

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

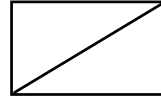
2007. 10

연 구 기 관

서울대학교 환경소음진동연구센터

환 경 부

중앙환경분쟁조정위원회



환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

2007. 10

연 구 기 관

서울대학교 환경소음진동연구센터

환 경 부

중앙환경분쟁조정위원회

○ 본 보고서의 열람 및 인용은 관계기관의 허락을 받아야 한다.

○ 본 보고서를 복제·복사할 시에는 관계기관의 사전승인을 얻어야 한다.

제 출 문

중앙환경분쟁조정위원회 사무국 귀중

본 보고서를 ‘환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의
합리적 조정방안 연구’에 관한 결과 보고서로 제출합니다.

2007. 10.

서울대학교 환경소음진동연구센터
센 터 장 이 수 갑

연구책임자/ 이 수 갑 (서울대학교 교수)

연 구 원/ 박 형 숙 (한서대학교 교수)

조 진 상 (동신대학교 교수)

구 윤 서 (안양대학교 교수)

임창우, 김재환, 김규태, 홍지영

홍승기, 허정옥, 조운호

목 차

제 1 장 머 리 말.....	1
제 2 장 피해 원인별 평가 및 배상액 산정기준 조정방안.7	
2.1. 소음·진동	7
2.1.1. 개요 및 추진 방향	7
2.1.2. 소음·진동에 의한 피해와 인과관계.....	8
2.1.2.1. 소음 피해의 종류.....	8
2.1.2.2. 소음이 인체에 미치는 영향	9
2.1.2.3. 소음이 가축에 미치는 영향	11
2.1.2.4. 소음이 어류에 미치는 영향	33
2.1.2.5. 소음이 지가에 미치는 영향	35
2.1.2.6. 진동 피해의 종류.....	38
2.1.2.7. 진동이 인체에 미치는 영향	39
2.1.2.8. 진동이 가축에 미치는 영향	41
2.1.2.9. 진동이 건축물에 미치는 영향	43
2.1.3. 피해 대상별 소음·진동의 피해인정기준 (수인한도)	
검토 및 개선방안	47
2.1.3.1. 소음·진동의 인체에 대한 수인한도.....	48
2.1.3.2. 소음·진동의 가축에 대한 수인한도.....	62
2.1.3.3. 소음의 어류에 대한 수인한도	65
2.1.3.4. 진동에 의한 건축물 피해 인정 기준 검토.....	67
2.1.4. 소음·진동 피해 배상액 산정 기준 연구	69

2.1.4.1. 소음·진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준	69
2.1.4.2. 실내 소음에 의한 피해 배상액 산정 기준	78
2.1.4.3. 소음·진동에 의한 가축 및 어류 피해 배상액 산정 기준	79
2.1.4.5. 진동에 의한 건축물 배상액 산정 기준	82
2.1.5. 과업 수행 시 고려 사항	85
2.1.6. 결 론	93
2.2. 먼 지	100
2.2.1. 개요 및 추진 방향	100
2.2.2. 먼지에 의한 피해와 인과관계	101
2.2.2.1. 먼지가 인체에 미치는 영향	101
2.2.2.2. 먼지가 농작물에 미치는 영향	103
2.2.3. 먼지 피해인정기준(수인한도) 검토 및 개선방안 ..	109
2.2.4. 먼지 피해 배상액 산정기준 연구	111
2.2.4.1. 먼지에 의한 인체 피해 배상액 산정기준	111
2.2.4.2. 먼지에 의한 과수 피해 배상액 산정기준	117
2.2.5. 결 론	119
2.3. 악 취	121
2.3.1. 개요 및 추진 방향	121
2.3.2. 악취에 의한 피해와 인과관계	123
2.3.2.1. 악취피해 발생원의 종류	123
2.3.2.2. 악취피해 발생원의 물질 특성	125

2.3.2.3. 악취가 인체에 미치는 영향	127
2.3.3. 악취 피해 평가방법 및 피해인정기준	
(수인한도)검토	130
2.3.3.1. 악취 배출 허용 기준	130
2.3.3.2. 악취 피해 평가 방법 및 피해 인정 기준	133
2.3.4. 악취피해 배상액 산정 기준 연구.....	135
2.3.4.1. 악취로 인한 피해배상액의 산정사례	135
2.3.4.2. 합리적 피해 배상액 원가의 결정	140
2.3.5. 결 론.....	143
2.4. 일 조.....	145
2.4.1. 개요 및 추진 방향	145
2.4.2. 일조에 의한 피해와 인과관계.....	147
2.4.2.1. 일조 피해의 종류	147
2.4.2.2. 일조가 인체 및 가축에 미치는 영향.....	148
2.4.2.3. 일조가 농작물에 미치는 영향	150
2.4.2.4. 일조가 주변 건물에 미치는 영향.....	156
2.4.3. 피해 대상별 일조의 피해인정기준 (수인한도) 검토	
및 개선 방안.....	158
2.4.3.1. 일조의 인체 및 가축에 대한 수인한도	158
2.4.3.2. 일조의 농작물에 대한 수인한도.....	159
2.4.3.3. 일조의 주변 건물에 대한 수인한도.....	167
2.4.4. 일조 피해 배상액 산정 기준 연구	171

2.4.4.1. 농작물 피해 배상액 산정 기준연구.....	171
2.4.4.2. 주변 건축물 피해 배상액 산정 기준연구.....	186
2.4.5. 결 론.....	189
제 3 장 맺 음 말.....	191
참 고 문 헌.....	194
부록 A. 소음원별 측정 및 평가방법	196
A.1 공사장 소음의 측정 및 평가방법.....	196
A.1.1 건설 기계류 소음.....	196
A.1.2 밟과 소음.....	199
A.2 교통소음의 측정 및 평가방법	202
A.2.1 항공기 소음	202
A.2.2 철도 소음.....	205
A.2.3 도로교통 소음	207
등가소음도 계산 방법	211
A.3 공동주택 내의 소음 측정 및 평가방법	213
A.3.1 공기전달 소음	213
A.3.2 충격 소음.....	219
부록 B. 진동원별 측정 및 평가방법	222
B.1 공사장 진동의 측정 및 평가방법	222
B.1.1 생활(공사장) 진동	222
B.1.2 밟과 진동.....	225
B.2 교통진동의 측정 및 평가방법	229
B.2.1 도로교통 진동	229
B.2.2 철도 진동.....	231
L ₁₀ 진동레벨 계산방법	233

부록 C. 먼지 측정 및 평가방법	234
C.1 먼지 측정 방법	234
C.1.1 하이볼륨 에어 샘플러법	236
C.1.2 로우 볼륨 에어 샘플러법	238
C.1.3 광산란법(Light Scattering Method)	240
C.1.4 광투과법(Light Transmission Method)	241
C.1.5 베타선 흡수법(β -Ray Absorption Method)	242
C.2 먼지 평가방법	244
C.2.1 먼지 농도계산	245
C.2.2 확산식 계산을 위한 입력 인자	250
부록 D. 구조물에 의한 일조 침해율 산정	258
D.1 구조물의 상부 구조에 의한 일조 침해	258
D.2 구조물의 하부 구조에 의한 일조 침해	265
부록 E. 일영길이 보정값 및 일조 침해율 표.....	268
E.1 위도별 구조물의 방위각에 따른 일영길이 보정값	268
E.2 위도와 구조물의 방위각별 거리에 따른 일조 침해율 ..	271
E.3 구조물의 방위각별 거리에 따른 일조 침해율(위도 35.5°)	
.....	329

《표 차례》

Table 2.1. 1	항공기 소음 및 조정 경기장 소음과 젖소 피해와의 관계	12
Table 2.1. 2	다양한 소음원이 젖소에게 미치는 영향	16
Table 2.1. 3	소음과 진동이 동시에 발생한 경우 젖소에 미치는 영향.....	16
Table 2.1. 4	병아리의 9주간의 체중과 소음과의 관계	18
Table 2.1. 5	병아리의 증체량(增體量) 및 사료요구비에 대한 소음의 영향.....	18
Table 2.1. 6	병아리의 성 성숙에 대한 소음의 영향	19
Table 2.1. 7	제트기 항공기지 주변부락의 양계 마리수 및 산란수의 변천(사카모토 외, 1969).....	20
Table 2.1. 8	영계의 산란율에 대한 소음처리의 영향 (오카모토 외, 1963)	20
Table 2.1. 9	혈점란의 출현비율에 대한 이상음의 영향(Stiles and Dawson, 1969)	21
Table 2.1. 10	수정란의 부화율에 관련하여 수탉에 대한 소음 처리 영향(Kosin, 1958)	22
Table 2.1. 11	각종 소음원이 닭에게 미치는 영향.....	23
Table 2.1. 12	다양한 소음원이 돼지에 미치는 영향 I	24
Table 2.1. 13	다양한 소음원이 돼지에게 미치는 영향 II.....	25
Table 2.1. 14	섭식과 소음자극간에 위산분비 변동에 관한 비교 관찰	27
Table 2.1. 15	각종 소음이 기타 가축과 동물들에게 미치는 영향.....	29
Table 2.1. 16	소음에 의한 축종별 피해 발생율	31
Table 2.1. 17	헤도닉가격결정함수 추정을 위한 지가결정요인 및 내용	35
Table 2.1. 18	지와 지가결정요인간의 상관계수	36
Table 2.1. 19	헤도닉가격함수의 추정결과.....	37
Table 2.1. 20	진동폐해의 구분	38
Table 2.1. 21	발파진동과 구조물 및 인체의 피해	39
Table 2.1. 22	진동이 동물에 미치는 영향(사례).....	41
Table 2.1. 23	진동에 의한 축종별 피해 발생율	42
Table 2.1. 24	건축물의 분류	43

Table 2.1. 25 진동속도에 따른 건물 피해정도 비교	45
Table 2.1. 26 공사장 소음 규제기준	48
Table 2.1. 27 진동속도에 따른 건물 피해정도 비교	49
Table 2.1. 28 생활진동규제기준(제32조, 제57조 관련 <개정 94.11.21>	50
Table 2.1. 29 항공기 소음 피해 지역 지정 고시(항공법 시행규칙 제 271관련)52	
Table 2.1. 30 시설물 용도 제한(항공법 시행규칙 제 274관련).....	52
Table 2.1. 31 시설물 설치 제한(항공법 시행규칙 제 274관련).....	53
Table 2.1. 32 교통소음 진동의 한도.....	54
Table 2.1. 33 소음환경기준	55
Table 2.1. 34 공동주택 실내소음 피해배상 기준(안)	57
Table 2.1. 35 인접세대간 경계벽체 및 바닥구조의 공기전달음 차음성능기준 (안)	58
Table 2.1. 36 소음에 관한 적용등급 (일본건축학회)	59
Table 2.1. 37 실 용도별 NC권장치 (Beranek)	59
Table 2.1. 38 WHO의 환경소음 가이드라인	60
Table 2.1. 39 수면영향을 고려한 실내소음 (야간시간대의 기준).....	60
Table 2.1. 40 소음에 의한 축종별 피해 발생율	62
Table 2.1. 41 진동에 의한 축종별 피해 발생율	63
Table 2.1. 42 진동에 의한 축종별 피해 발생율 진동피해 인과관계 검토 기준 (안) (그룹 II의 경우).....	67
Table 2.1. 43 진동원, 진동경로 및 건축물의 상태에 따른 구분.....	68
Table 2.1. 44 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (현행: 첫 번째 안).....	73
Table 2.1. 45 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (두 번째 안).....	73
Table 2.1. 46 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (세 번째 안).....	74
Table 2.1. 47 진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (첫 번째 안).....	75
Table 2.1. 48 진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (두 번째 안).....	75
Table 2.1. 49 방음 공사 비용 (예).....	78

Table 2.1. 50 가축 피해액 산정식	79
Table 2.1. 51 어류 피해액 산정식	81
Table 2.1. 52 건축물의 손상정도	83
Table 2.1. 53 소음원, 건물로부터 방음벽까지의 거리가 15m인 경우 방음벽 높이에 따른 감쇠량	89
Table 2.1. 54 소음원, 건물로부터 방음벽까지의 거리가 30m인 경우 방음벽 높이에 따른 감쇠량	90
Table 2.2. 1 미세먼지가 인체 및 환경에 미치는 영향	102
Table 2.2. 2 석탄, 시멘트, 점토의 퇴적양에 따른 투과 정도	103
Table 2.2. 3 배추 잎의 먼지 퇴적량에 따른 동화량	103
Table 2.2. 4 사과나무 잎의 무연탄 먼지량과 광도	104
Table 2.2. 5 무연탄 분에 따른 사과나무 잎의 탄소 동화율	105
Table 2.2. 6 무연탄 분에 따른 사과의 성장	105
Table 2.2. 7 무연탄 분에 따른 사과의 낙과율	106
Table 2.2. 8 무연탄 먼지량에 따른 사과의 착색	106
Table 2.2. 9 사과(후지)의 수광지수와 품질	107
Table 2.2. 10 사과(golden)의 수광지수와 품질	107
Table 2.2. 11 미세먼지에 대한 대기환경기준(개정: 2006년, 시행: 2007년)	109
Table 2.2. 12 각국의 대기환경기준 비교(미세먼지)	110
Table 2.2. 13 먼지 피해배상액 기준(현행)	112
Table 2.2. 14 농도범위 $150\sim300\mu g/m^3$, 물가 상승률을 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표(개선안I)	114
Table 2.2. 15 농도범위 $150\sim225\mu g/m^3$ 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표(개선안II)	115
Table 2.2. 16 농도범위 $150\sim225\mu g/m^3$, 물가상승률을 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표(개선안III)	116
Table 2.2. 17 과수 수령별 예상 피해액 산정식	117

Table 2.3. 1 악취 배출 허용기준 (복합 악취 물질).....	130
Table 2.3. 2 악취 배출 허용기준 (지정 악취 물질).....	130
Table 2.3. 3 중앙환경분쟁조정위원회 재정회의 악취분쟁 사례들.....	132
Table 2.3. 4 민원인 주거지의 악취평가 방법	134
Table 2.3. 5 직접관능법을 사용한 배상액 산정사례	136
Table 2.3. 6 공기회석관능법을 사용한 배상액 산정사례	138
Table 2.3. 7 악취 피해에 대한 배상액 산정 기준(복합 악취 물질).....	141
Table 2.3. 8 악취 피해에 대한 배상액 산정 기준(지정 악취 물질).....	142
Table 2.4. 1 벼의 생육과정별 차광처리가 수량 및 수량구성요소에 미치는 영향 (Yoshida & Parao, 1976).....	151
Table 2.4. 2 차광이 콩 수량 및 수량 구성 요소에 미치는 영향(Wahua 외, 1978)	152
Table 2.4. 3 시설 내 차광 정도별 오이 수량	153
Table 2.4. 4 포도나무 (델라웨어종)의 착색기 차광이 품질에 미치는 영향 (1968).....	154
Table 2.4. 5 일장이 과수의 새 가지 신장량에 미치는 영향(小林·北村, 1968).154	
Table 2.4. 6 중앙환경분쟁조정위원회에서 다룬 일조부족에 따른 농작물 피해 관련 사건 요약.....	172
Table 2.4. 7 일조부족에 따른 농작물 피해 관련 사건의 배상요구액과 재정결과 결정액의 비교	173
Table 2.4. 8 지방환경분쟁조정위원회에서 다룬 일조권 농작물 피해 관련 사건 요약.....	173
Table 2.4. 9 중앙환경분쟁조정위원회 재정사건 원인별 현황.....	174
Table 2.4. 10 피신청인의 재정 수용율.....	175
Table 2.4.11 일조권 피해 분쟁조정 결정에 대한 피신청인의 수용 현황 (사례집 기준)	175

Table 2.4. 12 양지식물·음지식물의 구분.....	178
Table 2.4. 13 일조침해에 따른 수확량 감소 비율 (%).....	180
Table 2.4. 14 일조 침해에 따른 농작물 가치 하락 비율.....	181
Table 2.4. 15 일조 침해에 따른 농작물의 평균 가치 하락 비율.....	182
Table 2.4. 16 일조 침해에 따른 벼의 가치 하락 비율.....	182
Table 2.4. 17 일조 침해에 따른 콩의 가치 하락 비율.....	182
Table 2.4. 18 일조 침해에 따른 고추의 가치 하락 비율.....	183
Table 2.4. 19 일조 침해에 따른 오이의 가치 하락 비율.....	183
Table 2.4. 20 일조 침해에 따른 참깨의 가치 하락 비율.....	183
Table 2.4. 21 농수산물유통공사 제공 농작물 가격 정보 목록.....	184
Table A. 1 차음성능 관련 각국의 규격.....	214
Table A. 2 건축부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법 주요내용.....	215
Table A. 3 공기전달음 차단성능 현장 측정방법 주요내용.....	216
Table A. 4 건축물 현장에서의 실내 소음 측정방법 개요(일본건축학회).....	217
Table A. 5 배경소음 영향에 대한 소음계 지시값의 보정 (단위: dBA).....	219
Table A. 6 각국의 바닥충격음레벨 측정방법 비교.....	220
Table A. 7 국내 바닥충격음레벨 측정방법 개정내용.....	221
Table C. 1 대기 확산 모델 종류.....	244
Table C. 2 대기 안정도등급과 대기 안정도의 관계.....	252
Table C. 3 기상조건에 따른 대기 안정도 등급 분류 방법.....	252
Table C. 4 식 (9)에서 대기 안정도 등급별 풍하거리에 따른 상수 값.....	253
Table E. 1 위도 37.5° 인 경우 일영길이의 보정값.....	268
Table E. 2 위도 36.5° 인 경우 일영길이의 보정값.....	268
Table E. 3 위도 35.5° 인 경우 일영길이의 보정값.....	269
Table E. 4 위도 34.5° 인 경우 일영길이의 보정값.....	269

Table E. 5	위도 33.5° 인 경우 일영길이의 보정값.....	270
Table E. 6	위도 37.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율.....	271
Table E. 7	위도 37.5° 구조물 방위각 ±10° 인 경우 일조침해율	272
Table E. 8	위도 37.5° 구조물 방위각 ±20° 인 경우 일조침해율	273
Table E. 9	위도 37.5° 구조물 방위각 ±30° 인 경우 일조침해율	274
Table E. 10	위도 37.5° 구조물 방위각 ±40° 인 경우 일조침해율	275
Table E. 11	위도 37.5° 구조물 방위각 ±50° 인 경우 일조침해율.....	276
Table E. 12	위도 37.5° 구조물 방위각 ±60° 인 경우 일조침해율	278
Table E. 13	위도 37.5° 구조물 방위각 ±70° 인 경우 일조침해율	279
Table E. 14	위도 37.5° 구조물 방위각 ±80° 인 경우 일조침해율	280
Table E. 15	위도 37.5° 구조물 방위각 ±90° 인 경우 일조침해율	281
Table E. 16	위도 36.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율.....	282
Table E. 17	위도 36.5° 구조물 방위각 ±10° 인 경우 일조침해율	283
Table E. 18	위도 36.5° 구조물 방위각 ±20° 인 경우 일조침해율	284
Table E. 19	위도 36.5° 구조물 방위각 ±30° 인 경우 일조침해율	286
Table E. 20	위도 36.5° 구조물 방위각 ±40° 인 경우 일조침해율	287
Table E. 21	위도 36.5° 구조물 방위각 ±50° 인 경우 일조침해율	288
Table E. 22	위도 36.5° 구조물 방위각 ±60° 인 경우 일조침해율	289
Table E. 23	위도 36.5° 구조물 방위각 ±70° 인 경우 일조침해율	290
Table E. 24	위도 36.5° 구조물 방위각 ±80° 인 경우 일조침해율	291
Table E. 25	위도 36.5° 구조물 방위각 ±90° 인 경우 일조침해율	292
Table E. 26	위도 35.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율.....	294
Table E. 27	위도 35.5° 구조물 방위각 ±10° 인 경우 일조침해율	295
Table E. 28	위도 35.5° 구조물 방위각 ±20° 인 경우 일조침해율	296
Table E. 29	위도 35.5° 구조물 방위각 ±30° 인 경우 일조침해율	297
Table E. 30	위도 35.5° 구조물 방위각 ±40° 인 경우 일조침해율	298
Table E. 31	위도 35.5° 구조물 방위각 ±50° 인 경우 일조침해율	299
Table E. 32	위도 35.5° 구조물 방위각 ±60° 인 경우 일조침해율	300

Table E. 33	위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율	302
Table E. 34	위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율	303
Table E. 35	위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율	304
Table E. 36	위도 34.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율	305
Table E. 37	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율	306
Table E. 38	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율	307
Table E. 39	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율	308
Table E. 40	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율	310
Table E. 41	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율	311
Table E. 42	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율	312
Table E. 43	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율	313
Table E. 44	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율	314
Table E. 45	위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율	315
Table E. 46	위도 33.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율	316
Table E. 47	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율	318
Table E. 48	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율	319
Table E. 49	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율	320
Table E. 50	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율	321
Table E. 51	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율	322
Table E. 52	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 60^\circ$ 인 경우 일조침해율	323
Table E. 53	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율	324
Table E. 54	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율	326
Table E. 55	위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율	327
Table E. 56	구조물 방위각 0° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	329
Table E. 57	구조물 방위각 0° , 6월인 경우 일조침해율	330
Table E. 58	구조물 방위각 0° , 12월인 경우 일조침해율	331
Table E. 59	구조물 방위각 10° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	332
Table E. 60	구조물 방위각 10° , 6월인 경우 일조침해율	333

Table E. 61 구조물 방위각 10°, 12월인 경우 일조침해율.....	334
Table E. 62 구조물 방위각 20°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	335
Table E. 63 구조물 방위각 20°, 6월인 경우 일조침해율.....	336
Table E. 64 구조물 방위각 20°, 12월인 경우 일조침해율.....	337
Table E. 65 구조물 방위각 30°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	338
Table E. 66 구조물 방위각 30°, 6월인 경우 일조침해율.....	339
Table E. 67 구조물 방위각 30°, 12월인 경우 일조침해율.....	340
Table E. 68 구조물 방위각 40°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	341
Table E. 69 구조물 방위각 40°, 6월인 경우 일조침해율.....	342
Table E. 70 구조물 방위각 40°, 12월인 경우 일조침해율.....	343
Table E. 71 구조물 방위각 50°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	344
Table E. 72 구조물 방위각 50°, 6월인 경우 일조침해율.....	345
Table E. 73 구조물 방위각 50°, 12월인 경우 일조침해율.....	346
Table E. 74 구조물 방위각 60°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	347
Table E. 75 구조물 방위각 60°, 6월인 경우 일조침해율.....	348
Table E. 76 구조물 방위각 60°, 12월인 경우 일조침해율.....	349
Table E. 77 구조물 방위각 70°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	350
Table E. 78 구조물 방위각 70°, 6월인 경우 일조침해율.....	351
Table E. 79 구조물 방위각 70°, 12월인 경우 일조침해율.....	352
Table E. 80 구조물 방위각 80°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	353
Table E. 81 구조물 방위각 80°, 6월인 경우 일조침해율.....	354
Table E. 82 구조물 방위각 80°, 12월인 경우 일조침해율.....	355
Table E. 83 구조물 방위각 ±90°, 3월과 9월인 경우 일조침해율	356
Table E. 84 구조물 방위각 ±90°, 6월인 경우 일조침해율	357
Table E. 85 구조물 방위각 ±90°, 12월인 경우 일조침해율	358
Table E. 86 구조물 방위각 -10°, 3월과 9월인 경우 일조침해율.....	359
Table E. 87 구조물 방위각 -10°, 6월인 경우 일조침해율	360
Table E. 88 구조물 방위각 -10°, 12월인 경우 일조침해율	361

Table E. 89 구조물 방위각 -20° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	362
Table E. 90 구조물 방위각 -20° , 6월인 경우 일조침해율	363
Table E. 91 구조물 방위각 -20° , 12월인 경우 일조침해율	364
Table E. 92 구조물 방위각 -30° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	365
Table E. 93 구조물 방위각 -30° , 6월인 경우 일조침해율	366
Table E. 94 구조물 방위각 -30° , 12월인 경우 일조침해율	367
Table E. 95 구조물 방위각 -40° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	368
Table E. 96 구조물 방위각 -40° , 6월인 경우 일조침해율	369
Table E. 97 구조물 방위각 -40° , 12월인 경우 일조침해율	370
Table E. 98 구조물 방위각 -50° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	371
Table E. 99 구조물 방위각 -50° , 6월인 경우 일조침해율	372
Table E. 100 구조물 방위각 -50° , 12월인 경우 일조침해율	373
Table E. 101 구조물 방위각 -60° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	374
Table E. 102 구조물 방위각 -60° , 6월인 경우 일조침해율	375
Table E. 103 구조물 방위각 -60° , 12월인 경우 일조침해율	376
Table E. 104 구조물 방위각 -70° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	377
Table E. 105 구조물 방위각 -70° , 6월인 경우 일조침해율	378
Table E. 106 구조물 방위각 -70° , 12월인 경우 일조침해율	379
Table E. 107 구조물 방위각 -80° , 3월과 9월인 경우 일조침해율	380
Table E. 108 구조물 방위각 -80° , 6월인 경우 일조침해율	381
Table E. 109 구조물 방위각 -80° , 12월인 경우 일조침해율	382

《그림 차례》

Fig. 1.1. 1 연도별 접수 및 처리현황.....	2
Fig. 1.1. 2 2006년도 조정 현황.....	2
Fig. 1.1. 3 피해 원인 별 현황.....	3
Fig. 1.1. 4 피해내용별 현황.....	3
Fig. 1.1. 5 분쟁 조정 결과 불만족 부분.....	5
Fig. 2.1.1 경골어류의 무게에 따른 50% 사망률 및 0% 사망률의 역치.....	33
Fig. 2.1. 2. 건축물의 결함발생 메카니즘.....	44
Fig. 2.1. 3 경골어류의 무게에 따른 50% 사망률 및 0% 사망률의 역치.....	65
Fig. 2.1. 4 소음도에 따른 배상액 산정기준 그래프(현행).....	71
Fig. 2.1. 5 소음도에 따른 배상액 산정기준(안) 그래프(두 번째 안).....	72
Fig. 2.1. 6 소음도에 따른 배상액 산정기준(안) 그래프(세 번째 안).....	72
Fig. 2.1. 7 방음벽, 수음점, 소음원의 상대적 위치.....	88
Fig. 2.2. 1 먼지 피해배상액 기준(현행).....	113
Fig. 2.3. 1 주거지의 악취피해.....	133
Fig. C. 1 부유먼지 측정기의 도로로부터의 거리의 시료채취높이.....	235
Fig. C. 2 하이볼륨 에어샘플러.....	237
Fig. C. 3 로우 볼륨 에어샘플러.....	239
Fig. C. 4 지표면 ($z=0$)에서 연기 분산.....	247
Fig. C. 5 굴뚝에서($z=H_e$) 배출된 연기의 분산.....	248
Fig. C. 6 굴뚝연기의 지표반사.....	249
Fig. C. 7 안정도등급에 따른 수평분산 표준편차(σ_y, σ_z).....	251
Fig. C. 8 유효굴뚝높이 계산.....	254
Fig. C. 9 굴뚝 세류현상.....	256

Fig. C. 10 건물 세류현상	256
Fig. D. 1 구조물의 태양방위각	258
Fig. D. 2 구조물의 상부구조와 일영길이의 관계	259
Fig. D. 3 대상면이 경사지형일 경우 상대높이	261
Fig. D. 4 상부구조가 T형인 구조물의 단면	262
Fig. D. 5 구조물과 일영길이의 관계	263
Fig. D. 6 구조물의 방위각이 남동 +30°인 경우의 예	264
Fig. D. 7 대표일 평면 일영도 (북위 37.5, 08:00~16:00 매 시각별)	265
Fig. D. 8 구조물의 방위각이 남서 30°(-30°)인 경우 하부구조에 의한 일조침해 을 산정을 위한 간격 설정	267

제 1 장 머 리 말

1. 연구 배경 및 현황

1960년대 이후 미국, 일본, 독일 등에서는 환경오염으로 인한 환경피해가 급증하고 있으며 이를 둘러싼 환경분쟁이 사회적 문제로 대두되고 있다. 이에 각국은 환경분쟁과 관련된 법과 제도를 도입하여 시행하는 등 국가적 차원에서 환경분쟁의 해결을 위한 노력을 기울여 왔다. 특히 1970년대 환경피해를 둘러싼 환경소송이 급증하면서 환경분쟁을 해결하기 위한 제도적 수단으로서 신속한 처리, 저렴한 비용, 환경분야 전문성 등의 장점을 가지고 있는 환경분쟁조정제도가 도입되었다.

우리나라에서는 1990년 「환경오염피해분쟁조정법」을 제정하여 단행법화 하면서 환경분쟁조정제도가 본격적으로 시행되기 시작하였으며, 그 동안 이 제도의 기능강화와 활성화를 위한 일련의 노력이 경주되어 왔다. 특히 1997년 「환경분쟁조정법」으로 전문 개정하는 등 수 차례의 법개정을 실시하였고, 소음·진동 등 분야의 환경피해에 대한 배상액 산정기준을 제정하여 시행하고 있다. Fig.1.1.1과 같이 점점 증대되는 환경분쟁의 원활한 처리를 위해서 2002년 12월에는 조정가액이 1억원 이하인 경우 지방위원회에서 수행한다는 내용으로 환경분쟁조정법이 개정되었다. 또한 2006년 3월에 환경피해 구제 범위의 확대를 위한 법을 개정하여 새로운 환경피해 유형 즉, 일조방해, 통풍방해, 조망저해 등을 분쟁조정대상 범주에 추가하는 동시에 기존의 건강상·재산상 피해뿐만 아니라 정신적 피해도 환경피해의 범위에 포함하였다. 이렇듯 1990년대 초반부터 법과 제도의 개선을 통하여 환경분쟁조정제도는 우리나라의 환경분쟁조정에 관한 기본적인 제도로서의 역할을 수행해 왔다.

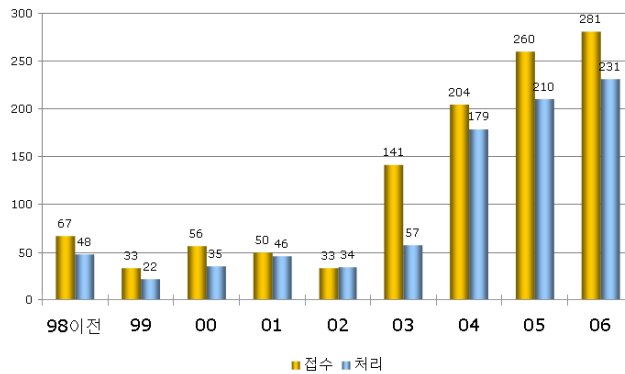


Fig. 1.1. 1 연도별 접수 및 처리현황

Fig. 1.1.1에서 보듯이 1991년도부터 2006년 12월까지 총 1125건의 분쟁조정 신청사건을 접수하여 862건을 처리(재정, 조정, 알선, 합의)하였으며 145건은 자진철회 등으로 종결되었고, 현재 2007년 3월까지의 자료에 의하면 접수된 63건과 전년도 이월된 79건을 합한 142건 중 재정 31건, 합의 13건, 자진철회 등을 종결하고 93건이 진행 중이다. 분쟁처리 현황을 피해 원인 별로 보면, 처리된 862건 중 소음·진동으로 인한 피해가 744건(86%)이며, 대기오염 66건(8%), 수질오염 28건(3%), 기타 24건(3%)이다.



Fig. 1.1. 2 2006년도 조정 현황

분쟁처리의 피해 원인 별 구성의 가장 두드러진 특징은 소음·진동으로 인한 피해가 전체 조정 사건의 대부분을 차지하는 경향이 매년 계속되고 있다는 점이다. 소음·진

동분야 분쟁의 대부분은 도심지의 아파트 건설공사나 도로건설 등 사회간접시설 공사 중 발생하는 소음·진동으로 인한 건물 및 정신적 피해호소들이다. 소음·진동사건이 다른 분야에 비하여 압도적으로 높은 비중을 차지하고 있는 것은 도심지의 경우, 지하철 공사, 도로공사 및 아파트 건설공사 등 공사내용 및 규모가 다양화되고, 공사장 인근의 건축물 균열 및 정신적 피해를 야기하는 경우가 증가했기 때문이다.

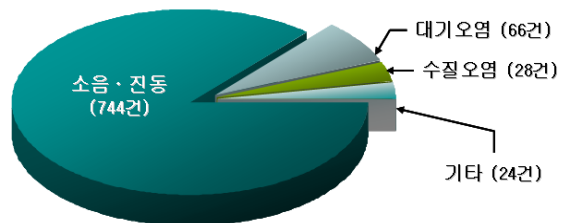


Fig. 1.1. 3 피해 원인 별 현황

피해내용별로 보면, 처리된 862건 중 정신적 피해가 387건(45%)으로 가장 많고, 건축물 피해와 정신적 피해를 함께 신청한 사건이 186건(22%), 축산물 피해 93건(11%), 농작물 피해 71건(8%), 건축물 피해 64건(7%), 수산물 피해 8건(1%), 기타 53건(6%)으로 나타났다.

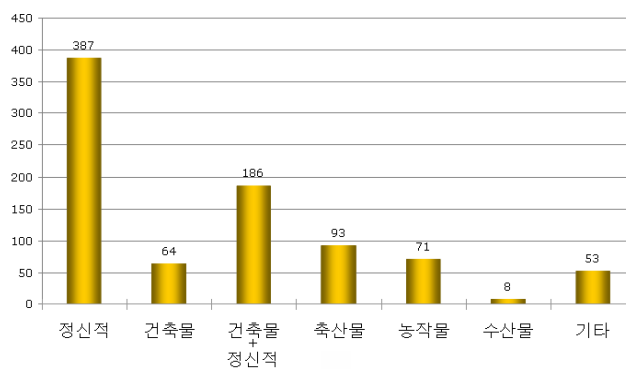


Fig. 1.1. 4 피해내용별 현황

이처럼 환경분쟁에서 정신적 피해를 호소하는 경우가 지속적으로 늘고 있는 것은 물질적인 것뿐만 아니라 쾌적한 생활환경과 삶의 질을 중요시하는 사회적 조류를 반영하는 것으로 해석되며, 최근 아파트 등 공동주택 층간 소음 분쟁이 늘어난 것도 바로 그 점을 보여준다.

2. 연구의 필요성

최근, 환경분쟁조정 신청건수가 급격히 증가하고, 분쟁조정기간이 최장 9개월이 소요되는 점을 고려하면 환경분쟁조정 과정상 보완의 필요성이 절실히 대두 되고 있다. 또한 개발사업으로 인한 자연환경파괴 가능성을 둘러싼 환경분쟁에 대응하기 위해서는 현재의 환경피해평가방법에 대한 재검토가 필요하다. 현재의 환경피해평가방법은 개별적인 오염매체에 대해서 연차 별로 수행된 연구용역 결과를 토대로 하고 있지만, 이러한 평가방법 및 배상액 산정기준이 피해주민에게 제대로 반영되고 있는지에 대해서는 이견이 있을 수 있다.

일례로, 2006년에 시행된 “환경분쟁조정제도 활성화 관련 여론조사” 결과, 민원인들 중 54.7%(29명)가 분쟁조정 결과에 대한 불만족의 이유를 배상수준이라고 응답했다. 이러한 응답은 2006년까지 조정한 845건 중 726건(86%)이 합의에 이른 것을 비추어 보면 상당히 모순적인 결과이다. 환경피해에 대한 물리적 정신적 손해 사이의 인과관계에 대해서 승복한다기 보다는, 금전적인 보상에 대한 선호가 원인이라고 볼 수 있을 것이다.

중앙환경분쟁조정위원회가 의결하는 손해배상액 산정의 근거는 중앙환경분쟁조정위원회가 작성한 “환경분쟁사건 배상액 산정기준표”이다. 배상액 산정의 통일성과 공정성을 기하기 위하여 위원회는 위 기준표에 따라 배상액을 결정하는데, 위 기준표를 의무적으로 적용하는 것은 구체적 타당성을 해할 수 있다. 따라서 오염도별, 피해 대상 별 평가방법과 적용과 수인한도에서의 적절성을 기할 필요가 있다. 또한 피해인정방법에 대한 논의도 필요하다. 구체적인 물리적 피해에 대한 피해보상은

물리적 지표를 근거로 하여 적절한 수인한도를 재 적용하여 보다 합리적인 해결을 유도할 수 있지만, 정신적 피해보상에 대해서는 피해주민의 주관적인 판단이 지배적으로 작용하게 되므로 불만족도가 사실상 높게 나타나게 되는 원인이 된다. 또한 조정결과에 대하여 당사자간에 합의가 이루어졌다고 하더라도 대량의 분쟁을 일괄적이고 획일적인 절차와 방식에 따라 처리하고 환경피해를 일으키는 오염매체의 개별적인 특성과 복합적인 특성을 발휘하는 경우가 배제될 수 있기 때문에 배상액이 낮게 인정될 가능성이 크다. 실제로 06년도 배상 결정된 628건의 신청 금액은 총 274,101백 만원이었고 배상 결정액은 26,268백 만원으로 배상신청금액을 기준으로 할 때 인용된 배상 결정액이 신청액의 평균 9.6%에 그치고 있다.

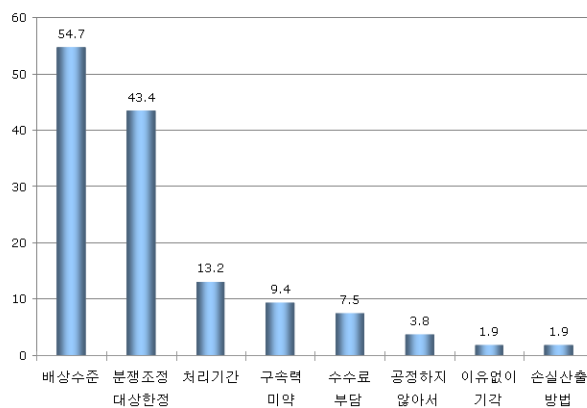


Fig. 1.1. 5 분쟁 조정 결과 불만족 부분

주: 조사대상자 104명 중 51.0%인 53명이 불만족으로 나타남

자료: 중앙환경분쟁조정위원회(월드리서치), 2006.7, 환경분쟁조정제도 활성화 관련 여론조사

3. 연구의 범위와 방법

본 연구에서는 소음, 진동, 먼지, 일조, 악취 등의 피해원에 대하여 각각의 피해 대

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



상 별 평가방법, 피해인정 기준(수인한도)의 타당성을 검토하고 수정, 보완하며 그에 따른 피해액 산정기준을 도출하였다.

환경분쟁조정제도의 근거자료로 사용되는 배상액 산정기준의 적절성에 대해서는 앞서 조사한 2006년에 실시한 환경분쟁조정제도 활성화 관련 여론조사의 결과에서 보듯이 부정적인 측면이 강하게 나타났다. 이러한 점을 감안할 때, 현재의 환경피해 평가방법에 대한 전면적 재검토와 배상액 산정기준에 관한 심도 있고 광범위한 연구가 필요하며 이러한 연구를 수행하기 위해서는 다양한 전공의 수많은 연구자들과 막대한 연구비, 그리고 상당한 기간이 필요할 것이다. 그러므로 본 연구에서는 단 시간 내에 소기의 목적을 달성하기 위하여 기존에 수행된 연구 결과를 종합하고 그 결과를 바탕으로 10여 년 동안 사용된 배상액 산정기준을 수정, 보완하여 가급적 현실성 있는 기준을 마련하고자 노력하였다. 특히, 분쟁사건의 대부분을 차지하는 소음, 진동에 관해서는 환경정책기본법의 환경기준, 소음·진동규제법의 규제기준 그리고 환경영향평가법의 협의기준 등을 고려하여 보다 합리적인 피해 인정 기준(수인한도)을 도출하고자 하였다. 또한, 악취, 먼지, 일조에 관해서는 기존의 연구결과 및 분쟁 사건 처리 결과 등을 재 검토하여 타당한 방안을 제시하고자 노력하였다.

제 2 장 피해 원인별 평가 및 배상액 산정기준 조정방안

2.1. 소음·진동

2.1.1. 개요 및 추진 방향

1990년대 이후 경제, 사회, 문화 전반에 걸쳐 급속한 발전을 이룬 결과, 삶의 질에 대한 욕구 증대로 인하여, 과거에는 문제 되지 않던 환경소음·진동 문제가 새로이 대두되기 시작하였다. 연도별 환경분쟁 조정신청 현황을 살펴보면, 91년부터 2000년까지는 연간 조정신청 현황은 56건 이었으나, 2001년 이후에는 연 평균 400~500건으로 급속히 증가하였다. 하지만, 현행 피해 평가를 위한 수인한도는 점점 환경기준이 강화되고 있는 추세를 잘 반영하지 못하거나 배상액 산정기준이 과거의 연구 결과나 물가를 기준으로 설정된 것이다. 이러한 이유로 인하여 배상 수준이 기대에 미치지 못 하고 있는 실정이며, 그 결과 신청대비 중앙환경분쟁조정위원회 처리 결과에 대한 만족도는 49%에 지나지 않았다. 따라서, 소음·진동 평가 방법에서부터 대상별 피해인정기준, 배상액 산정기준에 대한 현행 제도를 재검토해 볼 필요가 있다. 본 연구에서는 소음·진동 평가방법의 경우 환경부의 소음진공동정시험방법에서 소음·진동원별 측정방법 및 평가 지수를 이미 규정하고 있기 때문에 개선방안을 제시하기 보다는 향후 발전방향에 대해 간단히 언급하고, 환경분쟁조정위원회에서 적용하고 있는 현행 수인한도 및 피해액 산정기준을 재검토 하고자 한다. 또한, 현행 피해대상별 수인한도의 적정성 여부를 판단하여 그렇지 않은 경우에 한하여 수인한도를 재설정하고, 배상액 산정 기준을 현 실정에 맞게 수정함으로써 피해 수준에 맞는 적절한 보상이 피해 당사자들에게 돌아가게 하고자 한다.

2.1.2. 소음·진동에 의한 피해와 인과관계

2.1.2.1. 소음 피해의 종류

소음 피해에 대한 배상액 산정 기준 설정을 위해서는 각각의 소음원에 대한 평가뿐만 아니라 소음과 피해 대상에 대한 인과관계에 대한 연구를 바탕으로 피해 대상별 적정 수준의 수인한도가 결정되어야 한다. 소음 피해대상으로는 사람, 가축, 어류, 건물 등이 있다.

사람의 경우, 소음으로 인한 물리적, 정신적, 생리적 영향 등이 WHO 보고서나 기타 연구 논문들을 통하여 알려져 있는 상태이다. 물리적 요인으로는 소음성 난청을 들 수 있지만, 이는 시끄러운 작업장과 같은 극한 상황에서 발생하며 일상적인 생활 환경에서 발생하는 소음에 의한 경우는 극히 드물다. 생리적 영향은 소화기 계통이나, 심장혈, 호르몬 변화 등을 일컫는 것으로, 객관적인 연구를 통한 증거가 매우 희박할 뿐만 아니라 소음에 의한 발생 확률 또한 매우 낮다. 따라서, 소음으로 인한 인체 피해의 경우, 정신적인 요인이 가장 크고 생리적 영향은 이러한 정신적 스트레스가 장기간 지속될 경우에 발생할 가능성이 있다.

가축이 소음에 노출되었을 때에는 스트레스로 인한 산란율의 저하, 육질의 저하, 폐사, 유산 및 사산, 성장 발육 상의 문제들이 나타날 수 있으며, 실제로 건설공사 소음으로 인한 가축의 폐사 등과 같은 이유로 환경분쟁조정위원회에 회부되는 경우도 많다. 하지만, 어류의 경우는 피해사례가 가축에 비하여 적고 연구결과 또한 발표된 것이 매우 적기 때문에 이에 대한 연구를 통하여 피해 사례에 대한 객관적인 증거 확보를 위한 노력이 이루어져야 한다.

건축물의 피해는 외력이 건축물에 작용하였을 때, 구조물이 견딜 수 있는 한계를 넘어설 때 발생하는 것으로, 한계치는 구조물의 공진주파수와 가진력에 의해 결정된다. 일반적으로 가옥의 공진 주파수는 약 12Hz이며, 소음원으로부터 발생하는 소음의 주파수 대역은 12 Hz 보다는 훨씬 높다. 또한, 소음이 구조물에 전달되는 에너지량이 매우 적기 때문에 소음이 건축물에 미치는 영향은 거의 없을 것이라 판단된다.

2.1.2.2. 소음이 인체에 미치는 영향

일반적으로 소음의 인체 위해성 평가는 소음성 난청(물리적 위해 요인)과 소음성 불쾌감(Annoyance, 심리적·정신적 위해 요인) 그리고 생리적 위해 요인에 대한 평가로 대별될 수 있다.

소음에 의해 발생하는 인체의 물리적 위해 요인으로는 소음성 난청을 들 수 있다. 생활 주변에서 발생하는 환경 소음의 경우, 간헐적으로 매우 큰 소리가 발생하여 순간적인 가청역치이동(NITTS, Noise Induced Temporary Threshold Shift)이 발생할 수 있으나 이는 짧은 시간 내에 다시 회복이 되며, 매우 큰 소리가 지속적으로 발생하여 영구적인 가청역치이동(NIPTS, Noise Induced Permanent Threshold Shift)이 발생하는 경우는 거의 없다고 할 수 있다. 소음성 난청의 대부분은 시끄러운 공장이나 작업장에서 근무하는 사람에게서 발생한다. 소음성 난청은 하루 동안(8시간, 작업장 소음의 평가 기준 시간) 85dB의 소음 혹은 그 이상의 크기를 가지는 소음에 노출될 경우에 그 발병 가능성이 매우 높다고 한다.

소음성 불쾌감(Annoyance)은 소음이 인체에 미치는 영향 중 심리적, 정신적 피해의 대표적인 예이다. 소음성 불쾌감은 단순히 소음으로 인한 시끄러움(noisiness)이나 이로 인한 짜증스러움을 나타내는 것이 아니라, 소음으로 인해서 발생하는 생활 활동 상의 방해나 업무효율의 저하 등을 모두 포함하는 의미를 가진다. 소음의 발생으로 인한 첫 번째 반응(Primary effect)은 놀람, 시끄러움, 대화 방해, TV/라디오 청취 방해, 독서 등에 대한 방해 등 다양한 형태로 나타나거나 이들의 복합적인 형태로 나타난다. 이러한 현상이 지속되면 심리적 불안이나 스트레스, 집중력 저하 등의 증상(Secondary effect) 등이 발견되며, 심할 경우 소화기 계통이나, 심장혈, 호르몬 변화, 신경성 쇠약, 심장박동의 변화 등 생리적 변화를 일으키기도 한다. 소음성 불쾌감은 소음으로 인한 primary effect와 이로 인한 심리적, 정신적, 행동상의 피해를 포함하며, 생리적인 피해의 경우 그 발병 확률이 매우 낮을 뿐만 아니라 소음 외적인 요인들이 너무 많기 때문에 이를 규명하기는 매우 어렵다.

1999년도에 네덜란드 보건협회(Health council of the Netherland)에서는 작업장에서 85dBA정도의 소음에 장기간 노출되었을 때 고혈압을 유발하며 심장혈관에 영향을

줄 수 있다고 발표하였다. 하지만, 일반 주거환경에서 소음의 영향을 규명하기는 작업장에서 보다 훨씬 더 어렵다. 왜냐하면, 대부분의 연구가 집에서 느끼는 소음도의 영향에 대하여 수행되고 있고, 비음향학적인 요인들의 개입이 크기 때문이다. 도로교통소음이나 항공기 소음 지역에서 낮 시간(06:00~22:00) 동안의 등가 소음도가 70dBA일 때 고혈압이나 심장질환 등을 유발할 수 있다는 몇몇 연구결과가 발표된 적은 있다. 최근에 소음으로 인한 생리적 피해에 대한 연구 이루어 지고 있긴 하지만, 이를 제도적으로나 정책적으로 활용하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

따라서, 소음에 대한 인체의 위해성 평가에서는 심리적, 정신적 피해가 가지는 비중이 매우 높으며, 실제로 WHO¹에서는 소음에 대한 위해성 평가 인자로서 소음성 불쾌감과 수면 방해를 제안하고 있다. 평가방법은 소음도에 따른 높은 불쾌감 호소비율을 조사하여 각각의 소음원마다 고유의 dose-response relationships를 나타내는 annoyance curve를 작성, 특정 소음원에 대한 높은 소음성 불쾌감 호소비율을 나타내는 curve와 인구 조사 통계 기법을 이용하여 실제로 소음에 대한 정신적 피해를 입고 있는 사람들의 수를 파악하는 것이다. 또한, annoyance curve는 소음원에 따라서는 물론이고 국가별로 많은 차이를 보이고 있고 연구자들도 이를 인정하고 있기 때문에 외국의 기준을 우리나라에 그대로 적용하는 것은 무리가 있다. 소음성 불쾌감(Annoyance)과 관련된 연구는 미국이나 EU에서는 1960년대부터 시작되어 현재에 이르러 연구결과를 국가 소음 정책에 활용되기 시작하였고, 우리나라에서는 2003년²에 처음으로 수행된 바 있다.

¹ "Guideline for community noise," WHO, 1999

² "소음·진동 물리적 위해 요인의 정량평가 기술", 환경부, 2003~2007

2.1.2.3. 소음이 가축에 미치는 영향³

본 절은 2001년에 보고된 “소음에 의한 가축피해 평가 방안에 관한 연구” 보고서의 일부분을 인용하였다. 소음에 의한 가축피해 평가 방안에 관한 연구 보고서에 따르면 소음이 가축에 미치는 영향은 다음과 같다.

가축을 둘러싼 환경요인 중 소리요인은 다른 환경적 요인과 마찬가지로 가축의 생산능력에 직·간접적인 영향을 미친다. Ackor와 Cunningham(1991)⁴은 간헐적 소음이 가축의 생산성을 크게 저해시킬 수 있다고 보고하였다. 또한 가축이 과도한 소음과 진동에 노출되면 심장 박동수와 호흡수의 변화, 부신피질 호르몬의 분비가 많아지고, 말초신경이 축소되어 배란횟수가 줄어들며, 심각한 경우에는 가축이 폐사되거나 조산, 유사산, 기립부전 및 성장이 지연된다고 알려져 있으며, 행동 반응으로는 경기와 공포스런 행동이 일시적으로 나타나고 짝짓기를 하지 못하거나 보금자리의 이동, 생활형태의 변화 등 여러 가지 반응을 하는 것으로 발표되고 있다.^{5,6,7} 그러나, 소음과 진동이 가축에 어떠한 기능장애를 주는지 명확하게 결론을 내린 연구보고는 아직까지는 찾아보기 힘들다. 소음과 진동이 가축에 미치는 생리적 영향에 대해서는 실험적 방법을 통해서 직접 확인된 것도 있고, 추측에 의한 것도 있지만, 이같은 주장들은 가축들의 소음에 대한 감지도가 그 종류에 따라 다소 차이는 있으나, 한결 같이 소음문제가 생산감소 또는 능률저하를 넘어서 장기적으로는 많은 질환의 원인이 될 수 있음을 암시하고 있다.

우리나라의 대표적 축종인 소, 돼지, 닭에 대한 국내·외 연구사례 및 문헌자료를 인용하여 요약해 보면 다음과 같다.

³ “소음에 의한 가축피해 평가 방안에 관한 연구”, 중앙분쟁조정 위원회, 2001

⁴ Acker, D., & M. Cunningham, 「Animal Science and Industry」, Prentice Hall, 1991

⁵ 三村耕외, 「家畜管理學」, 養賢堂, 1981, P81-83

⁶ 석정진외, 「家畜管理學」, 養賢堂, 1982, P39-40

⁷ 최승윤외, 「축산대백과」, 내외출판사, 1991, P154

1. 소(젓소, 한우)

가. 일반적 피해특성

소와 양 같은 반추동물은 돼지, 조류, 설치동물(쥐, 다람쥐)에 비해 비교적 소음에 강한 것으로 알려지고 있다. 소는 젓소와 한우로 대별되며 한우는 주로 비육우이다. 비육우의 경우, 소음·진동에 의한 피해로 수태율 저하, 체중증가를 감소, 심하면 임신우의 유사산 등의 형태로 나타날 수 있으며 젓소는 이외에도 산유량 감소가 주로 민원의 대상이 되고 있다.

James Bond는 소의 경우 항공기 소음이나 공장 소음 같은 지속적인 소음, 즉 시간에 따라 소음레벨의 변동폭이 적은 소음에 대해서는 거의 영향이 없으며, 발파소음이나 항타기 소음같이 매우 충격적인 소음에 대해서 유생산성이 약간 감소하고, 번식효율이나 성장률에는 지장이 없었다고 발표하였다.

이와 비슷하게 진동이 수반되지 않은 소음 즉, 항공기 이착륙 소음과 조정 경기장의 함성소리에 대한 젓소의 유생산율과 수태에 미치는 영향을 평가한 결과를 살펴보면 Table 2.1.1 과 같다.

Table 2.1.1 항공기 소음 및 조정 경기장 소음과 젓소 피해와의 관계

구 분	소음레벨 (dB(A))	유생산율 감소율(%)	수태에 미치는 영향	기 타	비 고
항공기 소음	100~115	18.8	확인불가	-	분쟁목장 장비 소음레벨 : 약 60dB(A)
경기장 소음	90~110	30~50	수태율 저하	체중감소	

자료: 吉本 正, 젓소와 소리, 마포(麻布)대학 수의학부

Table 2.1.1에 나타난 바와 같이 항공기의 소음레벨이 경기장 소음에 비해 상대적으로 높은데도 불구하고 유생산율의 감소율은 경기장 소음의 경우가 약 15% 이상 높게 나타났다. 이 연구결과는 앞서 논술한 James Bond의 결과와 비슷하며, 소의 경우는 항공기 소음 같은 지속적인 소음보다는 매우 충격적이고 순간적으로 발생하는 소음에 더 민감하다는 것을 나타내고 있다.

나. 비행음과 폭격음 환경에 놓인 목장 젓소에 대한 피해사례

(1) 사례 1

연속 1주일간 정밀하게 기록한 결과에 의하면 소음발생은 날과 시간에 따라 상당히 변동이 있지만 대체로 토요일과 일요일, 야간은 적고 그외 요일에는 오전 9~10시와 오후 2~3시에 가장 많이 발생하고 평균 간격은 약 3분이었다. 이 시각 외에는 약간 불규칙하지만 선회나 통과 등을 감안하면 대략 5~15분 정도 간격으로 발생하는 꼴이며 소음의 세기는 이륙 쪽이 착륙보다 강하고 2대 이상인 경우에는 115 phon 내외, 1대인 경우는 조건에 따라 변동은 있었지만 보통 100 phon 내외였다.

비행장 주변 목장(피해구)과 대조구의 비교에서 유량감소는 사육관리 요소에 대한 사항을 감안하여 18.82%로 평가되었다.

(2) 사례 2

사격폭격장 부근의 목장의 경우 소음 발생상황은 오전 10시 전후와 오후 2~3시에 집중되는 경향이 있으며 간격은 1분 이내의 것이 있고 거의 연속적인 것도 적지 않다. 폭음의 세기는 약 110 phon 내외이며 통과 또는 선회하는 제트기의 소음은 보통 90 phon 이하이다. 폭격 표적 및 통과코스에서 가장 가까운 목장 젖소의 유량 감소율은 2.41%이고 1두당 평균 실유량은 111.7kg이라고 평가되었다.

다. 제트기 비행음이 젖소의 비유능력에 미치는 영향

제트기 비행소음의 발생회수가 많은 지점과 적은 지점에 소 축사를 세우고 각각 4마리씩의 젖소를 1기 6주간을 사육기간으로 하여 교대로 2회 이동시키고, 유생산량의 변화, 젖소 생태의 변화, 생리 반응으로서 심박수의 변화 및 폭음 발생시 심박간격의 변화 및 혈액 성분, 소분내 케톤의 변화를 검토한 사례이다.

폭음 이외 환경조건의 영향을 최대한 배제하기 위해서 양쪽 축사의 구조는 거의 동일하게 하고, 유사한 환경, 기상조건으로 하였으며, 관리자도 각 군에 고정하여 관리자가 바뀌는데 따른 영향을 배제하고 동일 양식으로 사육관리를 했다.

(1) 폭음지점의 폭음발생 상황

70phon 이상의 소음을 자동기록장치로 24시간 기록했다. 1일 폭음발생 상황은 날과 시간에 따라 불규칙한데 발생회수가 49~163회이고, 소음의 강도는 중앙치가

83~96phon이며, 90%범위의 최고치는 103~112phon이었다.

(2) 유생산량의 차

유량, 유지량의 변화는 분명치 않았다. 사육관리의 경과 중 식체를 한 소가 한마리 발생했고, 건초 질의 변화, 즉 사료에 의한 영향으로 보이는 산유량의 저하가 제5주째에 나타났기 때문에 소음 하나로 인해서 제반 양에 변화가 있었다고 파악하는 데는 약간 확실성이 결여된 경향이 있다. 하지만 소음 이외의 영향을 거의 배제할 수 있는 주만을 생각하여 6마리의 소를 평균하니 유생산량은 2.93%의 감소가 관찰되었다.

(3) 생태의 변화

5분 간격으로 24시간 동안 젓소의 선 자세, 누운 자세, 반추, 먹이 먹기 등의 상태를 관찰했는데 소음과의 관계는 보이지 않고 오히려 계절이나 다른 무언가의 조건에 영향 받는 것 같았다.

(4) 심박 수의 변동

주1회 2시간 간격으로 5분간 심박 수를 24시간 측정했다. 임신한 소 2마리를 제외하고 6마리 전체의 측정 예를 측정시점에서 생태별로 나누고 거기서 측정 시각별로 분류하고, 측정시의 기온을 고려하면서 소음지점 사육 시와 대조지점 사육 시와의 변화를 검토했다. 선 자세 휴식, 선 자세 반추, 누운 자세 휴식의 생체구분에서 각각 측정한 심박 수는 소음지점 사육 시에 약간 증가하는 경향이 보였지만 다른 경우에는 소음과 관련이 있다고 생각되는 변화는 없었다.

(5) 심박 간격의 변동

소음에 대한 직접적, 순간적 영향을 알기 위해 소음발생시의 심박 간격의 변화를 검토했다. 그 결과 소수였지만 주로 야간의 소음 발생시에 심박 간격이 뚜렷이 단축되는 예가 보였다. 이것으로 봐서 어떤 조건하에서는 소음이 젓소를 놀라게 하고 공포감을 준다는 것이 실증되었다.

(6) 혈액성상 및 소변 내 케톤의 변화

각 기(期)의 최종일에 적혈구수, 백혈구 수, 호산구 수, 혈청 단백 및 소변내 케톤을 검토했는데 호산구 수가 소음지점 사육 시에 감소하는 경향을 보인 외에는 일정한 변화는 인지되지 않았다. 이것은 동물에게 스트레스가 더해졌을 때 호산구 수가 감소된다는 많은 설(說)과 일치하고, 소음이 젖소에 대해 스트레스로 작용한다는 생각을 지지하는 결과이다.

(7) 시험소는 2마리가 일과성 발열, 식체를 일으킨 점 외에 거의 건강하게 시험 전체 기간을 경과하고, 임신한 소 2마리도 임신경과가 거의 순조로웠으며 시험종료 후 75일 전후에 정상 분만했다.

이상 본 시험결과에서 볼 때 소음의 유생산량에 대한 영향은 한정된 조건에서 보면 약간 저하시키는 경향(2.93%)이 보이고, 생체반응에 대해서도 심박 간격, 호산구 수에 있어서도 적지만 변화가 관찰된다. 그러나 이것은 보편적인 것이 아니기 때문에 모든 젖소에게 그대로 적용하는 것은 위험하다. 또한 사육환경, 개체차이에 따라 영향이 틀리게 나타나는 것이라고 생각할 수도 있다.

라. 착유시의 이상소음 충격

젖의 배출에 대한 뇌하수체 후엽 호르몬의 관여를 연구한 Ely and Peterson (1941)의 보고에는 착유시의 이상소음이 젖의 배출을 방해한다는 주목할 만한 사실이 기재되어 있다. 즉 착유기를 장치한 저지 소에게 10초마다 2분간 종이 봉지의 파열음을 들려주어 놀라게 하자 젖통에 있던 양 이외의 젖의 배출이 정지되었다. 하지만 이 충격은 중추신경에 직접 작용한 것이 아니라 부신에서 아드레날린의 반사적인 분비로 뇌하수체 후엽 호르몬의 분비가 억제된 것이 원인이라고 추론하고 있다. 그 이유로서는 1) 젖샘으로 이어지는 교감신경을 절제한 좌측의 유방도 정상적인 우측과 같이 반응한다는 것 2) 소음으로 놀라게 한 경우와 아드레날린을 주사한 경우가 같은 반응을 일으킨다는 것 3) 어떤 경우에도 뇌하수체 후엽 호르몬제를 주사하면 그 영향이 해소되는 것 등을 들고 있다.

이와 같이 소음의 충격이 아드레날린의 급속한 분비를 촉진한다고 하면 그 부차적인 효과로서 Hays and Vandemark (1953)가 지적하는 것과 같은 자궁운동의 억제가 일

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



어나, 경우에 따라서는 수정율의 저하 등이 발생한다고 생각할 수 있지만 젖소에 대해 이와 같은 문제를 다룬 연구 보고를 찾기는 어렵다.

마. 기타 실험사례

Table 2.1. 2 다양한 소음원이 젖소에게 미치는 영향

소음 유형 및 음압레벨	결 과	비 고
일반 소음(105dB)	사료소모량, 유생산량, 착유율 감소	Kovalcik and Sottnik, 1971
트랙터 엔진소리(97dB)	포도당 농도, 혈중 백혈구 증가; 헤모글로빈의 감소	Broucek 등, 1983
일반 소음(1kHz, 110dB)	글리세린, 미필수 지방산, 크레아틴 증가; 헤모글로빈, 갑상선호르몬 농도 감소	Broucek 등, 1983

자료: U.S. Air Force and U.S. Department of the Interior, 1988

Table 2.1. 3 소음과 진동이 동시에 발생한 경우 젖소에 미치는 영향

▶ 공사내역: “山陽” 도로건설공사를 위한 암석파괴 작업 - 소요기간: 약 100일 - 소음·진동 발생 수준 ▪ 소음레벨: 58~72dB(A) ▪ 진동레벨: 52~60dB(V) - 소에 미친 영향 ▪ 우유생산량: 전년대비 8.1% 감소(사육관리요소 고려하지 않음) ▪ 번식능력: 교접횟수 1~2회 증가로 인해 분만일 약 40일 연장 ▪ 식욕: 변화되지 않음 ▪ 기타 특징: 젖소가 신경질적이며 안정감이 없음
--

자료: 吉本 正, 젖소와 소리, 마포(麻布)대학 수의학부

그 외 몇몇 국외 실험사례를 살펴보면 다음과 같다.⁸ 임신한 소 20두를 개방우사에 매어놓고 헬리콥터를 공중에 정지시켜 긴 소음에 노출시키거나 제트전투기를 통과시켜 짧은 소음을 일으켰을 때의 결과는 심한 스트레스를 가리키는 혈중 부신피질 호르몬이 크게 증가하였다. 4두는 조산하였고 매어둔 소는 목을 뻗뻗하게 쭉 폈으나 매이지 않은 소는 겁을 내었는데, 30~120분 후에 정상으로 회복되었다.

Table 2.1.2와 Table 2.1.3은 각종 소음원이 젖소에게 미치는 부정적 영향을 잘 보여주

⁸ Veterinary Bulletin, 1977 ~ 1986

고 있다.

2. 닭

가. 일반적 피해특성

일반적으로 닭은 소나 돼지 등 다른 가축보다 소음·진동에 내성이 강한 것으로 알려져 있고 적응력도 강해 육추기부터 단련되면 큰 피해는 없는 것으로 알려져 있다. 또한 양계의 경우도 90dB 이상의 소음에 노출되면 처음 2~3분간은 다소 긴장하거나 놀라는 경향이 있으나, 잠시 후 진정되어 정상적인 상태로 돌아간다.

닭은 성질이 급하고 쉽게 놀라며 적은 상처에도 쉽게 사망하는 예가 많다. 순간적으로 놀라면 심박이 2배로 증가하고 심하면 장파열 등으로 폐사하는 경우가 있다. (예: 교통사고 시 충격에 의한 육계 수송 중 전량 폐사 등) 또한 장기간 소음·진동에 노출되면 혈반란, 연란의 생산, 산란율의 감소현상이 초래되기도 한다.

닭이 무엇인가에 돌연 놀라면 그 닭의 내부에 불안상태가 발생하여 심리적 스트레스가 생긴다. 이러한 돌연 놀람에 의해 심박이 2배로 증가하고 압박이 높아지며, 사료의 식하량이 감소하고 성적행동이 약해진다. 또한, 궤양성 장염이 잘 생기고 발육속도도 저하되며 혈장글리코젠이 감소한다. 닭의 자연 폐사율은 1.6%/월을 적용한 사례가 있다.⁹

1988년에 James가 Poultry Science에 발표한 연구결과에 의하면 닭은 100dB 이내의 항공기 소음에는 심장 박동수가 약간 변화할 뿐 전반적으로 피해가 없는 것으로 나타났다. 그러나 115dB에서는 알을 거의 품지 못하며, 120dB에서는 부화율이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 음압레벨이 95dB 이내의 백색잡음을 소음원으로 사용하여 닭의 체중, 식욕, 행동, 백혈구 내의 임파구 변화 등에 대해 평가한 것을 보면 95dB 이내의 소음은 닭에 피해를 주지 않는다는 것을 알 수 있다.

나. 닭의 성장에 대한 소음의 영향

Stadelman(1958)은 오전 8시부터 오후 8시까지 녹음한 것을 재생하는 방법으로 항공

⁹ 감정평가연구원, “환경오염 피해보상에 관한 연구”, 1998

기 소음을 20분에 5분 비율로, 또 3일째마다 야간에 똑같이 30분에 5분 비율로 2730수의 불고기용 병아리(Broiler 병아리)에게 들려주고, 9주 동안 성장을 비교했지만 그에 따른 영향을 볼 수 없었다고 보고하고 있다. 그 결과를 요약하면 Table 2.1.4와 같다. 또한 이 연구에서는 사료 요구율도 집계되어 있지만, 이것에 대해서도 소음의 영향을 인정하지 않고 있다.

Table 2.1. 4 병아리의 9주간의 체중과 소음과의 관계

구 분		소음강도별 체중(g)			
		실험 I *		실험 II *	
음압레벨 (dB)	65	1,181	1,131	1,128	1,144
	80	1,059	1,109	1,132	1,101
	85	1,062	1,136	1,139	1,120
	83	1,125	1,174	1,133	1,087
	102	1,119	1,126	1,135	1,095
	110	1,078	1,108	1,077	1,148
	115	1,098	1,145	1,119	1,115

주)*: 각 실험을 통해서 2730마리의 병아리를 각 구(區) 2실로 구분

일본에서는 오카모토(1963)가 115phon 이내의 세기를 가지도록 녹음 재생한 제트기의 소음을 오전 7시부터 오후 8시까지 3분 내지 10분 간격으로 계속 들려주어 10주 된 백색 레그혼 및 뉴 햄프셔 병아리의 성장경과를 관측한 결과도 거의 이에 준하는 것으로, 성장 및 사육요구에 대해서 소음의 영향은 인정되지 않았다.

그 결과를 요약하면 Table 2.1.5와 같다.

Table 2.1. 5 병아리의 증체량(增體量) 및 사료요구비에 대한 소음의 영향

품 종	처리구분*	시험 마리수	10주까지의 증체율(증체량)**(g)	同사료요구율
백색 레그혼	소음실	44	916	3.5
	대조실	42	908	3.5
뉴 햄프셔	소음실	43	1,137	3.1
	대조실	43	1,176	3.1

주)*: 각실 모두 온도 20℃, 습도 60% RH, 조명 14시간

** : 분수분석 결과 처리에 의한 유의 차 없음

다. 닭의 성 성숙에 대한 소음의 영향

닭의 성 성숙에 대한 소음 영향에 대해서는 1963년 오카모토가 보고한 사례가 있다 (Table 2.1.6 참조). 이것은 병아리의 산란개시일수에 관한 것으로 초생雛(初生雛: 갓 나온 병아리)부터 계속하여 상기의 소음 처리를 한 것 외에 16주된 것부터 처리를 시작한 것 그리고 16주 될 때까지 처리를 계속하다가 그 이후에 이를 중지한 것 등을 설정하여 처리사항이 없었던 대조구와 비교 검토한 것이다.

표에서 알 수 있듯이 150일된 병아리의 산란 개시율 또는 50% 산란 개시한 병아리의 경과일인 경우는 구간차이가 거의 없지만, 180일된 병아리의 산란 개시율 또는 100% 산란 개시한 병아리의 경과일인 경우에는 양 품종에 공통적으로 차이가 보이고, 16주 이후부터 처리를 시작한 구에 다소 산란개시가 늦어지고 있음이 관찰되었다.

Table 2.1. 6 병아리의 성 성숙에 대한 소음의 영향

품 종	처리구분	처리구분	150일경과 산란개시(%)	180일경과 산란개시(%)	50%산란개시 경과일	100%산란개시 경과일
백색 레그혼	계속처리	17	29.4	100	154	174
	16주부터 처리	9	44.4	88.9	154	197
	16주에 중지	10	40.0	100	155	167
	처리없음(無處理)	20	35.0	100	163	176
뉴 햄프셔	계속처리	20	60.0	100	146	169
	16주부터 처리	9	55.6	77.8	147	191
	16주에 중지	10	60.0	90.0	148	171
	처리없음(無處理)	20	55.0	100	150	169
계	계속처리	37	45.9	100	154	174
	16주부터 처리	18	50.0	83.3	154	197
	16주에 중지	20	50.0	95.0	155	171
	처리없음(無處理)	40	45.0	100	163	176

이와 같은 경향으로 보았을 때 순응한 병아리의 성 성숙에는 소음이 별다른 영향을 주지 않는 것으로 판단되지만, 순응하지 않은 일부 병아리는 소음의 불쾌자극에 반

응하여 다소 연장되는 예가 있음을 시사하고 있다.

라. 산란율에 대한 소음의 영향

사카모토(1960)가 항공기지 주변부락에서 제트기 소음에 의한 영향을 다룬 것이 있다. 소음수준은 130phon 이상이고, 회수는 1시간에 수회 내지는 수십 회라고 기술하고 있다. 1주일간의 조사로는 판단하기 미흡한 부분이 있으나, 산란율에 대해서는 Table 2.1.7에서 보는 것과 같이 영향이 꽤 있음을 나타내고 있다.

Table 2.1. 7 제트기 항공기지 주변부락의 양계 마리수 및 산란수의 변천(사카모토 외, 1969)

구 분	양계 마리수*		
	제트기 취항 전	제트기 취항 초기	제트기 취항 1년반후
1년 답	40	55	53
2년 답	96	115	88
3년 답	68	37	31
계	204	207	172
100마리 1일 산란수*	76	56	40

*양계농가 3곳의 평균으로, 양계 마리수 및 산란수는 조사 당시 1주간 평균이다.

오카모토(1963)는 산란 개시 전부터 처리를 계속한 구(區)와 무처리구(無處理區)에 대해서 산란개시 후 2개월간의 산란율을 비교한 것과 산란개시 1개월 후에 처리를 한 구, 마찬가지로 처리를 중지한 구와 산란율을 비교한 것에 대해서 기술하였는데 그 결과는 Table 2.1.8과 같다.

Table 2.1. 8 영계의 산란율에 대한 소음처리의 영향 (오카모토 외, 1963)

품 종	처리구분	시험제공 마리수	산란율(평균+표준편차)%	
			1월	2월
백색레그혼	계속처리	15	78.9±13.1	78.0±17.7
	처리없음(無處理)	15	76.4±13.9	82.9±8.6
뉴 햄프셔	계속처리	18	73.5±10.4	68.9±15.6
	처리없음(無處理)	19	68.1±22.5	69.1±23.0
계	계속처리	33	76.0±11.8	73.0±16.9
	처리없음(無處理)	34	71.8±14.5	75.2±18.3

표에서 보듯이 1월에는 처리구 쪽의 산란율이 높았지만 2월에는 반대로 낮아졌

다. 이러한 점을 통해 소음의 누적효과로서 산란지속의 감퇴를 시사하고 있다. 단, 분산분석을 통한 검정에서는 이 경향을 인정하려면 20~30%의 오차를 각오해야 한다는 것도 지적하고 있다. 따라서 통계학적으로는 의미가 있다고 말할 수 없지만 경향으로서는 주목 받을 수 있다.

마. 계란의 중량에 대한 소음의 영향

계란의 중량에 대한 소음의 영향에 대해서는 오카모토(1963)의 검토 예가 있으나, 소음의 영향은 인정할 수 없었다. 단, 생산란(生産卵)의 총중량에 대해서는 처리를 계속함에 따라 산란율의 경우와 마찬가지로 다소 영향을 받을 가능성이 있을 것으로 생각되었는데, 산란개시 1개월 후에 처리를 시작한 것과 같은 시기에 이제까지 계속한 처리를 중지한 것을 비교하면 다소 영향이 있고, 1개월 후에 시작한 구가 적은 듯한 경향이 보인다고 서술하고 있다.

바. 이상란의 출현비율에 대한 소음의 영향

이상란의 출현비율에 대한 소음 영향에 대해서는 Stiles and Dawson (1961)의 실험사례가 있는데 1시간당 1분간의 비율로 피리 소리를 들려준 경우와 종일밤 라디오를 들려준 경우에 대해서 계란의 상태를 비교하고, 산란율, 계란 중량, 난각 두께, 난백성 상태 등에 유의차(有意差)는 없었지만, Table2-9에 보이는 것처럼 처리구는 대조구보다 혈점란(血点卵)의 출현율이 높았다고 보고하고 있다.

Table 2.1. 9 혈점란의 출현비율에 대한 이상음의 영향(Stiles and Dawson, 1969)

항 목	높은 피리소리	라디오	낮은 피리소리	대 조
계란 수	506	462	417	468
혈점란(%)	8.45*	9.74**	9.11*	4.70

* 5% 수준, ** 1% 수준으로 대조와의 유의 차

사. 수정율 및 부화율에 대한 소음의 영향

수정율 및 부화율에 대한 소음의 영향을 살펴보면 Stadelman(1958)은 부화기의 내부

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



에 96dB의 세기로 진동소음(외부에서는 120dB)을 20분간 5분의 비율로 처리했는데 수정란의 부화율에는 전혀 영향이 없었다고 보고하고, 업계에서는 우려할 필요가 없다고 지적했다.

Kosin(1958)은 120dB의 항공기 소음을 녹음 재생하고 오전 8시부터 오후 8시까지 20분에 5분 비율로, 또 3일마다 종일밤 30분에 5분 비율로 6마리의 뉴햄프셔 수탉에게 처리하고, 같은 숫자, 같은 품종의 수탉을 대조(對照)로 하여 사정량(射精量), 정자농도, 정자 이상율 등에 대해 처리의 영향을 비교 검토했지만, 처리구와 대조구 사이에 유의차는 보이지 않았다고 보고하고 있다. 그러나 이들 수탉에서 채취한 정액(평균사정량 1.1~1.2cc)을 0.1cc씩 백색 레그혼 암탉들(수탉 1마리당 10~12마리 정도가 된다)에게 1회 주입하여 수정란의 부화율을 검토한 결과, Table 2.1.10에 나타난 것과 같이 처리구의 부화율은 대조구와 비교하여 약간 낮다고 지적했다.

Table 2.1. 10 수정란의 부화율에 관련하여 수탉에 대한 소음 처리 영향(Kosin, 1958)

수정시기	처리구분	알이 들어서는 숫자	수정란 부화율(%)
1954.10.12	처리없음(無處理)	184	86.1
	소음처리	180	73.8
1955.01.26	처리없음(無處理)	199	81.8
	소음처리	210	76.2

아. 기타 실험사례

또 다른 실험에서 암탉에 미치는 소음레벨을 알아보기 위해 화이트 레그혼 산란계에 경음악 수준인 주파수 0.5~1.0kHz, 70dB의 음으로 자극을 시킨 뒤, 주파수를 2~5kHz증가시켰더니 산란율이 떨어졌다. 또한 90dB 강도의 소리에 주파수 0.5~2kHz(특히 2~5kHz)를 들려주었더니 유해한(Harmful) 결과가 나타났다. 여러 산란단계에 있는 산란계의 소음원으로 전기 종소리와 소방서 사이렌을 이용하였다. 83dB의 소음이 계란생산에 영향을 미친 반면에, 반대로 84dB 이상에서는 공포와 소음이 나는 쪽으로 꿈쩍 않고 응시하는 행동의 변화가 있었다. 일반적으로 소음에 스트레스를 받은 암탉은 혈중 비타민 C의 함유량이 낮다고 하지만, 본 실험에서

는 불규칙적이었고 어떤 경우는 소음레벨과 역 비례하는 경향을 보였다.¹⁰

Table 2.1. 11 각종 소음원이 닭에게 미치는 영향

소 음 종 류	음압레벨 (dB)	영 향	비 고
교통소음	90~110	육추기부터 시작하면 영향없음	
모의 소닉붐	156.3	19일 경과된 병아리 체중 감소	Jehl and Cooper, 1980
일반 소음	100	혈장내 11-hydrocorticosteroid의 증가	Borg 1981
항공기 공중분열의 녹음	115	알품기의 방해	Stadelman 1958
항공기 소음	3일 이상	소음 스트레스로 인해 암탉이 모이와 물을 먹지 못함	Hamm 1967

3. 돼지

가. 일반적 피해특성

일반적으로 동물체는 외부환경(온도, 습도, 기압, 소리, 진동 등)의 변화 및 내부환경(실혈(失血), 저혈당, 사료의 양적·질적인 실조 등)의 변화, 기타 과도한 노동, 정신과로 등 외부 자극에 대해 자기의 전력을 다해 이러한 이상 상태에 대하여 생리적 기능에 지장이 없도록 동적 평형을 유지하여 (적응성을 획득) 생활해 간다.

그런데 이들 자극이 너무 강하다던가 혹은 그리 강하지 않더라도 기간이 길어지게 되면 자기가 가지고 있는 생리적 적응상태에 지장을 초래하여 병적 상태가 되는데, 가축 중에서도 특히, 돼지는 성돈(成豚)의 출하까지 불과 210여일 밖에 되지 않아 그 발육속도는 극히 큰 동물임에도 불구하고, 섬세한 신경을 가지고 있어서 환경의 변화 또는 외부 자극에 대한 반응이 예민하게 나타나고, 증체(增體) 억제량이 현저하다.

계속적인 소음이나 진동 등 갑작스런 환경변화에 놀라 공포감을 느끼며 신경이 날카로워지고 호흡과 심장박동이 빨라지며 식욕저하, 수태율 및 산자수의 감소 등의 현상이 발생하고, 임신돈은 조산, 유·사산 또는 발육부진의 자돈생산 등과 모든의

¹⁰ Veterinary Bulletin, 1977 ~ 1986

경우 신경 불안으로 압사, 스트레스에 의한 무유증 등이 발생하기도 한다.¹¹ 돼지가 스트레스를 받으면 초기증세로 근육과 꼬리의 경련이 생기며, 중기 증상으로는 호흡장애, 피부의 붉은 반점, 체온 상승, 청색증(Cyanosis) 및 산중독 현상이 나타나고, 말기에는 허탈증, 근육 강직, 고열증세 후 쇼크와 같은 상태에서 급사하게 된다.

돼지의 청각은 저주파보다는 고주파에 대한 감도가 더 높은 편이며, 돼지가 들을 수 있는 감도의 한계는 약 9dB로 사람보다 다소 둔감한 편이지만, 사람이 약 20kHz를 들을 수 있는 반면에 돼지는 40kHz 이상의 주파수까지 들을 수 있다.¹²

나. 돼지의 생산 및 번식 기능에 대한 소음의 영향

미국 농림부에서 발표한 소음이 돼지에 미치는 영향 평가의 연구결과(Table 2.1.12)에 의하면 돼지는 120dB 정도의 소음에 심장 박동수가 약간 변화할 뿐 전반적으로 피해가 없는 것으로 나타났다.¹³

Table 2.1. 12 다양한 소음원이 돼지에 미치는 영향 I

소음신호유형	시 험 방 법		영향평가 및 결과
	음압레벨 (dB)	시 험 내 용	
정현파 - sweep sine - 비행기 소음 - 돼지 음성	100~135	- Heart rate의 영향 소음크기에 따른 효과 (100-135dB) 주파수에 따른 효과 (50-2,000Hz)	→ 크기에 따라 HR 증가 심전도 패턴은 일정 → 400, 1000, 2000Hz에서 HR 약간 증가
	104~120 120~130	- Behavior(젓먹이) - 생식작용 교미 분만	→ 놀람-시도(젓)-무관심 → 지장을 초래하지 않음 → 새끼돼지 몸무게 정상 → 정상
	120~135	- 사료량, 몸무게 - 청력손실 - 부신피질, 갑상선	→ 체트기 및 프로펠러 비행기 소음에 영향 無 → 변화가 없음

자료: U.S. Department of Agriculture, technical bulletin No. 1280(1963)

¹¹ 三村耕 외, 「家畜管理學」, 養賢堂, 1981

¹² Kiley, 1972 ; Walser, 1982

¹³ U.S. Department of Agriculture, "Technical bulletin," No.1280, 1963

Table 2.1. 13 다양한 소음원이 돼지에게 미치는 영향 II

소음 유형 및 음압레벨	결 과	비고
일반 소음(108~120dB)	호르몬계에 영향: 혈장 11-OH- 스테로이드 호르몬과 카테콜아민 증가; 코르티코스테로이드 수준 감소	Borg 1981
일반 소음(93dB)	Aldosteronism (부신으로부터의 aldosterone 과다분비에 의한)	Dufour 1980

자료: U.S. Air Force and U.S. Department of the Interior, 1988

또한 Table 2.1.13은 미국 공군의 Engineering and Services Center와 내무부의 Fish and Wildlife Service에서 수집 보고한 문헌자료인데 여기서도 유사한 결과를 보임을 알 수 있다.¹⁴

다. 비육돈과 태아에 대한 소음·진동 영향

일본에서의 연구사례¹⁵에 의하면 건설작업으로 발생하는 소음·진동 수준이 소음의 경우 90dB(A), 진동의 경우 65dB(V)에 상응하는 수준일 때 돼지의 발육량에 영향을 미치는 것으로 보고되었고, 피해 정도는 「대체로 발육량의 20% 상당 감소」라고 결론짓고 있다.

또한 소음·진동에 의해서 받는 증체(增體)억제 영향은 호르몬 분비와의 상관적 관계, 그리고 사료 이용성의 저하 등에 기인하는 발육 억제제의 비육 장애는 그 영향기간에 따라 각각 차이가 보여지는데, 체감률은 반드시 일정불변이 아니고 동물적 순응성이 영향을 준다고 하였다. 즉, 동물적 습성에서 보여지는 순응성에 따라 변화하는데, 그 비율은 일반적으로 공사 영향기간이 10일 이하에서 10%, 30일 이하에서 15%, 그 이상에 대해서는 20% 정도임을 제시하였다.

그리고 태아가 받는 영향은 공사 영향일수에 따라 다르게 나타나는데 이것은 이미 말한 순응성에 따라 그렇게 커다란 차이를 보이지는 않는다. 일반적으로는 모돈 1두 당 한 배(腹)로 정상 분만하는 출생 수는 약 13두인데, 여기서는 약 9두가 생존 육성된 결과 약 20% 정도가 사산, 유산이 되었다고 한다.

¹⁴ U.S. Air Force and U.S. Department of the Interior, "Effects of Aircraft Noise and Sonic Booms on Domestic Animals and Wildlife: A Literature Synthesis", 1988

¹⁵ 와다 히로시, 오카야마 대학 농학부

라. 기타 실험사례

그 외 국외의 몇몇 실험 사례^{16,17}를 살펴보면, 비육돈에 환풍기, 펌프, 급수와 난방 장치에서 발생하는 0.5~6kHz 주파수대의 80~90dB 음압레벨을 장기간 적용한 결과, 높은 폐사율과 절박도살 외에도 신경흥분, 설사, 호흡 및 순환장애가 나타났으며, 소음에 의한 사료소비량은 16% 증가한 데 반하여 증체량(평균체중)은 13% 감소하는 역효과를 보였다. 또한 수송 중인 돼지에 미치는 진동과 소음에 관해서 시뮬레이터로 실험한 결과, 진동은 피하려고 하나 소음은 그렇지 않았다. 특히 진동이 빠르거나 실험 전에 많이 먹었을 때는 진동을 더욱 싫어했다.

10두의 방목한(옥외) 모돈과 11두의 개체별 독립우리(옥내)에 있는 암돼지에 군항공기는 500피트, 헬리콥터는 80~100피트 상공을 통과시켰더니, 소음에 적응하여 사고나 유산은 일어나지 않았다. 그러나 혈장 내 부신피질호르몬은 증가되었고, 소음반응에는 개체별 차이가 있었다. 자돈에 65dB(A)의 소음이 나는 환풍기 설치 결과, 이 유자돈들에게는 역효과가 났으며 10일이 지나도 적응하지 못한 결과를 보였다.

또한 육성돈(poker) 50두에 발전기 소음(101~105dB)을 매일 정시에 30분씩 21주간 발생시켰을 때, 대조구에 비해 체중은 17%이상 감소했으나 심박 수의 증가, 실험 첫 주에는 티록신 분비의 증가, 실험 첫 주와 아홉 번째 주에는 혈청콜레스테롤의 증가가 있었다. 소음에 장기간 노출되었지만 두드러진 역효과는 나타나지 않았다.

4. 기타 가축과 동물

Vaughan 및 von Lirer(1940)는 개의 Pavlov 위(胃)에서 5시간 동안 100dB의 소음을 들려 주었을 때 소음에 대한 반응을 관찰하였다. 600Hz의 주파수의 경우 4마리 중 1마리에서 위산도의 감소를 관찰하였고, 2,000Hz에서는 2마리에서 위액 분비량과 위산도의 감소를 관찰하였으나, Total Chloride와 pH는 변화가 없었다. 또한, 猿田(1956)은 토끼와 개에게 95dB의 Buzzer 소음에 2시간 노출되었을 때 호흡수와 혈압 및 혈청 Cholinesterase의 활동치가 증가하고 위액의 분비량과 위의 수축회수가 30% 감소

¹⁶ 조명래, “소음공해와 수의사”, 대한수의사회지, 제34권 제11호

¹⁷ Veterinary Bulletin, 1977 ~ 1986

되었으나, 위액의 산도에는 특별한 변화가 없었다고 보고한 바 있다.

체중이 10~15kg의 국내산 집견 6마리를 2군으로 나누어 위저부(胃低部)를 절개하여 신경지배를 차단한 Heidenhain 위루(胃樓)와 위저부(胃低部)에 위관(Canule)을 삽입한 단순성 위루를 작성하여 수술창(手術創)이 완전히 치유된 후에 항공기소음 100phon에 30분간 폭로 후 위의 유리산도(遊離酸度)를 계측 관찰한 바는 Table 2.1.14와 같다.

Table 2.1. 14 섭취와 소음자극간에 위산분비 변동에 관한 비교 관찰

처 치	실험 회수	- 유 리 산 도 (mEq/L) -					
		-30	-15	15	30	60	90분
대조군	2	45	48	73	103	107	76
Heidenhain 위루군	5	26	29	30	29	34	32
단순성 위루군	8	36	32	48	41	43	42

*단, 대조군은 500g의 음식 급여(소음 비폭로), Heidenhain 위루군과 단순성 위루군에는 30분간 100phon의 항공기 소음에 폭로시킴, 자료: Data modified from reference(Kim, 1967)

표에서 보는 바와 같이 소음폭로 후 Heidenhain 위루군(胃瘻群)과 단순성 위루군은 실험폭로 전에 비하여 위의 유리산 분비에 유의한 변동이 없었으나, 대조군에게 500g의 음식을 급여한 후에는 급식 전에 비하여 급식 후 30분에서부터 60분까지 사이에 약 100% 이상 증가를 보여 소음이 위산 분비에 큰 변동을 주는 것으로 볼 수 없었다. 이상의 결과는 Vaughan 및 von Lirer(1940) 그리고 猿田(1956)의 보고와 그 실험동물과 방법에 다소 차이가 있더라도 그 결과가 일치되는 경향을 보이고 있다.

뇌하수체로부터 방류되는 성선(性腺) 자극 호르몬의 양은 체내의 조건에 좌우될 뿐만 아니라 소음 등의 외부환경에 의해서도 영향을 받는다. 일반적으로 스트레스는 성선 자극 호르몬의 분비를 억제하여 성기위축을 일으킨다고 되어 있지만, 소음은 성선 자극 호르몬의 분비를 촉진하고, 성선기능은 억제한다는 연구 결과¹⁸가 있다. 빛, 소리, 전기충격의 3종류 스트레스 요인을 동시에 쥐에게 가하여 수태율의 저하

¹⁸ I. Tamari, "Audiogenic Stimulation and Reproductive Function," B.L. Welch and A.S. Welch(eds), "Physiological effect of noise," p.117, Plenum Press(1970)

(비교 그룹 100%에 대해 85.1~94.5%), 출산율의 저하(비교 그룹 96.7에 대해 74.3~90.6%), 사산율의 상승(비교 그룹 1.9%에 대해 10.3~18.6%), 태어난 새끼의 생존율의 저하(비교 그룹 3.0%에 대해 8.5~15.6%), 기형발생율의 상승(비교 그룹 0.7%에 대해 11.4%)을 확인하였다.¹⁹ 3종의 스트레스 요인을 따로 작용시켜도 마찬가지로 경향이 확인되고, 그 중에서도 소음의 영향이 가장 강하였다.

소음에 의한 스트레스가 시상하부-부신피질계에 전달되는 경우, 분비가 증가한 부신피질 호르몬이 아주 이상한 특성을 나타내거나, 소음에 의해 혈관수축이 일어나 자궁혈류를 감소시켜²⁰ 생식기능에 영향을 미친다고 생각된다.

국내에서는 체중 200g 내외의 흰쥐 24마리를 대상으로 하여 24시간 절식시킨 후 유문부를 관찰하였고, 이중 14마리를 항공기소음(녹음) 100~200phon에 3시간 동안 노출시킨 후 20시간이 지난 후에 개복한 결과 대조구에서는 44.4%의 궤양이 발생한 데 비하여 소음폭로구에서는 보다 심한 병변(病變)이 관찰되었으며, 이 때 채취된 위액의 산도는 대조구에 비하여 낮았고, pepsin의 농도간에는 유의한 차이가 없었다. 임신된 암말 11두(6두: 32~118일 5두: 300~321일의 임신기간)가 사육되는 작은 목장(paddock) 상공에 11~12일 간격으로 3일 동안 3회 팬텀기의 상공통과와 30~300피트의 높이에서 20~40분간 헬리콥터를 정지시켜 소음을 일으켰다. 상공 통과시 총 혈장 코티코이드가 크게 상승하고 심박수도 크게 증가하였으나, 에스트로겐과 푸로게스테론의 혈장용량엔 변화를 보이지 않았다. 3일 연속 상공 통과 시 심한 스트레스가 나타났으나, 유산이 될 사고나 손상은 없었다.²¹

Table 2.1.15는 각종 소음이 기타 가축과 동물들에게 미치는 영향을 요약한 것이다.²²

¹⁹ A. Arvay, "Effect of Noise during Pregnancy upon Foetal Viability and Development," B.L. Welch and A.S. Welch(eds.), "Physiological Effects of Noise," p.91, Plenum Press (1970)

²⁰ W.F. Geber, "Cardiovascular and Teratogenic Effects of Chronic Intermittent Noise Stress," B.L. Welch and A.S. Welch(eds.), "Physiological Effects of Noise," p.85, Plenum Press(1970)

²¹ 조명래, "소음공해와 수의사", 대한수의사회지, 제34권 제11호

²² U.S. Air Force and U.S. Department of the Interior, "Effects of Aircraft Noise and Sonic Booms on Domestic Animals and Wildlife: A Literature Synthesis," 1988

Table 2.1. 15 각종 소음이 기타 가축과 동물들에게 미치는 영향

종		소음 유형 및 음압레벨	결 과	비 고
가 축	염소	채트 소음	유생산량 감소	Sugawara 등 1979
	양	백색소음(100dB)	높은 heart rate와 respiration rate; 사료효율 저하	Ames, Arehart 1972
		백색소음(90dB)	갑상선 활동 저하	Ames 1978
		일반 소음(4kHz, 100dB)	corpora lutea 수 증가	Ames 1978
가 금 류	일본 메주라기	일반 소음 (100~8,000Hz, 80dB)	부화가 빨라짐	Woolf 외, 1976
실 험 용 설 치 동 물	Guinea pig	일반 소음(128dB SPL); 가상 소닉 붐(130dB)	해부학상 청력 손상; 청력 손실	Beagley 1965; Hajeau-Chargois 등 1970
	쥐	모의 소닉 붐	청력 손상; 내이 출혈	Reinis 1976
		간헐적 소음(110dB)	순환하는 호산성 백혈구의 감소; 부신의 활성화	Anthony, Ackerman 1955
		녹음된 지하철 소음 (110dB SPL)	임신간격 증가; 새끼의 저체중; 유산, resorption, 기형 발생을 증가	Busnel, Holin 1978
		일반 소음(106dB)	기형발생에 영향	Ishii, Yokobori 1960
		일반 소음(105dB SPL)	청력 손실; 내이 구조 손상	Moller 1978; Borg 1979, 1981
		일반 소음(80dB SPL)	혈관 수축	Borg 1978a, b, c
		일반 소음(1kHz, 95dB)	갑상선 활동 억제	Fell 등 1976
		일반 소음(120Hz, 95~105dB)	혈액 중 글루타티온 수준 감소, 부신의 중량과 아스코르브산(비타민 C)의 증가; 전체 부신 콜레스테롤 감소	Jurtshuk 등 1959
		간헐적 소음(95dB)	소변 내 카테콜아민 분비 증가; 혈장 내 자유 지방산 증가; 부신 중량 증가; 성장 억제	Hrubes, Benes 1965
		전자 벨(95~100dB)	난소 확장; 지속적인 발정; 여포성 혈종	Zondek, Isacher 1964
실 험 용 토 끼	집토끼	백색 소음(107~112 dB)	부신 중량 증가; 비장, 가슴샘 중량 감소	Nayfield, Besch 1981
		전자 벨(95~100 dB)	난소 확장; 지속적인 발정; 여포성 혈종	Zondek, Isacher 1964
육	집	시끄러운 실험실	청각역의 변화; 내이의	Lieberman, Beil 1979

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



식 동 물	고양이	일반 소음(100~1,000Hz)	유모세포의 손실 또는 손상 청각역의 변화	Miller 등 1963
	집 개	갑작스러운 큰 소음	혈장 코르티코스테로이드 농도의 증가	Stephens 1980
	사육 밍크	모의 소닉 붐 (167~294 mN/m ²)	잠시 놀란 반응	Travis 등 1974
	이리/ 회색곰	낮은 고도의 고정익 항공기와 헬리콥터	놀란 반응; 달림	Klein 1973
기 타 포 유 류	붉은털 원숭이	일반 소음(Leq(24): 85 dB)	혈압 증가	Peterson 등 1981
실 험 용 조 류	카나리아	백색 소음(95~100dB SPL)	청력손실(20~60dB)	Marler 외, 1973

5. 자료 정리 및 분석

본 절에서는 건설소음, 항공기 소음, 폭격음 등이 가축에 미치는 영향에 대한 연구 자료 및 실험사례를 살펴보았으나 연구결과가 반드시 일치하지 않았다. 이는 실험의 규모, 실험의 환경, 사료의 질과 양, 관리상태 및 개체가 다른 이상 당연한 것으로 생각된다. 또한 대부분의 연구사례가 피해구와 대조구를 설정한 뒤 상호 비교한 것인데 조사대상 농가 가축의 유전적 능력을 일치시키고 사육관리 등의 생산조건을 동일하게 하는 일과 같이 각종 가변적 요소에 대한 조건을 동일시하기 어려운 현장에서의 시험연구결과는 더욱 그러하다.

그럼에도 불구하고 몇 가지 뚜렷한 특징을 발견할 수 있는데, 먼저 소음원의 특성과 가축의 상태에 따라 다소의 차이는 있을 수 있으나 항공기 소음 등과 같이 음압 레벨의 변동폭이 적은 소음보다는 음압 레벨의 변동폭이 큰 충격성 소음에 대부분의 가축이 민감하게 반응하였고 동일한 세기의 소음이라도 주파수 특성이 다를 경우에는 피해 정도가 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이를 축종별로 살펴보면 다음과 같다.

Table 2.1. 16 소음에 의한 축종별 피해 발생율

현황	dB	50~60	60~70	70~80	80~90	비 고
젖소	유생산성 저하	5~10%	10~20%	20~30%	30%이상	
	성장지연	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	유 사산		5~10%	10~20%	20%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10 ~ 20%	20%이상	
	폐사		5~10%	5~10%	10~20%	
한우	유 사산		0~5%	5~10%	10~20%	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
돼지	유 사산	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	자돈압사 폐 사	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	산자수 감소	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	모돈폐사			5~10%	10~20%	
닭	산란율 저하	5~10%	5~10%	10~20%	20%이상	기러기, 평등 야생조류는 닭보다 피해율이 높음
	이상란율 증가	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	수정란율 저하	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	폐사		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
개	유 사산		0~5%	5~10%	10~20%	인과요인이 번식계절에 가해질 경우임
	자견폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
	번식효율저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	산자수 감소		0~5%	5~10%	10~20%	
사슴	유 사산		0~5%	10~20%	20%이상	인과요인이 번식계절에 가해질 경우임
	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	녹용생산성 저하		0~5%	10~20%	20%이상	
	폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
곰	유 사산		5~10%	10~20%	20%이상	인과요인이

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	번식계절에 가해질 경우임
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	폐사			5~10%	10~20%	
	산자수 감소			0~5%	5~10%	
염소	쌍자율 감소		0~5%	5~10%	10~20%	인과요인이 번식계절에 가해질 경우임
	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		0~5%	5~10%	10~20%	
	폐사			5~10%	10~20%	

먼저 젖소의 경우 100~115dB(A)의 항공기 소음에 18.8%의 우유생산량이 감소하였으나, 90~110dB(A)의 경기장 소음에는 30~50%의 우유생산량이 감소하였다는 사례가 있었다. 소음레벨은 상대적으로 낮지만 충격적이고 순간적으로 발생하는 소음이 피해규모가 더 클 수 있음을 보여주는 사례이다. 헬리콥터를 공중에 정지시켜 임신한 소를 긴 소음에 노출시키거나 제트 전투기를 통과시켜 짧은 소음을 일으킨 결과 혈중 부신피질 호르몬이 크게 증가하고 4두는 조산하였지만, 임신하지 않은 소는 곧 정상으로 회복한 사례에서는 세기와 빈도가 같은 동일한 소음원일 경우라도 가축의 상태에 따라 반응이 확연히 다를 수 있음을 확인할 수 있었다.

닭의 경우에도 비슷한 결과를 보임을 알 수 있는데 육계의 경우 음압레벨이 95dB 수준에서도 별다른 피해를 입지 않는 것으로 나타났으나, 산란계의 경우에는 70dB 수준에서도 산란율이 떨어지는 현상을 보였다. 또한 동일한 음압레벨일지라도 0.5~1.0Hz 범위의 음보다는 2~5kHz의 음에서 산란율이 더 떨어지는 것으로 나타난 사례에서는 음의 주파수특성도 피해에 직접적인 관계가 있음을 살펴볼 수 있었다.

돼지의 경우 음압레벨이 120~130dB 수준인 항공기 소음에 대해서는 전반적으로 피해가 없는 것으로 나타나지만 그 보다 음압레벨이 낮은 건설소음이나 기계소음에는 발육량 감소나 체중감소의 피해가 있는 것으로 조사되어 마찬가지로 소음원의 특성과 노출기간에 따라 반응이 다를 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 여러 실험사례에서 소음수준에 대한 반응도를 살펴보면 대체로 비육돈 보다는 새끼돼지가 더 민감하게 반응하는 것으로 나타나 전술한 축종에서와 같이 가축의 종류와 상태에 따라 피해 임계수준에 차이가 있을 수 있다. 따라서 피해양태 및 규모도 다를 수 있음을 추정할 수 있었다. 축종별 대략적인 피해 발생율을 보면 Table 2.1.16과 같다.

2.1.2.4 소음이 어류에 미치는 영향

소음이 어류에 미치는 영향에 관한 연구 보고서는 가축이나 기타 육상동물에 비하여 턱없이 부족한 현실이다. Mardi C. Hastings et al.이 2005년에 발표한 향타 및 충격성 소음이 어류에 미치는 영향에 대한 보고서²³에 따르면, 소음은 어류의 서식지나 먹이를 찾아가는 경로 등 행동상의 변화는 주지 않고, 청력 손실과 물리적 피해, 청세포의 손상, 지연 사망, 즉시 사망 등을 유발한다고 한다. 청력 손실의 경우 어류가 가지는 대부분의 민감한 주파수 대역에서 약 1200J/m^2 (가청 범위에서 100dB 높은 소음도에 1시간 동안 노출되었을 때와 같다.)에 해당하는 에너지의 노출이 있을 경우에 발생할 수 있다고 하며, 청세포의 손상은 약 6000J/m^2 (가청 범위에서 120dB 높은 소음도에 1시간 동안 노출되었을 때와 같다.)에 해당하는 에너지의 노출이 있을 경우에 발생할 수 있다고 한다.

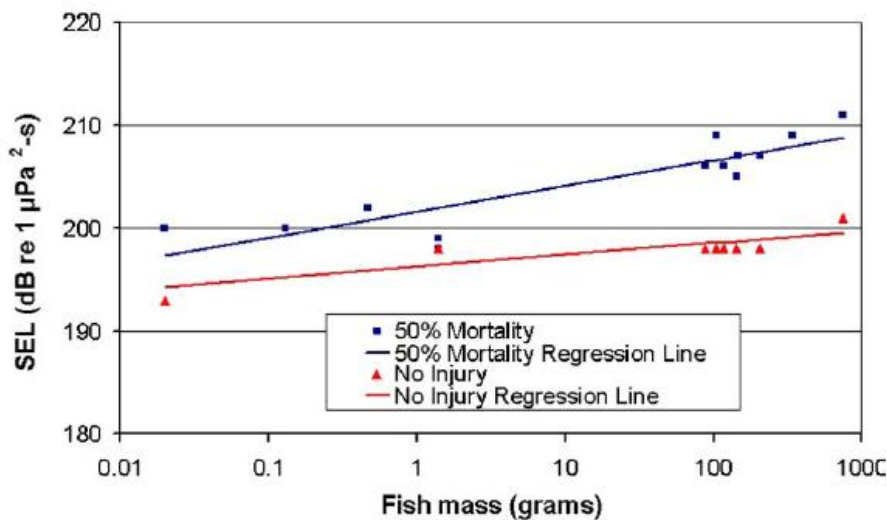


Fig. 2.1.1 경골어류의 무게에 따른 50% 사망률 및 0% 사망률의 역치

²³ Mardi C. Hastings and Arthur N. Popper, "Effects of sound on fish," 2005

Mardi C. Hastings et al.은 결론에서 어류의 경우 청각 메커니즘이나 가청 주파수 및 레벨이 종에 따라 다르고, 청세포의 손상, 생리적 영향 등을 각각의 어류를 마다 매우 다르다. 하지만, 이러한 다양성에도 불구하고 조직들(non-auditory soft tissue)의 소음에 대한 반응성은 크게 다르지 않다. 또한, 보고서에서 사용한 데이터들 자체가 불완전하며, 각기 다른 연구자들에 의해 선택된 특정 종류의 어류에 대해서만 발표된 연구결과들이 적절하다고 언급하였다.

Mardi C. Hastings et al.은 향타와 같은 충격성 소음이나 폭발성 소음으로부터 어류를 보호하기 위한 가이드 라인(Fig.2.1.1의 빨간색 라인)을 제시하였다. Fig.2.1.1은 특정 종류의 어류의 무게에 따른 소음의 영향을 나타낸 그림이다. 여기서 세로축의 SEL은 다음과 같이 정의된다.

$$SEL = 10 \log_{10} (\rho c E_f / 10^{-12})$$

ρc : 음향임피던스 (평면파 가정)

해수일 때: $\rho c = 1.6 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{-s}$,

담수일 때: $\rho c = 1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{-s}$

E_f : energy flux in J/m^2

위의 그래프는 경골어류 중 특정 종에 대해서만 유효하고, 연체어류 등 기타 다른 종에서의 적용은 불가하다.

2.1.2.5. 소음이 지가에 미치는 영향

본 절에서는 환경소음 개선효과에 관한 연구 보고서²⁴를 토대로 소음이 지가에 미치는 영향에 대하여 조사해 보았다. 해당 연구에서는 헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method)를 이용하였고, 헤도닉가격함수 추정을 위한 지가결정요인으로 필지 특성요인, 근린특성요인, 지역특성요인, 환경요인의 4가지로 구분하여 이들에 속하는 10가지 요인을 선정하였다.

Table 2.1. 17 헤도닉가격결정함수 추정을 위한 지가결정요인 및 내용

지가결정요인	내용 및 속성
필지특성요인	필지면적, 형상, 지세, 도로교통
근린특성요인	부산역까지의 거리, 반경500m 근린공원유무, 중심지까지의 시간
지역특성요인	생활수준, 이용상황(주거용, 상업용 등)
환경특성요인	소음도

건설교통부의 “표준지 공시지가”자료에서 제공되어 있는 조사대상필지의 물리적 입지특성요인 이외에 고려하여야 할 제반 요인을 파악하고, 아울러 거주지역주민이 인식하는 거주지역 환경소음과 지가(地價)와의 연관 정도를 고찰하기 위하여 조사대상 필지에 거주하는 117명의 시민을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사의 주요 내용으로는 환경소음에 대한 인식, 주거생활여건으로서 환경소음의 중요성, 환경소음으로 인한 이주를 고려한 경험의 유무, 여러 환경 요인들이 지가에 미치는 영향이었다.

지가(地價)결정요인으로 선정한 10가지 요인과 지가 사이의 상관관계를 살펴보면, 분석에 고려된 요인간의 상관계수는 최저 0.004에서 최고 0.510의 범위로 비교적 큰 상관관계를 갖고 있지 않는 것으로 나타났다.

²⁴ 환경소음 개선 효과의 평가에 관한 연구, 부산발전연구원, 1999

地價에 대한 10가지 지가(地價)결정요인의 상관관계를 구체적으로 살펴보면, 필지가 주거용보다는 주상 복합용으로 이용될수록 지가는 높은 것(상관계수: 0.445)으로 나타나 “필지의 이용상황요인”이 지가와 가장 큰 상관성을 가지는 요인임을 알 수 있었다. 또한, 다른 연구에서도 지가에 영향을 미치는 주요 요인으로 파악되어온 접근성 요인의 경우, “부산역까지의 거리”(상관계수: -0.435), “시내 중심지까지 가는데 걸리는 시간”(상관계수: -0.386)에서와 같이 거리가 가깝거나, 시간이 적게 소요될수록 지가가 높은 것으로 나타났으며, 통계적으로도 유의한 요인들을 알 수 있었다. 하지만, 환경 소음도는 지가와 상관관계수가 매우 낮게 나타났으며, 통계적으로도 유의하지 않았다.

Table 2.1. 18 지가와 지가결정요인간의 상관계수

구분	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A 지가	1.000	-.142	.445***	-.325***	-.168	-.254**	-.435***	-.071	-.096	.135	-.386***
B 필지면적		1.000	-.070	-.256**	.216*	-.086	.206*	-.042	.010	-.059	.125
C 이용상황			1.000	-.508***	-.196*	-.307***	.162	.055	.237**	.129	-.116
D 도로교통				1.000	.095	.389***	-.424***	.061	-.264**	-.045	-.186*
E 형상					1.000	.061	-.119	-.127	-.103	-.144	.026
F 지세						1.000	-.294**	.205*	-.249**	.067	-.134
G 부산역까지 거리							1.000	.068	.203*	-.064	.510***
H 근린공원 유무								1.000	.138	.004	.291**
I 환경 소음도									1.000	-.271**	.281**
J 생활수준										1.000	.031
K 중심지까지 시간											1.000

이러한 가격결정요인을 독립변수로 하고, 지가를 종속변수로 하여 stepwise multiple regression analysis를 수행한 결과 Table 2.1.19와 같은 유의한 모형을 얻을 수 있었고, 그 중 결정계수가 가장 높은 준로그 모형을 이용하여 소음도가 지가에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 소음도가 1dB 높아질 때, 지가는 0.63% 정도 하락함을 알 수 있었다.

본 연구 결과는 한정된 기간 동안 발생하는 건설공사 소음이 대상이 아니라 지속적으로 발생하는 교통 소음(도로, 항공기, 철도)에 한한다.

Table 2.1. 19 헤도닉가격함수의 추정결과

구분	함수모형					
	선형		준로그		역준로그	
	회귀계수	t값	회귀계수	t값	회귀계수	t값
상수	2,405,942.10	5.997	6,64800	39.764	7,978,405.1	4.350
이용상환	247,672.01	4.503***	0.11300	4.916***	1,339,766.8	6.427***
도로교통	-44,371.77	-2.988***	-0.01969	-3.182***	-	-
형상	-32,711.45	-2.221*	-0.01701	-2.772***	-233,707.8	-2.221*
지세	-142,810.20	-3.178***	-0.07215	-3.853***	-935,986.4	-2.945***
부산역까지의 거리	-40,492.00	-8.829***	-0.00002	-12.718***	-585,217.1	-6.401***
환경소음도	-14,347.46	-2.231*	-0.00627	-2.341*	-2,350,554	-2.182*
중심지(서면)까지의 시간	-	-	-	-	-339,426.8	-2.110*
n	117		117		117	
R ²	0.76		0.83		0.70	
D-W	2.012		1.834		2.059	
F값	24.880***		40.101***		18.845***	

주 : "-"은 함수모형에 따라 선택되지 않은 변수를 말하며, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$,

*** : $p < 0.001$ 를 의미함.

2.1.2.6. 진동 피해의 종류

진동의 경우 통상 1~90Hz의 진동수 범위 내에서 진동레벨이 60dB(V) 정도면 인간이 느끼기 시작하며, 65~69dB(V) 정도에서 수면장애를 일으키고 80dB 이상에서 물리적인 피해를 일으킨다. 또한 90dB(V) 이상 시 혈압상승 등 인체의 생리기능에 영향을 미치기 시작한다. 이러한 진동이 동물 및 건물에 미치는 영향은 다음과 같다. 환경진동에 대한 피해로는 주변지역 주민의 심리적 또는 생리적인 영향과 주변 구조물에 대한 것으로 Table 2.1.20과 같이 구분할 수 있으며, 피해의 정도에 있어서도, 심리적인 것은 사람마다 다르게 느낄 수 있는 불쾌감 등을 들 수 있으나, 생리적인 개인차는 별로 없다고 볼 수 있다. 구조물인 경우에는 피해의 정도를 대체로 구조물 자체손상과 지반침하로 나누고 있으며 구조물 상태나 지반 특성에 따라 일률적으로 어떤 영향을 미치는가에 대해서는 아직까지 정확한 연구가 미흡한 실정이다.

Table 2.1. 20 진동피해의 구분

대상	종 류	증 상	비 고
구조물	파손	구조물 연결부위의 이완, 골격부재의 비틀림 및 침하 등의 안정과 기능에 위협이 되는 중대한 손상	
	국부적 피해	내외벽 균열 등의 경미한 손상	
	지반의 침하	부등침하나 액상화 등의 동적 문제	
사람 및 동물	공해성	불편은 없으나 약간 신경 쓰이는 진동에서부터 참기 힘든 불안감 및 불쾌감을 유발하는 진동까지 휴식 및 작업수행에 영향을 미치는 수준의 피해, 가축의 경우 축산 생산성을 저하시키는 수준	수면방해, 대화방해, 집중도 방해, 짜증유발
	기능장애	의학적으로 생리상태에 피해를 미치는 수준	

한편, 국내에서는 그 동안 환경진동에 대한 관심의 증가로 수 차례에 걸쳐 도로나 철도의 교통진동과 건설 및 생활 진동에 관한 기준안의 제정 및 개정이 있어 왔지만 아직까지 고속철도 건설 및 주행에 대한 법적, 기술적 규제는 미비한 실정이다.

2.1.2.7. 진동이 인체에 미치는 영향

사람들은 0.5m/s의 1/10인 0.05cm/sec 정도에서부터 진동을 감지할 수 있다고 한다. 한편, 사람은 수면에 있어서 시끄러운 환경 속에서 잠을 자는데 습관이 된 사람은 조용한 환경보다는 시끄러운 환경이 잠들기에 낫다. 또한, 진동에 익숙한 사람들은 어느 정도 진동에까지 견디는가에 대해서는 잘 알려져 않다.

매우 큰 진동은 인체에 해를 끼칠 수 있으나, 그만큼 큰 진동은 건물에 영향을 주는지에 대해서는 건물의 영향을 별도로 규제할 필요가 있다. 이것은 인체와 건물의 물리적 피해 영향은 그 크기가 다르기 때문이다. Table 2.1.21과 같이 진동의 크기를 보면 입자속도가 0.05 cm/sec 이면 많은 사람들이 진동을 감지하게 되며, 0.5cm/sec 이면 사람들은 건물이 무너질 듯한 느낌을 받지만 실제로 건축물에는 피해가 발생하지 않는다.

Table 2.1. 21 발파진동과 구조물 및 인체의 피해

구분	진동속도(mm/sec)	피해내용
진동속도	500.0	- 건물에 큰 피해가 일어난다. 건물에 균열이 일어난다.
	100.0	- 건물에 가벼운 피해가 일어난다.
	50.0	- 건물에 극히 가벼운 피해가 일어난다. -(사람은 건물이 무너질듯한 느낌을 받는다)
	10.0	- 건물에 심하게 느끼거나 건물에는 피해가 없다.
	5.0	- 일반적으로 많은 사람이 진동을 느낀다.
	2.0	- 매우 민감한 사람이 진동을 느낀다.
	1.0	- 인체로 느낄 수 없다.
	0.5	- 인체로 느낄 수 없다.

한편, “진동으로 인한 피해의 인과관계 검토기준 및 피해액 산정방법에 관한 연구” 보고서에서 내용 중에서는 여러 학자들에 대한 연구 결과들을 다음과 같이 정리하였다. Reiher와 Meister(1931)는 500초 동안 sine파 가진을 함으로써 불쾌감을 느끼는

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



한계를 30Hz, 0.5mm/sec와 5Hz, 50mm/sec라고 하였다. Crandell(1949)은 구조물에 영향을 주지 않는 정도의 진동이 사람으로 하여금 불안감을 느끼게 할 수 있다고 하였다. Wiss(1968)는 진동속도로써 인체의 반응정도를 측정하였는데 0.08~0.2 mm/sec 수준에서 인지가능, 0.2~0.38mm/sec에서 인식가능, 0.38~0.8mm/sec에서 불편을 느끼고 0.8~1.3mm/sec에서 심리적 동요, 1.3~2mm/sec에서 불쾌감을 느낀다고 하였다.

2.1.2.8. 진동이 가축에 미치는 영향

진동이 동물에 미치는 영향은 정량적으로 알려져 있지 않은 실정이며, 일반적으로 소음과 함께 영향을 미치고 있는 실정이다. 가축종류, 품종, 진도에 노출된 시기, 진동원의 주파수 특성, 충격음 성분의 유무 등에 따라 피해 정도가 다르게 된다.

Table 2.1. 22 진동이 동물에 미치는 영향(사례)

대상동물	진동의 종류	영향의 개요	비고
소	발파진동	0.1~0.24m/s에서 소의 유산 사산이 확인됨	현도공단조성시
돼지	충격성 진동 (발파, 향타 등)	소보다 소음·진동에 더욱 민감. 한마리가 놀라면 모두 따라 놀라 이리저리 몰려다님	-
월동기 꿀벌	차량, 경운기 진동, 발파진 동	진동이 원동기 꿀벌에 피해가 큼 0.01~0.04cm/s 이상의 진동은 폐사의 원인 이 될 수 있음	양봉계지 1990.2
닭	가차진동 등	철도로부터 25~200m 떨어진 위치에 있는 5개소 양계장에서 산란율이 65~75%임 (일 반적 양계장의 산란율은 85%임)	-

Table 2.1.22은 진동이 동물에 미치는 영향에 대한 기존의 피해사례를 참고하여 정리한 것으로 돼지의 경우 소보다 진동에 민감하며, 특히 월동기의 꿀벌은 진동에 의해 폐사할 우려가 높다.

Table 2.1.23은 진동에 의한 축종별 피해 발생율을 정리한 것이다.

Table 2.1. 23 진동에 의한 축종별 피해 발생율

구 분		진동크기 (cm/sec)별 피해정도 (%)				
		0.01~0.02	0.02~0.05	0.05~0.1	0.1~0.5	0.5~1.0
젖소	유 사산	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	젖생산 저하	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	번식효율 저하	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	폐사율 증가	-	5~10	5~10	10~20	30~40
한우	유 사산	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	번식효율 저하	-	5~10	10~20	10~20	30~40
	폐사율 증가	-	0~5	5~10	10~20	30~40
돼지	유 사산	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	성장 지연	5~10	5~10	10~20	30~40	30 ~ 40
	산자수 감소	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	번식효율 저하	5~10	5~10	10~20	10~20	30 ~ 40
	폐사율 증가	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
닭	산란율 저하	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	이상란율 증가	5~10	5~10	10~20	30~40	40 이상
	수정란율 저하	5~10	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
개	유 사산	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	폐사율 증가	0~5	5~10	5~10	30~40	40 이상
	번식효율 저하	0~5	5~10	5~10	10~20	30~40
	성장 지연	0~5	5~10	5~10	10~20	30~40
	산자수 감소	-	0~5	5~10	10~20	30~40
염소	쌍자율 감소	-	0~5	5~10	10~20	30~40
	수태율 저하	-	0~5	5~10	10~20	10~20
	성장 지연	-	5~10	10~20	10~20	10~20
	폐사율 증가	-	5~10	10~20	10~20	30~40
	유 사산	-	-	0~5	5~10	10~20

축종별로 피해 발생율에 차이는 있지만 소음과 마찬가지로 가축에서의 진동 임계수준을 0.02~0.05cm/sec 정도로 판단할 수 있다.

2.1.2.9. 진동이 건축물에 미치는 영향

1. 건축물의 분류

Table 2.1. 24 건축물의 분류

대분류	소분류	장점	단점
구조형식별 분류	조적식 구조 (Masonry Struc.)	▶ 벽돌/블록/돌구조로 그 형식이 간단하고 저렴 ▶ 내화, 내구, 방한, 방서적	▶ 지진 등 횡력에 약함 ▶ 부동침하에 대한 저항성이 약함
	가구식 구조 (Framed Struc.)	▶ 나무구조/철골구조 ▶ 내진, 내풍구조	▶ 나무구조- 내화, 내구성 낮음 ▶ 철골구조- 내화피복 필요
	일체식 구조 (Monolithic Struc.)	▶ 강력하고 균일한 강도를 낼 수 있음 ▶ 우수한 방재성능	▶ 비교적 고가 ▶ 시공이 복잡
재료별 분류	나무구조 (Wooden Const.)	▶ 구조방법이 간단 ▶ 시공이 용이 ▶ 공사기간이 짧음 ▶ 외관이 아름답고 경쾌 ▶ 절거 및 이전 용이	▶ 내구력 부족 ▶ 부식 화재에 취약 ▶ 접합부의 소요내력이 구조 내력 결정
	벽돌/블록구조 (Brick/Block Const.)	▶ 내구성, 내화성 ▶ 방한, 방서 ▶ 공사비 저렴	▶ 지진 및 횡력에 약함 ▶ 습기 ▶ 비교적 저층 구조
	돌구조 (Stone Const.)	▶ 내구, 내화, 방한, 방서 ▶ 외관이 장중	▶ 고가 ▶ 시공이 까다롭고 공사기간이 길어짐 ▶ 지진 및 횡력에 약함
	철근콘크리트구조 (Reinforced concrete Const.)	▶ 내구, 내화, 내진 ▶ 수중 설치 가능 ▶ 힘의 흐름 연속적 ▶ 부재 형태 자유제작	▶ 자중이 큼 ▶ 고가, 공기가 길어짐 ▶ 균일한 시공 곤란 ▶ 폐기물의 발생
	철골조 (Steel Const.)	▶ 고층 및 대스팬 구조 가능 ▶ 내진, 풍력에 강함 ▶ 시공이 용이 ▶ 이동, 해체 수리 가능	▶ 고가 ▶ 내구, 내화성이 약함
	철골철근 콘크리트구조 (Steel Framed R.C Const.)	▶ 내구, 내화, 내진 ▶ 고층 및 대건축에 적합 ▶ 가장 우수한 구조	▶ 비교적 고가 ▶ 자중이 큼 ▶ 공기가 길고 시공이 복잡

2. 결함 발생요인

건축물의 결함은 입지조건, 구조형식 및 사용재료 등과 같은 다양한 요인으로 인해 발생하게 된다.

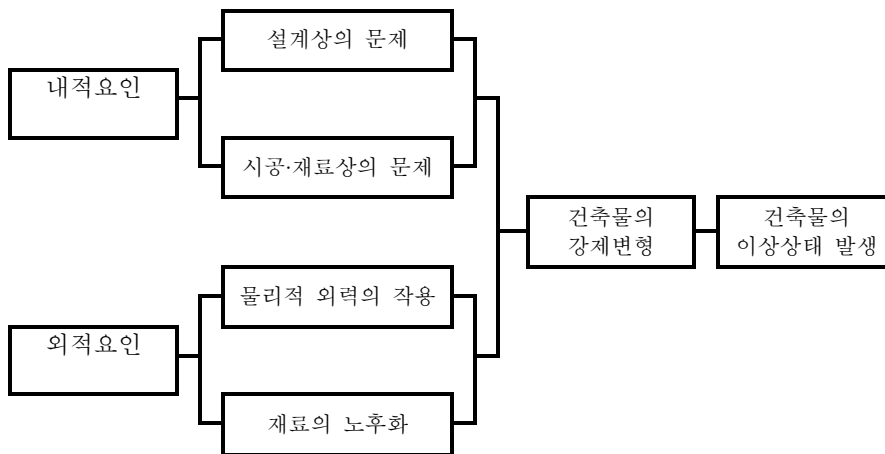


Fig. 2.1. 2. 건축물의 결함발생 메카니즘

크게는 내적요인과 외적요인으로 나눌 수 있으며, 내적요인에 영향을 미치는 인자로서는 시공성 및 내구성에 대한 설계단계에서의 불충분한 고려, 현장에서 재료의 취급, 시공에 관한 이해와 인식부족 등을 들 수 있다. 외적요인에 영향을 미치는 인자는 기상조건으로서 온도, 습도, 일사량, 강우량과 사용하중 등을 들 수 있다. 이러한 요인이 단독으로 영향을 미치는 경우는 거의 없으며 다수의 요인들이 건축물이 완성되고 이용되는 과정 속에서 서로 복잡하게 영향을 미친다고 할 수 있다.

3. 건축물에 미치는 진동피해의 유형

- (1) 직접적 진동피해: 이전에 비정상 응력상태에 노출된 적이 없음으로써 손상이 없는 상태, 즉 무손상 건축물에 진동이 작용하여 균열 등의 피해가 발생하는 경우를 의미함
- (2) 노후화 촉진피해: 구조체 자체에 대한 피해는 없으나, 모르터나 플라스터 등과

같은 마감재에 균열이 발생되거나 또는 기존 균열이 진전되는 등의 피해를 의미하며, 문헌에 따라 내구성 손상피해 또는 건축적 피해로 표현되고 있음

- (3) 간접적 진동피해: 진동에 의한 지반의 침하 등을 들 수 있는데, 특정 지반조건(느슨한 사질층 또는 매립층 등)에서는 진동 자체가 침하의 원인으로 작용할 수 있으며, 결국 건축물에 피해를 초래하게 됨

4. 진동속도에 따른 건물 피해정도

건물에 대한 진동평가에 있어 가진원의 특성, 지반전달 특성 및 건물의 응답특성에 따라 피해 정도가 다르며 이러한 요인들은 서로 연관되어 많은 변수를 초래하기 때문에 정확한 평가가 어려워진다. 현재 건물진동 피해에 대한 국제표준화기구(ISO)의 규격이 존재하지 않고 일반적으로 독일규격(진동에 대한 구조물의 영향, DIN-4150, 1986)이 통용되고 있다.

Table 2.1. 25 진동속도에 따른 건물 피해정도 비교

진동치(cm/s)	Sweden	Canada	U.S.A	Germany	ASCE
40 이상	큰 균열이 발생	피해 발생	큰 균열이 발생 (피해발생)	큰 피해 발생	구조물 위험
30	균열이 발생		가벼운 피해		
15	미세한 균열				
10	요주의	요주의	요주의	피해발생	10.35Hz의 구조물 주의
5	눈에 보이는 피해없음				
1		안전	안전	극히 가벼운 피해	10.35Hz의 기계 안전한계
0.5				요주의	
0.2	인체에는 잘 느껴지나 구조물에는 피해 없음				
0.04	일반적으로 많은 사람이 진동을 느낌				
0.01	대단히 민감한 사람만이 진동을 느낌				
0.005이하	인체에 감각이 없다				

이 기준은 건물의 기둥이나 보 등의 변형률에 기인하는 진동속도에 의해 건물구조별 해당 건물의 기초와 최상층의 주파수 대역별 허용진동속도(cm/s)를 정의하여 정상진동과 충격진동에 대해 평가한 것이다.

Table 2.1.25는 진동속도에 따른 건물 피해정도에 대한 각국의 비교치를 나타낸

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



것으로 이 표에 따르면 진동속도 0.5cm/s 이하에서는 각국 모두 구조물의 피해가 없는 것으로 규정되어 있다.

2.1.3. 피해 대상별 소음·진동의 피해인정기준 (수인한도) 검토 및 개선방안

현재 우리나라에서는 환경의 질적인 향상과 그 보전을 통해 사람의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 유지하기 위한 제도적 장치의 근간이 되는 환경정책 기본법이 존재한다. 또한, 소음·진동으로부터 대화방해, 집중력 저하 등으로 인한 정신적 피해를 받지 않도록 하기위하여 사회적으로 용인되는 한계치인 규제기준을 소음·진동규제법에서 제시하고 있다. 이들 법안은 근본적으로 주·야간에 느끼는 감각적 차이를 인정하여 주간 및 야간을 구분하여 평가하는 등 규제 방법에 있어서 통일성을 유지하고 있으며, 환경정책 기본법의 범위를 넘어서는 사항에 대해서는 소음·진동규제법에서 규제 기준을 제안하는 상호보완적인 관계에 있다.

그러나 환경분쟁조정위원회의 소음·진동에 대한 수인한도는 이러한 법안들과는 차이가 있는 듯 하다. 환경소음·진동 규제법안에서 제안하는 규제치에 비하여 환경분쟁조정위원회에서 제안하는 수인한도는 대체로 높게 설정되어 있을 뿐만 아니라 사람의 감각적 특성을 반영하여 야간의 경우에 대해서 벌칙을 부과하여 평가하는 세계적인 추세와도 맞지 않는다. 특히, 진동의 경우 현행 환경분쟁조정위원회의 수인한도는 진동원별로 평가방법 및 수인한도가 구분되어 있지 않고 수인한도도 너무 높게 설정되어 있어 진동으로 인한 정신적 피해가 거의 인정되지 않고 있는 실정이다.

환경분쟁조정위원회가 피해보상을 위해 제시하는 수인한도(피해보상기준)가 소음·진동규제법에 제시된 기준에 비해 완화되어 있거나, 주·야간을 구별하지 않고 있는 것은 일반 국민이나 법원 판결 등에 혼란을 가져올 수 있다. 따라서 본 연구에서는 소음·진동의 평가지수 및 인체에 대한 수인한도를 규제법안에 명시된 기준을 대체적으로 따르되 여러가지 현실적인 문제들을 감안하여 소음·진동원별 정신적 피해 인정기준, 가축 및 어류에 대한 소음·진동의 수인한도, 진동에 의한 건축물의 피해 인정기준 등을 제안하고자 한다.

2.1.3.1. 소음·진동의 인체에 대한 수인한도

1. 공사장 소음·진동

환경분쟁조정위원회에서 사용하고 있는 현행기준은 주·야간 구분 없이 최고소음도(등가소음도 평가치 중 최고 수치) 70dBA 이다. 그러나 실제 공사현장에서는 아침, 저녁 등 시간에도 공사가 진행되는 경우가 많으므로 이를 고려하여 환경정책기본법이나 소음·진동규제법에서 제시하는 시간대별 가중치를 적용하는 것이 합리적이며 타당하다.

Table 2.1. 26 공사장 소음 규제기준

대상지역	시간별 소음원	아침, 저녁 (05:00~08:00), (18:00~22:00)	낮 (08:00~18:00)	밤 (22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발 진흥지구, 자연환경 보전지역, 그 밖의 지역 안에 소재한 학교·병원·공공도서관	공사장	65 dBA 이하	70 dBA 이하	55 dBA 이하
그 밖의 지역	공사장	70 dBA 이하	75 dBA 이하	55 dBA 이하

비고:

1. 소음의 측정방법과 평가단위는 소음·진동공정시험방법에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상지역의 구분의 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의한다.
3. 규제기준치는 생활소음의 영향이 미치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 공사장의 소음규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때에는 +10dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
5. **발파소음**의 경우 주간에 한하여 규제기준치(광산의 경우 사업장 규제기준)에 +10dB을 보정한다.
6. 공사장의 규제기준 중 다음 지역은 공휴일에 한하여 -5dB를 규제기준치에 보정한다.
 - 가. 주거지역
 - 나. 「의료법」에 따른 종합병원, 「초·중등 교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교 및 「도서관 및 독서 진흥법」에 따른 공공도서관의 부지경계로부터 50m 이내의 지역
7. **2009년부터** 공사장 소음은 현 기준치에 -5dB하여 적용한다.

소음·진동규제법상에서 명시되어 있는 공사장 소음에 대한 규제기준은 생활소음

규제기준 내에 포함되어 있다. 소음·진동규제법에서는 평가지수를 5분 동안 측정된 등가 소음도를 사용하며 야간이나 조석에 벌칙을 부과하여 평가하고 있다. 또한, 발파소음의 경우 평가지수를 1주일 동안의 발파횟수에 따른 보정량을 고려한 최대소음도(L_{Amax})로 규정하고 있으며 주간에 한하여 그 규제기준을 공사장 소음 규제기준 보다 10dBA 높게 제안하고 있다.

본 연구에서는 현행 환경분쟁조정위원회의 공사장 및 발파 소음에 대한 수인한도를 좀 더 강화하고 규제법안과의 제도적인 통일성을 유지하기 위하여, 공사장 및 발파 소음에 대한 피해인정 기준(안)을 다음과 같이 제안한다.

- 평가지수
 공사장 소음: 5분 측정된 등가소음도의 최고치($L_{Aeq,5min}$)
 발파 소음: 발파횟수에 따른 보정량을 보려한 최대소음도($L_{Amax} + 10\log N$)
- 공사장 소음에 대한 피해인정 기준(안)
 주간(06~22): 65dBA, 야간(22~06): 55dBA
 (09년도 이전에는 주간: 70dBA, 야간: 55dBA)
- 발파 소음에 대한 피해인정 기준(안)
 주간(06~22): 75dBA, 야간(22~06): 65dBA
 (09년도 이전에는 주간: 80dBA, 야간: 65dBA)

환경분쟁조정위원회에서는 진동에 의한 정신적 피해의 수인한도로 연속진동인 경우 주간 1.3mm/s(73dBV), 야간 0.6mm/s(67dBV), 충격진동인 경우 5.6mm/s(86dBV)를 설정하여 적용하고 있다. 이는 Table 2.1.27의 진동속도에 따른 건물 피해 정도와 비교하였을 때, 가장 낮은 야간의 수인한도에도 많은 사람들이 진동을 느낄 정도이므로 상당히 높은 수준임을 알 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 현행 수인한도를 조금 강화하여 소음·진동규제법에 따르는 것을 제안한다.

Table 2.1. 27 진동속도에 따른 건물 피해정도 비교

진동치(cm/s)	Sweden	Canada	U.S.A	Germany	ASCE
-----------	--------	--------	-------	---------	------

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



40 이상	큰 균열이 발생	피해 발생	큰 균열이 발생 (피해발생)	큰 피해 발생	구조물 위험
30	균열이 발생		가벼운 피해		
15	미세한 균열				
10	요주의	요주의	요주의	피해발생	10.35Hz의 구조물 주의
5	눈에 보이는 피해없음				
1		안전	안전	극히 가벼운 피해	10.35Hz의 기계 안전한계
0.5				요주의	
0.2	인체에는 잘 느껴지나 구조물에는 피해 없음				
0.04	일반적으로 많은 사람이 진동을 느낌				
0.01	대단히 민감한 사람만이 진동을 느낌				
0.005이하	인체에 감각이 없다				

소음·진동규제법에서는 공사장(발파포함) 진동을 생활진동규제기준에서 다루고 있으며 건설공사진동과 발파진동의 평가지수로는 각각 L_{10} 과 발파횟수에 따른 보정량이 고려된 최대치를 사용하고 있으며, 진동규제기준은 Table 2.1.28과 같다.

Table 2.1. 28 생활진동규제기준(제32조, 제57조 관련 <개정 94.11.21>)

시 간 별 대 상 지 역	주 간 (06:00-22:00)	심 야 (22:00-06:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 기타 지역안에 소재한 학교·병원·공공도서관	65 dBV	60 dBV
기 타 지 역	70 dBV	65 dBV

- 비고: 1. 진동의 측정방법과 평가단위는 소음·진동공정시험방법에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상지역의 구분은 국토이용관리법(도시지역의 경우에는 도시계획법)에 의한다.
3. 규제기준치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 본 규제기준은 주간에 한해 진동 발생시간이 1일 4시간 이하일 때는 +5dB을 보정한 값으로 한다.
5. 발파진동의 경우 주간에 한하여 규제기준치에 +10dB을 보정한다.

본 연구에서는 환경정책기본법과 소음·진동규제법 상의 기준치를 고려하여 공사장 진동과 발파진동에 대한 피해인정 기준(안)을 다음과 같이 제안한다.

- 평가지수

공사장 진동: 5분 이상 측정한 L_{10}

발파 진동: 발파횟수에 따른 보정량을 고려한 최대소음도($L_{Amax} + 10\log N$)

- 공사장 진동에 대한 피해인정 기준(안)
주간(06~22): 65dBV, 야간(22~06): 60dBV
단, 2008년 12월 31일 이전은 주간 70dBA
- 발파 진동에 대한 피해인정 기준(안)
주간(06~22): 75dBV, 야간(22~06): 60dBV
단, 2008년 12월 31일 이전은 주간 80dBA

2. 교통 소음·진동

가. 항공기 소음

중양환경분쟁조정위원회에서는 항공기 소음 평가 방법 및 수인한도에 대한 규정이 없다. 먼저 소음·진동규제법 및 항공법의 항공기 소음 관련 규정에 대하여 알아보기로 하겠다.

소음·진동규제법 제 42조(항공기소음의 규제)에 의하면 환경부장관은 항공기소음이 대통령령이 정하는 항공기 소음의 한도를 초과하여 공항주변의 생활환경이 매우 손상된다고 인정하는 경우에는 관계기관장에게 방음시설의 설치 및 기타 항공기소음의 방지를 위하여 필요한 조치를 요청할 수 있다고 규정하고 있다.

소음·진동규제법 시행규칙 제 58조의 2는 소음·진동규제법 시행령 제 10조 2의 제2항의 규정에 의한 방음공사의 대상지역으로서 “공항주변 인근지역”과 “기타지역”으로 구분하고 있다. 지방 항공청장은 항공법시행규칙 제 271조에 의하여 공항소음피해지역 또는 공항소음피해예상지역을 항공기 소음 영향도에 따라 Table 2.1.29와 같이 구역별로 지정·고시하여야 한다.

항공법시행규칙에서는 항공기 소음측정단위 및 측정절차, 시설물 용도제한, 시설물 설치제한을 설정하고 있으며 항공기 소음평가단위를 $WECPNL$ 로 규정하고 있다.

Table 2.1. 29 항공기 소음 피해 지역 지정 고시(항공법 시행규칙 제 271관련)

구분	구역	소음영향도 (WECPNL)	
소음 피해 지역	제1종 구역	95 이상	
	제2종 구역	90 이상 95 미만	
소음 피해 예상 지역	제3종 구역	가 지구	85 이상 90 미만
		나 지구	80 이상 85 미만
		다 지구	75 이상 80 미만

개정: 2004년 7월 1일

항공법시행규칙 제 274조에서는 항공기 소음에 따른 시설물 용도 및 설치를 제한하고 있다. 시설물 용도제한을 살펴보면 95 WECPNL 이상은 완충녹지지역(이착륙 안전지대) 및 공항운영에 관련된 시설만이 설치가능하며 90~95 WECPNL 미만은 전용공업지역, 일반공업지역, 자연녹지지역 및 항공기 소음과 무관한 시설만이 설치 가능하다. 또한 75~90 WECPNL 미만은 준 공업지역, 상업지역이 입지할 수 있으며 시설물에 방음시설의 설치를 의무화하고 있다. 그 내용은 아래 Table 2.1.30과 같다.

Table 2.1. 30 시설물 용도 제한(항공법 시행규칙 제 274관련)

구분	구역	소음도 (WECPNL)	용도 제한지역
소음피해 지역	제1종	95이상	1. 완충녹지지역(이착륙안전지대) 2. 공항운영에 관련된 시설만 설치가능
	제2종	90-95	1. 전용공업지역 2. 일반 공업지역 3. 자연 녹지지역 4. 항공기 소음과 무관한 시설만이 설치가능
소음피해 예상지역	제3종	75-90	1. 준공업 지역 2. 상업지역 3. 시설물 방음시설 의무화 지역

시설물 제한으로는 95 WECPNL 이상에서는 주거용 시설, 교육 및 의료시설, 공공시설의 신축 및 증 개축이 금지되며 기타 공장, 항공 및 운송시설은 공항운영과 관계

된 것만 설치할 수 있다. 90~95 WECPNL 미만은 주거용시설, 교육 및 의료시설, 공공시설의 신축이 금지되며 방음시설 시공을 조건으로 증·개축 허가가 가능하다. 75~90 WECPNL 미만일 때, 주거용 시설, 교육 및 의료시설, 공공시설에 대한 방음시설 시공을 조건으로 신축 및 증·개축 허가가 가능하다. 또한, 90~95 WECPNL 및 80~90 WECPNL에서의 기타 공장, 창고 및 수송시설의 경우 항공기 소음과 무관한 시설물의 신축 및 증·개축 허가가 가능하다. 그 내용은 Table 2.1.31과 같다.

Table 2.1. 31 시설물 설치 제한(항공법 시행규칙 제 274관련)

구분	소음피해지역		소음피해예상지역
	제1종	제2종	제3종
소음도 대상시설	95이상 (WECPNL)	90-95 (WECPNL)	75-90 (WECPNL)
주거용 시설, 교육 및 의료시설, 공공시설	신축 및 증·개축 금지	1. 신축금지 2. 방음시설시공조건으로 증·개축 허가	방음시설 시공조건으로 신축 및 증·개축 허가
기타공장, 창고 및 수송시설	공항운영에 관련된 시설물 설치 허가	항공기 소음과 무관한 시설물의 신축 및 증·개축 허가	

위에서 살펴본 바와 같이 항공기 소음에 대한 소음피해예상지역의 최저 기준은 WECPNL 75dBA 이다. 따라서 본 연구에서는 규제 법안 상의 소음피해예상지역의 최저 기준을 적용하여 다음과 같은 항공기 소음에 대한 피해인정 기준(안)을 제시한다.

- 평가지수: WECPNL
- 항공기 소음에 대한 피해인정 기준(안): WECPNL 75dBA

나. 철도 및 도로교통 소음 진동

중앙환경분쟁조정위원회에서 인정하는 철도 및 도로소음에 대한 수인한도는 야간의 등가소음도 만을 고려한 65dBA이다. 앞서 언급하였듯이, 대부분의 국가에서 주야간의 감각적 차이를 감안하여 야간에 발생하는 소음에 대하여 5~10dBA 벌칙을 부과하고 있는데, 야간 65dBA가 사람에게 미치는 영향은 주간의 70~75dBA와 거의 동일하다고 할 수 있다. 이는 환경정책기본법이나 소음·진동규제법에 비하여 지나치게 높게 설정되어 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 철도소음의 경우 소음·진동규제법을, 도로소음의 경우 환경정책기본법을 따를 것을 권고한다. 진동의 경우도 앞서 언급한 것과 같은 이유로 수정될 필요가 있다.

철도 및 도로 소음·진동의 수인한도를 제한하기에 앞서 소음·진동규제법과 환경정책기본법의 자세한 내용에 대하여 알아보기로 하겠다.

교통소음·진동의 한도는 소음·진동규제법시행규칙 제37조에 고시된 바와 같이 소음·진동규제법 제29조의 규정에 의하며, 고시된 교통소음·진동의 한도는 Table 2.1.32과 같다.

Table 2.1. 32 교통소음·진동의 한도

대상지역	구 분	한 도(도로)		한 도(철도)	
		주 간	야 간	주 간	야 간
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양 개발 진흥 지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소 음 (Leq dB (A))	68	58	70	65
	진 동 (dB (V))	65	60	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구, 미 고시지역	소 음 (Leq dB (A))	73	63	75	70
	진 동 (dB (V))	70	65	70	65

소음·진동규제법에서 Table 2.1.32에서와 같이 제시된 교통소음·진동의 한도 외에 규제법이나 집행법이 아닌 정책법으로서 환경관계 개별 대책법의 지위를 가지는 환경정책기본법이라는 집행법이나 규제법들에 대한 기본이 되는 것이 존재한다. 환경정책기본법에서는 사람의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 보전하기 위하여

요청되는 기준이 필요하게 되는데 이를 환경기준이라 하며, 정부는 이 환경기준을 환경행정의 목표로 삼아 여러 대책을 강구함으로써 이 기준을 유지·확보토록 노력하고 있다.

Table 2.1. 33 소음환경기준

구분	적용대상지역	국토이용관리법 및 도시계획법 등에 의한 적용대상지역 구분	환경기준 (dB(A))	
			낮 (06:00~22:00)	밤 (22:00~06:00)
일반 지역	“가”지역	“가”지역: 자연환경보전지역, 관광휴양지역 및 취락지역 중 주거지구, 녹지지역, 용주거지역, 종합병원·학교의 부지경계에서 50미터 이내의 지역	50	40
	“나”지역		55	45
	“다”지역		65	55
	“라”지역		70	65
도로 변지 역	“가” 및 “나” 지역	“나”지역: 취락지역 중 거지구외의 지구, 일반주거지역 및 준주거지역 “다”지역: 상업지역, 준공업지역 “라”지역: 일반공업지역 및 전용공업지역, 공업지역	65	55
	“다”지역		70	60
	“라”지역		75	70

현행 환경정책기본법시행령 제 2조의 규정에서는 소음환경기준을 Table 2.1.33과 같이 제시하고 있으며, 사회·경제적 여건을 고려하여 소음원 및 토지이용에 따라 기준치가 구분·설정되고 있다. 그러나 환경정책기본법 시행령에서는 철도 소음, 항공기 소음, 건설공사 소음은 적용대상에서 제외되고 있다.

따라서, 도로 소음의 경우 대부분의 법원 판례에서도 환경정책기본법에 따라 주간 65dBA, 야간 55dBA 기준으로 판결을 하고 있으며, 철도 소음의 경우에는 소음·진동규제법의 규제기준치인 주간 70dBA, 야간 65dBA를 따르고 있다.

도로소음의 경우 주택건설에 관한 기준에 따르면 주야간 구분 없이 65dBA가

적용되고 있으며, 현실적으로 야간의 규제 기준치가 도로변 지역에서 55dBA를 넘지 않는 곳이 거의 없다. 이러한 이유로 인하여 야간의 경우 55dBA를 수인한도로 설정할 경우 오히려 분쟁조정신청을 부추기는 효과를 가져올 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 도로소음 및 철도소음에 대한 피해인정 기준(안)을 환경정책 기본법, 소음·진동규제법 및 현실적인 상황을 고려하여 다음과 같이 제안한다.

- 평가지수
도로 소음: 5분 측정된 등가소음도($L_{Aeq,5min}$)
철도 소음: 1시간 측정된 등가소음도($L_{Aeq,1h}$)
- 도로 소음에 대한 피해인정 기준(안)
65dBA
- 철도 소음에 대한 피해인정 기준(안)
주간(06~22): 70dBA, 야간(22~06): 60dBA
(단, 2009년 12월 31일 이전에는 야간 65dBA)

환경분쟁조정위원회에서는 진동에 대한 피해인정 기준을 진동원에 따라 구분하지 않고 연속진동인 경우 주간 1.3mm/s(73dBV), 야간 0.6mm/s(67dBV), 충격진동인 경우 5.6mm/s(86dBV)를 설정하여 적용하고 있음을 앞서 언급한 바 있다. 이와 같은 기준은 지나치게 높게 설정되어 환경분쟁조정위원회에 회부되는 진동 사건이 대부분 기각되는 현상을 초래하였다.

따라서, 본 연구에서는 도로 및 철도 진동에 대한 피해인정기준을 소음·진동 규제기준법안 수준으로 강화하여 다음과 같이 제안한다.

- 평가지수
도로 진동: L_{10}
철도 진동: 중앙값 이상의 산술 평균치

- 도로 진동에 대한 피해인정 기준(안)
주간(06~22): 65dBV, 야간(22~06): 60dBV
- 철도 진동에 대한 피해인정 기준(안)
주간(06~22): 65dBV, 야간(22~06): 60dBV

3. 공동 주택 실내 소음

3.1 공기 전달 소음

공동 주택의 실내 공기전달소음에 관한 규제기준 법안은 정해진바 없다. 2003년도에 수행된 “공동주택 공기전달소음피해 평가방안에 관한 연구”에서는 일본의 실내소음에 대한 적용 등급 기준, 수면영향과 회화영향 또는 청취방해 정도, 호주의 환경보호법 및 대한 주택공사의 “공동주택 내부소음 기준 설정 연구”의 청감 실험 등의 결과를 고려하여 허용 기준안을 다음과 같이 제시하고 있다.

Table 2.1. 34 공동주택 실내소음 피해배상 기준(안)

시간대	실내소음기준	비 고
주 간 (06:00~22:00)	45dB(A)	1m 거리에서 100%의 회화 이해도 가능
야 간 (22:00~06:00)	40dB(A)	수면방해를 일으키기 시작하는 레벨로써 향후, 사회 경제적인 여건을 고려하여 단계적인 상향조정(기준강화) 검토 필요

또한, 경계벽이나 바닥의 부재에 대한 차음성능 평가 기준은 피아노 소음과 흡씨어터 소음을 실측하여 실태조사를 하였고, 공동 주택의 경계벽 및 바닥에 대한 공기 전달음 차음성능 기준은 이러한 실측자료와 현행 주택 건설 기준 등에 관한 규정 제 14조와 관련한 건설부 고시 341호를 고려하여 다음과 같은 기준안을 제안하였다.

Table 2.1. 35 인접세대간 경계벽체 및 바닥구조의 공기전달음 차음성능기준(안)

주파수(Hz)	125	500	2000	비고
투과손실(dB)	30	45	55	일본건축학회 허용기준(D45) 수준으로서, 사용자로부터 진정이나 차음 성능상 지장이 있지만 거의 만족하는 상태를 나타냄
상기 차음기준은 실험실에서의 차음성능 측정값을 원칙으로 하고 있으며, 단, 현장에서의 검증실험을 위한 측정 시에는 우회전달음의 영향 등을 고려하여 실간음압레벨차 D-40 (일본건축학회 최저 기준, 법규상의 최저한도)을 동시에 기준으로 제안 한다.				

중앙환경분쟁조정위원회에서는 벽체나 바닥음의 방음성능의 수인한도로 실간음압레벨차의 대역별 평균치를 “공동주택 공기전달소음피해 평가방안에 관한 연구”결과를 기초로 하여 43dB 미만으로 설정하여 평가하고 있으며, 급배수음의 경우 5분간 측정된 등가소음도 주간 55dB(A), 야간 45dB(A)를 적용하고 있다.

실내 공기전달 소음에 대한 평가는 첫째, 경계벽에 대한 차음성능 평가와 둘째, 이웃세대로 전달되는 소음 평가의 두 부분으로 이루어져있다. 이는 분쟁 발생시 책임의 소지를 명백히 한다는 측면에서도 매우 바람직하다. “공동주택 공기전달소음피해 평가방안에 관한 연구”에서는 일본의 차음등급을 바탕으로 부재에 대한 평가 기준(안)을 제시하였다. 이 기준안은 건설교통부고시 제 1999-393호(1999.12.17, [별표1])에 제시된 안과 동일한 수치이며, 일본 공업 규격(JIS A 1419)의 차음 등급 3호의 성능으로 제안된 안과 비교해 볼 때 적절한 것으로 판단된다.

이웃세대로 전달되는 소음의 규제기준(안)은 5분 동안의 등가소음도 주간 45dBA, 야간 40dBA이며, Table 2.1.36에 따르면 45dBA는 최저기준인 3급에 해당하는 것이다. Table 2.1.37의 Beranek가 제안한 가정(침실)에서의 실내 소음 권장치는 40dBA이고, WHO에서는 주간 35dBA, 야간 30dBA를 권장치로 제안하고 있다. 또한, Table 2.1.38에서 알 수 있듯이, 야간의 경우 40dBA는 수면방해를 유발할 수 있어 “공동주택 공기전달소음피해 평가방안에 관한 연구”에서 제안된 수인한도는 조정의 여지가 남아 있다. Table 2.1.37 ~ Table 2.1.39의 자료를 근거로 판단했을 때, 정신적 피해가 발생하지 않는 한계치로 주간의 경우 40dBA와 야간의 경우 35dBA를

수인한도로 정하는 것이 바람직해 보인다.

Table 2.1. 36 소음에 관한 적용등급 (일본건축학회)

건축물, 실용도	소음등급			소음레벨(dB(A))			
	특급	1 급	2 급	특급	1 급	2 급	3 급
집합주택, 거실	N-25	N-30	N-35	30	35	40	45
호텔, 객실	N-30	N-35	N-40	35	40	45	50
사무소, 일반사무실	N-35	N-40	N-45	40	45	50	55
사무소, 회의-응접	N-30	N-35	N-40	35	40	45	50
학교, 보통 교실	N-30	N-35	N-40	35	40	45	50
병원, 병실	N-30	N-35	N-40	35	40	45	50
단독주택, 침실	N-25	N-30	N-35	30	35	40	45
콘서트 홀, 오페라 하우스	N-20	N-25	N-30	25	30	35	40
극장, 다목적 홀	N-25	N-30	N-35	30	35	40	45
녹음스튜디오, 라디오 방송실	N-20	N-25	N-30	25	30	35	40
TV 스튜디오	N-25	N-30	N-35	30	35	40	45

Table 2.1. 37 실 용도별 NC권장치 (Beranek)

실의 종류	NC값	dB(A)	실의 종류	NC값	dB(A)
방송 스튜디오	NC-15~20	25~30	가정(침실)	NC-30	40
콘서트홀(음악당)	NC-15~20	25~30	영화관	NC-30	40
극장(500석, 확성장치없음)	NC-15~20	30~35	병원	NC-30	40
음악실	NC-25	35	교회	NC-30	40
교실 (확성장치 없음)	NC-25	35	도서관	NC-30	40
집합주택, 호텔	NC-25~30	35~40	상점	NC-35~40	45~50
회의장 (확성장치 없음)	NC-25~30	35~40	식당	NC-45	55
재판소	NC-30		운동경기장 (확성장치있음)	NC-50	
TV 스튜디오	NC-25				

하지만, 본 연구에서 제안된 수인한도를 적용한다면, 기존의 건축물 중 이를 만족시키는 것이 거의 없어 과도한 분쟁신청을 초래할 수도 있으므로, 건축물의 완공시기 등을 고려하여 기준을 정하는 것이 바람직하며, 향후 상황에 맞게 주간

40dBA, 야간 35dBA를 적용하여 주민들에게 보다 편안하고 쾌적한 환경이 보장될 필요가 있다. 또한, 최근 건교부의 실내소음 입법기준치가 45dBA로 결정되었다. 이러한 사실과 현실적인 문제를 감안하여, 본 연구에서는 실내의 공기전달소음에 대한 수인한도를 다음과 같이 제안한다.

- 평가지수: 5분 측정된 등가 소음도 ($L_{Aeq,5min}$)
- 실내 공기전달 소음에 대한 피해인정 기준(안)(현행 유지)
- 주간: 45dBA, 야간: 40dBA
- 주간: 55dBA, 야간: 45dBA (급배수음)

Table 2.1. 38 WHO의 환경소음 가이드라인

특정환경	건강영향	$L_{Aeq}(dBA)$	시간대	$L_{AFmax}(dBA)$
주거, 실내	회화방해 및 보통의 annoyance, 낮 또는 저녁 시간대	35	16	-
침실	수면방해, 야간	30	8	45

Table 2.1. 39 수면영향을 고려한 실내소음 (야간시간대의 기준)

L_{Aeq}	소음의 영향
40	수면방해를 일으키기 시작하는 레벨 (Kageyama 1995, Ohrstrom 1990 등)
35	변동이 크지 않은 소음인 경우, 일반인에게 수면의 방해가 발생되지 않는 상한치 (WHO 1980)
30	WHO 권장치 (1995)

또한, 부재의 차음 성능의 적정성 평가 기준치를 다음과 같이 제안한다.

- 125Hz: TL 30dB, 500Hz: TL 45dB, 2000Hz: TL 44dB
- 또는 현행 기준인 실간음압레벨 차 43dB

3.2 충격 소음

충격소음에 대한 평가방법은 앞에서 언급한 것과 같이 KS F 2810-1(경량충격음)과 KS F 2810-2(중량충격음)에 제시되어 있다. KS F 2810-1/2, 2863-1/2에서는 경량 충격음과 중량 충격음에 대하여 각각 58dB와 50dB를 규제 기준으로 제안하고 있다. 이는 충격 소음에 대한 부재의 방음성능 평가를 위해 적용되는 것으로 적정 수준이라 판단된다. 실내 소음 평가를 위해서는 시공사와 이웃집 거주자로 대별되는 책임자의 소지를 명백히 하기 위해서 충격성 소음에 대한 평가 또한 이루어져야 한다.

중랑환경분쟁조정위원회에서는 법원 판례 및 제정사례를 근간으로 뛰는 소리 및 걷는 소리의 수인한도를 5분간 등가소음도 주간 55dB(A), 야간 45dB(A)로 정의하고 있지만, 충격성 소음에 대한 수인한도는 따로 분류되어 정의된 바 없다.

외국의 경우 특정 소음원에 대한 실내소음을 규제하는 것이 아니라, 특정 장소(실내)에서의 소음도 권장치 만이 존재한다. 미국과 유럽 청감 실험을 통하여 주파수 대역별 criteria를 설정하고 장소에 따라 적정 소음도를 NR, NC 수치로 제안하고 있다. 외국의 주택 내(거실, 침실) 소음 권장치는 공기전달소음의 수인한도(안)에서 언급한 바 있다. 국내의 실내충격음에 대한 수인한도는 상대적으로 너무 높게 설정되어 있으며 건교부의 실내 소음 입법 기준치를 고려해 볼 때, 실내 충격음에 대한 수인한도는 앞서 제안된 실내 공기전달소음 수준이 타당하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 바닥 및 경계벽 충격음에 대한 피해인정 기준(안)을 다음과 같이 제안한다.

- 부재의 적정성 검토 기준: 경량 50dB, 중량 58dB
- 평가지수: 5분 측정된 등가 소음도 ($L_{Aeq,5min}$)
- 바닥 및 경계벽 소음에 대한 피해인정 기준(안)

주간: 45dBA, 야간: 40dBA

단, 건교부 입법 기준(45dBA) 예고가 통과된 시점의 이후에 지어진 건물에 적용

2.1.3.2. 소음 진동의 가축에 대한 수인한도

Table 2.1. 40 소음에 의한 축종별 피해 발생율

구 분		소음도(dBA)별 피해정도 (%)				비 고
		50~60	60~70	70~80	80~90	
젖소	유생산성 저하	5~10%	10~20%	20~30%	30%이상	
	성장지연	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	유사산		5~10%	10~20%	20%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10 ~ 20%	20%이상	
	폐사		5~10%	5~10%	10~20%	
한우	유사산		0~5%	5~10%	10~20%	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
돼지	유사산	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	자돈압사·폐사	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	산자수 감소	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	모든폐사			5~10%	10~20%	
닭	산란율 저하	5~10%	5~10%	10~20%	20%이상	기러기, 평등 야생조류는 닭보다 피해율이 높음
	이상란율 증가	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	수정란율 저하	0~5%	5~10%	10~20%	20%이상	
	폐사		5~10%	10~20%	20%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
개	유사산		0~5%	5~10%	10~20%	인과요인이 번식계절에 가해될 경우임
	자견폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
	번식효율저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	산자수 감소		0~5%	5~10%	10~20%	
사슴	유사산		0~5%	10~20%	20%이상	인과요인이 번식계절에 가해될 경우임
	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	
	녹용생산성 저하		0~5%	10~20%	20%이상	
	폐사		0~5%	5~10%	10~20%	
곰	유사산		5~10%	10~20%	20%이상	인과요인이 번식계절에
	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



	성장지연		5~10%	10~20%	20%이상	가해질 경우임
	폐사			5~10%	10~20%	
	산자수 감소			0~5%	5~10%	
염소	쌍자율 감소		0~5%	5~10%	10~20%	인과요인이 번식계절에 가해질 경우임
	수태율 저하		0~5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		0~5%	5~10%	10~20%	
	폐사			5~10%	10~20%	

Table 2.1. 41 진동에 의한 축종별 피해 발생율

구 분		진동속도(cm/sec)별 피해정도 (%)				
		0.01~0.02	0.02~0.05	0.05~0.1	0.1~0.5	0.5~1.0
젖소	유사산	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	젖생산 저하	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	번식효율 저하	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	폐사율 증가	-	5~10	5~10	10~20	30~40
한우	유사산	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	번식효율 저하	-	5~10	10~20	10~20	30~40
	폐사율 증가	-	0~5	5~10	10~20	30~40
돼지	유사산	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	성장 지연	5~10	5~10	10~20	30~40	30 ~ 40
	산자수 감소	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
	번식효율 저하	5~10	5~10	10~20	10~20	30 ~ 40
	폐사율 증가	0~5	5~10	10~20	30~40	40 이상
닭	산란율 저하	5~10	10~20	30~40	30~40	40 이상
	이상란율 증가	5~10	5~10	10~20	30~40	40 이상
	수정란율 저하	5~10	5~10	10~20	30~40	40 이상
	성장 지연	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
개	유사산	0~5	5~10	10~20	10~20	30~40
	폐사율 증가	0~5	5~10	5~10	30~40	40 이상
	번식효율 저하	0~5	5~10	5~10	10~20	30~40
	성장 지연	0~5	5~10	5~10	10~20	30~40
	산자수 감소	-	0~5	5~10	10~20	30~40
염소	쌍자율 감소	-	0~5	5~10	10~20	30~40
	수태율 저하	-	0~5	5~10	10~20	10~20
	성장 지연	-	5~10	10~20	10~20	10~20
	폐사율 증가	-	5~10	10~20	10~20	30~40
	유사산	-	-	0~5	5~10	10~20

Table3-16과 Table3-17은 최근의 연구 결과²⁵로서 제안한 표로, 축종별 소음·진동 피해율을 나타낸 것이다. 축종에 따라 생리적 변화의 발생율이 다를 수 있는데, 이러한 이유로 인하여 가축에 대한 소음도의 임계수준을 60~70dBA로 정하되, 여러 가지 환경이나 개체의 건강 등을 고려하여 50~60dBA에서도 피해가 발생할 가능성에 대하여 언급하고 있다. 중앙환경분쟁조정위원회에서는 이 연구를 기초로하여 수인한도를 대략적으로 설정하고 있는데, 폐사, 유산, 사산, 압사, 부상 등의 피해유형에는 최대소음도(Lmax) 60dBA를, 생산성저하, 성장지연, 산자수감소 등과 같은 피해유형에는 등가소음도 60dBA를 채택하되 50~60dBA에서도 피해가 발생할 수 있는 것으로 평가하고 있다. 사람이 아닌 가축을 대상으로 소음을 평가하기 위해서는 먼저 소음지수에 대한 정립을 사람과 달리 할 필요가 있다. 일반적으로 사람의 주파수 대역별 청감을 고려한 A특성 청감보정을 사용하고 있는데, 가축의 경우 축종에 따라 주파수 대역에 따라 가청역치도 다를 뿐만 아니라 청감도 사람과는 다르다. 따라서 A특성 보정된 소음지수를 가축에 적용하는 것 자체에 문제가 있다. 하지만, 이에 대한 연구결과 없으므로 대안으로 A특성 청감보정된 소음지수를 사용하고 있다.

좀더 많은 연구들을 통하여 가축에 대한 수인한도를 정해야 하지만 이미 가축에 대한 수인한도를 60dBA 수준으로 적용하여 평가 및 피해액 배상을 하고 있다. 가축에 대해서는 특별히 수인한도를 정하기 보다는 명확히 드러난 피해에 대하여 소음·진동의 기여도를 조사하고 이를 배상액에 반영하는 방법이 타당하다. 따라서, 통상적으로 60dBA, 0.02cm/s(57dBV)를 임계점으로 보되 그 이하의 소음도, 진동도에서도 가축 피해가 발생할 가능성이 충분히 있음을 인정하는 현재의 평가방식이 가장 좋은 대안이라 판단된다.

²⁵ 소음에 의한 가축피해 평가방안에 관한 연구, 서울대학교, 2001

2.1.3.3. 소음의 어류에 대한 수인한도

전 세계적으로 어류와 관련된 소음 평가 기준이 제정된 곳은 어디에도 없다. 소음이 어류에 미치는 영향에 관한 연구는 근래에 외국에서 몇몇 연구가 수행되었다. Mardi C. Hastings et al.는 지금까지 연구된 충격성 소음이 어류에 미치는 영향에 관한 연구들을 종합하여 경골어류에 대한 소음 피해(사망)의 역치를 제한하였다. 어류의 경우 어중에 따라 소리를 듣는 메커니즘이 다를 뿐만 아니라 가청 범위 및 인지역치가 매우 다르므로 어류에 대한 수인한도를 쉽게 결정 내리기는 어렵다.

Mardi C. Hastings et al.이 제안한 것은 유효한 연구 데이터를 수집하여 회귀분석을 통하여 어류의 무게에 따라 피해가 나타나는 역치를 수중에서의 SEL로 나타내었다.

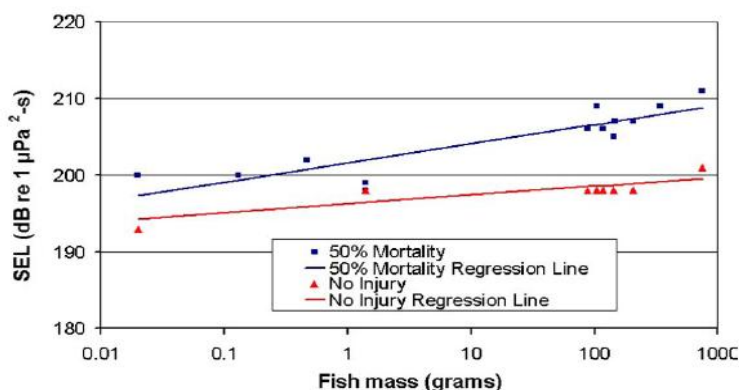


Fig. 2.1.3 경골어류의 무게에 따른 50% 사망률 및 0% 사망률의 역치

Mardi C. Hastings et al.은 향타와 같은 충격성 소음이나 폭발성 소음으로부터 어류를 보호하기 위한 가이드 라인(Fig.2.1.3의 빨간색 라인)을 제시하였다. Fig.2.1.5는 특정 종류의 어류의 무게에 따른 소음의 영향을 나타낸 그림이다. 여기서 세로축의 SEL은 다음과 같이 정의된다.

$$SEL = 10 \log_{10} (\rho c E_f / 10^{-12})$$

ρc : 음향임피던스 (평면파 가정)

해수일 때: $\rho c = 1.6 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{-s}$, 담수일 때: $\rho c = 1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{-s}$

E_f : energy flux in J/m^2

위의 그래프는 경골어류 중 특정 종에 대해서만 유효하고, 연체어류 등 기타 다른 종에서의 적용은 불가하다.

현 시점에서 어류에 대한 수인한도를 결정하는 것은 무리가 있다. 소음이 어류에 미치는 영향에 대한 기초연구자료도 부족할 뿐만 아니라, 위에서 언급한 연구는 소음원이 수중에서 발생하였을 때의 결과를 나타낸다. 분쟁조정 신청이 이루어지는 사건의 대부분은 소음원이 육상에 있을 때 발생하는 어류의 폐사 등에 관한 사안임을 고려할 때, 위의 연구결과를 분쟁조정을 위한 수단으로 사용하는 것은 무리가 있으며, 앞으로 소음으로 인한 어류피해에 관한 더 많은 연구가 선행되어야 할 필요가 있다.

따라서, 소음 진동으로 인한 어류피해의 피해인정기준(수인한도)을 설정하기 보다는 실제 피해상황에 따라 전문가의 의견을 적극 반영하여 배상하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2.1.3.4. 진동에 의한 건축물 피해 인정 기준 검토

건축물에 미치는 진동의 영향을 파악하기 위해서는 진동의 특성(주파수, 크기, 발생 빈도 및 시간 등)이나 전파되는 매질뿐만 아니라 건축물의 구조형식, 구조재료, 시공 방법, 건축물의 노후 정도 등 매우 많은 요인들을 고려해야 한다. 비교적 최근(2002년)에 수행된 “진동으로 인한 건축물 피해 평가방안에 관한 연구”에서는 국외 기준들을 검토하여 건축물의 동적 특성에 따른 분류와 지반, 건축물의 상태 및 구조뿐만 아니라 작용 진동의 주파수 대역에 대한 상세한 구분이 없이 적용하고 있는 중앙환경분쟁조정위원회의 기준을 새롭게 조정하였다.

Table 2.1. 42 진동에 의한 축종별 피해 발생을 진동피해 인과관계 검토 기준(안) (그룹 II의 경우)

건축물 분 류	건 축 물 형 식	주파수별 허용 진동속도 (cm/sec)		
		10Hz 이하	10Hz ~ 50Hz	50Hz ~ 100Hz
A	철근콘크리트, 철골조의 고층 건축물, 아파트 및 이와 유사한 형식의 건축물 (동적 하중에 대하여 설계된 건축물)	2.0	2.0 ~ 4.0	4.0 ~ 5.0
B	철근콘크리트, 철골조로서 상기 A 항에 해당되지 않는 건축물(동적 하중에 대하여 설계되지 않은 건물)	1.5	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 3.0
C	조적조 형식의 주거용 건축물 및 부속 건축물(저층 건축물) 또는 이와 유사한 형식의 건축물, 단층의 주거용 목조 건축물	0.5	0.5 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0
D	진동에 예민한 건축물, 취약건축물, 특별한 보존가치가 있는 건축물(문화재 등)	0.3	0.3 ~ 0.8	0.8 ~ 1.0

1) 100Hz 이상의 진동에서는 100Hz 에 준한 값을 기준값으로 함.

2) 측정점은 최저층의 외측 벽체 또는 바닥슬래브를 기준으로 하고, 측정값은 직교하는 3 축 방향의 성분들 중 최대값을 기준으로 함.

모든 종류의 건축물에 적용할 수 있는 통합된 평가방법은 원칙적으로 존재할 수 없지만, 진동의 특성(주파수, 크기, 발생 빈도 및 시간 등), 전파되는 매질, 건축물의 구조형식, 구조재료, 시공 방법, 건축물의 노후 정도 등 다각적인 면을 고려하여 기준을 제시했다는 점과 외국의 사례와의 비교를 통한 국제적인 소급성을 유지하고 있다는 점에서 현재의 피해 인정 기준은 적절하다고 판단되며 그 기준은 아래와 같다.

Table 2.1.43은 진동원, 진동경로 및 건축물의 상태에 따라 두개의 그룹으로 구분하고 있다. 대상건축물이 그룹 II에 해당되기 위해서는, 제반 조건이 동 표의 그룹 II 항목에 제시된 4개 조건에 3개 이상 부합될 경우로만 한다.

Table 2.1. 43 진동원, 진동경로 및 건축물의 상태에 따른 구분

구 분	그룹 I	그룹 II
건축물 상태	피해부위를 지니고 있는 오래된 건축물, 보수·보강되거나 증축된 건축물	무손상 건축물 구조적 변경사항 없음
재료와 건축물의 구조	조적조, 콘크리트조, 석조로서 잘 구축되지 않은 건축물, 기초의 부실, 타이보의 부족, 바닥 처짐, 큰 개구부 또는 불규칙 개구부를 갖는 벽체	잘 지어진 조적조 또는 철근콘크리트 건축물, 타이보를 지닌 벽체와 일체로 연결된 강한 바닥슬래브
지반과 기초의 종류	낮은 강성의 지반(느슨한 모래, 매립층), 불연속기초	강성이 큰 토양(단단한 토양) 시공이 양호한 기초
진동의 작용시간	장시간 또는 영구적인 진동	단시간의 진동
가 중 치	0.7	1.0

2.1.4. 소음·진동 피해 배상액 산정 기준 연구

2.1.4.1. 소음·진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준

1. 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준

1997년에 수행한 “소음으로 인한 피해의 인과관계 검토기준 및 피해액 산정방법에 관한 연구”에서 1일 소음 발생량과 소음 발생 시간을 고려, 아래와 같은 가정을 통하여 소음 피해액을 산정하였다.

- ▶ 소음 피해액은 피해량에 선형적으로 비례한다.
- ▶ 소음 피해액 산정은 과거 소음 피해보상의 연장선 상에서 고려한다.

대략적인 피해액 산정 절차를 살펴보면 다음과 같다.

ISO에서는 소음 발생시간에 따른 소음 감지도 증가량을 다음과 같이 나타내었다.

$$\Delta L = \frac{5 \log T}{\log 3} \text{ [dB]}, T \text{의 단위: 일}$$

따라서, 수음자 측면에서 고려할 때, 발생시간이 보정된 소음도 L_a 는 $L_a = L + \Delta L$ 로 표현될 수 있다.

소음 피해 정도를 결정하는 척도는 소음 발생시간이 보정된 소음도(L_a)와 소음규제기준(L_r)의 에너지 차이이며, 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$L_a = 10 \log \left(\frac{I_a}{I_0} \right) \rightarrow I_a = I_0 10^{0.1 L_a} \quad L_r = 10 \log \left(\frac{I_r}{I_0} \right) \rightarrow I_r = I_0 10^{0.1 L_r}$$

$$\frac{\Delta I}{I_0} = 10^{0.1L_a} - 10^{0.1L_r}$$

I_a 와 I_r 은 각각 L_a 와 L_r 에 대응하는 음향 인텐시티이며, I_0 는 기준 음향 인텐시티를 의미한다.

음의 감지도는 소음에너지의 log값에 비례한다는 사실과 대상 소음도(L_a)가 기준 소음도(L_r)일 때, 소음 피해량(D)이 0이라는 가정으로부터, 소음 피해량(D)을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$D \equiv \log\left(\frac{\Delta I}{I_0} + 1\right) = \log(10^{0.1L_a} - 10^{0.1L_r} + 1)$$

소음 피해액(M)은 피해량(D)에 선형적으로 비례한다는 가정으로부터

$$M = aD + b$$

여기서, 계수 a 와 상수 b 는 과거의 소음 피해 보상 판례로부터 구해질 수 있다. 이러한 절차를 통하여 현재 사용되고 있는 배상액 산정기준이 설정되었으며, 그것을 그래프로 나타내면 다음의 그림과 같다. 현재 사용되고 있는 배상액 산정기준은 기준 소음도(수인한도)를 70dB로 하여 구해진 결과이다.

Fig.2.1.4는 현행 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준을 그래프로 나타낸 것이다. 재정경제부에서 발행하는 주요 경제 지표(2007.8)에 따르면 최근 10년간 물가 상승률은 약 3%/년, GDP 성장률은 약 7%/년 정도였다. 1999년부터 2006년까지 소음에 의한 정신적 피해액 산정기준을 살펴본 결과 대체적으로 연간 소비자 물가 상승률(약 3%)이 잘 반영되어 온 것으로 판명되었다. 하지만 현재의 분쟁조정에 대한 서비스 만족도가 약 40%에 불과하다는 점과 명목 GDP 상승률이 연간 7% 정도인 점, 그리고 국가 경제 성장에 따른 삶의 질 향상으로 환경 소음에 대한 인식이 바뀌었다는 점을 감안하였을 때, 현행 배상액 산정 기준을 재고해 볼 필요가 있다.

소음에 의한 수인한도가 앞서 언급하였듯이 이미 강화되었기 때문에 이것만으로도 배상액 산정기준이 개선되었다고 할 수 있다. 따라서 수인한도 초과 소음도에 대하여 현행 배상액 산정 기준표를 유지하는 방안을 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정기준 개선 방안 중 첫 번째 안으로 제안한다.

소음에 의한 배상액 산정 기준표가 1997년에 처음으로 도출되고 물가상승률만을 고려하여 2006년도 배상액 산정 기준표가 작성되었다고 할 때, GDP 성장률에 물가상승요인이 포함되므로 누락된 4%(연간)를 10년간 소급하여 적용(약 50%)하는 방법을 소음에 의한 배상액 산정 기준 개선 방안의 두 번째 안으로 제안한다.

또한, 환경문제에 대한 관심 증대와 쾌적한 환경에의 욕구 증대, 환경 소음에 대한 인식 전환 등에 의한 파급효과를 고려한 증가분으로 연간 3%정도 적용하여 두 번째 안에 추가하는 방법을 소음에 의한 배상액 산정 기준 개선 방안의 세 번째 안으로 제안한다.

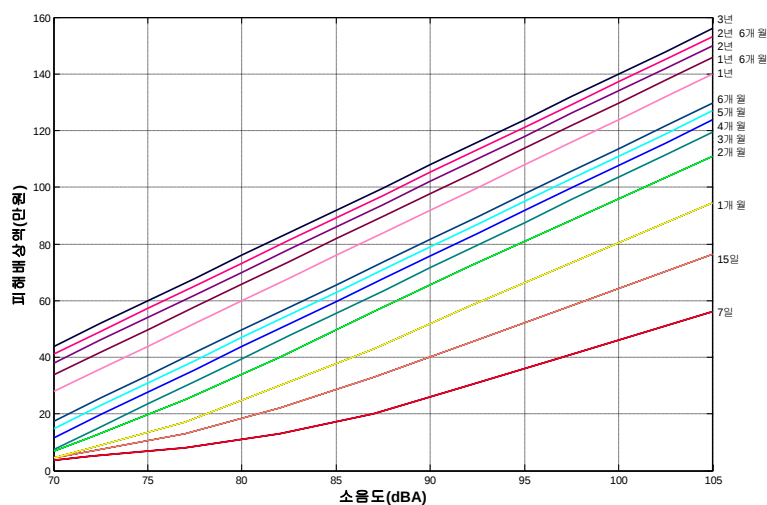


Fig. 2.1. 4 소음도에 따른 배상액 산정기준 그래프(현행)

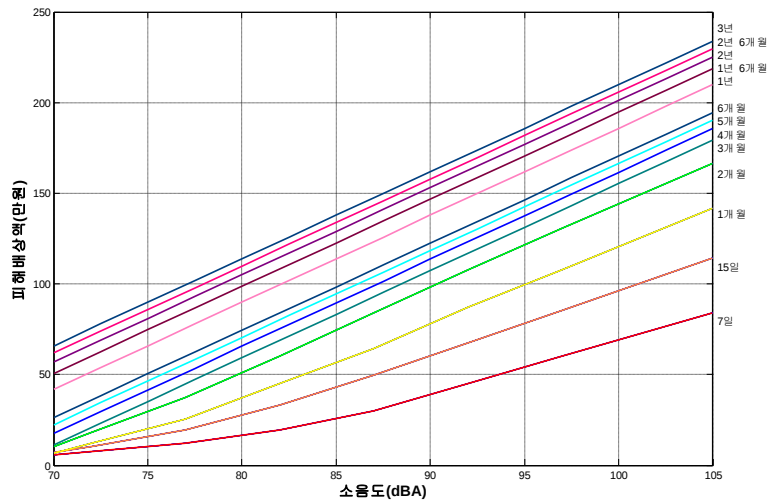


Fig. 2.1.5 소음도에 따른 배상액 산정기준(안) 그래프(두 번째 안)

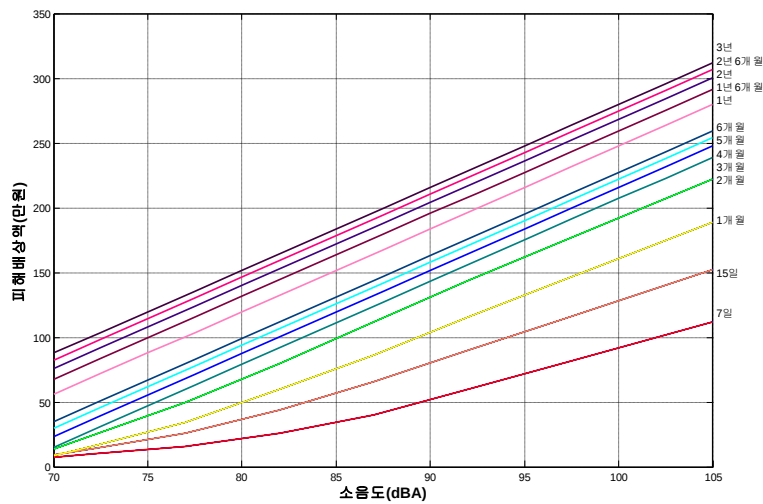


Fig. 2.1.6 소음도에 따른 배상액 산정기준(안) 그래프(세 번째 안)

Table 2.1. 44 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (현행: 첫 번째 안)

단위: 천원

초과소음도(dBA) 피해기간	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25이상
7일 이내	50	80	130	200	300	400
15일 이내	70	130	220	330	450	570
1개월 이내	80	170	300	430	580	720
2개월 이내	120	250	400	560	720	870
3개월 이내	155	300	460	630	780	960
4개월 이내	190	340	510	670	840	1010
5개월 이내	215	375	540	710	870	1040
6개월 이내	240	400	570	740	900	1070
9개월 이내	300	460	630	800	960	1130
1년 이내	340	510	680	840	1010	1180
1년 6개월 이내	400	570	740	900	1070	1240
2년 이내	450	610	780	950	1110	1280
2년 6개월 이내	480	650	810	980	1150	1310
3년 이내	510	680	840	1010	1180	1340

Table 2.1. 45 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안) (두 번째 안)

단위: 천원

초과소음도(dBA) 피해기간	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25이상
7일 이내	75	120	195	300	450	600
15일 이내	105	195	330	495	675	855
1개월 이내	120	255	450	510	870	1080
2개월 이내	180	375	600	840	1080	1305
3개월 이내	233	450	690	945	1170	1440
4개월 이내	285	510	765	1005	1260	1515
5개월 이내	323	563	810	1065	1305	1560
6개월 이내	360	600	855	1110	1350	1605
9개월 이내	450	690	945	1200	1440	1695
1년 이내	510	765	1020	1260	1515	1770
1년 6개월 이내	600	855	1110	1350	1605	1860
2년 이내	675	915	1170	1425	1665	1920
2년 6개월 이내	720	975	1215	1470	1725	1965
3년 이내	765	1020	1260	1515	1770	2010

Table 2.1. 46 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안)(세 번째 안)

단위: 천원

초과소음도(dBA)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25이상
파해기간						
7일 이내	100	160	260	400	600	800
15일 이내	140	260	440	660	900	1140
1개월 이내	160	340	600	680	1160	1440
2개월 이내	240	500	800	1120	1440	1740
3개월 이내	310	600	920	1260	1560	1920
4개월 이내	380	680	1020	1340	1680	2020
5개월 이내	430	750	1080	1420	1740	2080
6개월 이내	480	800	1140	1480	1800	2140
9개월 이내	600	920	1260	1600	1920	2260
1년 이내	680	1020	1360	1680	2020	2360
1년 6개월 이내	800	1140	1480	1800	2140	2480
2년 이내	900	1220	1560	1900	2220	2560
2년 6개월 이내	960	1300	1620	1960	2300	2620
3년 이내	1020	1360	1680	2020	2360	2680

본 연구에서는, 공사장 소음(발파 포함)에 대한 정신적 피해인정 기준을 생활소음 규제 기준법안과 달리 조석의 구분을 하지 않았다. 조석 시간대는 절기에 따라 다르나 대체로 기상시간과 취침시간과 일치하므로 수면이나 휴식에 더 큰 영향을 줄 수 있다. 따라서, 조석 시간대에 공사가 진행된 것이 입증되어 피해인정 기준을 넘을 경우 위원회의 재량에 따라 최대 30% 이내에서 가산할 수 있도록 제안한다. 또한, 조석 시간대의 구분은 상황에 따라 위원회에서 판단하여 결정하도록 한다.

2. 진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준

WHO에서는 소음·진동의 위해성 평가 지시치로 annoyance 및 sleep disturbance를 제안하고 있다. Paulsen et al.(1995)가 수행한 연구의 결과에 따르면 소음과 진동이 복합적으로 발생하였을 때, 이로 인한 annoyance의 분산 정도를 설명하는 설명력의 크기는 소음이 51.3%, 진동이 5.4%를 차지한다. 또한, sleep disturbance에 관해서는 진동의 역할이 소음의 기여도와 거의 대등하다. 진동원에 따라 주관적 반응의 정도는 매우 다르지만 대체적으로 진동에 의한 불쾌감은 소음의 그것 보다는 크지 않은 것으로 드러났다. 따라서, 진동레벨이 정신적 피해에 대한 수인한도를 넘을

경우 소음에 의한 정신적 피해 배상 기준 보다 낮게 책정하여 배상하는 것이 타당할 것이다.

Table 2.1. 47 진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안)(첫 번째 안)

단위: 천원

초과진동도(dBV)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25이상
피해기간						
7일 이내	38	60	98	150	225	300
15일 이내	53	98	165	248	338	428
1개월 이내	60	128	225	255	435	540
2개월 이내	90	188	300	420	540	653
3개월 이내	116	225	345	473	585	720
4개월 이내	143	255	383	503	630	758
5개월 이내	161	281	405	533	653	780
6개월 이내	180	300	428	555	675	803
9개월 이내	225	345	473	600	720	848
1년 이내	255	383	510	630	758	885
1년 6개월 이내	300	428	555	675	803	930
2년 이내	338	458	585	713	833	960
2년 6개월 이내	360	488	608	735	863	983
3년 이내	383	510	630	758	885	1005

Table 2.1. 48 진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안)(두 번째 안)

단위: 천원

초과진동도(dBV)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25이상
피해기간						
7일 이내	50	80	130	200	300	400
15일 이내	70	130	220	330	450	570
1개월 이내	80	170	300	340	580	720
2개월 이내	120	250	400	560	720	870
3개월 이내	155	300	460	630	780	960
4개월 이내	190	340	510	670	840	1,010
5개월 이내	215	375	540	710	870	1,040
6개월 이내	240	400	570	740	900	1,070
9개월 이내	300	460	630	800	960	1,130
1년 이내	340	510	680	840	1,010	1,180
1년 6개월 이내	400	570	740	900	1,070	1,240
2년 이내	450	610	780	950	1,110	1,280
2년 6개월 이내	480	650	810	980	1,150	1,310
3년 이내	510	680	840	1,010	1,180	1,340

진동에 의한 정신적 피해 배상 기준은 소음에 의한 배상액 산정기준표 중 누락된 연간 GDP 상승률 약 4%(연간)를 10년간 소급하여 적용하는 방안(소음 배상액 산정 기준의 두 번째 안)과 이에 추가로 정온한 환경에 대한 인식 전환으로 인한 증가분을 고려하는 방안(소음 배상액 산정 기준의 세 번째 안)에 대한 배상액 산정 기준표를 고려 이의 50% 수준으로 제안하였다.

소음의 경우와 마찬가지로 진동의 경우에도 조석 시간대에 공사가 진행된 것이 입증되어 피해인정 기준을 넘을 경우, 위원회의 재량에 따라 최대 30% 이내에서 가산할 수 있도록 제안한다.

Paulsen et al.(1995)의 실험으로부터 소음과 진동이 동시에 작용할 경우 Annoyance가 증가함을 확인할 수 있었다. 따라서 소음·진동이 복합적으로 발생하고 소음도 또는 진동도 중 하나만 수인한도 이상의 수준이 나타날 경우에는 수인한도를 넘는 피해원인에 의한 배상액을 기준으로 10~50% 정도의 배상액을 가산하고, 소음도와 진동도가 동시에 넘는 경우에는 각각의 피해액 산정 기준을 적용하여 이를 합산하는 방식을 적용하는 것 택하기로 한다. 이에 대한 내용을 각 상황 별로 정리하면 다음과 같다.

- 1) 소음도가 수인한도를 넘고 진동도가 수인한도를 넘지 않는 경우
 - ➔ 소음피해 배상액× (1.1~1.5) (단, 수인한도의 -5dBA, -5dBV 이내인 경우에만 10~50% 배상액 가산 고려)
- 2) 진동도가 수인한도를 넘고 소음도가 수인한도를 넘지 않는 경우
 - ➔ 진동피해 배상액× (1.1~1.5) (단, 수인한도의 -5dBA, -5dBV 이내인 경우에만 10~50% 배상액 가산 고려)
- 3) 소음도, 진동도 모두 수인한도를 넘는 경우
 - ➔ 소음피해 배상액 + 진동피해 배상액

4) 소음도, 진동도 모두 수인한도를 넘지 않는 경우

- 원칙적으로 불인정 하되, 수인한도로부터 -5dBA, -5dBV 이내인 경우에는 전문가 의견을 반영하여 보상 판정 가능

먼지, 악취가 소음·진동과 동시 발생할 경우에도 위의 산정 방법을 따르는 것을 원칙으로 하되, 먼지, 악취가 수인한도를 넘지 않는 경우에는 전문가의 의견을 반영하여 배상액을 10~50% 범위에서 가산할 수 있다.

소음·진동으로 인한 정신적 피해 배상 문제에 있어서 아파트인 경우 높이에 따라 소음·진동도가 크게 차이가 나지는 않지만 차폐물 등으로 인하여 일부가 기준치에 미달되어 배상을 받지 못하는 경우는 주민들의 불화를 초래할 가능성이 있다. 이러한 경우에는 규제 기준이 넘는 위치의 평균 소음·진동도와 넘지 않는 위치의 소음·진동도를 실측 혹은 예측을 통하여 구한 뒤, 정신적 피해 배상 기준 마련 시 사용했던 소음 피해량은 에너지의 로그에 비례한다는 원리를 적용하여 다음과 같은 식을 사용하여 배상을 고려 하도록 한다.

$$(\text{기준치 이상인 세대의 1인당 배상액}) \times \frac{\text{기준치 미만인 지점의 소음·진동도}}{\text{기준치 이상인 지점의 평균 소음·진동도}}$$

단, 피해인정 기준으로부터 -3dBA 이내인 경우에만 해당 됨

2.1.4.2. 실내 소음에 의한 피해 배상액 산정 기준

실내에서 발생하는 소음은 공기전달음(급배수음 포함)과 충격음으로 나눌 수 있다. 앞서 이에 대한 수인한도를 제안한 바 있으며, 실내에서 발생하는 소음은 책임의 소지를 명백히 하기 위하여 부재의 차음성능 평가가 먼저 선행되어야 한다. 따라서 천장이나 벽면 경계벽의 부재가 공기전달음의 경우 기준인 TL 125Hz_30dB, 500Hz_45dB, 2000Hz_55dB (또는 실간음압레벨 차 43dB)를, 충격음의 경우 경량 58dB, 중량 50dB를 만족하지 못하는 경우는 시공자(분양자)에게 그 책임이 있고, (방음공사비용 + 정신적 피해)에 대한 배상을 해야 한다. 그렇지 않은 경우는 윗층 혹은 이웃 세대에서 정신적 피해에 대한 배상을 해야 한다.

앞 절에서 언급한 피해기간과 초과 소음도에 따른 정신적 피해에 대한 배상 기준에 따라 산정할 수 있으며, 방음 공사비용은 해당 업체에 문의하여 적정가를 산정하여 배상한다. 참고로 Table 2.1.49는 특정 업체의 방음 공사 비용을 나타낸다.

Table 2.1. 49 방음 공사 비용 (예)

규 격		3×3×2.4 m (바닥 제외)
자재가	1) 아트보드	445,000 원
	2) 아트론+방염패브릭	475,000 원
	3) 차음시공	152,000 원
	4) 조이너	122,500 원
	5) 인건비(2인 1일 기준)	400,000 원
예상 견적		
아트보드 시공 (차음 별도)		1,009,000 원
아트론25T(차음 별도)		1,485,500 원
아트론50T(차음 별도)		1,820,000 원
차음 시공		620,000 원
1m ² 당 비용 (차음 별도)		30,000~50,000 원
1m ² 당 비용 (차음 포함)		45,000~65,000 원

2.1.4.3. 소음 진동에 의한 가축 및 어류 피해 배상액 산정 기준

중양환경분쟁조정위원회에서는 2001년 “소음에 의한 가축피해 평가방안에 관한 연구”를 토대로 다음과 같은 가축피해 금액 산정식을 사용하고 있다.

Table 2.1. 50 가축 피해액 산정식

현황	예상 피해액 산정식	비고
젖소	유량감소	평균유대(기남유실적 평균치)×유량감소량×(피해기간+후유장애기간)
	성장지연	육성우가격×육성우두수×성장지연율×(피해기간+후유장애기간)/365
	유사산	초유폐기송아지가격×피해두수
	모체도태	(시세 또는 기준가-처분가 또는 처분기준가)×피해두수
	폐사	시세 또는 기준가×폐사두수
한우	유사산	젖떼기가격×피해두수
	번식효율저하	젖떼기가격×가임성우두수×번식효율저하율×(피해기간+후유장애기간)/365
	성장지연	육성우가격×육성우두수×성장지연율×(피해기간+후유장애기간)/365
	폐사	기준가격×폐사두수
돼지	유사산	유사산두수×자돈가
	자돈압사·폐사	압사·폐사두수×자돈가
	산자수감소	산자수감소분×자돈가
	번식효율저하	모돈수×10두×번식효율감소율×자돈가×(피해기간+후유장애기간)/365
	성장지연	모돈수×10두×성장지연율×육성돈가×(피해기간+후유장애기간)/365
	모돈폐사	폐사두수×모돈가
닭	산란율저하	정상산란수×산란저하율×(중)난가×(피해기간+후유장애기간)/365
	이상란율증가	정상산란수×이상란율증가율×(중)난가×(피해기간+후유장애기간)/365
	수정란율저하	정상산란수×수정율저하율×종란가×(피해기간+후유장애기간)/365
	폐사	폐사두수×중추가(중계, 육계)
개	성장지연	사육두수×성장지연율×중추가(중계, 육계)×(피해기간+후유장애기간)/365
	유사산	유사산두수×자견가
	자견폐사	자견폐사두수×자견가
	번식효율저하	모견수×번식저하율×평균산자수×자견가×(피해기간+후유장애기간)/365
	성장지연	사육두수×성장지연율×자견가×(피해기간+후유장애기간)/365
사슴	산자수감소	모견수×평균산자수×산자감소율×자견가×(피해기간+후유장애기간)/365
	유사산	유사산두수×자루가
	수태율저하	모록수×수태저하율×자루가×(피해기간+후유장애기간)/365

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



	성장지연	육성률수×성장지연율×육성률가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	녹용생산성저하	육성률수×녹용생산성저하율×육성률가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	폐사	폐사두수×시가 또는 기준가	
곰	유사산	유사산수×자돈가	
	수태율저하	모용수×수태율저하율×자웅가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	성장지연	육성용수×성장지연율×육성용가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	폐사	폐사두수×시가	
염소	산자수감소	모용수×산자수감소율×자웅가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	쌍자율감소	암염소수×1.5(평균산자수)×쌍자율감소율×어린염소가격×(피해기간+후유장애기간)/365	
	수태율저하	암염소수×1.5(평균산자수)×쌍자율감소율×어린염소가격×(피해기간+후유장애기간)/365	
	성장지연	육성염소수×성장지연율×육성염소가×(피해기간+후유장애기간)/365	
	폐사	폐사두수×시가	

소음 진동에 의한 가축 피해는 앞서 언급하였듯이 통상적으로 소음도 60dBA, 진동도 0.02cm/s를 피해 기준치로 보되 그 이하의 소음도, 진동도에서도 피해가 발생을 인정해야 한다. 현재 중앙환경분쟁조정위원회에서 사용하는 가축피해액 산정식을 검토해 본 결과 지극히 합당한 수준이라 판단된다. 하지만 한가지 간과한 것은 정량적인 피해에 대한 것만을 언급하고 정성적인 피해에 대한 고려는 전혀 이루어지고 있지 않다. 가축피해 산정식에서 언급한 피해에 해당하는 증상이 나타나지 않고 가축들이 심한 스트레스로 인하여 생리적인 변화와 이로 인한 상품성의 하락으로 인한 피해를 유발할 경우 전혀 피해인정이 되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 가축 피해액 산정시 상품 가치의 하락을 다음과 같이 고려하는 것을 제안하고자 한다.

- 가축이 생산하는 상품 (닭(계란), 젓소, 염소 등)

(소음 진동 발생 전 후의 등급 차이에 따른 차액) × (등급이 회복되는 기간 동안의 총 생산량)

- 가축의 육질 (닭, 한두, 돼지 등)

(소음 진동 발생 전 후의 육질 등급 차이에 따른 단위 무게 당 차액) × (두수 당 생산량) × (두수)

– 가축 피해로 인하여 수반되는 정신적 피해

여러 가지 상황을 미루어 위원회에서 판단하되 보상 시 가축 피해 배상액의 10~50% 수준에서 보상 가능

정립되지 않은 것(타조, 토끼, 오리 등)에 대한 배상액 산정은 난생동물(타조, 오리)의 경우 닭의 배상액 산정기준을 태생동물(토끼)의 경우 개의 배상액 산정기준에 준하여 산정한다.

본 연구에서는 양식장에서 발생하는 어류피해에 대하여 다음과 같은 방법으로 배상액을 산정할 것을 제안한다. 아래의 배상액 산정방법은 가축의 경우와 마찬가지로 정량적 피해뿐만 아니라 정성적 피해를 포함하고 있으며, 어류 피해로 인하여 수반되는 정신적 피해에 대해서는 아래의 식에 의해 산정된 배상액에서 추가로 10~50% 정도를 가산하여 배상할 수 있다.

Table 2.1. 51 어류 피해액 산정식

산란율 저하	정상산란수×산란저하율×(중)난가×(피해기간+후유장애기간)/365
수정율 저하	정상산란수×수정저하율×(중)난가×(피해기간+후유장애기간)/365
이상란율 증가	정산산란수×이상란증가율×(중)난가×(피해기간+후유장애기간)/365
폐사	폐사어두수×어두가
정성적 피해(알)	(소음·진동 발생 전 후의 등급 차이에 따른 차액)×(등급이 회복되는 기간 동안의 총 생산량)
정성적 피해 (어류 등급 저하)	(소음·진동 발생 전 후의 육질 등급 차이에 따른 어두수 당 차액)×(어두수)

2.1.4.5. 진동에 의한 건축물 배상액 산정 기준

진동에 의한 건축물 배상액은 보수 및 보강 공사 비용이나 그 정도가 심각할 경우에는 철거 및 신축 비용이 될 수 밖에 없다. 2002년에 수행된 “진동으로 인한 건축물 피해 평가방안에 관한 연구”에서 비교적 합리적인 방안을 제안하고 있으므로, 본 연구에서는 진동에 의한 건축물 배상액 산정 기준을 현재 적용하고 있는 방안으로 유지하는 것을 제안한다.

1. 보수·보강의 경우

① 보수·보강 공사비가 정해지는 경우

$$\text{피해배상액} = \text{보수·보강공사비} \times \text{진동기여도}$$

당사자간 합의 또는 견적 등을 통하여 보수·보강공사비가 확정되거나 보수·보강공사가 이미 시행된 경우에 있어서의 배상액 산정방법이나, 대상건물주가 임의로 공사를 시행하였을 경우에는 공사비에 대한 검증이 요구될 수도 있다.

한편, 결함 발생정도가 심하여 안전성 및 사용성이 의문시되는 상황에서는 전문기관에 진단을 의뢰하여 건축물의 상태에 대한 정확한 평가와 함께 적정 보수·보강방안을 제시받고, 이에 따른 공사비를 산출하는 방안이 강구될 수도 있다. 이 때 안전진단 비용 등 추가경비는 진동피해를 유발한 측에서 부담하는 것을 원칙으로 하되, 피해자가 임의로 안전진단을 실시한다거나 안전진단 과정을 통하여도 피해사실이 전혀 인정되지 않을 경우에는 예외로 한다.

② 신축비용을 기준으로 배상액을 산정할 경우

배상액의 산정에 있어서는, 상기 ①안의 채택이 바람직하나, 합의를 이루지 못하거나 안전진단 실시에 따른 비용 및 기간 등이 문제시 될 때에는 신축비용에

손상정도와 진동 기여도를 곱하여 다음과 같이 피해 배상액을 산정하는 방안도 강구될 수 있다.

$$\text{피해배상액} = \text{단위면적당 건축가} \times \text{연면적} \times \text{손상정도} \times \text{진동기여도}$$

여기서 “단위면적당 건축가×연면적”은 신축비용을 의미하며, 건물신축단가표(한국감정원)를 참조하여 산출하도록 한다.

또한, 손상정도는 건축물에 발생되어 있는 결함을 종합적으로 판단한 후, Table 2.1.52를 기준으로 관계 전문가의 의견을 참조하여 확정하기로 한다.

한편, 피해부위가 한정된 경우에는 해당부위에 대해서만 손상정도 및 신축단가를 국한시켜 적용할 수 있으며, 손상 정도에 따라 산정된 보수·보강비는 대상건축물의 잔존가를 초과할 수 없는 것을 원칙으로 한다.

Table 2.1. 52 건축물의 손상정도

단계	조 치 내 용	손상정도(%)
1	건축물 전반에 걸친 보강	40~60
2	일부 부위에 대한 보강	20~40
3	건축물 전반에 걸친 보수	10~20
4	일부 부위에 대한 보수	5~10
5	단순 보수	5 이하

* 노후화 정도, 주요부재의 기울기, 균열 폭 등 결함 발생정도 및 범위를 감안하여 각 단계를 정함.
 예: 철근콘크리트 구조체에 발생된 균열의 폭을 기준으로 할 경우
 1 단계: 1.0mm 이상 2 단계: 0.5 ~ 1.0mm 3 단계: 0.3 ~ 0.5mm
 4 단계: 0.2 ~ 0.3mm 5 단계: 0.2mm 이하

2. 재사용이 어려운 경우

보수·보강을 통한 재사용이 어려워 건축물을 철거한다는 것은 그 잔존가치가 소멸된다는 것을 의미하므로, 피해를 받기 이전 시점을 기준으로 감가 등을 고려한 대상건축물의 잔존가액과 진동 기여도를 곱한 금액에 기타 추가비용을 합산하여 피해 배상액을 산정하도록 한다.

① 감정 등을 통하여 건축물의 잔존가가 확정되는 경우

$$\text{피해배상액} = \text{감정가} \times \text{진동기여도} + \text{철거비 등}$$

감정기관을 통하여 건축물의 잔존가를 평가할 수 있으며, 이 때 감정비용은 피해를 유발한 측에서 부담하는 것을 원칙으로 한다.

여기서 철거비는 단위면적당 철거단가와 연면적을 곱하여 구하며, 기타 이주비 등과 관련한 비용이 배상액에 추가될 수 있다.

② 신축비용을 기준으로 잔존가를 산정할 경우

상기 ①안의 채택이 어려울 경우에는 신축공사비에 피해정도와 진동 기여도를 곱하여 다음과 같이 피해 배상액을 산정하는 방안도 강구될 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{피해배상액} &= \text{단위면적당 건축가} \times \text{연면적} \times (1 - \text{노후도에 따른 감가율}) \times \text{진동기여도} \\ &+ \text{철거비 등} \end{aligned}$$

여기서 “단위면적당 건축가×연면적×(1-노후도에 따른 감가율)”은 경과 년수에 따른 감가상각을 고려한 건축물의 잔존가를 의미하며, 노후도에 따른 감가율은 건축물의 내용 년 수(한국감정원, 부록 참조)와 건축 후 경과 년 수의 비율을 감안하여 채택한다.

2.1.5. 과업 수행 시 고려 사항

본 절에서는 환경분쟁조정위원회 측에서 요청한 과업 수행 시 고려해야 하는 사항에 대하여 언급하도록 하겠다.

1. 공사장의 발파소음, 진동의 순간 최고 또는 평균치 적용여부

본 연구에서는 환경분쟁조정위원회에서 정립되지 않은 공사장의 발파소음에 대하여 소음·진동규제법 및 환경평가의 협의 기준, 소음·진동공정시험방법 등의 자료를 활용하여 공사장의 발파소음의 평가 지수를 발파횟수 보정량이 고려된 최대소음도 ($L_{Amax} + 10\log N$)를 평가지수로 선정하였다. 또한, 발파소음에 대한 수인한도를 주간 및 야간으로 구분하여 주간(06~22)에는 75dBA(09년 이후), 야간(22~06)에는 65dBA로 제안하였다.

2. 저주파, 고주파 소음·진동의 피해 기준 검토

소음·진동으로 인한 피해 평가를 위한 지수들은 사람의 청감을 고려한 A-특성 보정한 지수 및 주파수 대역별 진동 감응 특성을 고려한 수직진동 보정 진동레벨을 사용하고 있다. 따라서 저주파 및 고주파 소음·진동에 대한 평가가 충분히 이루어지고 있다고 할 수 있다.

참고로, 최근에는 대부분의 일반적인 상황에서 사용하는 A-특성 청감보정에 대한 논란이 일고 있는 것은 사실이다. 특히, 저주파 성분이 지배적인 소음에 대해서는 A-특성 청감보정 회로를 사용 시 과도한 감쇠를 유발한다고 하여 C-특성 청감보정을 사용해야 한다는 주장이 있으나 이에 대한 충분한 기초연구가 이루어지기 전까지는 그것을 사용하기에 무리가 있다. 또한, 저주파 소음은 고주파에 비해 상대적으로 멀리 전파하며 차폐가 잘 되지 않은 음향학적 특성을 가지고 있어 이에 대한 위해성이 최근에 대두 되고 있다. 아직까지 이에 대한

연구는 기초적인 수준에 머물러 있는 현실이고 환경부에서도 저주파 소음에 대한 기준 마련을 위하여 기초 연구 과제를 진행할 계획에 있는 것으로 알려지고 있다.

3. 분쟁 신청인들이 가장 짜증스럽게 느끼고 있는 골조 공사 시 순간소음에 대한 피해 인정기준 조정

공사 소음에 대한 분쟁 신청은 대부분이 해당 공정이 진행되고 난 후에 이루어진다. 현재 중장비 가동 시 이론적인 소음 강도에 대한 데이터는 많은 연구를 통하여 알려진바 있다. 보통은 작업일지를 통하여 가동된 장비 종류, 대수 등을 예측식에 입력하여 공사 소음에 대한 예측을 수행한다. 골조공사의 경우 항타 작업이나 크레인 등 중장비 가동 시 발생하는 소음도에 비하여 그 소음도가 현저히 낮으며 비록 골조공사의 망치소리, 레미콘 떨어지는 소리 등이 고주파 성분으로 귀에 거슬리는 경향이 없지 않지만 평가 소음 지수 자체에서 청감 보정이 이루어지고 있고, 전체 공정을 고려할 때 그 부분은 미미한 수준이므로 실측이 아닌 예측으로는 그것을 평가할 수 있는 방안이 없다.

4. 현장 여건(배경 소음)에 따라 정신적 피해 기준을 달리 적용하는 방안

소음·진동공정시험방법은 배경소음과 대상소음의 차이에 따라 암소음 보정하여 평가 소음지수의 레벨을 결정해야 한다. 따라서 현재에도 이러한 사항은 충분히 고려되고 있다.

5. 근무 특성상 야간에 근무하고 주간에 수면을 취하는 경우에 피해액 산정 방안

본 연구에서는 소음·진동을 주간 및 야간을 구분하여 그 피해 인정기준을 새롭게 설정하였다. 정책적인 사안은 개개인의 맞춤형 정책이 아니라 대중들이나 사회에

공통적으로 적용되는 것이다. 따라서 야간에 근무하고 주간에 수면의 취한다 할지라도 주간에 야간의 피해인정 기준을, 야간에 주간의 피해인정 기준을 적용하는 것은 무리가 있다. 또한, 주간과 야간을 구분하여 피해인정 기준을 야간에 강화하는 것은 주간과 야간에 소음 전파 경로, 배경소음 등이 달라 야간에 소음이 더 크게 들리는 현상을 감안한 것이다. 따라서, 개개인의 상황을 일일이 다 고려하여 평가하는 것은 바람직하지 않다.

6. 야간, 새벽 공사 시 소음·진동 규제기준을 강화하는 방안

중양분쟁조정위원회의 공사 소음 피해 인정 기준은 주·야간 구분 없이 70dBA로 규정하고 있으며, 공사 진동의 경우 연속진동에 한해서만 주간 73dBV, 야간 67dBV로 야간에 벌칙을 부과하여 평가하고 있다. 본 연구에서는 공사 소음 및 진동에 대하여 소음·진동규제기준법, 환경정책기본법 등에 준하여 전체적으로 피해인정 기준을 강화하였으며, 모든 경우에 대하여 야간이나 새벽에 벌칙을 부과하여 평가하도록 제안하였다.

7. 층별, 라인별 소음도가 달라 어느 층은 배상 받으나 어느 층은 배상 받지 못함에 따른 주민들의 불화를 야기하는 경우

소음·진동으로 인한 정신적 피해 배상 문제에 있어서 아파트인 경우 높이에 따라 소음·진동도가 크게 차이가 나지는 않지만 차폐물 등으로 인하여 일부가 기준치에 미달되어 배상을 받지 못하는 경우는 주민들의 불화를 초래할 가능성이 있다. 이러한 경우에는 규제 기준이 넘는 위치의 평균 소음·진동도와 넘지 않는 위치의 소음·진동도를 실측 혹은 예측을 통하여 구한 뒤, 정신적 피해 배상 기준 마련 시 사용했던 소음 피해량은 에너지의 로그에 비례한다는 원리를 적용하여 다음과 같은 식을 사용하여 전 세대에 걸쳐서 배상이 되도록 한다.

$$(\text{기준치 이상인 세대의 1인당 배상액}) \times \frac{\text{기준치 미만인 지점의 소음·진동도}}{\text{기준치 이상인 지점의 평균 소음·진동도}}$$

단, 피해인정 기준치로부터 -3dBA 이내인 경우에만 적용

8. 방음벽 높이, 재질에 따라 어느 정도의 소음 감쇠 효과를 인정할 것인지 기준 제시

방음벽에 의한 감쇠효과는 방음벽의 높이, 재질 뿐만 아니라 방음벽의 형상, 소음 강도, 소음과 방음벽 간의 거리, 방음벽에서 수음자 사이의 거리에 따라 매우 다르다. 일반적으로 방음벽이 있을 때와 없을 때의 레벨 차이를 삽입손실(Insertion Loss)라고 하는데, 이는 실제 방음벽에 의한 방음효과를 나타내는 지수로 수음자의 상대적인 위치에 따라 동일한 소음도와 방음벽이라 할지라도 매우 다르다. 따라서 본 연구에서는 케이스 연구를 해 보았다.

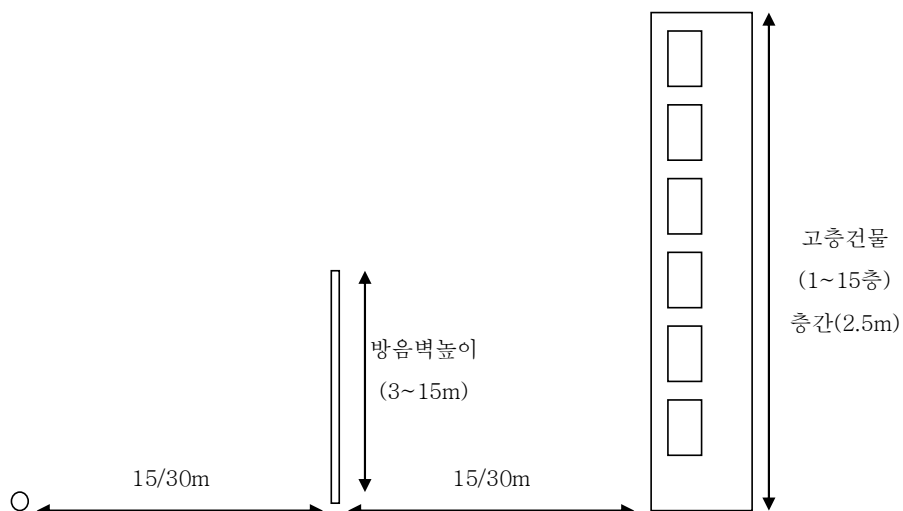


Fig. 2.1. 7 방음벽, 수음점, 소음원의 상대적 위치

첫번째, 소음원의 파워레벨이 85dB, 소음원과 건물에서 방음벽까지의 거리가 15m 일 때, 방음벽 높이에 따른 감쇠 정도

두번째, 소음원의 파워레벨이 85dB, 소음원과 건물에서 방음벽까지의 거리가 15m 일 때, 방음벽 높이에 따른 감쇠 정도

위의 두 가지 경우에 대하여 감쇠 정도를 소음예측 프로그램인 Cadna-A를 이용하여 아래의 표를 작성하였다. 표에서 고층 건물의 층간 높이는 2.5m로 가정하였으며 아래의 표는 하나의 예로써 작성된 것으로 일반적으로 적용될 수 있는 감쇠 정도를 나타내는 것은 아니다.

Table 2.1. 53 소음원, 건물로부터 방음벽까지의 거리가 15m인 경우 방음벽 높이에 따른 감쇠량

감쇠량 dB		방음벽높이(m)												
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
건물 높이 (층)	1	11.4	11.4	11.3	11.2	11	10.8	10.6	10.3	9.9	9.4	8.8	8	6.8
	2	11.3	11.2	11.1	10.9	10.7	10.5	10.2	9.8	9.2	8.5	7.6	6.9	5.6
	3	11.1	11	10.8	10.6	10.3	10	9.6	9	8.2	7.3	7.1	5	2.6
	4	10.9	10.7	10.5	10.2	9.8	9.4	8.8	8	7	6.6	5	2.7	2.1
	5	10.6	10.3	10	9.6	9.1	8.5	7.6	6.6	6	4	2.7	2	1.6
	6	10.1	9.7	9.3	8.8	8.1	7.2	6.5	5.4	2.9	2.6	2	1.5	1.3
	7	9.5	9	8.4	7.7	6.8	6.7	5.1	2.8	2.6	2	1.5	1.3	1.2
	8	8.6	8	7.2	6.3	6.1	4.9	2.7	2.4	1.9	1.5	1.2	1.2	1.2
	9	7.6	6.9	6.4	5.6	4	2.8	2.4	1.9	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2
	10	6.4	6.5	5.2	3.2	2.7	2.3	1.8	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
	11	6	5	2.8	2.7	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	12	4.9	2.9	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	13	2.9	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	14	2.6	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	15	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1

Table 2.1. 54 소음원, 건물로부터 방음벽까지의 거리가 30m인 경우 방음벽 높이에 따른 감쇠량

감쇠량 dB		방음벽높이(m)												
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
건물 높이 (층)	1	12.6	12.5	12.4	12.2	12	11.8	11.6	11.3	11	10.6	10.1	9.6	9.1
	2	12.4	12.2	12	11.7	11.4	11.1	10.6	10.1	9.5	8.9	8.1	8.1	7.3
	3	12.2	12	11.7	11.4	11	10.5	10	9.4	8.7	7.9	7.7	6.7	5.4
	4	12	11.7	11.4	11	10.5	10	9.4	8.6	7.8	7.6	6.5	5.2	3.5
	5	11.6	11.3	10.9	10.4	9.8	9.2	8.5	7.6	7.4	6.3	5.2	3.2	3
	6	11.2	10.8	10.3	9.7	9.1	8.3	7.4	7.2	6	5.2	3.3	3	2.3
	7	10.6	10.1	9.5	8.8	8.1	7.9	6.9	5.7	4.9	3.2	2.9	2.3	1.8
	8	9.9	9.3	8.6	7.8	7.7	6.6	5.4	3.9	3.2	2.8	2.2	1.8	1.6
	9	9.1	8.4	7.5	7.4	6.3	5.3	3.3	3.2	2.7	2.2	1.8	1.6	1.4
	10	8	7.2	7	6	5.2	3.2	3	2.5	2	1.7	1.4	1.3	1.3
	11	7.8	6.8	5.7	5.1	3.2	3	2.3	2	1.7	1.4	1.3	1.3	1.3
	12	6.6	5.5	4.6	3.3	3	2.4	2	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	13	5.2	3.9	3.2	2.9	2.3	1.8	1.7	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	14	3.4	3.2	2.9	2.3	1.8	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	15	3.1	2.7	2.2	1.8	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

9. 진동의 경우 현행 피해인정 기준이 너무 높게 설정되어 있어 정신적 피해가 인정되는 예가 전무한 실정이므로 현실에 맞게 조정 필요

본 연구에서 제안한 진동 피해인정 기준은 소음·진동규제법의 규제기준으로 제안되었다. 이는 현행 환경분쟁조정위원회의 진동 피해 인정 기준인 연속진동

주간 73dBV, 야간 68dBV, 충격진동 86dBV에서 현실적인 측면을 고려하여 강화한 피해인정 기준이라 판단된다.

10. 발파진동은 인정기준이 있으나 발파소음은 인정기준이 없음

발파소음에 대한 인정기준이 없었으나, 본 연구에서 주간 및 야간에 대한 피해 인정 기준을 마련하였다. 자세한 사항은 1번 고려사항을 참조하기 바란다.

11. 건축물 구조, 노후도에 따라 다르나 보통 진동 속도 0.2~2cm/sec로 인정하고 있는 건물피해 기준을 강화하거나 진동도(dBV)로도 손쉽게 배상가능 여부 검토

2002년에 수행된 “진동으로 인한 건축물 피해 평가방안에 관한 연구”에서는 국외기준들을 검토하여 건축물의 동적 특성에 따른 분류와 지반, 건축물의 상태 및 구조뿐만 아니라 작용 진동의 주파수 대역에 따라 피해인정 기준을 설정하였다. 또한, 진동 특성(주파수, 크기, 발생 빈도 및 시간 등), 건축물의 구조형식, 구조재료, 시공 방법, 건축물의 노후 정도 등을 고려하여 가중치를 부여하는 평가법을 제시하였다. 이는 현재 중앙환경분쟁조정위원회의 진동으로 인한 건축물의 피해 정도를 평가 방법으로 사용되고 있으며, 본 연구에서는 현행 환경분쟁조정위원회의 진동으로 인한 건축물 피해 평가방안을 검토해 본 결과 매우 복잡한 평가 방법을 비교적 합리적이고 간단하게 정리하고 있다고 판단하여 기존의 방안을 유지하는 것으로 제안하였다. 현행 배상액 산정 방법 또한 보수·보강 공사, 신축 공사 등에 비용 산출을 건물의 손상 정도에 따라 손쉽게 계산하는 방법에 대하여 비교적 구체적으로 제시하고 있으므로 본 연구에서는 그 타당성을 인정하여 환경분쟁조정위원회의 현행 진동으로 인한 건축물 피해인정 기준 및 배상액 산출방법을 유지하도록 제안하였다.

12. 건설공사장으로부터의 피해가 인정된 경우 그 배상주체(시행사,

시공사 등)에 대한 범위 설정

배상 책임에 대한 문제는 사안에 따라 달리 평가하여야 하나, 대체적으로 시행자는 환경기준에 맞게 공사를 진행하도록 시공자에 요구하고 있으므로 시공자에게 상당한 책임이 있다고 할 수 있다. 따라서 배상은 시공자가 책임을 지도록 하되 특별한 경우(부도 등의 이유로 시공자가 현존하지 않는 경우 등)에는 시행사가 책임을 지도록 제안한다.

13. 젓소, 한우, 돼지, 닭, 개, 사슴, 곰, 염소 등 가축피해는 소음(60dBV)이상인 경우로서 진동(특히 발파진동)이 복합적으로 발생하는 경우 가중치 적용 여부

본 연구에서는 사람에 대한 정신적 피해배상에 대하여 소음과 진동의 복합 노출 피해 평가 방안을 수립하였고, 복합 노출시에는 수인한도에 못 미치더라도 기준치로부터 -5dBA, -5dBV 이내인 경우에 대하여 10~50% 가산하여 배상할 것을 제안하고 있다. 비록 가축에 대해서는 정신적 피해가 아닌 확실한 피해 증상에 대한 실질적 피해에 대하여 배상을 하고 있다 할지라도, 소음·진동에 복합적으로 노출되었을 때 이러한 사항을 고려하여 평가해야 된다고 판단된다. 따라서, 현행 가축이나 어류에 대한 피해인정 제시기준인 소음 60dBA, 진동 0.2 mm/sec (57dBV)에 못 미친다 하더라도, 소음과 진동이 복합적으로 발생하고 소음이나 진동 어느 한쪽이 피해인정 기준으로부터 -5dB 이내에 있는 경우는 실질적 피해상황을 고려하여 배상할 것을 제안 한다.

2.1.6. 결 론

본 연구에서는 공사장(발파포함), 실내, 교통 소음·진동에 대하여 피해대상별(사람, 가축, 어류, 건물 등) 현행 피해인정기준(수인한도)을 검토 및 타당성 여부를 확인하였으며, 현행 규제기준 법안 및 기타 연구자료 등과 현실적인 측면을 고려하여 보다 합리적이고 현실적인 피해인정기준의 개선(안)을 제시하였다. 또한, 정립되지 않은 사항에 대하여 이를 고려할 수 있도록 새로운 평가 방안 및 피해인정기준(안)을 제안하였다.

현재, 환경분쟁조정위원회의 분쟁 조정 서비스에 대한 불만족도가 매우 높고, 특히, 결정된 배상액이 조정 서비스의 불만족 정도에 미치는 영향이 크다는 사실을 고려해 볼 때, 환경분쟁조정위원회의 현행 배상액 산정 기준의 조정은 불가피하다. 본 연구에서는 소비자물가 상승률, 국가 경제 성장률, 환경 소음·진동에 대한 주민들의 인식전환 등 현실적이고 다각적인 측면을 고려하여 소음·진동으로 인한 피해 배상액 산정 기준(안)을 제안하였다.

본 연구에서 제안된 피해인정기준(안) 및 배상액 산정기준(안)을 요약하면 다음과 같다.

1. 소음·진동에 의한 정신적 피해 인정기준(안)

● 공사장 소음

- 1) 현행: L_{Aeq} 70 dBA
- 2) 개선: L_{Aeq} 65 dBA(주간: 06~22), L_{Aeq} 55 dBA(야간: 22~06)
단, 2008년 12월 31일 이전은 주간의 경우 L_{Aeq} 70 dBA 적용

● 발파 소음

- 1) 현행: 없음
- 2) 개선(신설): L_{Amax} 75 dBA(주간: 06~22), L_{Amax} 65 dBA(야간: 22~06)
단, 2008년 12월 31일 이전은 주간의 경우 L_{Amax} 80 dBA 적용

● 공동주택 소음(공기전달음)

- 1) 현행
 - 부재성능: 실간음압레벨차 43dB
 - 소음: $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 40 dBA(야간: 22~06)
단, 급배수 음인 경우 $L_{Aeq,5min}$ 55 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(야간: 22~06)
- 2) 개선
 - 부재성능: TL 30dB(125Hz), 45dB(500Hz), 55dB(2000Hz) 또는 실간음압레벨차 43dB 미만
 - 소음: $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 40 dBA(야간: 22~06)
단, 급배수 음인 경우 $L_{Aeq,5min}$ 55 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(야간: 22~06)

● 공동주택 소음(바닥/경계벽 충격음)

- 1) 현행
 - 부재성능: 58dB(경량), 50dB(중량)
 - 소음: $L_{Aeq,5min}$ 55 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(야간: 22~06)
- 2) 개선
 - 부재성능: 현행유지
 - 소음: $L_{Aeq,5min}$ 45 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,5min}$ 40 dBA(야간: 22~06)

● 항공기 소음

- 1) 현행: 없음
- 2) 개선: WECPNL 75dBA

● 철도 소음

- 1) 현행: 야간 등가소음도 65dBA

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2) 개선: $L_{Aeq,1h}$ 70 dBA(주간: 06~22), $L_{Aeq,1h}$ 60 dBA(야간: 22~06)

단, 2009년 12월 31일 이전은 야간 65dBA 적용

● 도로 소음

1) 현행: 야간 등가소음도 65 dBA

2) 개선: 등가소음도 65 dBA

● 생활(공사장) 진동

1) 현행

– 연속진동: 73 dBV(주간: 06~22), 67 dBV(야간: 22~06)

– 충격진동: 86 dBV(주야간 구분 없음)

2) 개선: 65 dBV(주간: 06~22), 60 dBV(야간: 22~06)

● 발파 진동

1) 현행

– 연속진동: 73 dBV(주간: 06~22), 67 dBV(야간: 22~06)

– 충격진동: 86 dBV(주야간 구분 없음)

2) 개선: 75 dBV(주간: 06~22), 60 dBV(야간: 22~06)

● 철도 진동

1) 현행

– 연속진동: 73 dBV(주간: 06~22), 67 dBV(야간: 22~06)

– 충격진동: 86 dBV(주야간 구분 없음)

2) 개선: 65 dBV(주간: 06~22), 60 dBV(야간: 22~06)

● 도로 진동

1) 현행

– 연속진동: 73 dBV(주간: 06~22), 67 dBV(야간: 22~06)

– 충격진동: 86 dBV(주야간 구분 없음)

2) 개선: 65 dBV(주간: 06~22), 60 dBV(야간: 22~06)

2. 소음·진동에 의한 가축 및 어류 피해 인정기준(안)

● 가축

1) 현행

- 소음: 60dBA
- 진동: 없음

2) 개선

- 소음: 60dBA(현행 기준 유지)
- 진동: 57dBV(0.02 cm/sec)

● 어류

기초 연구 필요

3. 진동에 의한 건물 피해 인정기준

중앙환경분쟁조정위원회에서 적용하고 있는 진동에 의한 건물피해 인정기준은 ‘진동으로 인한 건축물 피해 평가에 관한 연구’(2002)의 결과를 반영한 것이다. 본 연구에서 검토해 본 결과, 건축물의 동적 특성에 따른 분류와 지반, 건축물의 상태 및 구조, 작용 진동의 주파수 대역 등에 따른 피해인정 기준을 비교적 상세하게 구분하고 있을 뿐만 아니라 외국의 기준과 비교해 보았을 때 그 소급성을 유지하고 있으므로 타당한 수준이라고 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 진동에 의한 건물 피해 인정기준으로 중앙환경분쟁조정위원회의 현행 기준 그대로 유지하는 것을 제안하였다.

4. 소음·진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준(안)

현행 소음에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준은 대략적인 물가상승률이 반영된 것임에도 불구하고 분쟁 조정 서비스에 대한 불만족 비율이 매우 높다. 따라서 본 연구에서는 피해인정기준(수인한도)강화에 따른 효과, 국가 경제 성장율(GDP 상승률) 및 정온한 환경에 대한 인식 전환으로 인한 증가분 등을 고려하여 3가지 안을 제안하였다. 또한 진동에 대해서는 최근 연구결과 등을 반영하여 소음의 50% 수준으로 새롭게 제안하였다. 이에 대한 상세한 내용은 본문에서 표로 제시하였고, 기타 실제 분쟁 시 발생할 수 있는 여러 가지 사안들을 평가 및 배상할 수 있는 방안을 제안하였다.

5. 실내 소음에 의한 피해 배상액 산정 기준(안)

실내 소음의 경우 상황에 따라 배상주체가 시공자이거나 이웃주민일 수 있다. 따라서 이러한 부분에 대한 명확한 배상 판결을 유도하기 위하여 본 연구에서는 실내에서 발생하는 소음에 의한 피해 배상액 산정 기준을 다음과 같이 제안하였다.

- **부재의 방음성능 평가가 기준을 만족하지 않는 경우**

배상 주체: 시공자(분양자)

배상액: 방음 공사비용 + 소음으로 인한 정신적 피해 배상액

- **부재의 방음성능 평가가 기준을 만족하는 경우**

배상 주체: 이웃 주민

배상액: 소음으로 인한 정신적 피해 배상액

6. 가축 및 어류 피해 배상액 산정 기준(안)

현행 가축에 대한 피해 배상액 산정은 실제 피해 발생에 따라 정량적인 수준에서 수행되고 있다. 본 연구에서는 기존의 정량적인 피해에 대한 산정 기준에 더하여 정성적인 피해에 따른 배상액 산정 기준(안)을 제안하였으며, 어류에 대해서도 가축의 경우에 준하여 새로운 배상액 산정 기준(안)을 제안하였다.

● **가축이 생산하는 상품 (닭(계란), 젖소, 염소 등)**

(소음·진동 발생 전·후의 등급 차이에 따른 차액)×(등급이 회복되는 기간 동안의 총 생산량)

● **가축의 육질 (닭, 한두, 돼지 등)**

(소음·진동 발생 전·후의 육질 등급 차이에 따른 단위 무게 당 차액)×(두수 당 생산량)×(두수)

● **가축 피해로 인하여 수반되는 정신적 피해**

여러 가지 상황을 미루어 위원회에서 판단하되 보상 시 가축 피해 배상액의 10~50% 수준에서 보상 가능

● **어류 피해에 대한 배상액 산정 방안**

- 산란을 저하: 정상산란수×산란저하율×단가×(피해기간+후유장애기간)/365
- 수정을 저하: 정상산란수×수정저하율×단가×(피해기간+후유장애기간)/365
- 이상란율 저하: 정상산란수×이상란증가율×단가×(피해기간+후유 장애기간) /365
- 폐사: 폐사어두수×어두가
- 정성적 피해(알): (소음·진동 발생 전·후의 등급 차이에 따른 차액)×(등급이 회복되는 기간 동안의 총 생산량)
- 정성적 피해(어류의 등급): (소음·진동 발생 전·후의 육질 등급 차이에 따른 어두수 당 차액)×(어두수)
- 어류 피해로 인하여 수반되는 정신적 피해에 대해서는 아래의 식에 의해 산정된 배상액에서 추가로 10~50% 정도를 가산하여 배상할 수 있다.

7. 진동에 의한 건물 피해 배상액 산정 기준

현행 환경분쟁조정위원회의 진동으로 인한 피해 배상액 산정 기준은 비교적 쉽고 합리적인 산정 방법을 제시하고 있다고 판단 되므로 본 연구에서는 기존의 방법을 유지할 것으로 제안하였다.

8. 기타

과업 수행 시 요구 되었던 사항 및 협의 과정에서 도출된 여러 가지 사안들에 대한 상세한 내용은 본문을 참고하길 바라며, 본 지면에서는 생략하기로 하겠다.

2.2. 먼 지

2.2.1. 개요 및 추진 방향

먼지 피해는 대부분의 경우가 단독으로 발생하지 않고 다른 피해 발생원들과 복합적으로 발생한다. 특히, 공사장의 경우가 그 대표적인 사례라 할 수 있으며, 복합적으로 발생하는 피해 발생원들 중 대부분의 경우가 소음·진동이라 할 수 있다. 공사장에서 발생한 먼지는 인근지역에 거주하는 주민에게 직접적으로 건강상 및 재산상의 피해를 야기한다. 이러한 실정에도 불구하고 대부분의 공사 현장에서는 먼지에 대한 방지 시설의 미비로 인하여 먼지로 인한 피해를 호소하고 있으며, 이로 인하여 공사장 인근 주민들은 매년 일정비율 민원 내지는 분쟁조정 신청 등의 방법으로 피해 보상을 받고자 노력하고 있다.

하지만 이전의 분쟁조정 사례들을 살펴보면, 먼지 자체에 대한 피해 인정기준 초과 유무에 대한 평가 없이 소음·진동피해 배상액에 10~50%를 가산하여 배상하는 방식으로만 이루어지고 있기 때문에 먼지로 인한 실질적인 피해는 높음에도 불구하고 소음·진동도가 상대적으로 낮은 경우 먼지피해로 인한 배상액(추가 배상액)이 낮게 산정되거나 배상을 받지 못하는 상황이 발생하였다.

그런 이유로 인하여 환경분쟁조정위원회의 분쟁 조정 서비스의 불만이 야기되고 있으며, 이러한 문제점들에 대한 개선이 이루어지지 않는다면 환경분쟁조정위원회에 대한 불신임으로 이어질 가능성이 높다. 따라서 현 시점에서 현행 먼지 피해 평가방법 및 배상액 산정 기준에 대해 재검토할 필요가 있다.

피해 발생원들이 복합적으로 발생하는 경우의 배상액 산정방법에 대해서는 소음·진동편에서 이미 제안한 바 있다. 본 절에서는 먼지 피해만을 고려, 현행 먼지 피해 평가 및 배상액 산정기준에 대한 적절성을 재검토하고 개선방안을 제안하고자 한다.

2.2.2. 먼지에 의한 피해와 인과관계

2.2.2.1. 먼지가 인체에 미치는 영향

먼지는 통상 호흡을 통해 인체 내에 침입하게 되며, 기관지 및 폐에 부착된다. 이들 입자 중 일부는 기침, 재채기, 섬모운동 등에 의하여 제거되나 일부는 폐포 등에 침착·축적되어 인체에 유해한 영향을 나타낸다. 입자상 물질들은 가스상 물질에 비해 폐에 침착되기 쉽기 때문에 다른 대기오염물질보다 인체 건강에 더 큰 악영향을 초래할 가능성이 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 사람이 호흡할 때 입자가 굵은 먼지에 비해 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 미세입자들이 훨씬 용이하게 호흡기를 통하여 폐에 도달하여 침착될 수 있다고 한다.

폐의 각 부위에 도달하는 정도는 입자의 크기에 좌우되는 데 작은 미세입자일수록 폐 깊숙이 유입될 수 있다. $10\mu\text{m}$ 이상의 먼지는 대부분 코나 기도의 점막과 섬모에 걸려 객담으로 배출된다. 이때 기관지를 통과할 수 있는 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 크기의 먼지가 폐포내 침착율이 가장 높다. 이러한 경로로 폐포내에 먼지가 많이 침착되면 진폐증이나 규폐증이 발생될 수 있다. 우리나라에서도 탄광지역의 일부 근로자에서 진폐증이 발생된 것으로 언론에 보도되어 사회문제가 야기되는 경우를 종종 볼 수 있다.

또한, 최근 연구결과에 의하면 미세입자 농도의 증가가 주민들의 사망률 증가와 밀접한 관계가 있다고 하며, 이밖에도 폐질환으로 인한 통원치료의 증가, 병으로 인한 학생들의 결석을 증가, 성인들의 활동 제한, 가벼운 순환기 질환 등의 사례가 보고되고 있다. Table 2.2.1은 미세먼지가 인체 및 주변 환경에 미치는 영향에 대하여 농도별로 정리하였다.

특히, 기존의 폐나 심장에 질환을 갖고 있는 성인이나 어린이들의 경우 미세먼지(PM_{10})에 의해 쉽게 영향을 받는 것으로 보고되고 있으며, 조산아와

저체중아의 출산도 증가시킨다. 조산아는 임신 40주를 다 못 채우고 38주 이전에 출생하는 신생아이고 저체중아는 출생시 체중이 2.5kg 이하인 신생아다. 이른 출생은 신생아 사망의 주된 원인이며 신생아의 체중이 적을수록 영아 사망률이 증가한다. 또한 저체중아에게서는 성인기의 심혈관계 질환이나 당뇨의 위험이 증가하는 것으로 알려져 있다.

Table 2.2. 1 미세먼지가 인체 및 환경에 미치는 영향

(단위: $\mu\text{g} / \text{m}^3$)

농도	폭로시간	영향
10	-	시정감소 120km 이하
30	-	시정감소 40km 이하
80~100	년	사망률 증가
100	년	만성기관지염 발병률 증가
100	장기간	시정감소 12km 이하
100~135	-	만성호흡기 질환자 사망률 증가
130 이상	-	어린이(15세미만) 기도질환의 발생빈도 및 중증도 증가
150~350	-	노출집단 폐기능손상, 객담량증가
150	24시간	병약자, 노인의 사망증가
75~300	-	시정감소 8km 이하
300	-	시정감소 4km 이하
300	1시간	병약자, 노인의 사망수 증가
300 이상	-	기관지염 환자증상의 급성악화
300~1,200	-	시정감소 2km 이하, 불쾌, 교통사고 증가
1,000	-	시정감소 1.2km 이하

2.2.2.2. 먼지가 농작물에 미치는 영향

Table 2.2. 2 석탄, 시멘트, 점토의 퇴적양에 따른 투과 정도

(광: 62,000lux)

먼지량	차광율(%)		
	석탄분	시멘트분	점토분
0(glass)	0.0(11.5)	0.0(16.5)	0.0(15.0)
5 g / m ²	20.5	15.5	13.0
10 g / m ²	40.0	26.5	25.0
20 g / m ²	58.5	37.0	37.0
30 g / m ²	66.5	43.5	49.0
40 g / m ²	67.5	48.5	54.0
50 g / m ²	68.0	53.8	58.5

Table 2.2. 3 배추 잎의 먼지 퇴적량에 따른 동화량

(광: 30,000lux)

먼지 퇴적량	CO ₂ 흡수량(mgCO ₂ / 443g fresh wt/hr)		
	CO ₂ 흡수량	지수	감소율
0 g / m ²	429.6mg	100	0
10 g / m ²	382.1mg	88.9	11.1
30 g / m ²	292.4mg	68.1	31.9
50 g / m ²	217.4mg	50.6	49.4

먼지는 식물체 앞에 부착되어 되어 수광지수가 낮아지는데 석탄, 시멘트분, 점토 등의 퇴적에 따른 차광 정도를 보면 Table 2.2.2와 같고 배추 잎에 석탄먼지가 퇴적됨에 따른 탄소동화작용이 감소되는 정도를 Table 2.2.3과 같으며, 차광율에 따른 배추 잎의 탄산가스 흡수량은 먼지가 아주 적은 양일지라도 농작물 꽃의

암술이나 수술에 앓는다면 수정이 안될 수도 있고, 먼지에 유해화합물이 묻어 있을 경우에는 먼지가 농작물 잎에 강화되어 유해화합물이 녹을 때 농작물 잎에 피해를 가져오게 된다.

과수나무 잎군내의 모든 잎면이 입사광 또는 산광을 비교적 많이 받게 되어서 정상적인 광합성 작용을 할 수 있게 된다. 이러한 분포구조를 갖는 사과나무에 무연탄 분말이 퇴적되었을 경우 차광효과 및 생장에 크게 영향을 미친다. Table 2.2.4는 사과 국광 및 홍옥의 무연탄 분말이 퇴적되었을 때에 잎군내 상대조도를 나타낸 것으로서 대조구를 비롯하여 각구 모두가 5월 하순부터 상대조도의 감소현상을 볼 수 있으며, 무연탄 처리구($10, 50 \text{ g/m}^2$)에서는 상대조도의 감소효과가 더욱 크다는 것을 알 수 있었다.

Table 2.2. 4 사과나무 잎의 무연탄 먼지량과 광도

(%)

품종	무연탄 처리	생육시기							
		5.26	6.6	6.16	6.26	7.16	8.6	9.6	10.6
국광	0 g/m^2	7.8	6.2	5.6	3.4	3.1	4.1	5.7	8.8
	10 g/m^2	7.0	5.8	4.3	2.8	2.6	2.8	3.5	6.6
	50 g/m^2	6.0	4.3	3.7	2.4	2.3	2.7	3.5	6.6
홍옥	0 g/m^2	5.8	4.5	3.8	2.8	2.6	2.9	5.3	13.0
	10 g/m^2	5.5	4.2	3.6	2.6	2.5	2.6	4.2	12.7
	50 g/m^2	4.6	3.6	3.3	2.4	2.4	2.6	4.2	8.9

무연탄 분말의 처리가 사과나무잎의 동화량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 청명한 날씨에 단위시간당 단위 잎면적당의 동화물질을 측정된 결과 Table 2.2.5에서와 같이 품종과 계절간에 차이가 있고, 무연탄 분말의 처리량에 따라 동화율이 감소됨을 알 수 있었다.

Table 2.2. 5 무연탄 분에 따른 사과나무 잎의 탄소 동화율

(mg dw/dw²/hr)

품종	무연탄 처리	생육시기			
		5.26	6.6	6.16	6.26
국광	0 g/m ²	12.2	12.1	9.3	5.9
	10 g/m ²	12.0	11.9	8.7	5.8
	50 g/m ²	9.6	9.3	8.1	5.6
홍옥	0 g/m ²	13.8	13.6	8.6	6.5
	10 g/m ²	13.3	13.1	8.5	6.0
	50 g/m ²	12.5	12.3	8.3	6.1

무연탄 분말의 처리량에 따라 국광 및 홍옥의 과실 비대 생장은 Table 2.2.6과 같이 감소되는 결과를 나타냈고, 이외에도 과실 표면에 무연탄 분말의 부착으로 착색 및 품질에도 영향을 미치는 것으로 생각되며 이것은 수확기에 있어서 상품가치의 저하를 가져오는 것으로 판단된다.

Table 2.2. 6 무연탄 분에 따른 사과의 생장

(직경 cm)

품종	무연탄 처리	생육시기				
		5.20	5.30	6.10	6.20	6.30
국광	0 g/m ²	1.49	2.10	3.68	3.80	4.66
	10 g/m ²	1.48	2.12	3.58	3.61	4.15
	50 g/m ²	1.32	2.00	3.57	3.61	4.03
홍옥	0 g/m ²	2.19	2.85	3.43	4.38	5.10
	10 g/m ²	2.17	2.72	3.00	4.27	4.90
	50 g/m ²	2.06	2.72	2.92	4.19	4.82

과수 개화시기에 무연탄분말이 화분 및 주두에 부착함으로써 수분장해 등의 원인이 되어 과실의 착과낙과율에 미치는 영향은 Table 2.2.7와 같다. 이 결과는 6월말까지의 착과율(%)을 나타낸 것으로 무연탄 분말처리구는 국광에서는 대조구 60%에 비하여 무연탄 분말 10, 50 g/m² 처리 구에서 평균 53.2, 50%였으며,

홍옥에서는 대조구 65.7%에 비하여 무연탄 처리구는 64.0, 50%로 각각의 처리구에서 착과율의 저하를 보였다.

Table 2.2. 7 무연탄 분에 따른 사과와 낙과율

(%)

품종	무연탄 처리	총 과일수	생육시기				
			5.30	6.10	6.20	6.30	낙과율
국광	0 g / m ²	100	87	68	62	61	60.0%
	10 g / m ²	124	81	73	66	66	53.2%
	50 g / m ²	58	41	32	30	29	50.0%
홍옥	0 g / m ²	385	263	259	253	253	65.7%
	10 g / m ²	292	199	193	187	187	64.0%
	50 g / m ²	104	62	59	52	52	50.0%

과실 나무가 성장하고 과실이 생산되는 것은 주로 잎의 광합성으로 얻어진 동화산물에 의한 것이다. 먼지는 식물체 잎에 부착되어 차광 또는 기공을 막아 탄소동화작용을 저하된다.

차광에 따라 과실품질이 불량한 것은 잎의 광합성 작용에 의한 과실내 동화물질의 집적이 적어 과실성숙의 대사과정이 원활히 이루어지지 못하면서 과실내 질소 흡수가 많은 것이 품질을 떨어뜨리는 원인으로 추정된다.

Table 2.2. 8 무연탄 먼지량에 따른 사과와 착색

(%)

무연탄 먼지처리	착색지수	
	국광	홍옥
0 g / m ²	79	80
10 g / m ²	76	77
50 g / m ²	76	76

차광된 잎은 음화되고 광합성능력이 저하되며 일광부족에 따른 동화물질 생산 저조로 Table 2.2.8과 같이 착색이 불량해지고 Table 2.2.9, Table 2.2.10과 같이 과실의 당도 사과산 및 식미 저하, 과중 감소 등을 초래하여 품질을 떨어뜨리는 원인이 되고 있다.

Table 2.2. 9 사과(후지)의 수광지수와 품질

수광지수(%)	착색도	안토시아닌(Abs)	당도(%)	산함량(%)
100	7.9	0.58	15.0	0.402
70	5.9	0.36	13.8	0.451
50	5.0	0.27	14.5	0.434
30	3.5	0.20	12.7	0.470

Table 2.2. 10 사과(golden)의 수광지수와 품질

수광지수(%)	평균과중(g)	과색지수(%)	당분(%)	사과산(%)	식미지수(%)
91-100	301	3.4	14.2	0.577	4.3
81-90	287	2.9	13.8	0.566	3.4
71-80	296	2.8	13.5	0.580	3.4
61-70	285	2.6	13.5	0.548	3.1
51-60	284	2.5	13.1	0.571	2.9
41-50	246	2.3	12.9	0.561	2.5
31-40	267	1.9	12.4	0.538	2.5
21-30	241	1.8	12.2	0.535	2.3
10-20	230	1.7	11.7	0.528	1.7

이 밖에 먼지는 식물체 잎에 부착하여 기공을 막아 탄소동화작용이 저하되고 벼의 등숙 및 천립증에 영향을 주어 감수된다는 보고가 있으며, 수광지수가 낮아짐에 따라서 사과의 품질이 저하된다는 보고도 있다. 배추잎에 석탄분진이 퇴적됨에 따라 탄소동화작용이 감소되며 먼지의 양이 극 미량일지라도 농작물 꽃의 암술이나 수술에 앉는다면 수정이 안될 수도 있다. 먼지가 유해 화합물을 함유할 경우는

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



먼지가 농작물 앞에 강하되어 유해 화합물이 녹을 경우 농작물 앞에 피해를 가져온다.

2.2.3. 먼지 피해인정기준(수인한도) 검토 및 개선방안

먼지란 대기 중에 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질의 하나로 일명 분진이라고 한다. 보통 $0.1\sim 500\mu\text{m}$ 의 입경범위를 가지며, 입자의 크기에 따라 무거워서 침강하기 쉬운 것을 강하분진이라 하고, 입자가 미세하고 가벼워서 좀처럼 침강하기 어려워 장기간 대기 중에 떠다니는 것을 부유분진이라 한다.

1971년 공해방지법 제정 이후, 법과 기준들을 제정하며 세부항목을 추가하고 있다. 1983년 부유먼지에 대한 대기환경 기준을 제정하였다. 1994년 미세먼지에 대한 대기환경 기준을 제정하였으나, 2001년 부유먼지(총먼지, TSP)에 대한 기준을 폐지하였다. 인체에 흡입되어 폐포에 침착될 가능성이 큰 입자영역을 가지고 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 미세먼지 피해의 중요성이 대두되면서 환경정책기본법 미세먼지(PM_{10}) 환경기준 현행 미세먼지 환경기준은 유럽 등과 비교할 때 크게 완화되어 있었다. 기준 강화의 필요성이 지속적으로 제기됨에 따라, 최근 환경정책기본법 미세먼지(PM_{10}) 환경기준을 연간평균치는 현행 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 24시간 평균치는 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화하였다. Table 2.2.11은 미세먼지에 대한 대기환경기준의 개정 전 후의 비교표이다.

Table 2.2. 11 미세먼지에 대한 대기환경기준(개정: 2006년, 시행: 2007년)

항 목	기준시간	대기환경기준 강화		비고(외국기준)
		개정 전	개정 후	
미세먼지 (PM_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24시간	150	100	40(EU), 100(일본)
	년	70	50	20(EU), 40(영국)

현행 미세먼지에 대한 대기환경기준은 선진국의 기준치에 준하는 수준이며 이러한

기준 강화로 인하여 미세먼지에 대한 피해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 도시 지역에서는 특별한 원인이 없더라도 온도 및 습도 등의 변화에 따라 배경 농도가 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 경우가 다수 발생할 수 있으므로 분쟁조정위원회에서는 현행 먼지 피해 인정기준을 유지할 것을 요구하였다. 따라서 본 연구에서는 현실적인 측면과 분쟁위원회 측의 요구를 반영하여 인체에 대한 먼지 피해 인정기준을 개정 전 피해인정 기준인 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 유지하도록 제안한다.

Table 2.2.12은 미세먼지에 대한 각국의 대기환경기준 비교이다.

Table 2.2. 12 각국의 대기환경기준 비교(미세먼지)

항목	기준 시간	한국 (현행)	미국 (연방)	미국 (cal)	일본	영국	호 주	홍콩	EU	WHO
미세먼지 (PM_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1시간	-	-	-	200	-	-	-	40	50
	24시 간	100	150	50	100	50	-	180	20	20
	년	50	-	20	-	40	50	55	0.105	0.105

중국 등 산업지역에서 초미세먼지($PM_{2.5}$)가 포함된 상당량의 오염 대기가 유입되면서 우리나라 대기를 오염시키고 있다. 이미 미국에서는 초미세먼지($PM_{2.5}$) 환경기준을 연간평균치는 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 24시간 평균치는 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 규정하고 있고 최근 초미세먼지($PM_{2.5}$)는 미세먼지(PM_{10})보다 인체에 더 치명적인 것으로 그 위험성이 알려지고 있지만 이에 대한 기준은 아직 마련되어 있지 않다. 초미세먼지의 대기중 농도, 배출원별 기여도, 인체위해성 등 조사 연구하여 시행 기준을 마련할 필요가 있다.

2.2.4. 먼지 피해 배상액 산정기준 연구

2.2.4.1. 먼지에 의한 인체 피해 배상액 산정기준

먼지 피해로 인한 분쟁도 꾸준히 증가하고 있는 추세이나 이에 대한 합리적이고 명확한 배상액 산정기준은 마련되어 있지 않은 상태이다. 현재 분쟁조정 시 먼지로 인한 정신적 피해에 대해서는 소음과 복합된 경우 주된 피해원인(주로 소음)에 일정비율을 가산하여 배상액을 산정하며, 먼지만의 단독 피해인 경우 일정농도 이상에 대해 피해기간과 먼지농도에 따라 차등 배상하고 있다. 그러나 이러한 피해배상 산정기준은 자의적인 요소들이 많이 포함되어 있는 실정이며, 이에 따라 먼지로 인한 정신적 피해와 관련하여 그 동안 국내외에서 연구된 자료들을 근거로 하여 보다 합리적인 배상액 산정기준을 마련하고자 하였다.

먼지로 인한 인체 피해액 산정방법은 주로 미국 EPA에서 건강피해 별로 작성한 농도·반응함수(concentration - reactor function, C-R 함수)를 이용해 건강피해액을 구하여 편익을 산출하는 방법을 많이 사용하고 있으며, 2005년에 수행된 ‘먼지피해에 대한 평가방안 및 배상 기준에 관한 연구’에서는 C-R함수를 기본으로 하여 먼지 농도변화에 따른 상대 위해도를 산출하고 1997년에 수행된 ‘소음으로 인한 피해의 인과관계 검토기준 및 피해액 산정방법에 관한 연구’에서 제안된 배상액 산정방법에 준하여 다음과 같은 가정을 기본으로 하여 먼지 피해에 대한 배상액 산정 기준표를 작성된 바 있다.

- 먼지의 피해액은 먼지 농도 변화에 따른 상대 위해도에 선형적으로 비례한다.
- 역학조사를 통하여 얻어진 β 값을 적용하여 산출한 위해도는 피해기간과 선형적으로 비례한다.
- 먼지 피해액 산정은 과거 먼지 피해보상의 연장선상에서 고려한다.

중앙환경분쟁조정위원회에서는 2005년 연구 결과를 토대로 배상액 산정기준표를 수정하여 적용하고 있으며, 현행 먼지 피해에 의한 배상액 산정 기준은 Table 2.2.13 과 같다.

Table 2.2. 13 먼지 피해배상액 기준(현행)

(단위: 천원)

농도($\mu\text{g} / \text{m}^3$) 피해기간	150~180 (0~20%)	181~210 (21~40%)	211~240 (41~60%)	241~270 (61~80%)	271~300 (81~100%)	300 이상 (100% 이상)
1 개월 이내	70	140	240	350	455	590
2 개월 이내	95	190	330	475	625	805
3 개월 이내	110	220	380	550	720	930
4 개월 이내	140	245	405	590	755	955
5 개월 이내	160	260	420	600	765	975
6 개월 이내	170	280	440	610	780	990
9 개월 이내	200	310	470	640	810	1,020
1 년 이내	230	340	500	670	840	1,050
1 년 6 개월 이내	290	400	560	730	900	1,110
2 년 이내	350	460	620	790	960	1,170
2 년 6 개월 이내	410	520	680	850	1,020	1,230
3 년 이내	470	580	740	910	1,080	1,290

- 1) 위 기준표는 1인당 피해 배상액임
- 2) 먼지농도는 미세먼지(PM₁₀)의 24시간 환경기준 $150 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 을 적용함
- 3) 피해기간은 실제 거주하여 피해를 입은 기간임

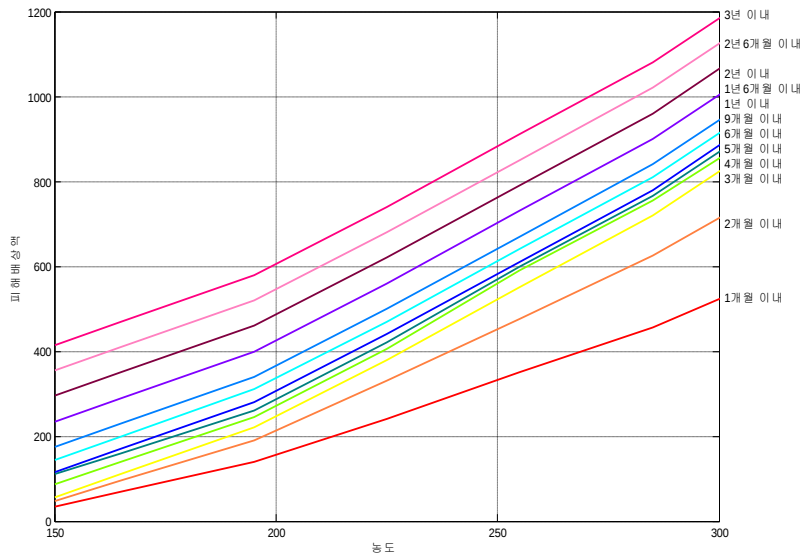


Fig. 2.2. 1 먼지 피해배상액 기준(현행)

본 연구에서는 현행 먼지 피해 배상액 산정 기준을 기본으로 먼지 농도 범위, 향후 3년간 물가상승률(재정부 발행 주요경제지표 중 과거의 평균 연간 물가상승율을 적용)을 반영하여 3가지 안을 제안하였다.

- 1) 농도범위 $150 \sim 300 \mu\text{g} / \text{m}^3$, 향후 3년간 물가 상승률(약 10%) 고려
 - 초과 농도 매 20% ($20 \mu\text{g} / \text{m}^3$) 마다 배상액 증가
- 2) 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 고려
 - 초과 농도 매 10% ($15 \mu\text{g} / \text{m}^3$) 마다 배상액 증가
- 3) 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 과 향후 3년간의 물가상승률(약10%)의 고려
 - 초과 농도 매 10% ($15 \mu\text{g} / \text{m}^3$) 마다 배상액 증가

Table 2.2. 14 농도범위 $150\sim300 \mu g / m^3$, 물가 상승률을 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표 (개선안1)

(단위: 천원)

농도($\mu g / m^3$) 피해기간	150~180 (0~20%)	181~210 (21~40%)	211~240 (41~60%)	241~270 (61~80%)	271~300 (81~100%)	300 초과 (100%초과)
1 개월 이내	77	154	264	385	501	649
2 개월 이내	105	209	363	523	688	886
3 개월 이내	121	242	418	605	792	1,023
4 개월 이내	154	270	446	649	831	1,051
5 개월 이내	176	286	462	660	842	1,073
6 개월 이내	187	308	484	672	858	1,089
9 개월 이내	220	341	517	704	891	1,122
1 년 이내	253	374	550	737	924	1,159
1 년 6 개월 이내	319	440	616	803	990	1,221
2 년 이내	385	506	682	869	1,056	1,287
2 년 6 개월 이내	451	572	748	935	1,122	1,353
3 년 이내	517	638	814	1,001	1,188	1,419

- 1) 위 기준표는 1인당 피해 배상액임
- 2) 먼지농도는 미세먼지(PM10)의 24 시간 환경기준 $150 \mu g / m^3$ 을 적용함
- 3) 피해기간은 실제 거주하여 피해를 입은 기간임

Table 2.2. 15 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표(개선안 II)

(단위: 천원)

농도($\mu\text{g} / \text{m}^3$) 피해기간	150-165 (0~10%)	166-180 (11~20%)	181-195 (21~30%)	196-210 (31~40%)	211-225 (41~50%)	225 초과 (50%초과)
1 개월 이내	70	140	240	350	455	590
2 개월 이내	95	190	330	475	625	805
3 개월 이내	110	220	380	550	720	930
4 개월 이내	140	245	405	590	755	955
5 개월 이내	160	260	420	600	765	975
6 개월 이내	170	280	440	610	780	990
9 개월 이내	200	310	470	640	810	1,020
1 년 이내	230	340	500	670	840	1,050
1 년 6 개월 이내	260	400	560	730	900	1,170
2 년 이내	350	460	620	790	960	1,170
2 년 6 개월 이내	410	520	680	850	1,020	1,230
3 년 이내	470	580	740	910	1,080	1,290

- 1) 위 기준표는 1인당 피해 배상액임
- 2) 먼지농도는 미세먼지(PM10)의 24시간 환경기준 $150 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 을 적용함
- 3) 피해기간은 실제 거주하여 피해를 입은 기간임

Table 2.2. 16 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$, 물가상승률을 고려한 먼지 피해배상액 산정기준표(개
선안III)

(단위: 천원)

농도($\mu\text{g} / \text{m}^3$) 피해기간	150-165 (0~10%)	166-180 (11~20%)	181-195 (21~30%)	196-210 (31~40%)	211-225 (41~50%)	225 초과 (50%초과)
1 월 이내	77	154	264	385	501	649
2 월 이내	105	209	363	523	688	886
3 월 이내	121	242	418	605	792	1,023
4 월 이내	154	270	446	649	831	1,051
5 월 이내	176	286	462	660	842	1,073
6 월 이내	187	308	484	671	858	1,089
9 월 이내	220	341	517	704	891	1,122
1 년 이내	253	374	550	737	924	1,155
1 년 6 월 이내	319	440	616	803	990	1,221
2 년 이내	385	506	682	869	1,056	1,287
2 년 6 월 이내	451	572	748	935	1,122	1,353
3 년 이내	517	638	814	1,001	1,188	1,419

- 1) 위 기준표는 1인당 피해 배상액임
- 2) 먼지농도는 미세먼지(PM10)의 24시간 환경기준 $150 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 을 적용함
- 3) 피해기간은 실제 거주하여 피해를 입은 기간임

2.2.4.2. 먼지에 의한 과수 피해 배상액 산정기준

중앙환경분쟁조정위원회의 현행 먼지에 의한 과수 피해 배상액 산정기준은 “대기오염에 의한 과수피해의 인과관계검토 기준 및 피해액 산정 방법에 관한 연구”(1998)의 결과를 반영한 것이다. 연구 보고서(1998)에서 제안한 먼지에 의한 과수 피해 배상액 산정 방법은(환경분쟁조정위원회의 현행 기준) 다음과 같다.

농작물 피해액을 산정하기 위해서는 현장조사 관련사진, 식물, 출하내역서, 농약 및 비료 구입대장, 영수증 등을 참조하여 과실 생육 장애, 상품성 소실, 낙과, 생산량감소, 잎의 피해, 낙엽 광합성 억제, 당년도 과실 생육 장애, 수세 불량, 다음해의 화아부족, 착과량 부족 등 피해규모 및 피해율을 평가하고, 이를 근거로 피해액을 산정한다. 경영비는 생산비에서 자가 노력비를 뺀 금액으로 (조수입 - 경영비)는 소득을 나타내므로 결실수에서 고사되지 않고 영농을 계속할 수 있을 때는 기대소득을 보상하는 것으로 산정한다. 나무가 고사했을 때는 앞으로 기대소득이 없기 때문에 수령별 주당 피해 보상가격에 대한 결실수(과실이 열리는 나무)에서는 앞으로 기대되는 순수익까지 보상하는 것으로 산정한다. 수령별 예상 피해액 산정식은 Table 2.2.17와 같다.

Table 2.2. 17 과수 수령별 예상 피해액 산정식

구분	피해종류	피해액 산정식
미결실수	나무 고사	피해주수 × 수령별 보상가치
	잎 피해	피해주수 × 수령별 주당잔존 가치 × 잎피해
결실수	나무 고사	피해주수 × 수령별 보상가치
	잎 피해	(피해주수 × 주당 예상 생산량 × 평균 과실가격 × 잎피해 가중율) - 표준 경영비
	과실 피해	(피해주수 × 주당 예상 생산량 × 평균 과실 가격 × 과실 피해 가중율) - 표준 경영비

* 결실수에서 잎에 피해가 있을 때는 과실까지 피해를 미치므로 잎 피해율도 계산된 것이나, 과실피해만 있을 때에는 과실피해만 계산하여 보상

먼지에 의한 재산상의 피해는 장소, 시간, 대상 등 피해 유형에 따라 다양하게

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



나타난다. 즉, 동일한 먼지농도에 노출된 경우에도 피해대상이나 먼지에 포함된 오염물질의 종류에 따라 피해 정도가 다양하게 나타날 수 있으므로 이를 규정하기는 매우 어렵다. 따라서 재산상의 피해는 각각의 피해 유형별로 신청인들의 주장에 대한 타당성 및 입증자료를 검토하여 피해액을 산정하는 것이 타당하다. 이러한 이유로 인하여, 먼지에 의한 재산상 피해(과수 피해 등)에 대한 배상액 산정 기준은 환경분쟁조정위원회의 현행 기준을 유지하도록 제안하다.

2.2.5. 결 론

소음·진동의 분쟁조정건수가 전체 건수의 90%에 해당하고 있으며, 이러한 분쟁조정사건의 대부분이 먼지에 관한 분쟁을 포함하고 있다. 그러나 현재의 먼지피해에 대한 배상기준은 소음피해 배상액에 일정 요율을 적용하는 방식으로 산정되는 등으로 구체적이고 합리적인 기준이 마련되어 있지 않아 실제 피해와는 다른 결과가 도출될 수도 있는 실정이다. 미세먼지의 특성이 고려되지 않고 소음도가 낮다는 이유로 먼지피해로 인한 배상액이 낮게 지급되거나 배상 받지 못하는 상황이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 현 먼지피해 배상액산정기준의 적절성을 검토, 개정된 대기환경기준에 따른 배상액을 재정립하였다.

- 1) 먼지 농도를 측정하기 위해서 대기공정시험방법 4장 환경기준 시험방법인 하이볼륨 에어샘플러법, 로우볼륨 에어샘플러법, 광산란법, 과투과법, 베타선법중 적당한 시험방법을 택하여 측정한다. 기상요소 풍향을 고려하여 측정하고 비산먼지는 표토의 상태가 좌우하므로 배출량 산정시 수분과 실트 함량도 측정한다.
- 2) 먼지 배출량 산정방법에서는 진행 중인 공사인 경우는 위의 1)과 같이 직접 측정하고 완료된 공사나 도로운행인 경우에는 공사내역으로 배출량 추정, 배출계수 이용, 대기확산 모델링을 이용하여 배출량을 추정한다.
- 3) 환경정책기본법 미세먼지(PM_{10}) 대기환경기준이 2007년 부터 연간평균치는 $70 \mu g / m^3$ 에서 $50 \mu g / m^3$ 으로, 24시간 평균치는 $150 \mu g / m^3$ 에서 $100 \mu g / m^3$ 으로 강화되었지만, 배경 먼지 농도가 상황에 따라 특별한 오염원이 없어도 $100 \mu g / m^3$ 을 넘을 수 있다는 현실적인 측면을 고려하여 먼지 피해인정 기준을 $150 \mu g / m^3$ 으로 유지하도록 제안한다.
- 4) 먼지의 정신적 피해에 대한 배상액에서는 (환경분쟁사건 배상액 산정기준표(2006.1)을 근거로 하여 다음 3가지의 배상액 산정기준을 제안하였다.
1안) 농도범위 $150 \sim 300 \mu g / m^3$ (20%, $30 \mu g / m^3$), 물가상승률을 고려한 먼지

피해배상액 산정기준

2안) 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (10%, $15 \mu\text{g} / \text{m}^3$)를 고려한 먼지 피해배상액 산정기준

3안) 농도범위 $150 \sim 225 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (10%, $15 \mu\text{g} / \text{m}^3$), 물가상승률을 고려한 먼지 피해배상액 산정기준

- 5) 먼지에 의한 과수 피해액 산정기준은 실질적인 피해규모를 고려하여 피해액을 산정하고 있다. 먼지량에 따른 과수 피해 정도에 대한 기초 연구 자료가 없는 실정을 감안할 때, 실질적인 피해 상황을 고려한 현 배상액 산정방법은 타당하다. 따라서 본 연구에서는 현행 과수 피해액 산정기준을 유지하는 것을 제안한다.

2.3. 악취

2.3.1. 개요 및 추진 방향

악취는 소음·진동과 함께 감각공해로 분류되는 환경오염의 한 종류로서 사람에게 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말하며, 주로 감각적, 심리적인 피해를 준다. 개인 성향에 따라 악취문제의 정도가 달라지므로 정량적인 측정이 어렵고 인체에 대한 위해성도 단기간에 명확히 판단하기 어렵다. 악취는 대기오염과 달리 원인물질이 다양하고 복잡적이며 국지적, 순간적으로 발생, 소멸하는 특성 때문에 대기오염의 차원에서 관리하는 방식으로는 민원 해결에 한계가 있다. 따라서 우리 정부는 대기환경 보전법에서 관리하였던 악취문제를 환경의 독립적인 오염원으로 구분하여 악취방지법을 제정(2004.2) 시행(2005.2.10) 하고 있다.

현행 악취방지법에서는 악취분석에 대해 주관성이 강한 직접관능법을 삭제하고, 측정 결과에 대한 신뢰도를 제고하기 위해 정량적 후각측정방법인 공기희석관능법을 사업장 배출구 및 부지경계선의 악취평가 기본방법으로 제시하였다. 또한, 공기희석관능법의 제한성을 보완하고자 부지경계선에만 적용되는 지정악취물질은 92년 개정 당시 8개의 화합물이었으나 악취방지법 제정과 함께 2006년 현재 12개 화합물이 지정되어 있으며, 2010년까지 22개 화합물로 확대할 계획으로 있다. 악취로 인한 민원은 전국적으로 지속적인 증가를 보여, 지난 2003년 이후 매년 평균 14.5%의 증가를 보이고 있으나 이에 따른 악취관리는 미흡한 것으로 밝혀졌다. 최근 환경부가 2006년 전국 악취 민원 발생현황을 분석한 결과 전국의 악취 민원건수가 4797건에 달했으며, 2005년에 비해 495건(11.5% 증가) 건이나 증가했다고 발표했다. 중앙환경분쟁조정위원회에도 지난 수년간에 걸쳐 악취분쟁사건이 매년 3~5건 정도 꾸준히 접수되었다. 그러나 악취 측정 기준과 악취에 대한 명확한 피해 기준이 마련되어 있지 못한 상태에서 악취에 의한 피해배상액 산정은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 악취 피해의 경우, 뚜렷한 인체 유해성을 나타내는 인과관계를 찾기 어렵고, 개인에 따른 감각의 차이가 커서

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



피해에 대한 배상액이 대체로 낮게 산정되거나 배상을 받지 못하는 경우가 대부분이었다. 그러므로, 악취피해에 대한 좀더 현실적이고 합리적인 배상액 산정이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 합리적인 악취측정기준과 피해보상기준을 정립하여 민원 및 분쟁에서 야기되는 악취피해에 대한 배상액 산정 기준을 설정하고자 한다.

2.3.2. 악취에 의한 피해와 인과관계

2.3.2.1. 악취피해 발생원의 종류

1. 자연 발생원

악취는 자연적인 미생물에 의한 단백질 분해 또는 물질 자체가 가지는 고유한 냄새 등으로 그 종류와 양이 대단히 많은 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 황화수소의 자연 발생량은 1~3억톤, 암모니아는 37억톤에 달하는 것으로 추정된다. 자연 발생량의 경우 비록 그 발생량은 많으나, 넓은 지역에서 낮은 농도로 발생하므로 악취를 느끼지 못하는 경우가 대부분이다. 그러나, 일부 국지적으로 악취를 유발하는 경우가 있는데, 하천 등에서 용존산소가 부족하여 혐기성 분해가 일어날 때 발생하는 인돌(Indol), 스카톨(Skatol), 황화수소(H_2S), 메탄(CH_4) 및 암모니아(NH_3) 가스등이 복합되어 나는 냄새가 악취로 느껴지며, 우물 등에서는 조류나 세균류에 의한 곰팡이 냄새가 나기도 한다.

2. 인위적 발생원

악취의 인위적 발생원으로는 축산시설, 시료비료제조, 음식료품 제조, 화학, 섬유, 폐혁, 도장 등의 제조시설, 도축장, 쓰레기 폐수분뇨 처리시설, 자동차 정비시설 등의 일부 서비스업 등이 있으며, 이러한 시설 이외에도 자동차, 트럭 등의 이동오염원, 건설작업 현장, 쓰레기 집하장, 개인주택 등 많은 시설에서 악취가 발생된다. 악취는 주로 물질의 발효, 부패에 따른 분해가스의 배출과 염소, 염화수소, 등 악취를 유발하는 화학물질의 누출, 물질의 불완전연소에 따른 소각 등에서 발생하는 경우가 많으며, 이로 인해 주변 주민들로부터 민원을 야기 시킨다. 발생원별 주요 악취물질을 살펴보면 축산시설, 분뇨하수처리장, 사료공장, 펄프제조 등 물질부패가 예상되는 시설에서는 황화수소, 메틸머캅탄류 등이 주로 발생되며, 합판제조, 도료제조, 인쇄·잉크제조, 도장시설 등 유기용제의 사용이 많은 시설에서는 벤젠, 톨루엔, 스티렌, 자일렌 등의 탄화수소류와 알데히드, 에스테르계 물질이, 비료제조시설, 소

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



각시설 등에서는 염소, 염화수소 등이 식료품 제조 시설에서는 아민류 등의 물질이 드라이크리닝 세탁 시설에서는 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 등이 주로 배출된다.

2.3.2.2. 악취피해 발생원의 물질 특성

가. 산업단지의 악취물질 특성

우리나라 대표적 산업단지인 시화, 반월, 여수, 광양, 울산, 온산 등은 배출되는 악취로 민원이 많이 발생하는 지역이다. 이 지역에서는 배출되고 있는 휘발성 유기화합물을 포함하는 악취물질과 하수처리장, 축산시설, 폐기물 매립시설 등에서 발생하는 악취물질은 일반적으로 인체에 자극을 유발할 수 있는 유해물질로 구성되어 있다. 산업단지에서 발생하는 악취물질은 휘발성이 높은 유기화합물로 나타나고 있으며, 2001년 국립 환경 과학원에서 시화·반월지역에서 발생하는 주요 악취물질 분석 결과 에스테르류, 황화합물류, 방향족류, 알데히드류, 저급지방산류, 페놀류, 질소화합물 등 7개 화합물질군으로 조사되었고 울산미포, 여수, 온산 국가산업단지에서는 벤젠, 톨루엔, m, p-자일렌, 아세트 알데히드, 아세톤, 에틸아세테이트 등 대부분 휘발성 유기화합물 및 탄화수소류에 해당하는 악취물질로 조사 되었다.

나. 하수 처리장의 악취 물질 특성

하·폐수 처리장에서 발생하는 악취물질은 처리장 집수 단계에서 발생하는 대표적인 물질인 황화수소(H_2S), 요소의 가수분해에 의해 발생하는 암모니아 등 무기성 화합물과 가정하수, 산업폐수, 음식물 쓰레기에 함유된 알데하이드류, 케톤류 등 탄화수소 분해의 중간 생성물인 유기성 화합물질로 나타났다. 산업 활동에서 주로 발생하는 것으로 알려진 케톤류, 아민류, 머크갑탄류와 단백질의 산화와 가수분해에 의해 생성되는 인돌, 아민류의 트라이에틸아민도 발생되고 있는 것으로 나타났다.

다. 축산시설의 악취 물질 특성

축산시설에서 발생되는 악취 물질은 아민류, 방향족 질소화합물, 황화합물, 방향족 화합물 에스테르류, 알데하이드류, 케톤류, 페놀류 및 지방산류 등 다양하다. 아민류

는 메틸아민, 에틸아민, 디에틸아민, 트라이에틸아민 등이 있고 최소감지 농도가 낮으며($0.2\sim 47\text{mg/m}^3$), 생선 비린내, 암모니아 및 썩는 냄새를 발생 한다. 방향족 질소 화합물은 축산시설의 주요 악취원인으로 인돌, 스카톨이 있으며 두 물질의 최소 감지 농도는 매우 낮아서 악취를 유발한다. 황화합물은 아주 낮은 농도에서는 계란 썩는 냄새 등을 발생하고 자극성이 심한 황화수소, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드 등이 발생하며, 혐기성 상태일 때 많이 발생하는 메칠머캅탄도 있다. 방향족화합물 및 에스테르류는 다른 물질에 비해 상대적으로 최소 감지 농도가 높고, 발생량이 적어서 축산시설에서 악취유발 기여도가 낮은 편이다. 알데하이드류 및 케톤류 또한 양돈업 전반에서 많이 발생되나 실질적인 악취유발 기여도는 다른 악취물질에 비해 상대적으로 낮다.

라. 매립시설의 악취 물질 특성

매립쓰레기 분해로 발생하는 매립가스의 일반적인 구성 성분지는 메탄($50\sim 60\%$), 이산화탄소($\sim 40\%$), 비메탄계 휘발성 유기화합물(NMVOCs; non-methane volatile Compounds)이다. 메탄은 무취가스이며, NMVOCs 중의 알킨벤젠, 리모닌, 일부 에스테르 및 유기 화합물류 등이 매립장에서 발생하는 악취의 주요인이라고 알려져 있다.

2.3.2.3. 악취가 인체에 미치는 영향

악취를 맡으면 먼저 정신적 스트레스가 쌓이고 심리적으로 불안해지면서 짜증, 히스테리, 불면증 등이 나타난다. 생리학적인 영향은 호흡기, 순환기, 소화기, 후각기계통 등으로 나눌 수 있으며, 주로 감각적, 주관적인 영향을 받기 때문에 피해를 구체적으로 입증하기가 곤란하며 혈압상승, 호르몬 분비의 변화에 의한 생식계의 이상, 후각감퇴, 두통, 구토 등의 증상이 나타나기도 한다. 악취가 인체에 미치는 주요 영향은 다음과 같다.

가. 호흡기 계통

좋은 냄새를 맡으면 호흡이 깊어지고, 불쾌한 냄새를 맡으면 반사적으로 호흡이 멈춰지고 호흡리듬의 변화가 일어나 호흡수 및 호흡의 깊이가 감소된다. 악취로 인한 호흡변화는 악취정보가 호흡중추에 작용하기 때문으로, 개를 이용한 실험에 따르면 악취물질이 후신경을 자극하거나 3차 신경과 후신경의 양쪽을 자극시켜 호흡변화를 일으킨다고 알려져 있다.

나. 순환기 계통

좋은 냄새를 맡으면 깊은 호흡과 동시에 혈압이 하강하고 과도한 긴장을 풀어주는 등의 진정효과가 있으며, 반대로 자극적인 냄새(악취)는 혈압의 상승 등에 의한 정신적 불안을 가져오기도 한다. 또한 심장혈관의 정상활동 기능을 저해할 수도 있다.

다. 소화기 계통

후각은 미각과 밀접한 관련이 있어, 좋은 냄새는 식욕증가를 유발하는 반면, 악취는 일반적으로 위장활동을 억제하고 소화액의 분비는 저해하여 식욕 감퇴, 수분

섭취의 저하를 일으키고 심한 경우 구토를 일으키기도 한다.

라. 수면 장애

악취가 건강에 미치는 또 다른 영향은 불면증과 정신불안을 들 수 있다. 장기적으로 계속해서 불쾌한 냄새에 노출되면 사람은 안정감을 잃게 되고 마음이 조급해지며, 심한 경우 히스테리 상태가 되어 이상한 행동을 하는 등 정신적 작용으로 인한 영향이 크게 나타난다. 또한, 불쾌한 냄새로 인하여 깊은 잠에서 깨어나면 다시 잠들기 어렵게 되며, 약한 악취에도 수면방해가 있을 수 있지만 어느 정도의 냄새에서 수면이 방해되는가에 대해서는 상황에 따라 일정하지 않다.

마. 두통, 구토감

불쾌한 냄새에 의해 두통이나 구토를 호소하는 예가 많으며, 방향성 물질에 장기간 또는 고농도로 노출되면 대단히 강한 불쾌감과 혐오감을 일으키게 된다. 그러나, 이러한 심리적 영향은 주관적이며 불쾌한 정도나 대상물질은 사람의 태도, 성질, 시간 등에 좌우되는 수가 많다.

바. 내분비계통에의 영향

늘 접촉하는 악취의 자극은 내분비계통의 기능을 혼란스럽게 하고 유기체의 대사 기능에 영향을 끼친다. 장기간 반복되거나 지속적으로 한가지 혹은 여러 종류의 저농도 악취 물질의 자극을 받으면 후각피로와 후각상실을 유발시키기도 한다. 후각 상실은 인체의 제일 방어선의 파괴를 유발시키고 악취의 자극이 여전히 남아 지속적으로 대뇌 후각 중추에 전송되어 오랜 시일이 지나면 뇌신경을 손상시킬 수 있고, 대뇌 피부흥분과 억제기능을 혼란 시키기도 한다.

사. 기타 영향

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



황화수소나 유기 황화합물 등의 악취 물질이 고농도로 대기 중에 존재하는 경우에는 여러가지 사고가 발생되지만, 저농도에서도 장기간에 걸쳐 환경에 존재하는 경우에는 동·식물에 여러가지 생리적 장애를 일으킬 수 있다. 또한, 악취물질에 의해 금속의 부식, 고무의 열화, 구조물의 손상 등 광범위한 영향도 일어날 수 있으며, 이는 악취에 의한 영향보다는 개별 물질의 물리·화학적 성격에 따른 영향으로 볼 수 있다.

2.3.3. 악취 피해 평가방법 및 피해인정기준 (수인한도)검토

2.3.3.1. 악취 배출 허용 기준

현재 한국의 악취 배출 허용기준은 악취방지법 시행규칙 제 8 조 1 항(2005. 2.10) 에
명기되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

Table 2.3. 1 악취 배출 허용기준 (복합 악취 물질)

구 분	공장지역(희석배율)		기타지역(희석배율)		적용시기
	배출허용기준	엄격한 배출허용기준	배출허용기준	엄격한 배출허용기준	
배출구	1000 이하	500 - 1000	500 이하	300 - 500	2005 년 2 월 10 일 부터
부지경계선	20 이하	15 - 20	15 이하	10 - 15	

Table 2.3. 2 악취 배출 허용기준 (지정 악취 물질)

악취물질		공업지역 (ppm)	기타지역 (ppm)	엄격한 배출허용 기준의 범위(ppm)	적용 시기
1	암모니아	2	1	1 ~ 2	2005 년 2 월 10 일 부터
2	메틸머captan	0.004	0.002	0.002 ~ 0.004	
3	황화수소	0.06	0.02	0.02 ~ 0.06	
4	다이메틸설파이드	0.05	0.01	0.01 ~ 0.05	
5	다이메틸다이설파이드	0.03	0.009	0.009 ~ 0.03	
6	트라이메틸아민	0.02	0.005	0.005 ~ 0.02	
7	아세트알데하이드	0.1	0.05	0.05 ~ 0.1	
8	스타이렌	0.8	0.4	0.4 ~ 0.8	
9	프로피온알데하이드	0.1	0.05	0.05 ~ 0.1	

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



10	뷰티르알데하이드	0.1	0.029	0.029 ~ 0.1	2008 년 2 월 10 일 부터
11	n-발레르알데하이드	0.02	0.009	0.009 ~ 0.02	
12	i-발레르알데하이드	0.006	0.003	0.003 ~ 0.006	
13	톨루엔	30	10	10 ~ 30	
14	자일렌	2	1	1 ~ 2	2010 년 2 월 10 일 부터
15	메틸에틸케톤*	35	13	13 ~ 35	
16	메틸아이스뷰틸케톤	3	1	1 ~ 3	
17	뷰틸아세테이트*	4	1	1 ~ 4	
18	프로피온산	0.07	0.03	0.03 ~ 0.07	
19	n-뷰티르산	0.002	0.001	0.001 ~ 0.002	
20	n-발레르산	0.002	0.0009	0.0009 ~ 0.002	
21	i-발레르산	0.004	0.001	0.001 ~ 0.004	
22	i-뷰틸알코올	4.0	0.9	0.9 ~ 4.0	

비고 1. 측정방법은 악취공정시험방법에 의하여 공기회석 관능법을 원칙으로 한다. 다만, 채취한 시료 중에 기기분석법에서 정한 지정악취물질이 있다고 판단되는 경우에는 기기분석법을 병행할 수 있으며, 이 경우 어느 하나의 방법에 의하여 배출 허용기준을 초과하는 때에는 이를 초과한 것으로 본다.

2. 공업지역은 다음 각호 중 하나에 해당하는 지역을 말한다.

- 가. 산업입지 및 개발에 관한 법률 제 6 조 내지 제 8 조의 규정에 의하여 지정된 국가산업단지·일반지방산업단지·도시첨단산업단지 및 농공단지
- 나. 자유 무역지역의 지정 등에 관한 법률 제 4 조의 규정에 의하여 지정된 자유무역지역(전용공업지역 및 일반공업지역에 한한다)
- 다. 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제36조의 규정에 의하여 지정된 공업지역 중 전용공업지역

현재 악취분쟁 판정기준으로 사용되고 있는 배출 허용기준은 공장이나 사업장에서 배출되는 악취를 규제하기 위한 목적으로 회석배수가 정해져 있기 때문에, 분쟁 조정위원회에 접수되는 일반 주거지 악취 민원의 경우에 적용하는데 무리가 있다. 분쟁조정위원회에 접수되는 대부분의 악취분쟁 사건의 경우, 신청인들은 악취의

상당한 괴로움을 호소하는데 반하여, 배출허용기준을 적용한 악취측정 결과는 허용기준 이하로 측정되는 경우가 많았으며, 따라서 인과관계 입증에 성립되지 못하여 보상을 받지 못하고 기각되는 경우가 대부분이었다. 다음은 중앙환경분쟁조정위원회 재정회의 악취분쟁 사례들을 요약한 것이다.

Table 2.3. 3 중앙환경분쟁조정위원회 재정회의 악취분쟁 사례들

배상시기	악취발생원	피해유형	배상액(단위:천원)
02.4.25	공장대기 유해물질 알미늄나염유기 용제	정신적피해	15/월×36 (540)
02.6.27	광고물제작시 VOC배출	육체적물질적피해 정신적피해	20/월×36 (720)
02.7.12	공관제조, 도장인쇄시설, VOC	재산 및 정신적 피해	20/월×10 (200)
02.12.16	정화조 악취	재산 및 정신적 피해	기각 (악취배출기준이내)
03.11.15	음식물 쓰레기 자원화시설 처리장	재산 및 정신적 피해	기각 (악취배출기준이내)
04.9.10	공장의 폐수처리장	물질적피해 (PCB 회로판 변색)	피해인정 23,321 배상
04.11.24	빨래방 악취	물질적피해	기각(악취기준이내)
05.5.6	알미늄공장 및 자원재활용 처리악취장	정신적피해 (불쾌감, 수면장애, 피부명, 호흡기질환)	기각 (악취배출기준이내)
06.6.16	분뇨처리장과 음식쓰레기 처리시설	재산피해 (토지기가하락, 임대료감소), 정신적피해	기각 (인과관계 성립안됨)
06.11.24	하수처리장	정신적피해	기각 (인과관계성립안됨)

2.3.3.2. 악취 피해 평가 방법 및 피해 인정 기준

분쟁조정위원회에서의 악취피해 평가 방법 및 피해인정 기준을 다음과 같이 제시한다.

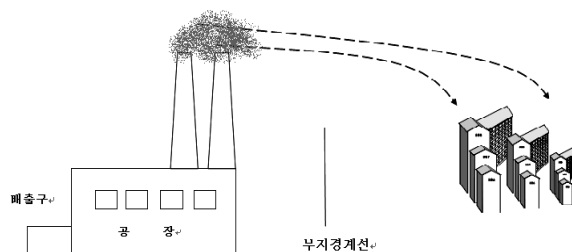


Fig. 2.3. 1 주거지의 악취피해

- ① 현행 '악취방지법 시행규칙상'에는 악취평가 및 측정방법으로 공기회석관능법(복합 악취 물질)과 기기분석법(지정 악취 물질)을 사용하게 되어 있어 일반 측정 대행 업체에서 측정하는 경우 신뢰성 확보가 어렵다.
- ② 측정의 신뢰성 확보를 위하여 측정에 적합한 시설과 기술 인력을 갖춘 기관(국립환경과학원에서 지정한 검사기관 또는 중앙환경분쟁조정위원회에서 별도로 지정한 검사기관)에서 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- ③ 악취 시료는 거주지 경계 내에서 채취하되 민원인들이 지정하는 지점과 시간대에 채취한 sample을 사용한다.
- ④ 악취측정은 원칙적으로 3회 이상 측정하도록 하며, 3회 이상의 측정 중 단 1회라도 피해 인정 기준 이상으로 측정되는 경우에는 악취피해가 있는 것으로 간주한다.

Table 2.3. 4 민원인 주거지의 악취평가 방법

구분	내용	이유
Sample 분석회수	원칙적으로 3회 이상	악취발생 빈도 개념 반영 (민원인 이의제기는 가능성이 있으므로)
Sample 채취시간	민원인이 제의하는 시간대	기상조건과 시간대에 따라 악취발생 특성이 다르다.
분석기관	환경부지정 악취검사기관 (자가측정 대행인은 불가)	공기회석 및 기기분석시 전문성을 요함
	동일기관 3회 이상 시행	재현성 확보 분석결과와 기관별 오차를 줄인다.
분석방법	공기회석관능법(복합) 기기분석법(지정)	악취공정시험방법에서 제시
sample 채취장소	민원인이 지정하는 장소	민원내용의 신빙성, 사실성 확인
악취 모델링	현장조사만으로 악취발생 피해 여부 판단이 충분치 않을 경우 모델링에 의해 시나리오별 악취피해 범위를 정량적 평가	

⑤ 본 연구에서는 악취 채취 지점을 거주지 경계 내의 피해자가 지정하는 지점으로 선정할 것을 제안하였으므로 악취방지법 상의 채취 지점인 배출구 및 부지 경계에서 채취한 시료에 대한 배출 허용 기준(회석배수)을 수인한도로 설정하는 것은 부적절하다.

⑥ 악취가 대기 중에서 확산 등에 의해 희석이 되므로 거주지까지의 거리가 멀수록 자연 희석되는 정도는 높아지는 것을 감안하여,

- 복합악취물질은 엄격한 배출 허용 기준의 최저치인 회석배수 10의 50% 수준인 회석배수 5를 수인한도로 제안 (회석배수 산정 방법에 따르면, 악취가 전혀 나지 않을 경우에도 회석배수가 3으로 판정 됨)
- 지정(단일)악취물질은 기타지역 배출허용기준 한도의 50%수준을 수인한도로 제안

2.3.4. 악취피해 배상액 산정 기준 연구

2.3.4.1. 악취로 인한 피해배상액의 산정사례

중양환경분쟁조정위원회에 접수된 사건 중 악취 분쟁의 사건 수는 많지 않으나 매년 꾸준히 접수되고 있다.

2000년- 대기오염 피해로 분류되어 2건
2001년- 대기오염 피해로 분류되어 1건
2002년- 대기오염 피해로 분류되어 5건
2003년- 대기오염 피해로 분류되어 2건
2004년- 대기오염 피해로 분류되어 3건
2005년- 수질·악취 피해로 분류되어 2건
2006년- 대기·악취 피해로 분류되어 5건

대부분의 악취 피해 접수 사건은 먼지, 매연 등의 대기오염과 동시에 접수되는 경우가 많았다. 그러나 대기오염은 물질공해인 반면 악취오염은 오염물질에 따라 감각이 반응하는 감각공해로 구분되므로 대기오염과 악취오염을 동일시 할 수는 없다. 환경분야에서 악취오염은 초기단계에 있으며 기본자료가 없는 상태이므로 정신적 피해 및 인체 피해의 배상액 산정에 있어서 대기피해와 명확히 분리할 수 없는 사례들이 많았다.

2005년 이전에는 악취분쟁을 위해 직접관능측정법을 사용하여 악취 강도를 측정하였다. 직접관능측정법은 후각을 이용하여 측정한 악취를 다섯 단계의 강도로 표시하는데 판정인의 주관적인 판단에 지배되거나 악취에 노출된 후 빠른 시간 안에 후각이 적응되어 버리는 문제점을 갖고 있다. 반면, 현재 악취측정에 사용되는 공기희석관능법의 경우는 시료를 포집한 후 무취공기와 희석하면서 희석배수로서 악취를 측정하는데(역시 사람의 후각을 사용하여 측정함), 공장이나 사업장에서 배출되는

악취를 규제하기 위한 목적으로 희석배수가 정해져 있기 때문에 분쟁조정위원회에 접수되는 일반 주거지 악취 민원의 경우에 적용하는데 문제점을 가지고 있다.

Table 2.3. 5 직접관능법을 사용한 배상액 산정사례

구분	배상시기	악취발생원	피해유형	피해기간	배상액 (단위: 천원)
①	02.4.25	공장대기 유해물질 알미늄나염유기용제	정신적피해	36개월	15/월×36 (540)
②	02.6.27	광고물제작시 VOC배출	육체적물질적피해 정신적피해	36개월	20/월×36 (720)
③	02.7.12	공관제조, VOC 도장인쇄시설	재산 및 정신적 피해	10개월	20/월×10 (200)

2005년 이후, 분쟁조정위원회에 접수되는 악취분쟁 사건을 포함하여 악취 민원의 경우, 신청인들이 악취의 상당한 괴로움을 호소하는데 반하여, 공기희석관능법을 사용한 악취측정 결과는 희석배수가 기준치 이하(15)로 측정되는 경우가 많았으며 인과관계 입증에 성립되지 못하여 보상을 받지 못하고 기각되는 경우가 대부분이었다. 지난 몇 년간, 중앙환경분쟁조정위원회에서 조정, 재정한 사건 중에서 악취로 인한 배상액 산정 사례들을 악취공정법 에서 규정한 공기희석관능법이 2005년 2월부터 시행됨에 따라서, 2005년 이전 사례와 이후의 사례들을 나누어 비교하였다.

① 이 사건은 공장의 휘발성대기오염물질로 인한 악취가 정신적 피해를 야기한 사건이다. 피신청인 공장에서 사용하는 메틸에틸케톤, 톨루엔 등 혼합용제들은 강한 자극성이 있는 유독물질로서 흡입시 호흡곤란, 두통, 현기증을 유발하는 물질이다. 대기확산 모델링에 의해 신청인 과수원에 미치는 농도가 시간당 최대 650 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 측정된바, 혼합용제에 포함되어 있는 메틸에틸케톤 등의 취기를 느낄 수 있는 농도 범위(250-10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 포함되며, 또한 조사관들이 과수원 현지 조사시 감지한 강한 악취와 매스꺼움 등은 신청인들이 주장한 악취피해와 일치하는 점 등으로 신청

인들의 악취피해 개연성이 인정된 사례이다. 그러나, 분쟁조정위원회에 재정신청하기 전인 01년 4~7월에 3회에 걸쳐 피신청인 사업장에서 발생하는 냄새로 인해 배발에 피해를 주고 있다는 민원에 따라 충남보건환경연구원에서 직접관능법에 의한 대기오염도 검사를 한 결과, 악취 배출 허용기준치 2도 이하인 1도로 측정된바 있었다. 즉, 악취 관정 결과가 일관되지 못하였다. 재정판결은 인과관계가 인정되는 악취로 인한 정신적 피해에 대하여 배상하되 배상금액은 소멸기간을 적용하여 3년으로 하고 1인당 월 15,000원을 산정·배상하였다.

② 광고물 제작 공장의 휘발성 유기용제 악취로 인해 육체적, 정신적인 피해를 입었다고 신청인이 주장한 사건이다. 용매와 육체적 장애에 대해서는 인과관계를 밝히기 어려웠으나 악취발생으로 머리가 아팠다는 인근 주민들의 주장을 감안하여 피신청인의 업체에서 발생된 악취물질로 인하여 정신적 피해를 입었을 개연성을 인정하였다. 즉, 이 경우는 악취 정도를 측정하는 오염도 검사는 없었으나 악취물질의 발생이 확실하고 인과관계가 명확하여 악취에 대한 정신적 피해만을 인정한 경우이다. 배상금액은 소멸시효기간을 적용하여 3년으로 하고 1인당 월 20,000원을 산정·배상하였다.

③ 이 사건은 제관 공장의 악취가 3도로(직접관능법) 측정되어 개선명령을 받은 사실로 충분히 신청자들이 정신적 피해를 입었을 개연성이 입증되었다. 그러므로 피신청인의 개선명령 이행 완료신고에 따른 악취 측정결과 2도로 측정된 날짜까지의 10개월을 피해기간으로 하여 배상하였다.

위의 3건의 사례들은 악취 측정을 위해 직접관능법을 사용하였으며, 배상산정은 15,000원/월 에서 20,000원/월 범위로 산정하였다. 2005년 2월부터 현행 사용되는 악취방지법이 시행되었다. 현행 악취방지법에서는 주관성이 강한 직접관능법을 삭제하고 공기희석관능법을 사업장 배출구 및 부지경계선의 악취평가 기본방법으로 제시하였다. 이후 접수되는 악취 민원은 물론 분쟁조정위원회에 재정 신청되는 모든 악취관련 분쟁사건의 악취측정은 공기희석관능법을 사용하게 되었다.

Table 2.3.6은 1005년 이후에 분쟁조정위원회에서 재정한 대표적인 세 개의 사례들을 보여주고 있다.

Table 2.3. 6 공기회석판능법을 사용한 배상액 산정사례

구분	배상시기	악취발생원	피해유형	결과
①	05.5.6	알미늄공장 및 자원 재활용 처리장악취	정신적피해 (불쾌감, 수면장애, 피부병, 호흡기질환)	기각 (악취배출 기준이내)
②	06.6.16	분뇨처리장과 음식물쓰레기 처리시설	재산피해 (토지기가하락, 임대료감소) 정신적피해	기각 (인과관계 성립안됨)
③	06.11.24	하수처리장	정신적피해	기각 (인과관계 성립안됨)

① 이 사건은 알미늄 공장과 ○○구 자원재활용처리장에서 발생하는 악취로 인해 정신적 피해를 호소하는 ○○아파트 주민들의 재정신청 사건이다. 이 경우, 악취 피해가 심하다는 신청인들의 주장에 따라 선정된 ○○아파트 내의 대표지점에서 05.4.8일 공기회석법에 따라 측정된 ○○보건환경연구원의 분석결과, 시료회석배수가 3배로 나타났다으며 판정요인(5인) 전원이 무취로 판정하였다. 악취방지법에서 정한 배출허용기준은 15 이하로서 회석배수 3은 기준보다 매우 낮은 수치이다.

그러나 과거에 피해자들의 민원 발생에 따라 금천 구청에서 ○○알미늄(주)에 대한 총 5건의 악취오염도를 부지경계선 및 배출구에서 공기회석법으로 측정한 결과, 1회 악취오염도가 초과되어 피신청인들이 과태료 50만원을 부과한 사실이 있었다. 재활용 처리장의 경우는 금천구에서 악취측정업체 (주)○○환경에 의뢰하여 재활용처리장 부지경계선에서 기기측정법에 따라 측정한 결과 암모니아 0.03 ppm 등 규제물질 8개 항목에서 모두 악취배출 허용 기준 이내였다. 이 사건은 신청인의 신청이 기각되었다. ○○알미늄 배출구의 악취측정 5회중 1회가 악취오염도가 초과되었으나 재정결정에서 참고되지 못한 채 무시되었다. 즉, 공기회석법을 사용하여 악취를 측정한 (주)○○환경과 ○○보건환경연구원의 악취도 결과에 차이가 있었다. 악취 측정은 분석기관의 분석능력에 대한 공신력이 확보되어야 할 것이다. 즉, 사람의 감각을 사용하므로 분석과정의 관리와 공정성이 확보 되어야 한다.

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



② 이 사건에서는 발생하는 악취를 충청북도 보건환경원이 악취배출 부지경계선 및 악취발생원으로부터 일정 거리를 두고 채취한 후 공기희석관능법으로 측정하였다. 측정된 시료희석배수는 악취배출기준을 초과하였다. 그러나 악취피해를 호소한 신청인은 10년 전부터 이 토지를 경작용으로 임대하고 있으며 분쟁지역으로부터 약 4 km 떨어진 곳에 거주하므로 악취로 인한 직접적인 피해의 개연성을 인정하지 않아 기각되었다.

③ 이 사건은 인과관계가 성립이 안되어 기각된 사건이다. 사실조사를 위해 악취측정 결과 하수처리장 부지 내에서는 악취를 감지할 수 있는 상황이었으나, 여러 차례에 걸친 부지경계에서 복합악취를 공기희석관능법에 의해 측정한 결과 배출허용기준(희석배수 15배 이하)의 20-67% 수준으로 측정되었다.

2.3.4.2. 합리적 피해 배상액 원가의 결정

악취가 감각 공해로서 개인에 따라 피해 정도가 다르고 정량적인 측정이 어려우나 현재의 악취 피해에 대한 배상액 산정보다는 좀 더 합리적인 배상액 산정 기준과 물가 상승에 따른 피해배상원가의 상승도 필요한 실정이다. 현재까지 분쟁조정위원회에서 악취피해의 경우 배상된 배상액은 다음과 같이 산정되어왔다.

$$\text{피해배상액} = 1\text{인당 배상원가/월} \times \text{피해기간} = 20,000 \text{ 원/월} \times \text{기간(달)}$$

이는 다른 피해 발생원의 배상액에 비하여 현저히 낮은 수준이다. (먼지의 배상액은 70,000 원/월 ($150 \sim 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 소음은 80,000 원/월 (70~74 dBA)임)

악취 공정 시험방법의 공기 희석 관능법에서는 악취 감지량이 악취 물질 농도의 상용대수에 비례한다는 가정을 기반으로 희석 배수를 10배, 30배, 100배 등으로 하여 시험을 하도록 규정하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 다른 피해 발생원의 배상액과 아래와 같은 몇 가지 가정을 통하여 악취 피해에 대한 배상액 산정 기준을 제안한다.

- 악취 감지량은 희석배수(농도)의 대수(상용로그)에 비례한다.
- 악취 감지량은 악취 피해기간의 대수(상용로그)에 비례한다.
- 악취 피해 배상액은 악취 감지량에 선형적으로 비례한다.

위의 가정에 따라 악취 피해 배상액에 관한 산정식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$M(\text{배상액}) = a \{ [b \times \log(\text{희석배수} - \text{기준희석배수} + 1) + c] \times [d \times \log(\text{피해기간}) + e] \} + f$$

악취 감지량(or 피해량)과 피해기간의 상관관계에 대한 연구 결과는 없지만, 본 연구에서는 소음과 먼지의 경우에 적용되는 가정을 임의로 도입하였다. 따라서, 추후

악취의 인체 위해성(악취 피해정도) 평가에 관한 연구가 반드시 수행되어야 하며, 이러한 연구 결과를 반영하여 배상액 산정 기준을 재 산정할 필요가 있다.

본 연구에서는, 소음이나 먼지의 피해 배상액을 고려하여 위에서 제시된 식의 계수들을 적절히 조정하였으며 이러한 결과로부터 얻은 먼지 피해에 대한 배상액 산정 기준표는 다음과 같다.

Table 2.3. 7 악취 피해에 대한 배상액 산정 기준(복합 악취 물질)

단위: 천원

회석 배수 피해기간	5~10 배	15~30 배	30~100 배	100~300 배	300 배 이상
1개월 이내	50	105	165	220	270
2개월 이내	85	175	270	355	435
3개월 이내	154	215	335	435	535
4개월 이내	115	245	375	490	605
5개월 이내	125	265	410	535	660
6개월 이내	135	285	440	570	705
9개월 이내	155	325	500	650	805
1년 이내	170	350	545	710	875
1년 6개월 이내	190	390	605	790	975
2년 이내	200	420	650	850	1045
2년 6개월 이내	215	445	685	895	1100
3년 이내	220	460	715	930	1145

지정(단일)물질 악취의 경우 복합물질의 경우와 달리 기기분석법을 사용하여 평가한다. 복합물질의 경우와 통일성을 유지하기 위하여 복합물질의 회석배수를 농도 증가분으로 환산하였다.

악취물질 α ppm인 시료가 존재한다고 가정하면, 10배 희석할 경우 악취물질의 농도는 약 $\alpha/10$ ppm이 된다. 이는 곧 10배 희석하여 α ppm인 물질을 만들려고 하면 악취물질의 최초 농도는 $\alpha/10$ ppm이 되어야 함을 의미한다.

복합 악취물질에 대한 부지경계선에서의 엄격한 배출 허용기준인 회석배수 10이 지정 악취물질의 배출 허용기준치에 대응되도록 하였다.

이러한 사실을 반영하여 아래와 같은 지정(단일) 악취 물질에 대한 배상액 산정 기준을 제안한다.

Table 2.3. 8 악취 피해에 대한 배상액 산정 기준(지정 악취 물질)

단위: 천원

농도범위 피해기간	$0.5a \sim a$	$a \sim 3a$	$3a \sim 10a$	$10a \sim 30a$	$30a$ 이상
1개월 이내	50	105	165	220	270
2개월 이내	85	175	270	355	435
3개월 이내	154	215	335	435	535
4개월 이내	115	245	375	490	605
5개월 이내	125	265	410	535	660
6개월 이내	135	285	440	570	705
9개월 이내	155	325	500	650	805
1년 이내	170	350	545	710	875
1년 6개월 이내	190	390	605	790	975
2년 이내	200	420	650	850	1045
2년 6개월 이내	215	445	685	895	1100
3년 이내	220	460	715	930	1145

단, a 는 지정(단일) 악취 물질에 대한 규제 기준 농도

그 외, 악취로 인한 건강상의 피해를 입증하는 명백한 증거가 있을 경우에는 이에 대한 제반 비용을 추가 배상한다.

2.3.5. 결 론

악취는 감각공해로서 최근까지 대기오염과 명확한 구분없이 다루어왔으나, 2004년 악취방지법 제정 이후 물질공해인 대기오염과 차별화되기 시작하였다. 악취에 의한 인체 위해성에 관한 연구는 현재 거의 없을 뿐만 아니라 평가 체계 또한 논란도 많다. 본 연구에서는 악취 공정시험 방법, 악취 배출에 관한 규제 기준 및 배상액 산정 과정에서의 몇 가지 가정을 기반으로 악취 평가 및 피해인정 기준, 악취피해에 대한 배상액 산정 기준 등을 제안하였다. 이러한 사항을 요약, 정리하면 다음과 같다.

1. 분쟁조정위원회에서 사용할 수 있는 악취측정 방법은 우리나라 악취방지법 및 악취공정 시험 방법에서 정한 공기회석관능법과 특정 지정 악취물질이 있다고 판단 시에 기기분석 방법을 병행한다.
2. 측정의 신뢰성 확보를 위하여 측정에 적합한 시설과 기술 인력을 갖춘 기관(국립환경과학원에서 지정한 검사기관 또는 중앙환경분쟁조정위원회에서 별도로 지정한 검사기관)에서 측정하는 것을 원칙으로 한다.
3. 현재 민원인 주거지(생활환경의 악취) 악취피해 측정에 대한 별도의 규정이 없는 상태이므로 민원인이 지정하는 장소, 제의하는 시간대에 sample을 채취하도록 제안한다.
4. 악취측정은 원칙적으로 3회 이상 측정하도록 하며, 3회 이상의 측정 중 단 1회라도 피해 인정 기준 이상으로 측정되는 경우에는 악취피해가 있는 것으로 간주한다.
5. 복합악취물질은 엄격한 배출 허용 기준의 최저치인 회석배수 10의 50% 수준인 회석배수 5를 수인한도로 제안하였다. (회석배수 산정 방법에 따르면, 악취가 전혀 나지 않을 경우에도 회석배수가 3으로 판정 됨)
6. 지정(단일)악취물질은 기타지역 배출허용기준 한도의 50%수준을 수인한도로 제안하였다.
7. 악취 피해로 인한 배상액을 산정하기 위하여 다른 피해 매체의 배상액 수준 및

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



몇 가지 가정을 통하여 복합 악취 물질과 지정(단일) 악취 물질에 대한 배상액 산정 기준을 제안하였다.

8. 앞으로 악취로 인한 정신적 피해(악취 피해정도) 평가에 관한 연구가 반드시 수행되어야 하며, 이러한 연구 결과를 반영하여 피해인정기준 및 배상액 산정 기준을 재 산정할 필요가 있다.

2.4. 일 조

2.4.1. 개요 및 추진 방향

최근 우리 사회의 급속한 경제성장에 따른 소득수준의 향상으로 인해 도시민의 삶의 질에 대한 관심이 증대되었고, 그 중 중요한 부분을 차지하는 환경에 대한 이해관계가 복잡해지고 있다. 특히, 대도시의 낙후된 주거환경을 개선하고 토지 이용 효율을 극대화하기 위하여 기존의 저층 주거용 건물을 고층 아파트 단지나 고층 주상 복합건물로 재건축, 재개발하거나 신축하는 행위가 빈번해지면서 일조 침해 문제가 대두되고 있다.

일조는 환경분쟁을 일으키는 대표적 원인 중 하나이나 실제로 이와 관련한 판례나 분쟁조정위원회의 조정 사례는 극히 드물다. 2004~2006년간 재정사건은 총 562건으로 이중 90.2%가 소음·진동 관련 사건이다. 일조권 관련 사건은 같은 기간 동안 총 13건에 불과하다. 더욱이 최근 일조권 관련 사건은 더욱 줄어 든 상태이다.

환경분쟁조정사례집에 소개된 2004-2006년 사건을 중심으로 일조권 관련 분쟁의 위원회 결정에 대한 수용 여부를 조사한 결과 총 15건 중 33.3%인 5건만이 수용하고 나머지 66.7%인 10건은 위원회 결정을 받아 들이지 않았다. 일조권 관련 환경분쟁사건의 수용율은 전체 재정사건의 평균 수용율인 85.1%에 비교하면 현저하게 낮은 것이다.

일조권 관련 분쟁사건은 피해배상에 관한 법적 근거가 명확하게 마련되지 않아 사업 시행자가 소극적으로 대처하고 있으며, 일조권 부족에 따른 농작물 및 주변 건축물의 피해에 관해 체계적이고 객관적으로 연구된 결과가 부족해 피신청인을 납득시키기 어려운 점이 일부 있다. 특히, 농작물의 종류가 매우 다양하고 일조에 대한 영향이 농작물마다 차이가 있어 피해를 조사하는데 있어서도 많은 어려움이

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



있다.

이와 같이 일조 침해로 인한 피해는 표준화된 평가방법 및 판단기준이 부재하여 그 피해량을 결정하기가 쉽지 않고, 피해배상액을 산정함에 있어서도 객관화된 방법이 확립되어 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 일조 침해 측정 및 평가방법을 검토하고, 관련법규 및 판례를 참조하여 현실적이고 합리적인 피해 인정 기준안을 제시하였으며, 피해 대상별 일조 피해 배상액 산정기준안을 마련하여 일조분쟁 조정 시 표준화, 단순화된 판단기준을 마련하고자 한다.

2.4.2. 일조에 의한 피해와 인과관계

2.4.2.1. 일조 피해의 종류

일조 피해에 대한 배상액 산정 기준 설정을 위해서는 일조 부족이 피해 대상에 미치는 영향에 관한 기존의 연구를 바탕으로 피해 대상별 적정 수준의 수인한도가 결정되어야 한다. 일조 피해대상으로는 사람, 가축, 농작물, 건물 등이 있다.

일반적으로 일조라 함은 태양복사 가운데 가시광선(빛)을 포함하여 자외선에 의한 보건 위생적 효과를 뜻하며, 특히 자외선은 사람을 비롯한 생물의 생육, 살균, 퇴색 등의 작용이 강해서 생명체와 밀접한 관련이 있다. 충분한 일조를 받는 것은 인간의 정신을 상쾌하게 만들어 인체의 신진대사를 촉진시키는바 심리적, 생리적으로 중요한 작용을 한다. 또한, 일조는 농작물의 생육에 큰 영향을 미치는데, 일조 부족은 작물의 광합성에 직접적인 영향을 주어 생육부진의 원인이 되고 있으며, 간접적으로는 낮 동안의 햇빛부족은 시설 내부로 유입되는 광에너지의 감소를 유발하여 지중에 유입되는 열축적의 감소를 가져와 지온확보가 어려워지게 됨으로써 저지온으로 인한 시설재배 작물 및 보온 위주의 작물재배가 매우 어렵게 된다. 건축에서 일조를 중요시 하는 것은 자외선에 의한 위생적인 효과 즉, 화학적 살균 작용에 의해 쾌적한 주거 환경을 만들기 위함과 적외선에 의한 열적 작용으로 난방 에너지 절약 효과 등을 위함이다. 일조 침해가 발생한 건축물은 난방비, 조명비 등의 비용이 증가하는 등 재산상 피해가 발생할 수 있다.

2.4.2.2. 일조가 인체 및 가축에 미치는 영향

일조의 보건 위생적 효과는 자외선에 의한 것으로, 생물의 생육, 살균, 퇴색 등의 화학적 작용이 강해서 화학선이라고도 한다. 일광욕이 급사병, 빈혈, 피부결핵, 탈모증 등의 예방이나 치료에 이용되는 것은 자외선에 이와 같은 작용이 있기 때문이며, 또 일광소독이라 하여 일상생활에서 침구나 의류, 건물바닥 등의 소독에 일광이 이용되는 데는 자외선의 살균력에 의하는데 이 경우는 자외선의 작용이 동시에 발생되어 효과가 크다. 직사일광에 쬘면 결핵균도 1~2 시간에 사멸한다는 연구결과도 있다.

지구에 도달하는 자외선 가운데 280~320nm 의 범위는 특히 도르노선(Dorno ray) 또는 건강선이라고 하며, 이는 인간의 건강과 깊은 관계가 있다. 도르노선에서는 주로 다음과 같은 작용이 있다.

- (1) 세포의 발육을 자극 촉진한다.
- (2) 혈액 중에 백혈구, 혈색소, 칼슘, 인, 철분 등을 증가시킨다.
- (3) 피하의 에르고스테린(Ergosterin)에 작용하여 비타민 D 를 만든다.

도르노선은 피부에서 잘 흡수되고 피하의 프로 비타민을 비타민 D로 바꾼다. 비타민 D는 칼슘과 인의 대사에 관계하고 구루병의 치료와 예방에 효과가 있다. 일광욕이 급사병, 빈혈, 폐부 결핵, 탈모증 등의 예방이나 치료에 이용되는 것은 자외선에 이와 같은 작용이 있기 때문이다. 또한 자외선의 살균 작용으로 직사일광을 쬘면 결핵균도 1~2시간에 사멸한다. 이처럼 자외선은 세포의 발육을 촉진하고 비타민D 형성을 돕고 병균 소독, 헤모글로빈의 증가 등 신체적 건강 증진뿐만 아니라 생리적 자극제로 작용하는 등 인체 건강에 중요한 작용을 하는 요소이다.

또한, 태양광선 중 눈에 보이는 파장대인 가시광선에 의한 빛 효과와 관련하여 일조가 부족하면 심리적인 질환인 Lapp병(스칸디나비아 노이로제)이 발생할 수 있는데 이는 주광결핍이 극단적인 원인이다. 이외에도 일조 부족은 성격상의

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



문제를 다수 야기시키는 것으로 알려져 있다.

따라서, 충분한 일조를 받는 것은 인간의 정신을 상쾌하게 만들어 인체의 신진대사를 촉진시키는바 심리적, 생리적으로 중요한 작용을 한다. 그러므로 일조권이란 태양광선으로부터 받을 수 있는 이익을 보장받을 수 있는 권리로 정의될 수 있다.

일조는 인체뿐만 아니라 가축의 발육 및 생산성 등에 영향을 줄 것으로 예상되나, 가축의 경우 일조량 감소에 따른 정량적인 피해 정도에 관한 연구 자료가 없는 실정이다.

2.4.2.3. 일조가 농작물에 미치는 영향

1. 일조 부족과 식물의 생육

일조 부족은 작물의 광합성에 직접적인 영향을 주어 생육부진의 원인이 되고 있으며, 간접적으로는 낮 동안의 햇빛부족은 시설 내부로 유입되는 광에너지의 감소를 유발하여 지중에 유입되는 열축적의 감소를 가져와 지온확보가 어려워지게 됨으로써 무가온 하우스가 80% 이상으로 많은 우리 나라 원예시설에서는 저지온으로 인한 지하부 근권 발육이 현저히 부진하게 된다. 게다가 보온 위주의 작물재배에서 유일한 열공급원인 지중열이 적은 상태에서 밤에 보온을 충분히 해주어도 일몰 후 작물체에서 낮 동안의 광합성 물질을 전류하기 위해서는 5시간 이상의 적온을 유지하여야 하는데 이 경우 매우 어렵게 된다. 따라서 정식한 묘는 활착이 늦어지고 육묘중인 묘는 잎의 동화기능이 떨어져서 노화현상이 나타나 건묘 육성이 어렵게 된다.

일조 부족에 의한 적물생육의 영향은 가시적으로는 지상부의 생육둔화와 생장량 감소를 보이고 있으나, 이보다 더 근본적인 생육불량의 원인은 위에서 지적한 바와 같이 작물생육에 필요한 지하부의 근권환경의 악화에 있다. 지온이 낮아지면 우선 칼슘과 같은 특정 양분의 흡수가 저해되고 근활력 저하로 능동적인 양분 흡수 능력이 떨어져서 영양불균형에 의한 지상부 경엽과 과실에 여러 가지 생리장해가 발생하게 되어 뿌리로 전류되는 동화산물의 부족과 함께 근모발생이 억제되고 뿌리발육이 저하된다. 또한 지온이 낮아지면 지면에서 증발량이 감소되어 토양은 과습하기 쉬우며, 지상부는 광이 약하여 연약하게 자란다. 이 경우 병해 발생이 많아지게 되어 간접적인 영향을 받게 된다.

2. 작물별 일조 부족의 영향

A. 식량작물

· 벼

벼의 단위면적당 물질생산량(수량)은 개체군의 광합성에 달려 있으며 광합성은

단위 잎 면적당 광합성 능력, 잎 면적 지수, 개체군의 수광 상태 및 호흡량에 의해 결정된다.

개체의 광합성 능력과 개체군의 잎 면적 지수가 같아도 수광 상태에 따라 광합성이 달라지며 빛의 세기가 개체군의 광합성에 미치는 영향은 생육시기에 따라 서로 다르다. 즉, 생육초기인 새끼 칠 때는 빛의 세기가 최대일조량의 30-40% ($12-16\text{W/m}^2$) 이상이면 빛의 세기에 관계없이 광합성이 일정하다. 그러나, 최고 새끼 칠 때가 되면 최대일조량의 60% (24W/m^2) 이상이어야 한다. 그리고 이삭 펴 때는 일조량에 비례해서 광합성이 증가한다.

· 벼 생육과정별 차광처리가 수량 및 수량구성요소에 미치는 영향

영양 생장기의 차광은 벼의 수량에 큰 영향을 끼치지 못하지만 생식생장기와 후숙기의 차광처리는 수량을 크게 감소시키는데 이는 이삭꽃 수의 감소와 여분 비율이 낮기 때문이다.

Table 2.4. 1 벼의 생육과정별 차광처리가 수량 및 수량구성요소에 미치는 영향(Yoshida & Parao, 1976)

차광시기	유입광 (%)	수량 (t/ha)	이삭꽃수 (만개/m ²)	여분비율(%)	1천립당 중량(g)
영양생장기 (Vegetative Phase)	100	7.11 (100)	41.6	88.9	20.0
영양생장기 (Vegetative Phase)	75	6.94 (98)	40.6	89.9	19.9
영양생장기 (Vegetative Phase)	50	6.36 (89)	38.3	89.5	19.9
영양생장기 (Vegetative Phase)	25	6.33 (89)	38.1	84.3	19.8
생식생장기 (Reproductive Phase)	100	7.11 (100)	41.6	88.9	20.0
생식생장기 (Reproductive Phase)	75	5.71 (80)	30.3	87.8	20.3

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



생식생장기 (Reproductive Phase)	50	4.45 (63)	24.4	89.4	19.5
생식생장기 (Reproductive Phase)	25	3.21 (45)	16.5	89.4	19.1
후숙기 (Ripening Phase)	100	7.11 (100)	41.6	88.9	20.0
후숙기 (Ripening Phase)	75	6.53 (92)	41.1	81.1	20.0
후숙기 (Ripening Phase)	50	5.16 (73)	40.6	64.5	19.5
후숙기 (Ripening Phase)	25	3.93 (55)	41.7	54.9	19.1

· 콩

Table 2.4. 2 차광이 콩 수량 및 수량 구성 요소에 미치는 영향(Wahua 외, 1978)

유입광 (%)	수량(kg/ha)	개체당 꼬투리수 (개)	꼬투리당립수 (개)	100립중량 (g)
100	3,601 (100)	115.2	2.5	16.5
80	3,251 (90)	98.0	2.5	18.5
53	2,711 (75)	69.5	2.4	18.3
37	1,711 (48)	57.1	2.4	15.8
20	640 (18)	31.5	2.4	15.1
7	80 (2)	4.5	1.5	13.3

주) ()안은 수량지수

B. 채소류

광도가 낮아짐에 따라 광합성 작용이 저하되므로 탄수화물의 생성이 불충분하여 생육과 수량이 감퇴하는데, 그 정도는 채소의 품종에 따라 차이가 매우 크다.

그러나 일반적으로 잎이 커지고 엽육(잎의 아래 위 겹겹질 사이를 채우고 있는 연하고 얇은 부분)이 얇아지고 줄기의 지름이 작아지며 뿌리의 발육이 불량하게 되고 무게도 줄어든다. 또한 영양기관뿐만 아니라 꽃이 피는 시기에도 영향을 미치게 되고 개화시 낙화율이 높아진다.

· 일조 부족 정도별 오이 육묘 시의 생육량에 미치는 영향

(자료: 전희우영희·권영삼, 시설원에 일조부족 피해실태 및 대응방안, 2001.12.)

: 오이는 과채류 가운데 기상환경에 민감한 작물임

Table 2.4.3 시설 내 차광 정도별 오이 수량

차광율 (%)	과 중 (g)	상품과율 (%)	조기수량 (kg/10a)	총수량 (kg/10a)
무차광	142	79.5	6,968	9,190
30	126	74.1	5,584	7,849
50	122	73.5	4,476	6,331
70	117	68.7	2,771	5,886

※외기 일사량: $10.8 \text{ MJ} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{day}$

C. 과실류

일장이 부족하면 지초(枝梢)가 웃자라고 꽃눈의 형성과 결실이 불량해지며, 과실의 품질도 불량하게 된다. 과수가 그늘지게 되면 중량생장은 억제되지만 체적생장은 촉진되어 웃자람 현상이 발생하고 그 결과, 가지와 잎이 연화(軟化)되고 병충해에 대한 저항성도 약해진다. 차광의 정도가 지나치면 식물은 체적생장도 약해져 결국 고사하게 된다. 특히 개화 중 차광을 하면 화기(花期)에 악영향을 미쳐 결실이 불량해진다. 개화 후 1개월 정도 지나 차광하면 과실비대가 억제되지만 동시에 과실의 생리적 낙과현상이 일어난다. 이 시기에 차광의 정도가 자연광의 50% 이하가 될 경우, 껍질의 착색이나 당분 등의 함량 이외에 향기와 비타민 C의 함량 등이 부족하게 된다.

Table 2.4. 4 포도나무 (델라웨어종)의 착색기 착광이 품질에 미치는 영향 (1968)

구분	1과립의 무게(g)	1과방의 무게(g)	과립수	착색도	가용성 고형물 (%)	적정산 함량(%)	수분함량 (%)	수확적기
100%	1.33	60	43	5	19.2	0.76	73	8.12.
70%	1.31	58	42	5	19.8	0.99	76	8.12.
50%	1.31	58	42	4.5	18.5	1.17	78	8.15.
35%	1.32	56	41	3.5	15.8	1.24	80	8.20.
20%	1.24	56	43	3	14.5	1.47	77	8.21.

- 주) 조사일은 8.12. 이고 처리기간은 7.20~8.21.임

Table 2.4. 5 일장이 과수의 새 가지 신장량에 미치는 영향(小林·北村, 1968)

구분	포도나무			사과나무	복숭아나무	감귤류	
	Concord	Delaware	Muscat of Alexandria	사과나무	복숭아나무	레몬	탱자
8시간	11.4 (23%)	13.0 (23%)	19.7 (38%)	100.5 (77%)	94.6 (72%)	67.2 (68%)	43.8 (50%)
12시간	15.3 (30%)	15.5 (28%)	37.3 (73%)	98.2 (76%)	125.6 (95%)	-	-
14시간	30.2 (60%)	45.7 (82%)	46.2 (90%)	107.2 (83%)	130.0 (99%)	81.9 (83%)	62.4 (71%)
16시간	50.3 (100%)	56.0 (100%)	51.3 (100%)	129.8 (100%)	131.8 (100%)	99.2 (100%)	87.9 (100%)

-주) 사과나무는 5월 28일~12월 1일까지의 경우이고 감귤류는 3월 3일~11월28일 (1959)까지 21.0~27.0℃ 조건의 경우임

D. 특용 화훼류

1, 2년생 화초류나 개나리, 목련, 매화 등의 꽃나무류는 양치식물(80,000~130,000 lux)이 대부분이고 화분에 식재하여 있을 감상하기 위하여 재배되고 있는 열대성 관엽식물류는 일반적으로 반음지식물(50,000lux 내외)이 많으며, 고사리와 같은 양치식물은 음지식물(10,000lux 이하)에 속한다.

화훼작물의 경우 최종산물은 단순히 생체량의 증가가 아니라 ‘개화’라는 질적변화와 더불어 착생된 꽃의 수와 아름다움(품질)에 의해 가격이 결정된다. 일조량이 부족한 경우 생장량과 절화의 수량이 감소함은 물론, 개화가

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



이루어졌다고 하더라도 꽃의 수가 적거나 모양이 불량하여 관상가치를 상실하면 단순한 가격하락이 아니라 근본적으로 판매 자체가 불가능한 특성을 지니고 있다.

2.4.2.4. 일조가 주변 건물에 미치는 영향

주거환경은 개인 및 가족의 일상생활을 수용할 뿐 아니라 그들의 가치와 기대, 형태와 태도의 형성에 직접적인 영향을 미친다는 점에서 그 중요성이 더욱 강조된다. 주거환경에 대한 정의는 포괄적이며 다양하다. 광의로는 인간이 주생활을 영위할 수 있는 유형무형의 외부적 조건이며, 협의로는 주택 그 자체 또는 주택의 내·외부와 관련된 여러 조건과 주택의 배치에 따른 주변에 미치는 영향 등이라 할 수 있다. 그러나 실제적인 의미로의 주거환경은 주거단지 계획에서 고려하여야 할 여러 가지 물리적 조건을 뜻한다. 즉 주거 환경의 일부분인 주거단지는 외부 환경으로서 인간의 생활에 직접적인 영향을 미치며, 상호 관계를 지속시켜 주는 창조적인 공간이 된다. 이런 의미에서 자연광은 풍토와 지역뿐만 아니라 하루 동안에는 아침, 낮, 밤으로 변화하고 1년 중에는 월별, 계절별로 빛의 강도와 색과 질을 변화시켜 주거생활에 고려해야 할 중요 요소로 존재한다.

역사적으로도 주거지의 입지조건 중 대표적인 것으로 일조를 꼽을 수 있다. 동·서·남·북 4방향 중 유독 남향을 선호한 것과, 평지보다는 약간의 구릉에 자리를 잡는 것을 선호하는 것은 충분한 일조 확보와도 관련이 있다.

지상에 도달하는 태양복사는 파장별로 크게 자외선, 가시광선, 적외선이 있는데 자외선은 화학, 보건적 효과를, 가시광선은 채광의 효과를, 그리고 적외선은 열적 작용을 한다. 먼저, 건축에서 일조를 중요시 하는 것은 자외선에 의한 위생적인 효과 즉, 자외선에 의한 화학적 살균 작용에 의해 쾌적한 주거 환경을 만들기 위함이다. 또한, 일조는 눈에 보이는 파장대인 가시광선에 의한 조명 효과로 낮을 밝게 해주며, 적외선에 의한 열적 작용으로는 건물의 외벽을 따뜻하게 해준다는 점을 들 수 있다. 대기와 대지는 전체 파장역의 태양 복사에 의하여 열을 받아 기온이 형성되는데, 일사는 지붕이나 외벽을 통하여 또는 유리창을 투과하여 실내로 유입되어 실내의 열환경에 크게 영향을 준다. 여름철의 일사는 실내의 열부하를 증가시키나, 겨울철에는 태양으로부터 공급되는 약 1 kJ/m^3 의 태양열에 의한 막대한 난방 에너지 절약 효과가 있으며, 습기 제거에도 효과적이다. 따라서 일조환경이 양호한 주택과 불량한 주택의 사이에는 겨울철의 난방 비용이 주택

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



유지비용 중에서 큰 비중을 차지하는 등 분명히 경제적인 유지비용의 차이가 나므로 열의 효과는 광 효과보다 주택에서 필요한 효과로 인식된다.

이와 같이 일조는 인간 주거 환경의 중요 요소 중 하나이다. 따라서 적정 일조 시간의 확보는 쾌적하고 건강한 주거 환경 조성을 위해서는 필수적이다.

2.4.3. 피해 대상별 일조의 피해인정기준 (수인한도) 검토 및 개선 방안

우리나라의 일조관련 환경기준은 관련법규로 정해져 있지 않으나, 법원판례 등에 의해 일조방해의 정도가 사회 통념상 일반적으로 인용하는 수인한도를 넘어야 일조피해를 받는 것으로 보고 있다.

수인한도 판단은 ①피해의 정도, ②가해·피해 회피 가능성, ③지역성, ④피해건물의 배치·구조, ⑤가해·피해 건물의 용도, ⑥선재관계, ⑦가해건물의 공법규제위반 여부, ⑧교섭과정 등을 종합적으로 고려하여야 하나, 대부분의 판결 및 분쟁 조정에서는 건축법상 규정 및 일본의 일조 수인한도를 적용하고 있다.

최근 무분별한 개발로 일조 피해가 증가하고 있는데 이를 규제할 법안이 존재하지 않으며 피해대상별로 구체적인 피해기준이 없어 일반 국민들이 일조 침해로 인한 피해를 보상받기 어려운 실정에 있다. 특히, 일조 침해로 인한 피해의 일치된 수인한도 기준이 없어 혼란을 가중시키고 있다.

따라서 본 연구는 일조 침해의 평가방법의 적절성을 검토해 피해대상별 일조의 수인한도 기준을 현실적이고 합리적인 수준에서 제안하고, 이에 따라 일조 피해 배상액의 산정기준을 마련하여 앞으로의 일조 분쟁 조정에서 명확한 판단의 기준을 마련하고자 한다.

2.4.3.1. 일조의 인체 및 가축에 대한 수인한도

앞서 밝힌 대로, 일조 침해에 따른 인체 피해는 그 정도가 미미하고 분쟁 사례가 없어 그 수인한도를 마련하는 것은 유보하도록 한다. 가축의 경우도 마찬가지로 일조량 감소에 따른 정량적인 피해 정도에 관한 분석 자료가 없어 추후 심도 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

2.4.3.2. 일조의 농작물에 대한 수인한도

일조의 농작물에 대한 수인한도를 설정하기에 앞서 구조물에 의한 농작물의 일조침해를 산정한다. 농작물의 일조침해율은 주변현황 및 일조에 방해를 주는 구조물의 제원, 대상면의 경사도, 이격거리, 일영길이로부터 구할 수 있다. 이로부터 대상지역의 총 일조침해율은 세부 구역별 면적 보정 일조침해율을 계산하여 산정하도록 한다.

1. 일조침해율 산정방법

- 주변 현황 및 구조물의 제원 파악

구조물과 대상지역과의 관계를 파악하기 위하여 현장의 대표 위도, 구조물의 대표 방위각, 높이(H), 도로폭(W), 두께(T)의 값을 파악한다.

- 대상면의 경사도 파악

2.4.3.2. 에 나타난 것과 같이 대상면의 경사 정도와 T형 상부구조 조건에 따른 상대적인 높이(H)를 선정한다.

- 구조물 높이에 따른 이격거리(D) 설정

구조물 상대높이(H)에 따라 인접지역은 가로, 세로방향의 0.3H의 간격으로 나누고, 일조피해 대상지역이 포함되는 구간을 파악한다.

- 일영길이의 산출

상부구조에 의한 일영의 길이는 구조물 길이방향의 법선 방향으로 진행하게 되며, 일영의 총 길이는 부록 D의 Fig. D.2에 나타난 것과 같이 도로폭(W)에 두께(T) 보정값을 더하여 계산하며 월별 두께 보정값은 Table D.1에서 Table D.2를 참고한다.

- 총 일조침해율의 산정

일조침해율은 총 일조가능 시간에 대한 이격거리(0.3H)별 일조 침해 시간에 대한 비율로 나타낼 수 있으며 상부구조와 하부구조에 의한 각각의 일조침해율을 계산한 후 그 합으로 총 일조침해율을 산정한다. 만일 총 일조 침해율이 100%가 되면 그 부분은 대상일의 하루종일 음영 지역이라 할 수 있다.

상부구조에 의한 일조침해율은 Table E.6에서 Table E.55를 참고하고, 하부구조에 의한 일조침해율은 Table E.56에서 Table E.57을 참고하고 대상지역의 총 일조침해율은 세부 구역별 면적 보정 일조침해율을 계산하여 산정할 수 있다.

2. 일조침해율 산정의 예

구조물과 대상지역이 다음의 조건과 같을 경우 일조침해율 계산방법

대상지역 위도	구조물의 제원			
	방위각(°)	높이(h)	폭(W)	두께(T)
36.8°	남동 42°	30m	20m	2m
해발고도			해당작물	해당 월
구조물 바닥(W_A)		대상 지역(W_B)		
22m		20m	벼	9월(5월~9월)
구조물과 대상면까지의 거리		25m	대상면의 크기 (면적)	30m × 25m (750m ²)

1) 대표위도의 선정

위도 36.8°가 $36^\circ \leq L < 37^\circ$ 이므로 36.5°를 대표 위도로 적용한다.

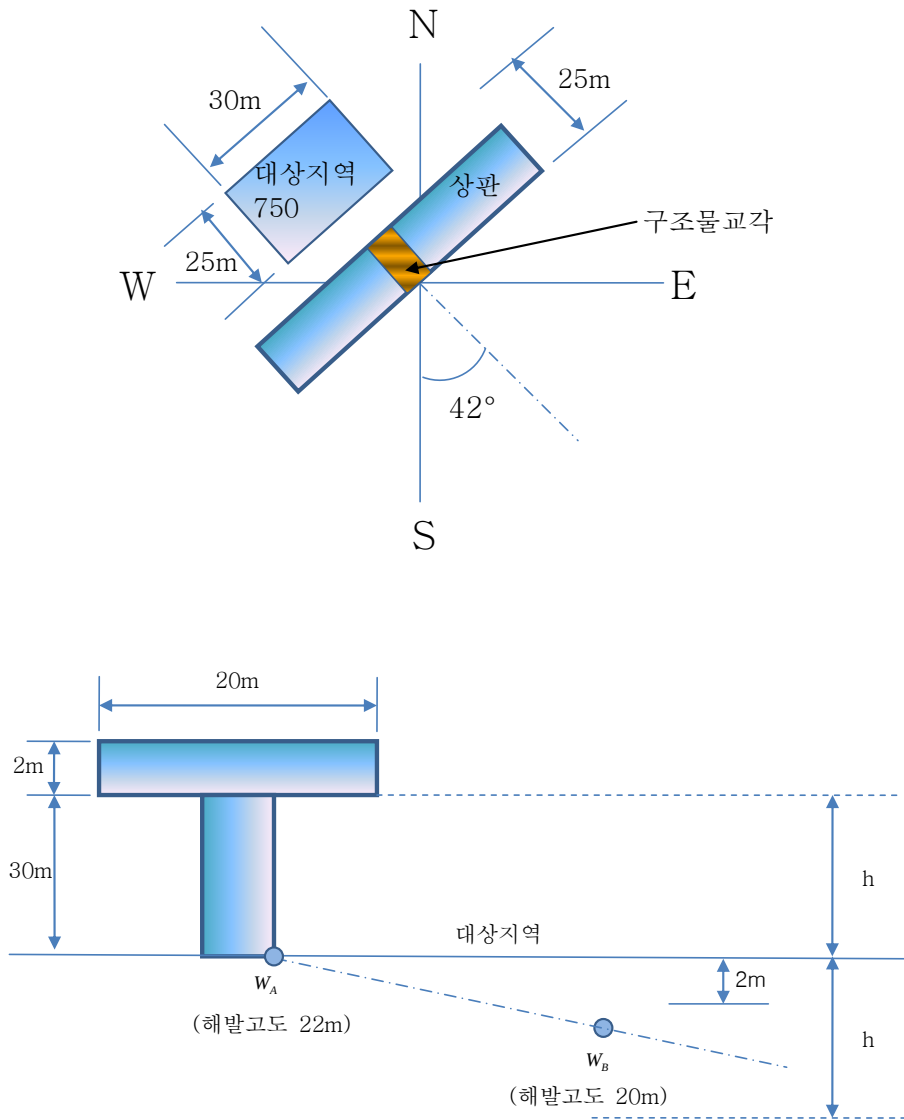
2) 구조물의 제원

주어진 조건에 따른다.

3) 대상면의 경사도 고려

$W_A = 22\text{m}$, $W_B = 20\text{m}$ 인 경우, $\frac{W_A - W_B}{h} = \frac{22 - 20}{30} = \frac{1}{15}$ 이므로 $H=1h$, 즉

$H=30\text{m}$ 를 적용한다.



4) 일영대상 범위 간격 결정

일영대상의 범위는 구조물의 상대적 높이(H)의 0.3H인 9m 간격으로 결정한다.

5) 일영길이의 산정

구조물의 방위각에 따른 일영길이는 Table E.2를 참고하여 도로폭 + (두께 × 월별보정값)에 따라 다음과 같이 계산된다.

구분	9월
월별 보정값	0.6
일영길이(m)	21.2m(20m+(2×0.6m))

6) 상부구조에 의한 일조침해율

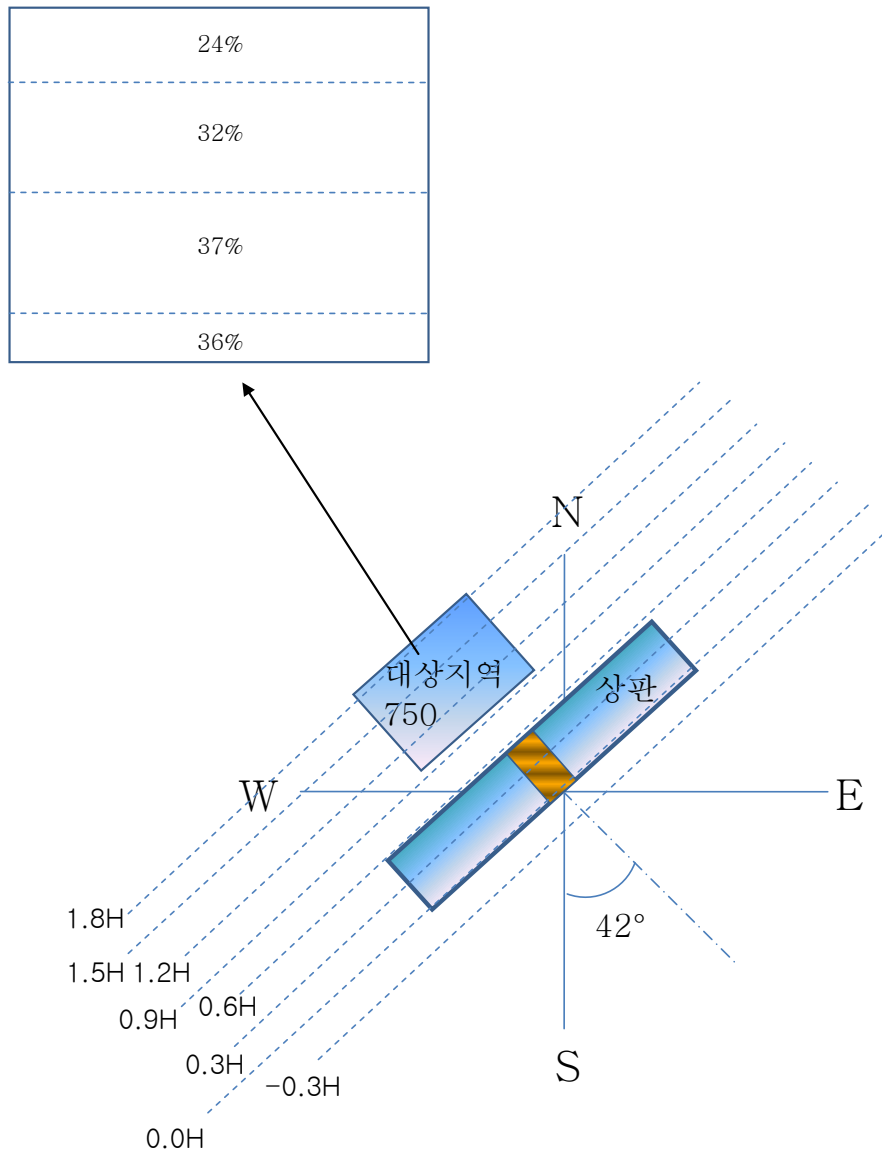
9월의 경우 일영의 길이가 21.2m이고 Table E.20을 참고하여 다음의 표를 작성하고 해당 구간별 총 누적 일조침해율을 계산한다.

거리 일조침해율	-0.3H	0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.4H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
7%	■	■									
10%		■	■								
13%			■	■							
13%				■	■						
11%					■	■					
8%						■	■				
5%							■	■			
4%								■	■		
3%									■	■	
2%										■	■
2%											■
총누적 일조 침해율	7%	17%	23%	36%	37%	32%	24%	17%	12%	9%	7%

구조물 상판에 의한 대상지역의 이격거리별 일조침해율은 다음과 같이 나타난다.

최종보고서

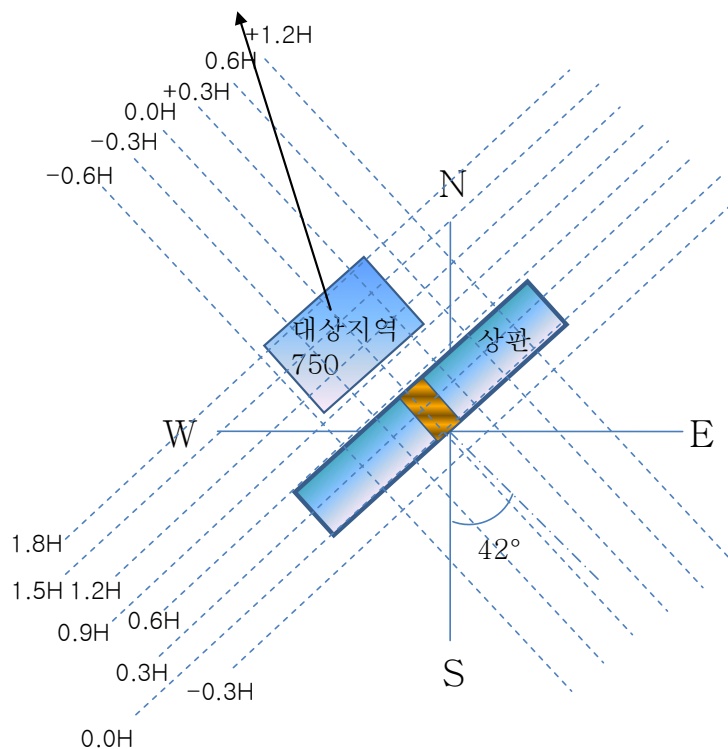
환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



7) 하부구조에 의한 일조침해를 산정

교각에 의한 일조침해율은 부록 D에서 설명한 것과 같이 교각과 0.0H가 만나는 지점을 중심으로 가로 세로 방향으로 $\pm 0.3H$ 간격으로 나누어 Table D.68을 참고하여 다음과 같이 산정한다.

0%	0%	0%	0%
13%	0%	0%	0%
19%	15%	0%	0%
16%	24%	16%	0%



8) 구조물에 의한 대상지역 전체 일조침해율 산정

상관과 교각에 의한 일조침해율을 합산하여 대상지역의 총 일조침해율을 산출하며, 계산된 일조침해율은 면적보정을 통한 대상지역 전체 일조침해율로 산정 가능하다.

A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P

구분	일조피해율(%)		일조 총침해율(A) (%)	면적(m ²)	전체면적대비 면적비(B)	면적당 침해율(%) (A×B)
	상부	하부				
A	24	0	24	21.49	0.03	0.69
B	24	0	24	45.00	0.06	1.44
C	24	0	24	45.00	0.06	1.44
D	24	0	24	38.50	0.05	1.23
E	32	13	45	38.69	0.05	2.32
F	32	0	32	81.00	0.11	3.46
G	32	0	32	81.00	0.11	3.46
H	32	0	32	69.31	0.09	2.96
I	37	19	56	38.70	0.05	2.89
J	37	15	52	81.00	0.11	5.62
K	37	0	37	81.00	0.11	4.00
L	37	0	37	69.31	0.09	3.42
M	36	16	52	8.60	0.01	0.60
N	36	24	60	18.00	0.02	1.44
O	36	16	52	18.00	0.02	1.25
P	36	0	36	15.40	0.02	0.74
9월 대상면적 전체 일조침해율						36.93

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



해당 작물인 콩의 생육기간은 5월 중순에서 9월 하순 정도이므로 상기 제시된 방법으로 생육기간내의 일조침해율을 산정하면 다음과 같다.

5월	6월	7월	8월	9월	평균
25.96%	21.28%	25.04%	35.57%	36.93%	28.92%

2.4.3.3. 일조의 주변 건물에 대한 수인한도

일조란 태양복사의 조사를 말하며 태양복사선 중에서 특히, 광 및 열효과 등을 갖는 것을 가리키며, 일조권이란 법률상으로 일정한 양의 일조, 즉 햇빛을 확보할 수 있는 권리, 즉 인접 건물 등에 의하여 자기 집에 태양 광선이 충분히 닿지 못하여 생기는 재산적/정신적 피해에 대하여 보상을 청구할 수 있는 권리를 말한다. 일조의 이익은 근본적으로 누구나 누릴 수 있는 자연의 혜택이었으나, 오늘날 고도의 산업화·도시화의 경향과 함께 인구의 도시집중에 따른 건물의 고층화·밀집화로 인하여 일조 침해가 발생하고 이에 따른 소송이 증가 추세에 있다. 주택에 관한 일조는 주변의 건물에 의하여 많은 영향을 받게 되는데, 햇빛을 받아야 하는 것이 인체의 발육을 위해서나 건강관리를 위해서 매우 중요한 일이기 때문에, 비록 전형적 공해인 대기오염, 수질오염, 소음, 진동 등에는 속하지 않지만 환경침해 내지 환경파괴의 범주에 속하게 된다.

일조 침해가 건축물에 미치는 피해를 인정하여 건축법 시행령상에서 “일조권 등을 위한 건축물의 높이제한”이라는 표제를 붙여 일조권이라는 법적 용어를 처음으로 사용하였다. 우리나라 건축법에서 정하고 있는 일조관련 규정은 기본적으로 건축물간 이격 거리를 중심으로 만들어져 있으며, 현행 건축법의 일조 등의 확보를 위한 내용은 건축물의 높이제한 규정에 의하며, 건축물의 높이는 인접대지 경계선 거리에 의하여 정해지도록 하고 있다.

1. 건축물의 일조시간 수인한도

우리나라는 공동주택에서 최소한 확보하여야 할 일조시간에 대하여 아무런 규정을 두지 아니하다가, 1989년 11월 20일 대통령령 제12845호로 개정된 건축법 시행령 제90조에서 아파트와 같은 공동주택에 대하여 동일 대지 안에서 2동 이상의 건축물이 서로 마주보고 있는 경우, 동지일을 기준으로 당해 대지 내의 모든 세대가 9시부터 15시 사이에 2시간 이상 연속하여 일조를 확보할 수 있다고 인정되는 높이 이하인 경우에는, 높이제한의 규정을 적용받지 아니한다고

규정하였다.

동 시행령은 1993년 개정을 통하여 제86조에 일조시간에 대한 규정을 두었는데, 이에 따르면, 공동주택에 관하여 당해 대지 안의 모든 세대가 동지일을 기준으로 9시부터 15시 사이에 건축조례가 정하는 시간 이상을 연속하여 일조를 확보할 수 있는 높이 이하의 경우에는 높이제한을 받지 아니한다고 규정하여, 연속하여 일조를 확보하여야 하는 시간을 건축조례에 위임하였다.

일조 시간 규정과 관련하여, 일본에서는 건축기준법 상에 일조확보 시간을 동지일 진태양시 8시부터 16시 사이(북해도의 경우 9시부터 15시 사이)로 하고 일조시간에 대한 규정을 다음과 같이 한다.

- 제 1 종 주거전용지역 1층: 4시간(3시간)
 - 제 2 종 주거전용지역 2층: 4시간(3시간)
 - 주거·근린상가·준공업지역 2층: 5시간(4시간)
- (괄호안은 북해도)

앞에서 살펴본 바와 같이, 일조권 관련 건축법상에서는 일조권 수인의 한도를 9시부터 15시 사이를 연속하여 2시간 이상으로 보고 있다. 그러나 실제 일조권 침해 사례에 직면하여 일조권 침해를 가릴 때에는 일반적으로 일본 건축기준법상의 일조시간 확보 기준을 참고하여 8시부터 16시 사이를 기준으로 하는데, 이는 관련 판례에서 이와 같은 기준이 언급되고 있기 때문이다. 다음 표는 건축법 시행령상에서 제시하는 일조의 수인한도와 일조 침해 관련 판례에서 규정하는 수인한도를 나타낸다.

- 건축법 시행령 제86조 준용기준: 동지기준 오전 9시~오후 3시: 연속 2시간 이상의 직달일조 사입 확보 여부
- 대법원 판례 기준(대법원 2000. 5. 16. 선고 98다 56997 판결): 동지기준 오전 8시~오후 4시: 일간 총 4시간 이상의 직달일조 사입 확보 여부

- 서울동부지법 2004. 2. 12. 선고 2002가합2919 판결 손해배상(기): 동지기준 오전 8시~오후 4시 사이 총 4시간의 일조 시간 확보 또는 동지기준 오전 9시~오후 3시까지 연속 2시간의 일조시간 확보 여부

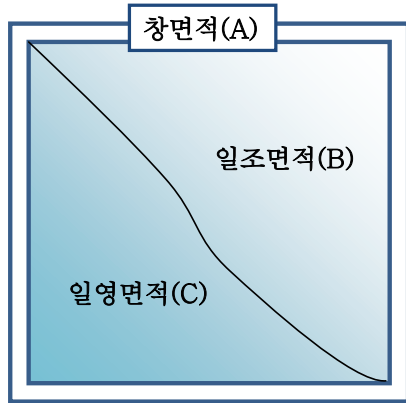
본 연구에서는 건축법 시행령, 법원의 판례 등을 고려하여 주변 건축물에 미치는 일조 피해 인정 기준을 다음과 같이 제안 한다.

>> 동지일 기준 오전 8시~오후 4시까지 4시간의 총 일조시간을 확보 또는, 동지일 기준 오전 9시~오후 3시까지 연속 2시간의 일조시간을 확보할 수 있도록 함

이는 각 지방자치단체의 건축조례와 건축법 시행령 제 86조 준용기준을 동시에 만족하도록 제안된 것이며, 일조권에 대한 인식의 변화로 인간의 삶의 질의 향상이라는 측면에서 더욱 중요해지고 있는 일조 환경의 보호와 개선의 측면에서 의미 있는 수준이라고 볼 수 있다.

2. 일조 피해량

일조시간 분석은 시간 흐름에 따른 태양의 고도 및 방위의 변화에 의하여 각 건물 채광창에 미치는 그림자 면적을 계산하고, 이를 수치화하는 것으로 앞에서 제안된 일조시간 기준안의 일조확보시간 동안 거실 창에 직접 비치는 일조면적이 각 창면적의 50% 이상일 경우를 일조 가능한 것으로 보고 일조시간을 분석한다.



창면적: A

창에 비친 일영(그림자)면적: C

창에 대한 일조면적: B

앞에서 제안한 일조 침해 수인한도 기준에 따라 동지일 기준 08시부터 16시까지의 8시간 중 4시간 이상 일조가 확보되거나 동지일 기준 09시부터 15시까지의 6시간 중 연속 2시간 이상 일조가 확보되면 일조에 관한 절대적 침해가 없는 것으로 본다.

본 연구에서는 일조 침해량을 다음과 같이 제안한다.

일조 침해량(시간) = 수인한도(4시간) - 침해 후 일조시간

단, 침해 전 일조시간이 4시간 이하인 경우에는 (침해 전 일조시간 - 침해 후 일조시간)이 곧 일조 침해량(시간)이 된다.

2.4.4. 일조 피해 배상액 산정 기준 연구

2.4.4.1. 농작물 피해 배상액 산정 기준연구

최근 들어 자연환경과 생태계 손상을 최소화하고자 하는 취지에서 기존 산림을 훼손하여 건설되는 도로나 땅을 굴착해야 하는 터널보다는 산을 가로질러 통과하는 고가도로, 교량 등의 구조물들이 건설되는 빈도가 높아지고 있는 실정이다. 산림자원을 보호할 수 있다는 장점은 있으나, 신설되는 구조물과 인접한 지역에는 연중 태양광이 유입되지 않거나 또는 그 유입량이 현격하게 줄어들어 농작물 생산과 관련한 일조환경상의 큰 피해가 예상된다.

그러나 구조물에 의한 논이나 밭 작물, 비닐하우스의 농작물 등에 대한 피해와 관련하여서는 피해 판단 기준을 비롯하여 피해 배상액을 산정할 수 있는 표준화된 기준도 마련되어 있지 않은 실정이다. 본 연구는 앞서 제안한 구조물에 의한 일조 침해량을 기준으로 농작물의 일조 피해 발생시 사용할 수 있는 배상액 산정기준안을 제안한다.

1. 중앙환경분쟁조정 사례 중 일조부족 농작물 피해 관련 사건 분석

2004-2006 동안 중앙환경분쟁조정사례집에 소개된 일조부족에 따른 농작물 피해 관련 사건은 총 6건으로 모두 도로 및 철도 교량이나 상판과 관련이 있다. 처리기간은 6-9개월로서 다른 사건과 차이는 없었다. 2인 이상 집단분쟁이 3분의 2를 차지하고 있으며 작물의 종류는 벼를 비롯해 채소, 과수, 화훼 등 다양했다. 사건을 처리하는데 있어서 거의 대부분 일조 분석 전문가 1인과 농작물 전문가 1-3인의 도움을 받고 있다. 사건처리결과에 있어서는 승복 1, 일부 승복 1, 불복 3, 미확인 1로서 승복율이 매우 낮은 편이다.

Table 2.4. 6 중앙환경분쟁조정위원회에서 다룬 일조부족에 따른 농작물 피해 관련 사건 요약

번호	사건	구분	신청인수	처리기간	피해 농작물	피해액 산정기준	전문가 활용	승복 여부
1	경남 진주시 고속도로 교량	중앙 환조 03-3-22	21	9개월	벼, 배추, 고추, 참깨, 콩 (5종류)	- 벼 평균 수확량은 2003년 정부추곡수매가 - 배추 등 기타 작목의 평균 수량 및 소득은 농촌진흥청 농축산물 표준소득 분석 자료	작물 1 원예 1	미확인
2	부산 강서구 지하철 교량	중앙 환조 04-3-11	18	9개월	총 10종 채소: 고추, 토마토, 파, 상추, 배추, 쪽파 화훼: 아이리스, 리시안사스, 스타티스 식량작물: 벼	농촌진흥청 농축산물 표준소득 분석 자료	일조분 석 1, 채소 1, 화훼 1, 벼 1	일부 승복
3	경북 경산시 도로교량	중앙 환조 04-3-32	1	6개월	사과, 배, 단감, 자두, 콩, 참깨, 배추, 파 등 8종	- 과수: 한국감정원의 수목보상평가자료 (2003.7.) - 콩, 참깨: 농촌진흥청의 농축산물 표준소득표 - 배추 및 파: 농촌진흥청 농축산물 소득분석 자료	미확인	불복
4	경남 밀양시 고속도로 상판	중앙 환조 04-3-59	3	6개월	딸기	농촌진흥청 농축산물 표준소득 분석 자료	일조 1 농작물 1	불복
5	전북 남원시 전라선 철도교량	중앙 환조 04-3-135	1	9개월	방울토마토 및 완숙토마토	미확인	일조 1 농작물 1	불복
6	부산 강서구 지하철 교량	중앙 환조 05-3-32	11	6개월	오이, 당근, 얼갈이 배추, 대파 4종	농촌진흥청 농축산물 표준소득 분석 자료	일조 1 농작물 1	승복

Table 2.4. 7 일조부족에 따른 농작물 피해 관련 사건의 배상요구액과 재정결과 결정액의 비교

번호	사건	사건번호	신청 인수	배상요구액 (천원)	재정결과결정 배상액 (천원)	비율(%)
1	경남 진주시 고속도로 교량	중앙 환조 03-3-22	21	316,173	5,034	1.6
2	부산 강서구 지하철 교량	중앙 환조 04-3-11	18	304,300	61,663	20.3
3	경북 경산시 도로교량	중앙 환조 04-3-32	1	152,800	3,701	2.4
4	경남 밀양시 고속도로 상판	중앙 환조 04-3-59	3	797,935	35,929	4.5
5	전북 남원시 전라선 철도교량	중앙 환조 04-3-135	1	288,500	20,191	7.0
6	부산 강서구 지하철 교량	중앙 환조 05-3-32	11	495,000	30,461	6.2

중앙환경분쟁조정위원회에서 다룬 일조부족에 따른 농작물 피해 사건의 배상요구액은 사건당 평균 392,451천원이고 재정결과 결정된 배상액은 사건당 평균 26,163천원이다. 신청인 1인당 피해요구액은 42,813천원이고 위원회의 배상결정액은 2,854천원이다. 신청인의 배상요구액과 재정결과 결정된 배상액은 큰 차이를 보이고 있는 바 6개 사건의 경우 평균 7.0%를 보이고 있다.

Table 2.4. 8 지방환경분쟁조정위원회에서 다룬 일조권 농작물 피해 관련 사건 요약

번호	사건	구분	신청 인수	처리 기간	피해 농작물	피해액 산정기준	전문가 활용	승복 여부
7	괴산	충북환조 05-3-1	1	5개월	사과	괴산군 소재 농협 판매 사과 가격	과수 1	불복
8	괴산	충북환조 05-3-2	1	5개월	벼	미확인	벼 경작 1	불복

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



9	영천시 고속도로 교량	경북 환조 05-3-5	1	6개월	사과	농촌진흥청의 농축산물 표준소득표에 의거 2004년도 경상북도 단위면적당 주산물가액 기준	일조 1, 농작물 (사과) 1	불복
10	문경시 고속도로	경북 환조 05-3-6	1	5개월	벼	통계청 농가당 소득자료	일조 1 벼 경작 1	불복
11	성주 고속도로 교량	경북 환조 06-3-03	1	7개월	참외	농촌진흥청의 농축산물 표준소득표에 의거 2004년도 경상북도 단위면적당 주산물가액 기준	일조 1 농작물 1	불복
12	김해 고속도로 교량	경남 환조 06-3-2	1	9개월	과수 (단감)	농촌진흥청의 농축산물 표준소득표에 의거 2004년도 경상북도 단위면적당 주산물가액 기준	일조 1 농작물 1	승복

농작물의 유형에 있어서는 단일 품목에 대한 피해 조정을 요구했고 전문가 활용에 있어서는 일조분석 전문가와 농작물 전문가를 각각 1인씩 활용하고 있다.

Table 2.4. 9 중앙환경분쟁조정위원회 재정사건 원인별 현황

구분	합계	소음·진동	대기오염	수질오염	해양오염	일조권	기타
합계	562	507	27	11	1	13	3
2004	223	206	8	3	1	5	0
2005	174	151	11	5	-	7	0
2006	165	150	8	3	-	1	3

2004~2006년간 재정사건은 총 562건으로 이중 90.2%가 소음·진동 관련 사건이다. 일조권 관련 사건은 같은 기간 동안 총 13건에 불과. 더욱이 최근 일조권 관련 사건은 더욱 줄어 든 상태이다.

Table 2.4. 10 피신청인의 재정 수용율

년도	조정현황	효력확정			합의기간 미도래
		계	합의	미합의	
합계	562	542	461	81	20
2004	223	223	191	32	
2005	174	174	140	34	
2006	165	145	130	15	20

재정사건 중 양자가 위원회의 결정을 수용하는 경우가 효력이 확정된 전체 542건 중 85.1%인 461건에 이른다.

Table 2.4.11 일조권 피해 분쟁조정 결정에 대한 피신청인의 수용 현황 (사례집 기준)

	합계			중앙			지방		
	계	승복	불복	소계	승복	불복	소계	승복	불복
합계	15	5	10	9	4	5	6	1	5
2004	4	1	3	4	1	3			
2005	9	3	6	5	3	2	4	0	4
2006	2	1	1	0			2	1	1

환경분쟁조정사례집에 소개된 2004~2006년 사건을 중심으로 일조권 관련 분쟁의 위원회 결정에 대한 수용 여부를 조사한 결과 총 15건 중 33.3%인 5건만이 수용하고 나머지 66.7%인 10건은 위원회 결정을 받아 들이지 않았다.

중앙환경분쟁조정위원회에서 다룬 사건의 경우 총 9건 중 4건을 수용 (일부 수용 포함)하고 5건은 수용하지 않았다. 지방환경분쟁조정위원회에서 다룬 사건의 경우에는 중앙위원회보다 수용율이 더욱 낮은 바 총 6건 중에서 1건만이 수용되고 나머지 5건은 불복하였다. 이는 앞의 표에서 보는 바와 같이 일조권 관련 환경분쟁사건의 수용율은 전체 재정사건의 평균 수용율인 85.1%에 비교하면 현저하게 낮은 것이다. 일조권 관련 환경분쟁 수용율이 다른 재정 사건에 비해 현저하게 낮은 것은 다음과 같은 몇 가지 이유로 설명될 수 있다.

피신청인은 대부분 도로 또는 철도 건설 시행자로서 피해 배상을 결정할 경우

유사한 다른 경우에도 이를 배상해야 하는 것이 많은 부담이 되고 있다. 일조권 관련 피해 배상에 관한 법적 근거가 명확하게 마련되지 않아 사업 시행자가 소극적으로 대처하고 있다. 또한, 일조권 부족에 따른 농작물의 피해에 관해 체계적이고 객관적으로 연구된 결과가 부족해 피신청인을 납득시키기 어려운 점이 일부 있다. 또한 농작물의 종류가 매우 다양하고 일조에 대한 영향이 농작물마다 차이가 있어 피해를 조사하는데 있어서도 많은 어려움이 있다.

또한, 일조권 피해는 환경분쟁조정 대상이 된지 얼마 안되고 분쟁조정 사례가 아직 많이 축적되어 있지 않아 피신청인이 이를 소음·진동과 같이 널리 알려진 환경분쟁사건으로 받아 들이지 않으려는 경향이 있어 일조권 관련 환경분쟁 결정에 대한 수용율이 현저히 낮다.

2. 농작물별 일조 피해 영향 비율 산정의 단순화·표준화 방안

일조 부족에 따른 농작물 피해 배상액 산정시 구조물의 유형이 다양해 일조침해를 산정 절차가 매우 어렵고 복잡하다. 분쟁위에서 의뢰한 ‘구조물이 일조 방해로 인한 농작물 피해 평가에 관한 연구’(2004.11.)결과에 의해 표준화 및 단순화 측면에서 많이 개선된 바 있다. 그러나 농작물의 종류가 많고 일조량 감소에 따른 농작물 피해에 대한 작물별 차이가 많아 피해액 산정에 어려움이 많다. 아직 일조 부족에 따른 농작물별 피해 원인분석과 피해율에 관한 기준이 체계적으로 마련되어 있지 않고 전문가의 그때 그때 상황에 따른 판단에 의존해 배상 규모를 판단하고 있다.

이외에도 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률에 일조권과 관련한 보상기준 및 근거가 마련되지 않아 이로 인한 피해 보상액을 사업시행자가 배상하기 곤란하다. 토지가 손실보상대상토지에 편입되지 않는 경우의 일조량 부족에 의한 농작물 피해에 대한 별도의 보상기준을 갖고 있지 않다.

일반적으로 일조 부족에 따른 농작물 피해 배상액 산정시 구조물에 의한 논이나 밭작물, 비닐하우스의 농작물 등에 대한 피해와 관련하여서는 피해 판단 기준을 비롯하여 피해 배상액을 산정할 수 있는 표준화된 기준이 마련되어 있지 않아 어려움이 많다. 따라서 본 연구는 아래 <표>의 절차를 참조하여 구조물에 의한

일조 침해량을 기준으로 농작물의 피해 배상액을 산정할 수 있도록 일조 침해에 의한 농작물 피해 배상액 산정 기준안을 제안한다.

■ 일조권 관련 분쟁사건 처리 절차

처리과정	조사 자료	주 담당자
대상지 현황 조사	농지 소유자 및 경작자 현황, 농지 면적 현황, 농작물 재배 현황, 구조물의 제원 등	위원회
▽		
구조물에 따른 일조침해율 산정	구조물의 상대 높이, 구조물의 면적, 구조물의 유형 (상판, 교각, 성토부 등)	일조분석 전문가
▽		
농작물별 일조 피해 영향조사	재배시기, 기상조건, 농작물 피해 영향 조사	농업 전문가
▽		
농작물 가격 및 소득 조사	대상지역별 농작물별 소득자료, 판매가격 등 조사	위원회
▽		
농작물피해규모의 산정 및 결정	일조침해율, 농작물피해율, 농작물가격 등	위원회

■ 구조물의 일조 피해율 산정 방법

기존 연구 결과에 의한 일조 침해율 산정 방법 적용: 현장 대표 위도의 선정 → 구조물의 제원 파악 → 경사지형과 상부 구조 형태를 고려한 상대높이 산정 → 구조물 높이에 따른 인접 지역 0.3H 간격 설정 → 총일영길이의 산정 → 일조침해율 산정 → 상부구조 및 하부구조의 조건 → 총 일조침해율 산정.

■ 농작물별 일조 피해 영향 비율 산정의 단순화표준화 방안

농작물별 일조피해 영향 비율에 관한 유형화·표준화된 방안 제시를 위해 농작물의 유형에 따라 식량작물/채소류/특용·화훼류/과실류로 구분하고, 생장 특성에 따라 양지식물/반음지식물/음지식물로 구분하여 농작물 수확량 감소 및 상품가치의

저하에 대한 피해를 산정한다. 이를 통해 아주 복잡하고 어려운 경우가 아니라면 농작물 전문가의 도움없이 현황 조사만으로도 일조피해가 농작물에 미치는 영향 비율을 단순화·표준화해서 간단하게 산정할 수 있는 방안을 제안하여 이를 매뉴얼화 또는 프로그램화 하여 사용할 수 있도록 한다. 그 외 일조 침해로 인한 피해의 산정이 매우 복잡하고 어려운 경우, 상황에 따라 전문가의 자문을 받아 피해액을 산정하도록 한다.

농작물 중 음지식물은 충분히 무성한 삼림의 임상(林床)과 같은 약광조건에서도 생육이 가능하나, 양지식물은 태양의 직사광선 아래와 같은 충분한 광조건에서 잘 생육하고 약광조건에서는 생육이 나빠지거나 또는 불가능하다. 양지식물의 광합성 작용과 빛의 세기와의 관계는, 음지식물보다 광합성 능력이 최대에 달하는 빛의 세기, 즉 광포화점이 높고, 또 그 빛에서의 광합성 능력은 크며, 보상점은 보다 밝은 곳에 있다. 전형적인 양지식물의 잎은 모두 양엽(陽葉)으로 음엽은 만들지 않는다.

Table 2.4. 12 양지식물·음지식물의 구분

구분	양지식물	반음지식물	음지식물
식량작물	쌀, 잡쌀, 콩, 팥, 녹두, 고구마, 감자		
채소류	배추, 양배추, 시금치, 상추, 수박, 참외, 오이, 호박, 토마토, 딸기, 무, 당근, 고추, 마늘, 양파, 대파, 생강, 가지, 미나리, 깻잎, 부추, 피망	고사리	
특용 화훼류	참깨, 땅콩		버섯, 인삼
과실류	사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤, 감, 바나나, 오렌지, 방울토마토	밤나무, 잣나무	

식물의 광합성량과 호흡량이 같아지는 점을 보상점이라고 하는데, 보상점 이상의 광량에서 식물은 잘 살 수 있다. 음지 식물은 양지 식물에 비하여 광보상점이 낮아지므로 음지에서도 살 수 있다. 거의 대부분의 농작물은 양지식물에 속한다. 농작물중에서 음지식물 또는 반음지식물에 속하는 것은 버섯, 인삼, 밤나무, 잣나무, 고사리 등 소수에 불과하다. 음지식물의 경우 구조물에 의한 일조 감소가 수확량

감소에 미치는 영향은 거의 없다고 볼 수 있다.

농작물의 가치에 영향을 미치는 요인은 농작물 유형에 따라 차이가 많음. 벼·보리 등 식량작물의 경우에는 수확량의 크기가 주를 이루지만 채소류·과실류, 화훼류의 경우에는 수확량뿐만 아니라 빛깔, 표면상태, 크기 등 다양한 요인이 작용하고 있다. 햇빛의 양은 수확량뿐만 아니라 지표면의 온도를 낮추어 발아, 성장에도 부정적 영향을 미치며 농작물의 빛깔, 표면상태, 크기 등에도 악영향을 미친다. 또한 저온 또는 일조 부족으로 인한 낙과의 증가, 개화의 지연 또는 감소도 농작물의 가치를 떨어뜨리는 요인이 된다.

일조침해에 따른 농작물 수확량감소에 관한 연구 결과가 많이 발표된 것은 아니지만, 기존의 연구 결과를 활용해 5% 단위로 일조 침해율을 구분해 수확량 감소율을 정리하면 다음 Table 2.4.13과 같이 요약할 수 있다. 여기서 일조침해가 100%인 경우 수확량은 0으로 가정하였다. 사례로 든 농작물로는 식량작물로서 벼와 콩, 채소류로 고추와 오이, 특용작물로 참깨를 선택하였다.

일조침해에 따른 농작물 수확량 감소율은 위 5개 농작물의 개별 수확량 감소율을 평균한 것이다. 일조량 감소로 인한 농작물의 피해는 단지 수확량 감소에 그치는 것이 아니다. 낙과 비율의 증가, 착색 저하로 인한 상품 가치의 하락, 햇빛 감소로 인한 온도의 저하로 인한 성장부진 및 개화의 지연, 햇빛 감소로 인한 농작물의 빛깔, 표면상태, 크기 등에도 악영향을 미친다.

Table 2.4.13은 일조침해에 따른 수확량 감소 비율을 정리한 것으로 다음과 같은 연구 결과를 토대로 작성된 것이다.

- 콩: 김충국 외, “야간조명이 주요 콩 품종의 생육 및 수량에 미치는 영향”, 농촌진흥청, 농업과학논문집 40권 2호, 155-159쪽, 1998, (원저자 Wahua외, 1979에서 재인용, 더 자세한 사항 불명)
- 고추: 농촌진흥청(www.rda.go.kr)에서 제공하는 농업정보포털 메뉴 중 농업과학기술대전, 채소에서 재인용. (원 저자 “門田, 1967”에서 재인용, 더 자세한 사항 불명)
- 벼: 윤성호 외, “기후변화에 따른 벼 적정 등숙 기간의 변동과 대책”,

한국농림기상학회지, 제3권, 제1호, 55-70쪽, 2001 (원 저자 Yoshida & Parao, 1976에 재인용, 더 자세한 사항 불명)

- 참깨: 농촌진흥청 (www.rda.go.kr)에서 제공하는 농업정보포털 메뉴 중 농업 과학 기술 대전, 특용 작물 중 “생육환경” 파일에 관련 자료 수록. 강원도 농업기술원, 1984~1985 (더 자세한 사항 불명) 자료 재인용
- 오이: 전희우영희 권영삼, “시설원예 일조 부족 피해 실태 및 대응방안”, 2001.12.
- ※ 벼, 콩, 참깨의 경우 환경부 중앙환경분쟁조정위원회, 구조물의 일조 방해로 인한 농작물 등의 피해 평가에 관한 연구, 2004.11. 보고서의 18~24쪽 연구 결과 인용 참조

Table 2.4. 13 일조침해에 따른 수확량 감소 비율 (%)

일조 침해율	식량작물		채소류		특용작물	평균
	벼	콩	고추	오이	참깨	
5%	1	2	2	3	5	2.60
10%	3	5	4	6	10	5.60
15%	4	7	6	9	15	8.20
20%	6	10	9	12	20	11.40
25%	8	13	12	16	26	15.00
30%	12	16	15	20	29	18.40
35%	16	20	18	24	32	22.00
40%	20	23	21	28	35	25.40
45%	24	26	24	32	38	28.80
50%	27	34	27	36	42	33.20
55%	30	42	30	42	45	37.80
60%	33	50	33	48	47	42.20
65%	36	58	36	54	49	46.60
70%	39	65	39	60	52	51.00
75%	42	74	42	66	54	55.60
80%	52	82	44	72	63	62.60
85%	64	87	59	78	72	72.00
90%	76	91	73	85	81	81.20
95%	84	96	86	92	90	89.60
100%	100	100	100	100	100	100.00

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



수확량 감소 이외의 다양한 농작물 가치 하락 요인은 작물 별, 수확시기 별, 기타 외부 요인 등에 따라 매우 다르다. 따라서 기타 농작물 가치 하락 요인은 작물, 수확시기 등에 따라 그 가치 하락 비율을 조사하여 반영하도록 제안한다. 단, 수확량 감소 피해와 기타 피해액이 전체 농작물가치의 100%를 초과하지는 않아야 한다.

즉, 일조 침해에 따른 농작물 가치 하락율(%)=평균 수확량 감소율+기타 농작물 가치 하락율

반음지식물은 양지식물 피해의 50%를 적용하고 음지식물의 경우에는 피해가 없는 것으로 한다.

아래의 예는 기타 농작물 가치 하락비율이 평균 수확량 감소율의 20%에 해당할 때를 나타내는 것이다.

Table 2.4. 14 일조 침해에 따른 농작물 가치 하락 비율

일조 침해율	평균 수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5%	2.6	0.5	3.1
10%	5.6	1.1	6.7
15%	8.2	1.6	9.8
20%	11.4	2.2	13.6
25%	15.0	3.0	18
30%	18.4	3.7	22.1
35%	22.0	4.4	26.4
40%	25.4	5.1	30.5
45%	28.8	5.7	34.5
50%	33.2	6.6	39.8
55%	37.8	7.6	45.4
60%	42.2	8.4	50.6
65%	46.6	9.3	55.9
70%	51.0	10.2	61.2
75%	55.6	11.2	66.8
80%	62.6	13.5	76.1
85%	72.0	14.4	86.4
90%	81.2	16.2	97.4
95%	89.6	17.9	100.0
100%	100.0	20.0	100.0

Table 2.4.14는 일조 침해율에 따른 농작물 가치 하락 비율을 나타내는데, 농작물의 상품가치 측면에서 볼 때 일조 침해 정도에 비해 상품가치 하락폭이 매우 커지는 것을 감안하여 일조 침해율을 5~30%, 30~70%, 70~100% 범위로 구분하여 각각 30%, 70%, 100%에 해당하는 농작물 가치 하락 비율(수확량 감소비율+기타 농작물 가치 하락 비율)을 적용할 것을 제안한다. 이는 다음 Table 2.4.15와 같이 나타낼 수 있다. Table 2.4.16 ~ 20은 벼, 콩, 고추, 오이, 참깨의 5개 작물에 대해 일조 침해율 범위에 따른 농작물 가치 하락 비율을 나타낸다.

Table 2.4. 15 일조 침해에 따른 농작물의 평균 가치 하락 비율

일조침해율(%)	평균 수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
30%	18.4	3.68	22.08
70%	51	10.2	61.2
100%	100	20	100

Table 2.4. 16 일조 침해에 따른 벼의 가치 하락 비율

일조침해율(%)	수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5초과 30이하	12	2.4	14.4
30초과 70이하	39	7.8	46.8
70초과 100이하	100	20	100

Table 2.4. 17 일조 침해에 따른 콩의 가치 하락 비율

일조침해율(%)	수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5초과 30이하	16	3.2	19.2
30초과 70이하	65	13	78
70초과 100이하	100	20	100

Table 2.4. 18 일조 침해에 따른 고추의 가치 하락 비율

일조침해율(%)	수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5초과 30이하	15	3	18
30초과 70이하	39	7.8	46.8
70초과 100이하	100	20	100

Table 2.4. 19 일조 침해에 따른 오이의 가치 하락 비율

일조침해율(%)	수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5초과 30이하	20	4	24
30초과 70이하	60	12	72
70초과 100이하	100	20	100

Table 2.4. 20 일조 침해에 따른 참깨의 가치 하락 비율

일조침해율(%)	수확량 감소율 (%) (a)	기타 농작물가치 하락율 (%) (b=a*0.2)	합계 (%) (c=a+b)
5초과30이하	29	5.8	34.8
30초과 70이하	52	10.4	62.4
70초과 100이하	100	20	100

일조 침해로 인한 농작물 피해 배상액은 농작물 가치 하락 비율을 근거로 연평균 수확량 및 연평균 소득액, 재배면적, 수확기간의 작물별 가격 정보 등을 고려하여 산정하도록 하며 다음은 사과, 콩, 파의 피해액 산정 예이다.

①사과

피해대상 주수 (○년생 ○주) × 과수기준가격(원/주) × 농작물 가치 하락율(%)

②콩

$$\text{년평균 수확량}(\text{okg}/\text{om}^2) \times \text{가격}(\text{원}/\text{kg}) \times \text{재배면적}(\text{m}^2) \times \text{농작물 가치 하락율}(\%)$$

③과

$$\text{년평균 소득액}(\text{○원}/\text{○m}^2) \times \text{재배면적}(\text{m}^2) \times \text{농작물 가치 하락율}(\%)$$

농작물의 일조 침해로 인한 피해액 산정 시 수확기간의 작물 별 가격 정보는 농작물 가격 고시에 근거하며, 농작물 가격 고시는 농수산물유통공사에서 품목별로 1일 가격, 순별 (10일)/반순 (5일) 별, 월별 농작물 가격을 최근 10년 범위 내에서 제공하고 있다. (www.at.or.kr) 농수산물 유통공사에서 제공하는 농작물 가격 정보는 식량작물, 채소류, 특용·화훼류, 과실류로 구분하여 제공하고 있다.

Table 2.4. 21 농수산물유통공사 제공 농작물 가격 정보 목록

구분	가격이 제공되는 농작물의 종류
식량작물	쌀, 찰쌀, 콩, 팥, 녹두, 고구마, 감자
채소류	배추, 양배추, 시금치, 상추, 수박, 참외, 오이, 호박, 토마토, 딸기, 무, 당근, 고추, 마늘, 양파, 대파, 생강, 가지, 미나리, 깻잎, 부추, 피망
특용·화훼류	참깨, 땅콩, 느타리버섯, 팽이버섯
과실류	사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤, 감, 바나나, 오렌지, 방울토마토

화훼작물의 경우, 최종산물은 단순히 생체량(Biomass)의 증가가 아니라 ‘개화’라는 질적 변화와 더불어 착생된 꽃의 수와 아름다움(품질)에 의해 가격이 결정된다. 일조량이 부족한 경우(일정 수준 이하가 되면) 생장량과 절화의 수량이 감소함은 물론, 개화가 이루어졌다고 하더라도 꽃의 수가 적거나, 모양이 불량하여 관상 가치를 상실하면 단순한 가격하락이 아니라 근본적으로 판매 자체가 불가능한 특성을 지니고 있다. 작물의 재배기간 중에 발생한 일조 침해에 대한 화훼작물의 피해배상액은 피해절화본수(총 절화가능본수 × 일조부족면적비율 × 일조침해율), 단위(속)당 평균가격 등을 고려하여 산정하는데, 일조침해율이 5~30% 범위일 때는 피해배상액 산정시 30% 침해율을 적용하고, 30%를 초과할 때는 화훼상품으로서의

관상가치를 상실하는 것으로 판단하여 일조침해를 100%로 적용하여 피해 배상액을 계산하도록 한다.

작물구분		피해액 산정 기준식
식량작물		년평균 수확량($\circ\text{kg}/\circ\text{m}^2$) $\times$ 가격(원/kg) $\times$ 재배면적(m^2) $\times$ 농작물 가치 하락율(%)
채소류		년평균 소득액($\circ\text{원}/\circ\text{m}^2$) $\times$ 재배면적(m^2) $\times$ 농작물 가치 하락율(%)
과실류		피해대상 주수 ($\circ\text{년생 } \circ\text{주}$) $\times$ 과수기준가격(원/주) $\times$ 농작물 가치 하락율(%)
특용 화훼류	특용작물	년평균 수확량($\circ\text{kg}/\circ\text{m}^2$) $\times$ 가격(원/kg) $\times$ 재배면적(m^2) $\times$ 농작물 가치 하락율(%)
	화훼류	피해절화본수={총 절화가능본수 $\times$ 일조부족면적비율(%) $\times$ 일조침해율(%)} $\times$ 단위(속)당 평균 가격

비닐하우스·유리온실·플라스틱 터널 등의 시설 안에서 작물재배가 이루어지는 시설작물의 경우, 일조 침해 발생시 그 피해액 산정을 달리해야 한다. 시설작물은 생장 촉진 및 관리의 효율성을 위함으로, 주로 겨울철에 농작물의 재배를 가능하게 한다. 예를 들어 수박, 오이, 토마토, 아스파라거스, 버섯류, 참외, 메론, 여러 화훼류가 시설재배 가능한 작물이다. 이러한 시설작물 재배 환경에서 일조는 중요한 역할을 하며, 일조 침해가 발생하면 추가적으로 난방비 및 조명비를 포함한 유지 관리비 비용이 증가하고 일조 침해가 심각한 경우에는 전체 재배 작물의 상품 가치 하락을 야기할 수 있다.

특히, 겨울철 시설 내에서 재배되는 원예작물인 경우는 일조 침해가 조금만 있어도 시설 내 온도가 급격히 떨어지게 되고 이로 인하여 농작물은 거의 생장을 못하거나 생장이 정지하고 심하면 동사하게 되며, 이 경우 수확을 거의 할 수 없게 된다. 또한 일조권 피해를 받은 면적은 일조방해로 시설 내 저온이 되고 이로 인하여 농작물 생육에 막대한 피해를 주어 원예산물의 수확이 거의 불가능하므로 이를 고려하여 피해액을 산정할 필요가 있다. 따라서 일조 침해로 인해 추가로 발생한 난방비, 조명비 및 기타 경비에 대해 배상액을 산정하도록 제안한다.

2.4.4.2. 주변 건축물 피해 배상액 산정 기준연구

일조침해로 인한 분쟁 발생시 그 손해보상청구 내용은 대체로 다음과 같다. 첫째, 인간의 쾌적한 생활이익이 침해된 것을 이유로 위자료를 청구하거나, 둘째, 토지나 가옥의 가격이 하락된 것을 이유로 손해의 배상을 청구하거나, 셋째, 광열비나 난방비가 증가된 것을 이유로 손해의 배상을 청구하는 경우가 있다.

최근 일조 침해에 관한 판례는 일조 침해 등과 같은 생활이익의 침해로 인하여 발생한 재산적 손해의 항목 중 토지·가옥의 가격저하에 의한 손해를 산정함에 있어서는 광열비·건조비 등의 지출증대와는 별도로 일조침해 등과 상당인과 관계가 있는 정상가격의 가소액을 침해 전후의 통상적인 주택의 가격의 차이에 관한 부동산감정평가 등의 방법으로 평가하여 가격 하락분으로 인정하였으나 그 산정방법에는 의문이 제기된다.

따라서 인과관계 증명이 불충분하거나, 주장액수가 합리적이지 못하고, 손해가 명확히 인정될 수 없다는 이유로 대부분 위자료에 포함시켜 고려되고 있는 추가부담비용분과 가격 하락분에 대한 합리적인 산출방법이 필요하다.

■ 일조침해로 인한 추가부담비용 산정

일조침해로 인해 추가로 부담하는 비용은 다음의 계산식으로 계산할 수 있다.

$$\text{추가부담비용} = \text{난방비} + \text{조명비} + \text{건조비} + \text{제경비}$$

(1) 산정 방법

① 난방비

난방비는 거실 또는 방마다 다음에 의하여 산정한 금액의 합계액으로 한다.

$$T_1 \times D_1 \times S \times C_1 \times \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



T_1 : 1일 침해량(시간)(건축물에 대한 일조 침해량 산정식 참고)

D_1 : 연간 비용부담이 되는 일수

S : 비용부담이 되는 거실 또는 방의 면적

C_1 : 단위면적 또는 단위시간당 난방비

n : 비용부담의 대상이 되는 년수

r : 연이율

② 조명비

조명비는 거실 또는 방마다 다음에 의하여 산정한 금액의 합계액으로 한다.

$$T_2 \times D_2 \times S \times C_2 \times \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

T_2 : 1일 침해량(시간) (건축물에 대한 일조 침해량 산정식 참고, T_1 과 같음)

D_2 : 연간 비용부담이 되는 일수

S : 비용부담이 되는 거실 또는 방의 면적

C_2 : 단위면적 또는 단위시간당 조명비

n : 비용부담의 대상이 되는 년수

r : 연이율

③ 건조비

$$(C_3 \times C_4) \times \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

C_3 : 연간 건조기의 상각비 및 보수비

C_4 : 연간 건조기 사용을 위한 전기요금

④ 제경비

일조침해에 의한 기타 불이익을 전보하는데 필요한 경비

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



본 연구에서는 일조시간이 수인한도에 못 미치는 경우 실제 일조 침해시간을 일조 침해량으로 제안하였다. 그러나, 침해 전 일조시간이 상대적으로 긴 경우와 짧은 경우의 체감 피해량이 다름에도 불구하고 본 연구에서 제안한 일조 침해량은 같게 나타날 수 있다. 따라서, 위원회나 전문가의 판단에 따라 침해 전 일조 시간을 고려하여 배상액을 10~20% 가감하도록 제안한다.

2.4.5. 결 론

최근 무분별한 개발로 일조 피해가 증가하고 있으며, 일조는 환경분쟁을 일으키는 대표적 원인 중 하나이나 실제로 이와 관련한 판례나 분쟁조정위원회의 조정 사례는 극히 드물다. 또한, 이를 규제할 법안이 존재하지 않으며 피해대상 별로 구체적인 피해기준이 없어 일반 국민들이 일조 침해로 인한 피해를 보상받기 어려운 실정에 있다.

1. 우리나라의 일조관련 환경기준은 관련법규로 정해져 있지 않으나, 법원판례 등에 의해 일조방해의 정도가 사회 통념상 일반적으로 인용하는 수인한도를 넘어야 일조피해를 받는 것으로 보고 있다.
2. 일조 침해로 인한 피해의 일치된 수인한도 기준이 없어 혼란을 가중시키고 있다. 따라서 본 연구는 일조 침해의 평가방법의 적절성을 검토해 피해대상 별 일조의 수인한도 기준을 현실적이고 합리적인 수준에서 제안한다.
3. 피해 대상별 일조 피해 배상액 산정 기준안을 제시하여 일조분쟁 조정 시 표준화, 단순화 된 판단기준을 마련하고자 한다.
4. 일조 피해 대상이 농작물인 경우에는 ‘구조물의 일조방해로 인한 농작물 등의 피해 평가에 관한 연구’(2004)에서 구조물에 의한 누적 일조 침해율(%)을 일조 침해로 인한 피해 수준으로 정한다.
5. 건축물의 경우 본 연구에서 제안하는 수인한도를 초과하여 일조침해가 발생하였을 때의 일조 침해량(시간)을 피해 기준으로 하여 적용하도록 한다.
6. 일조 침해로 인한 인체 피해는 정도가 미미하고 분쟁 사례가 없어 피해 인정 기준 마련을 유보하도록 한다. 가축의 경우에도 일조량 감소에 따른 정량적인 피해 정도에 관한 분석 자료가 없어 추후 심도 있는 연구가 필요하다.
7. 일조 침해에 따른 피해 배상액 산정은 농작물의 경우 일조 침해에 따른 작물의 가치 하락 비율을 고려하여 피해 배상액을 산정하고, 건축물의 경우에는 일조 침해로 인한 피해자 부담의 추가비용을 근거로 일조 침해량을 고려하여 피해 배상액을 산정하도록 제안한다.

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



8. 농작물에 대한 일조 분쟁 조정 시에는 다양한 작물의 품종과 생육기간의 차이 등을 고려하고 필요 시 전문가의 자문을 구할 것을 제안한다.

제 3 장 맺 음 말

중앙환경분쟁조정위원회에서는 과거에 수행된 오염 매체별 환경피해 평가 방법 및 배상액 산정기준에 관한 연구 용역을 토대로 환경분쟁사건에 대한 배상액 산정기준표를 작성하여 분쟁조정에 활용하고 있다. 이 중 몇몇 사안에 대해서는 연구 용역이 매우 오래 전의 결과를 반영하고 있으므로 현 시점에 적용하기에는 현실적으로 무리가 있으며, 이러한 사실은 ‘06년도 설문조사 결과 현행 배상기준에 대한 불만족도가 높게 나타나는 결과를 초래하였다. 이러한 문제로 인하여 오염원에 따른 피해 대상별 평가 방법과 배상액 산정기준에 대한 적정성 검토 및 이의 불합리한 점에 대한 개선·보완의 필요성이 제기되었다. 따라서 본 연구는 환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준을 보다 현실성 있고 합리적인 수준으로 제안하여 환경분쟁 사건의 피해 평가 방법 및 배상액 산정 기준에 대한 개정(안)을 마련하는 것을 그 목표로 하였다.

연구를 수행하기에 앞서 각 오염원(소음, 진동, 먼지, 악취, 일조)에 의해 피해가 발생할 가능성에 대한 조사를 수행하였다. 소음에 의해서는 사람, 가축, 어류, 지가 등이, 진동에 의해서는 사람, 가축, 어류, 건물 등이, 먼지에 의해서는 사람, 가축, 농작물, 건물 등이, 일조에 의해서는 건물, 농작물 등이, 악취에 의해서는 사람 등이 피해를 받을 가능성이 있다. 그러나 관련 법안이나 기초연구 자료 등의 부족으로 인하여 위에서 언급된 피해 대상별 평가방안 및 수인한도, 배상액 산정기준에 대한 안을 모두 제안할 수는 없었다. 현실적으로 가능한 범위에서 언급된 피해대상에 대한 피해인정기준 및 배상액 산정기준(안)을 제안하기 위하여 노력하였으나, 먼지에 의한 가축, 건물 피해 평가방안, 피해인정기준, 배상액 산정기준(안)에 관한 연구에 대해서는 이와 관련된 기초 연구 사례가 전무하므로 본 보고서에서 그 내용을 추후 연구로 미루고 언급하지 않았다.

본 연구에서는 소음, 진동, 먼지, 악취, 일조 등의 오염원에 대한 현행 피해 대상별 평가 방법, 피해인정기준, 배상액 산정기준을 환경정책 기본법, 각종 규제기준법안, 최근 연구 결과 등에 의거하여 재검토하였으며, 현실적으로 부당하게 적용되고 있는 사항에 대해서는 개정안을 제안하였고, 수립되지 않은 몇몇 사항에 대해서는 피해인정기준(안) 및 배상액 산정기준(안)을 새롭게 제안하였다. 이에 대한 자세한 내용은 오염원별 단원의 본문에서 자세히 언급한 바 있고, 각 단원의 결론부분에서 이를 요약정리하였으므로 이를 참고하기 바란다.

본 연구에서 제안된 피해인정기준(안) 및 배상액 산정 기준(안)을 정리하면 다음과 같다.

소음·진동 편

1. 공사장 소음·진동(건설기계류)의 인체에 대한 피해인정기준(수인한도) 개선(안) 제안
2. 발파 소음의 인체에 대한 피해인정기준(수인한도)(안) 제안 (현행 피해인정기준 없음)
3. 발파, 도로, 철도 소음·진동의 인체에 대한 피해인정기준(수인한도) 개선(안) 제안
4. 항공기 소음의 인체에 대한 피해인정기준(수인한도)(안) 제안 (현행 피해인정기준 없음)
5. 실내소음의 인체에 대한 피해인정기준(수인한도) 개선(안) 제안
6. 소음·진동의 가축 및 어류에 대한 피해인정기준(안) 제안 (현재 소음에 대한 가축의 피해인정기준만 존재)
7. 진동에 의한 피해인정기준을 현행 기준을 유지할 것으로 제안
8. 소음·진동에 의한 정신적 피해 배상액 산정 기준 개선(안) 제안
9. 오염원의 중첩 노출 시 배상액 산정 기준(안) 제안
10. 실내 소음 평가 시 배상액 산정 방안 제시
11. 소음·진동에 의한 가축 피해 배상액 산정 기준 개선(안) 제안
12. 소음·진동에 의한 어류 피해 배상액 산정 기준 제안 (현행 배상액 산정 기준 없음)

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



13. 소음에 의한 지가하락 배상 방안 제시 (현행 배상액 산정 기준 없음)
14. 아파트 층에 따른 배상액 산정 방안 제시 (현행 배상액 산정 기준 없음)
15. 진동에 의한 건축물 피해 배상액 산정 기준을 현행 기준으로 유지할 것을 제안
16. 기타 소음·진동 평가 시 문제의 소지가 될 수 있는 사항에 대하여
환경분쟁조정위원회 측에서 요구한 사안의 평가 방안 제시

먼지 편

1. 먼지에 의한 인체 피해인정기준(수인한도)을 기존 기준을 유지하는 것으로 제안
2. 먼지에 의한 인체 피해 배상액 산정 기준 개선(안) 제안
3. 먼지에 의한 과수 피해 평가 방안은 현행 유지하는 것으로 제안

악취 편

1. 악취에 의한 인체 피해 평가 방안을 세분화 하여 제안
2. 악취 피해 배상액 산정기준 개선(안) 제안

일조 편

1. 구조물에 의한 일조 피해 평가방안 제시
2. 구조물에 의한 농작물 피해 인정기준(안) 제안
3. 일조 침해로 인한 농작물 피해 배상액 산정 기준(안) 제안
4. 일조 침해로 인한 건물 피해 배상액 산정 기준(안) 제안

참 고 문 헌

1. Guideline for community noise, WHO, 1999
2. 소음·진동 물리적 위해 요인의 정량평가 기술, 환경부, 2003~2007
3. 소음에 의한 가축피해 평가 방안에 관한 연구, 중앙분쟁조정 위원회, 2001
4. Acker, D., & M. Cunningham, Animal Science and Industry, Prentice Hall, 1991
5. 三村耕외, 家畜管理學, 養賢堂, 1981, P81-83
6. 석정진외, 家畜管理學, 養賢堂, 1982, P39-40
7. 최승윤외, 축산대백과, 내외출판사, 1991, P154
8. 감정평가연구원, “환경오염 피해보상에 관한 연구”, 1998
9. 三村耕외, 家畜管理學, 養賢堂, 1981
10. U.S. Department of Agriculture, “Technical bulletin,” No.1280, 1963
11. U.S. Air Force and U.S. Department of the Interior, "Effects of Aircraft Noise and Sonic Booms on Domestic Animals and Wildlife: A Literature Synthesis", 1988
12. I. Tamari, Audiogenic Stimulation and Reproductive Function
13. A. Arvay, Effect of Noise during Pregnancy upon Foetal Viability and Development
14. W.F. Geber, Cardiovascular and Teratogenic Effects of Chronic Intermittent Noise Stress
15. 조명래, “소음공해와 수의사”, 대한수의사회지, 제34권 제11호
16. Mardi C. Hastings and Arthur N. Popper, “Effects of sound on fish,” 2005
17. 소음에 의한 가축피해 평가방안에 관한 연구, 서울대학교, 2001
18. 환경소음 개선 효과의 평가에 관한 연구, 부산발전연구원, 1999
19. 배재흠, 일조조망침해로 인한 피해액 산정에 관한 연구, 감정평가논집
20. 전희, 권영삼, 일조부족의 피해실태 및 개선방안
21. 이상규 등, 참외 재배 시 일조 부족에 대한 착과수 조절과 요소 엽면시비 효과
22. 이상규 등, 일조 부족이 참외의 생육반응에 미치는 영향
23. 전희, 우영희, 권영삼, 시설원에 일조 부족 피해 실태 및 대응방안, 2001.12.
24. 구조물의 일조 방해로 인한 농작물 등의 피해 평가에 관한 연구, 중앙환경분쟁조정위원회, 2004.11.

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-
25. B.L. Welch and A.S. Welch(eds), Physiological effect of noise, Plenum Press, 1970
 26. 공동주택 공기전달 소음 피해 평가방안에 관한 연구, 중앙환경분쟁조정위원회, 2003
 27. 진동으로 인한 건축물 피해 평가에 관한 연구, 중앙환경분쟁조정위원회, 2002
 28. 먼지 피해에 대한 평가 방안 및 배상 기준에 관한 연구, 중앙환경분쟁조정위원회, 2005

부록 A. 소음원별 측정 및 평가방법

A.1 공사장 소음의 측정 및 평가방법

A.1.1 건설 기계류 소음

국내의 건설소음(발파소음 제외)에 대한 측정 및 평가방법은 특별히 규정된 바 없다. 다만, 소음·진동규제법에서는 생활소음에 대한 규제기준에 공사장 소음을 포함하고 있으므로, 건설소음의 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법 중 생활소음의 규제기준 측정방법을 적용하여 평가하는 것이 타당하다. 생활소음의 규제기준 측정방법은 다음과 같다.

1. 측정점

- (1) 측정점은 피해가 예상되는 자의 부지경계선 중 소음도가 높을 것으로 예상되는 지점에서 지면 위 1.2~1.5m 높이로 한다.
- (2) 측정점에 담, 건물 등 높이가 1.5m를 초과하는 장애물이 있는 경우 장애물로부터 도로방향으로 1~3.5m 떨어진 지점으로 한다. 다만, 그 장애물이 방음벽이거나 충분한 차음이 예상되는 경우에는 장애물 밖의 1~3.5m 떨어진 지점 중 암영대의 영향이 적은 지점으로 한다.
- (3) 위 (1) 및 (2)의 규정에도 불구하고 피해가 우려되는 곳이 2층 이상의 건물인 경우 등으로서 피해가 예상되는 자의 부지경계선에 비하여 소음도가 더 큰 장소가 있는 경우에는 소음도가 높은 곳에서 소음원 방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5~1m 떨어진 지점으로 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

- (1) 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침장치를 설치하여 측정하는 것을

원칙으로 한다.

- (2) 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우에 소음계는 측정자의 몸으로부터 50cm이상 떨어져야 한다.
- (3) 소음계의 마이크로폰은 주소음원 방향으로 하여야 한다.
- (4) 풍속이 2m/sec 이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5m/sec를 초과할 때에는 측정하여서는 아니된다.
- (5) 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한 방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여 측정하여야 한다.

2.2 측정사항

- (1) 측정소음도의 측정은 대상소음원을 정상적으로 가동시킨 상태에서 측정하여야 한다.
- (2) 암소음도는 대상소음원의 가동을 중지한 상태에서 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 조작

3.1 사용 소음계

KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

3.2 일반사항

- (1) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정·기록하는 것을 원칙으로 한다. 소음도 기록기가 없을 경우에는 소음계만으로 측정할 수 있다.
- (2) 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다. (소음계의 출력단자와 소음도 기록기의 입력단자 연결)
- (3) 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 소음도를 예비조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 소음계의 소음도 기록기를 연결하여 사용할 경우에는 소음계의 과부하 출력이 소음기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.

3.3 청감보정회로 및 동특성

- (1) 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정하여야 한다.
- (2) 소음계의 동특성은 원칙적으로 빠름(fast)을 사용하여 측정하여야 한다.

4. 측정시간 및 측정지점 수

적절한 측정시간에 2지점 이상의 측정지점 수를 선정 측정하여 그 중 가장 높은 소음도를 측정 소음도로 한다.

5. 측정자료 분석 및 암소음 보정

5.1 자료분석방법

측정자료는 다음 경우에 따라 분석·정리하며, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다. 다만, 측정소음도 측정 시 대상소음의 발생시간이 5분 이내인 경우에는 그 발생시간 동안 측정 기록한다.

5.1.1 디지털 소음자동분석계를 사용할 경우

샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동 연산·기록한 **동가소음도**를 그 지점의 측정 소음도 또는 암소음도로 한다.

5.1.2 소음도 기록기를 사용하여 측정할 경우

5분 이상 측정 기록하여 다음 방법으로 그 지점의 측정소음도 또는 암소음도를 정한다.

- (1) 기록지상의 지시치가 변동폭이 5dB(A) 이내일 때에는 변화폭의 중간소음도
- (2) 기록지상의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변하는 경우에는 최대치에서 소음도의 크기 순으로 10개를 택하여 산술 평균한 소음도

5.1.3 소음계만으로 측정할 경우

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 소음의 변화양상을 파악한 후, 소음계 지시치의 변화를 목측으로 5초 간격 50회 판독·기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정소음도 또는 암소음도를 정한다.

- (1) 소음계의 지시치 변화폭이 5dB(A) 이내일 때에는 변화폭의 중간소음도
- (2) 소음계 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변하는 경우에는 최대치에서 소음도의

크기 순으로 10개를 택하여 산술평균한 소음도. 다만, 등가소음을 측정 할 수 있는 소음계를 사용할 때에는 5분 동안 측정하여 소음계에 나타난 등가소음도로 한다.

5.2 암소음 보정

측정 소음도에 다음과 같이 암소음을 보정하여 대상소음도로 한다.

- (1) 측정소음도가 암소음보다 10dB(A) 이상 크면 암소음의 영향이 극히 작기 때문에 암소음의 보정없이 측정소음도를 대상소음도로 한다.
- (2) 측정소음도가 암소음보다 3~9dB(A) 차이로 크면 암소음의 영향이 있기 때문에 측정소음도에 “표2” 보정표에 의한 보정치를 보정한 후 대상소음도를 구한다.

[표 2 암소음의 영향에 대한 보정표]

단위: dB(A)							
측정소음도와 암소음도 차	3	4	5	6	7	8	9
보 정 치	-3	-2				-1	

- (3) 측정소음도가 암소음도 보다 2dB(A)이하로 크면 암소음이 대상소음보다 크므로 (1) 또는 (2)항이 만족되는 조건에서 재 측정하여 대상소음도를 구하여야 한다.

6. 평가

5.2항으로부터 구한 대상소음도를 생활소음 규제기준과 비교하여 판정한다.

A.1.2 발파 소음

발파 소음의 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법에 명시되어있다. 측정점 및 측정조건, 측정기기의 사용 및 조작은 생활소음 규제기준 측정방법과 동일 내지 유사하며, 측정시각 및 측정지점 수, 평가방법이 다르므로 이에 대하여 알아보기로 한다.

1. 측정점

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



건설기계류 소음의 1. 참조

2. 측정조건

건설기계류 소음의 2. 참조

3. 측정기기의 사용 및 조작

건설기계류 소음의 3. 참조

4. 측정시각 및 측정지점 수

낮 시간대(06:00~22:00) 및 밤 시간대(22:00~06:00)의 각 시간대 중에서 최대발파소음이 예상되는 시간에 1지점 이상의 측정지점 수를 택하여야 한다.

5. 측정자료 분석 및 암소음 보정

5.1 자료분석방법

측정소음도 및 암소음도는 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

5.1.1 측정소음도

(1) 디지털 소음자동분석계를 사용할 때에는 샘플주기를 0.1초 이하로 놓고 발파 소음의 발생시간(수초 이내)동안 측정하여 자동 연산기록한 **최고치(L_1 등)**를 측정소음도로 한다.

(2) 소음도 기록기를 사용할 때에는 기록지 상의 지시치의 최고치를 측정소음도로 한다.

(3) 최고소음 고정(Hold)용 소음계를 사용할 때에는 당해 지시치를 측정소음도로 한다.

5.1.2 암소음도

건설기계류 소음의 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 참조

5.2 암소음 보정

건설기계류 소음의 5.2 참조

6. 평가

5.2항에서 구한 대상소음도에 시간대별 평균발파횟수(N)에 따른 보정량($10\log N$)을 보정한다. 시간대별 발파횟수는 작업일지 또는 폭약사용신고서 등을 참조하여 7일간의 평균값을 계산한 각 시간대별 평균 발파횟수로 갈음한다.

A.2 교통소음의 측정 및 평가방법

교통소음은 크게 항공기 소음과 철도 소음, 도로교통 소음으로 나뉠 수 있다. 각각의 소음원에 대한 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법에서 소음한도 측정방법으로 지정 고시하고 있다. 해당 소음원에 대한 소음한도 측정방법은 다음과 같다.

A.2.1 항공기 소음

소음·진동공정시험방법은 소음·진동규제법 제7조의 규정에 의거 소음을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반 사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다. 그러면, 소음·진동공정시험방법에서 제시하는 항공기 소음에 대한 소음한도의 측정방법에 대하여 자세히 알아보기로 한다.

1. 측정점

- (1) 옥외측정을 원칙으로 하며, 그 지역의 항공기소음을 대표할 수 있는 장소나 항공기소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소를 택하여야 한다. 다만, 측정지점 반경 3.5 m 이내는 가급적 평활하고, 시멘트 등으로 포장되어 있어야 하며, 수풀, 수림, 관목 등에 의한 흡음의 영향이 없는 장소로 한다.
- (2) 측정점은 지면 또는 바닥 면에서 1.2~1.5 m 높이로 하며, 상시 측정용의 경우에는 주변환경, 통행, 타인의 측수 등을 고려하여 지면 또는 바닥 면에서 1.2~5 m 높이로 할 수 있다. 한편, 측정위치를 정점으로 한 원추형 상부공간 내에는 측정치에 영향을 줄 수 있는 장애물이 있어서는 안 된다. 원추형 상부공간이란 측정위치를 지나는 지면 또는 바닥 면의 법선에 반각 80°의 선분이 지나는 공간을 말한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

- (1) 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침장치(삼각대 등)를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우 소음계는 측정자의 몸으로부터 0.5 m 이상 떨어져야 하며, 측정자는 비행경로에 수직하게 위치하여야 한다.
- (3) 소음계의 마이크로폰은 소음원 방향으로 향하도록 하여야 한다.
- (4) 바람(풍속: 2 m/sec 이상)으로 인하여 측정치에 영향을 줄 우려가 있을 때는 반드시 방풍망을 부착하여야 한다. 다만, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때는 측정하여서는 안 된다. (상시 측정용 옥외 마이크로폰은 그러하지 아니하다.)
- (5) 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한 방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여 측정하여야 한다.

2.2 측정사항

- (1) 최고소음도는 매 항공기 통과 시 마다 배경소음보다 높은 상황에서 측정하여야 하며, 그 지시치 중의 최고치를 말한다.
- (2) 비행횟수는 시간대별로 구분하여 조사하여야 하며, 0시에서 07시까지의 비행횟수를 N_1 , 07시에서 19시까지의 비행횟수를 N_2 , 19시에서 22시까지의 비행횟수를 N_3 , 22시에서 24시까지의 비행횟수를 N_4 라 한다.

3. 측정기기의 조작

3.1 사용 소음계

KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

3.2 일반사항

- (1) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정·기록하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다. (소음계의 출력단자와 소음도 기록기의 입력단자 연결)
- (3) 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 소음도를 예비조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 사용할 경우에는 소음계의 과부하 출력이

소음기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.

3.3 청감보정회로 및 동특성

- (1) 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정하여야 한다.
- (2) 소음계의 동특성은 느림(slow)을 사용하여 측정하여야 한다.

4. 측정시각 및 기간

항공기의 비행상황, 풍향 등의 기상조건을 고려하여 당해 측정지점에서의 항공기소음을 대표할 수 있는 시기를 선정하여 원칙적으로 연속 7일간 측정한다. 다만, 당해 지역을 통과하는 항공기의 종류, 비행횟수, 비행경로, 비행시각 등이 연간을 통하여 표준적인 조건일 경우 측정 일수를 줄일 수 있다.

5. 측정자료 분석

측정자료는 다음 방법으로 분석·정리하여 항공기소음 평가레벨인 $\overline{WECPNL}$ 을 구하며, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다. 다만, 헬리포트 주변 등과 같이 배경소음보다 10 dB이상 큰 항공기소음의 지속시간 평균치 $\bar{D}$ 가 30초 이상일 경우에는 보정량 $[+10\log(\bar{D}/20)]$ 을 $\overline{WECPNL}$ 에 보정하여야 한다.

5.1 항공기소음 자동분석계를 사용할 경우

샘플 주기를 1초 이내에서 결정하고 7일간 연속 측정하여 4.1.5.2항의 절차에 준하여 자동 연산·기록한 $\overline{WECPNL}$

5.2 소음도 기록기를 사용할 경우

m(측정일수)일 간 연속 측정·기록하여 다음 방법으로 그 지점의 $\overline{WECPNL}$ 을 구한다.

- (1) 1일 단위로 매 항공기 통과 시에 측정·기록한 기록지 상의 최고치를 관독·기록하며, 다음 식으로 당일의 평균 최고소음도($\bar{L}_{max}$)를 구한다.

$$\bar{L}_{max} = 10\log \left[(1/n) \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right]$$

여기서, n 은 1일 중의 항공기소음 측정횟수이며, L_i 는 i 번째 항공기 통과 시 측정 기록한 소음도의 최고치이다.

(2) 1일 단위의 $WECPNL$ 을 다음 식으로 구한다.

$$WECPNL = \bar{L}_{\max} + 10\log N - 27$$

여기서, N 은 1일간 항공기의 등가 통과횟수로 $N=N_2+3N_3+10(N_1+N_4)$

(3) m 일간 평균 $WECPNL$ 인 $\overline{WECPNL}$ 을 다음 식으로 구한다.

$$\overline{WECPNL} = 10\log \left[(1/m) \sum_{i=1}^m 10^{0.1WECPNL_i} \right]$$

여기서, m 은 항공기소음 측정일 수이며, $WECPNL_i$ 는 i 일째 $WECPNL$ 값이다.

다만, (1) 및 (2)항의 대상 항공기소음은 원칙적으로 배경소음보다 10 dB 이상 크고, 항공기소음의 지속시간이 10초 이상인 것으로 한다.

5.3 소음계만을 사용할 경우

7일간 연속하여 항공기 통과 시마다의 최고소음도를 판독하여 기록하고, 시간대별 항공기 통과횟수를 조사한 후 5.2항의 절차에 따라 $\overline{WECPNL}$ 을 구한다.

A.2.2 철도 소음

소음 진동공정시험방법은 소음 진동규제법 제7조의 규정에 의거 소음을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다. 그러면, 소음 진동공정시험방법에서 제시하는 철도소음에 대한 소음한도의 측정방법에 대하여 자세히 알아보기로 한다.

1. 측정점

- (1) 옥외측정을 원칙으로 하며, 그 지역의 철도소음을 대표할 수 있는 장소나 철도소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소로서 지면 위 1.2~1.5 m 높이로 한다.
- (2) 측정점에 장애물이나 주거, 학교, 병원, 상업 등에 활용되는 건물이 있을 때에는 건축물로부터 철도방향으로 1 m 떨어진 지점의 지면 위 1.2~1.5 m로 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

- (1) 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침장치(삼각대 등)를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우 소음계는 측정자의 몸으로부터 0.5 m 이상 떨어져야 한다.
- (3) 소음계의 마이크로폰은 주소음원 방향으로 향하도록 하여야 한다.
- (4) 풍속이 2 m/sec 이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때에는 측정하여서는 아니된다.
- (5) 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한 방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여 측정하여야 한다.

2.2 측정사항

요일 별로 소음변동이 적은 평일(월요일부터 금요일 사이)에 당해 지역의 도로 교통 소음을 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 조작

3.1 사용소음계

KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

3.2 일반사항

- (1) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정 기록하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다. (소음계의 출력단자와 소음도 기록기의 입력단자 연결)
- (3) 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 소음도를 예비조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 사용할 경우에는 소음계의 과부하 출력이 소음기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.

3.3 청감보정회로 및 동특성

- (1) 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정한다.
- (2) 소음계의 동특성은 빠름(fast)으로 하여 측정한다.

4. 측정시간 및 측정횟수

기상조건, 열차운행횟수 및 속도 등을 고려하여 당해 지역의 철도소음을 대표할 수 있는 낮 시간대는 2시간 간격을 두고 1시간씩 2회 측정하여 산술평균하며, 밤 시간대는 1회 1시간 동안 측정한다.

5. 측정자료 분석

- (1) 샘플주기를 1초 내외로 결정하고 1시간 동안 연속 측정하여 자동 연산기록한 등가소음도를 그 지점의 측정소음도로 하며, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.
- (2) 위 (1)의 규정에도 불구하고 배경소음과 철도의 최고소음의 차이가 10dB 이하인 경우 등 배경소음이 상당히 크다고 판단되는 경우에는 열차통과 시 최고소음도를 측정하여 다음과 같이 계산한 후, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

$$L_{eq(1h)} = \bar{L}_{max} + 10\log N - 32.6$$

$$\text{여기서, } \bar{L}_{max} = 10\log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{max i}} \right]$$

N= 1시간 동안의 열차통행량(왕복대수)

$L_{max i}$ = i 번째 열차의 최고 소음도 [dB(A)]

A.2.3 도로교통 소음

소음·진동공정시험방법은 소음·진동규제법 제7조의 규정에 의거 소음을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반 사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다. 그러면, 소음·진동공정시험방법에서 제시하는 도로교통 소음에 대한 소음한도의 측정방법에 대하여 자세히 알아보기로 한다.

1. 측정점

- (1) 측정점은 피해가 예상되는 자의 부지경계선 중 소음도가 높을 것으로 예상되는

지점에서 지면 위 1.2~1.5 m 높이로 한다.

- (2) 측정점에 담, 건물 등 높이가 1.5 m를 초과하는 장애물이 있는 경우에는 장애물로부터 도로방향으로 1~3.5 m 떨어진 지점으로 한다. 다만, 그 장애물이 방음벽이거나 충분한 차음이 예상되는 경우에는 장애물 밖의 1~3.5 m 떨어진 지점 중 압영대의 영향이 적은 지점으로 한다.
- (3) 위(1) 및 (2)의 규정에도 불구하고 피해가 우려되는 곳이 2층 이상의 건물인 경우 등으로서 피해가 예상되는 자의 부지경계선에 비하여 소음도가 더 큰 장소가 있는 경우에는 소음도가 높은 곳에서 소음원 방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5~1 m 떨어진 지점으로 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

- (1) 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침장치(삼각대 등)를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우 소음계는 측정자의 몸으로부터 0.5 m 이상 떨어져야 한다.
- (3) 소음계의 마이크로폰은 주소음원 방향으로 향하도록 하여야 한다.
- (4) 풍속이 2 m/sec 이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때에는 측정하여서는 아니된다.
- (5) 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한 방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여 측정하여야 한다.

2.2 측정사항

요일 별로 소음변동이 적은 평일(월요일부터 금요일 사이)에 당해 지역의 도로 교통 소음을 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 조작

3.1 사용 소음계

KSC-1502에 정한 보통 소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

3.2 일반사항

- (1) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정·기록하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다. (소음계의 출력단자와 소음도 기록기의 입력단자 연결)
- (3) 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 소음도를 예비 조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 사용할 경우에는 소음계의 과부하 출력이 소음 기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.

3.3 청감보정회로 및 동특성

- (1) 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정하여야 한다.
- (2) 소음계의 동특성은 원칙적으로 빠름(fast)을 사용하여 측정하여야 한다.

4. 측정시간 및 측정지점 수

당해 지역 도로교통소음을 대표할 수 있는 시각에 2개 이상의 측정 지점 수를 선정하여 각 측정지점에서 4시간 이상 간격으로 2회 이상 측정하여 산술 평균값을 측정소음도로 한다.

5. 측정자료 분석

측정자료는 다음 경우에 따라 분석·정리하며, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

5.1 디지털 소음자동분석계를 사용할 경우

샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동 연산·기록한 등가소음도를 그 지점의 측정소음도로 한다.

5.2 소음도 기록기를 사용하여 측정할 경우

5분 이상 측정·기록하여 다음 방법으로 그 지점의 측정소음도를 정한다.

- (1) 기록지상의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치

- (2) 기록지상의 지시치의 변동폭이 5dB이내일 때에는 구간 내 최대치부터 소음도의 크기순으로 10개를 산술평균한 소음도
- (3) 기록지상의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변하는 경우에는 [부록] 등가소음도 계산방법 중 1의 방법에 의한 등가소음도

5.3 소음계만으로 측정할 경우

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 소음의 변화양상을 파악한 후, 소음계 지시치의 변화를 목측으로 5초 간격 50회 판독 기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정소음도를 정한다.

- (1) 소음계의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- (2) 소음계의 지시치의 변화폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터 소음도의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 소음도
- (3) 소음계 지시치의 변화폭이 5dB을 초과할 때에는 [부록] 등가소음도 계산 방법 중 2의 방법에 의한 등가소음도. 다만, 등가소음을 측정할 수 있는 소음계를 사용할 때에는 5분 동안 측정하여 소음계에 나타난 등가소음도로 한다.

등가소음도 계산 방법

[1] 소음도 기록기를 사용하여 측정할 경우

- (1) 5분 동안 측정 기록한 기록지상의 값을 5초 간격으로 50회 판독하여 (표1) 소음측정 기록지의 소음도 구간 별 해당 기록란에 V모양으로 기록한다.
- (2) 위에서 기록한 각 소음도 구간의 샘플 수를 전체 샘플 수에 대한 백분율을 구해서 (표2) 등가소음 기록지 (2)란의 해당 소음도 구간에 기록한다.
- (3) (표2) 등가소음 기록지의 (1)란과 (2)란을 곱해서 (3)란에 기입한다.
- (4) (3)란의 값을 전부 합하여 합계(Σ)를 구하고 이를 상용대수를 취한 후 10을 곱하면 등가소음도(L_{eq})가 구해진다.

$$L_{eq} = 10 \log \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{100} \times 10^{0.1L_i} \times f_i \right)$$

[2] 소음계만으로 측정할 경우

- (1) 소음계 지시치를 계속 주시하면서 5초 마다의 소음도를 (표1) 소음측정 기록지의 소음도 구간별 해당 기록란에 V모양으로 50회 기록한다.
- (2) (1)에서 소음도를 읽는 순간에 지시치가 지시판 범위를 벗어날 때에는 (이 때에 레벨렌지는 변환하지 않음) 각각 지시판의 위 또는 아래쪽에 해당하는 소음도 구간에 발생빈도를 기록한다.
- (3) 이 같이 결정된 각 소음도 구간의 기록된 샘플 수를 전체 샘플 수에 대한 백분율을 구해서 (표2) 등가소음 기록지의 (2)란의 해당 소음도 구간에 기록한다.
- (4) (표2) 등가소음기록지의 (1)란과 (2)란을 곱해서 (3)란에 기입한다.
- (5) (3)란의 값을 전부 합하여 합계(Σ)를 구하고 이를 상용대수를 취한 후 10을 곱하면 등가소음도(L_{eq})가 구해진다.
- (6) (2)의 지시판 위쪽을 벗어난 소음도 구간에 대해서 (3)에서 구한 백분율이 10%를 초과할 경우에 한하여서는 (5)에서 구해진 등가소음도 값에 2dB를 더해준다.

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



주) 기록지나 소음계로부터의 판독치가 각 소음도구간(소음측정 기록지)의 하한치일 때에는 당해 소음도구간의 기록란에, 상한치일 때에는 그 다음 소음도 구간의 기록란에 기록한다.

A.3 공동주택 내의 소음 측정 및 평가방법²⁶

아파트나 공동주택과 같이 밀집된 주거공간에서 거주자의 생활행위에 의해 수반되는 음이 인접세대 거주자에게 소음이 되는 경우가 많다. 주거 내에서의 소음의 종류는 다양하지만, 소음의 발생 원인에 따라 다음과 같이 크게 2종류로 구분할 수 있다.

1. 발생원에서부터 직접 공기 중으로 방사(放射)되는 음
2. 벽이나 바닥에 충격이 가해짐에 따라 이러한 구조체에서 발생한 진동이 다른 이웃세대로 전달되어 방사되는 음

본 절에서는 소음의 발생특성에 따라 두 가지 경우로 구분하였으며, 각각에 대한 소음 측정 및 평가방법에 대하여 조사하였다.

A.3.1 공기전달 소음

여러 가지 소음원으로부터 발생하는 실내 공기전달 소음은 소음원에 따라 주파수특성이 다양하며, 주파수 대역별 이웃한 세대로 전달되는 정도는 경계벽이나 바닥을 구성하고 있는 부재의 차음성능에 따라 달라지게 된다. 따라서, 이웃세대에서 발생하는 소음이 전달되는 정도뿐만 아니라 세대 간의 경계벽이나 바닥의 부재에 대한 평가를 해야만 피해배상의 주체를 명확히 할 수 있다. 그러면 본 절에서 부재의 차음성능 측정방법과 이웃으로부터 전달되는 소음에 대한 평가방법에 대하여 알아보기로 한다.

A.3.1.1 부재의 차음성능 평가방법

²⁶ 공동주택 공기전달 소음 피해 평가방안에 관한 연구, 환경분쟁조정위원회, 연구기관: 호남대학교, 2003

WTO(World Trade Organization) 체제 이후 국가경쟁력 강화를 위해 각국에서도 국제규격에 부합하는 통합화 추세가 가속되었다. 국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)의 경우 1991년 비엔나 합의에 따라 유럽규격(EN, European Norm)과의 일치를 목적으로 개정 및 제정작업이 활발히 이루어지고 있다. 일본의 경우에도 1995년부터 ‘JIS의 국제정합화’ 계획에 따라 차음성능의 측정 및 평가방법에 대한 규격의 개정이 이루어졌다. 국제규격을 기본으로 하여 규격의 급작스런 변경에 따른 혼란을 최소화하기 위해 일본공업규격(JIS, Japanese Industrial Standards)의 규정 중에서 필요하다고 고려되는 사항은 부속서에 규정하는 형식으로 JIS 원안을 작성하였다. 우리나라도 2000년부터 차음성능을 비롯한 건축음향분야의 한국공업규격(KS, Korean Industrial Standards)이 개정되었으며, 전반적으로 JIS 개정안과 유사한 형식을 취하고 있다. 결국 건축재료 및 부품의 음향성능에 대한 국내의 규격은 대부분 ISO에 준하고 있다고 볼 수 있다.

건축부재의 차음성능 측정과 관련된 규격의 종류를 비교하여 나타내면 Table A.1과 같다.

Table A. 1 차음성능 관련 각국의 규격²⁷

분류	내용	종별	적용 조건	명칭	규격		
					KS	ISO	JIS
재료 부품 성능	음향투과손실	측정방법	실험실	실험실에서의 음향투과손실 측정방법	F 2808	140-1,2,3,10,12	A 1416
		성능		새쉬(sash)			
	공기음 차음	측정방법	현장	건축물 현장에서의 음압레벨차의 측정방법	F 2809	140-4	A 1417
		측정방법	현장	창호의 차음시험방법		140-5	A 1520
공간 부위 성능	바닥충격음 차단	측정방법	현장	건축물 현장에 있어서 바닥충격음 측정방법	F 2810	140-2,7	A 1418
	공기음, 바닥충격음 차단	평가방법	현장	건축물의 차음등급		717-1,2	A 1419

²⁷ 산업자원부 기술표준원, “건축물 음환경분야 표준화 연구”, p.14, 2000.11

한국산업규격에서 규정하고 있는 공기전달음 차단성능 현장 및 실험실 측정방법을 정리하여 나타내면 각각 Table A.2, Table A.3과 같으며, 이는 일본공업규격(JIS) 및 국제규격(ISO)과 유사하다. 공기전달음 실험실 측정방법은 부위(부품)성능 측정방법으로서 일정하게 규정된 실험조건하에 건축부재의 음향투과손실을 산정하기 위한 방법이며, 공기전달음 현장측정방법은 공간성능 측정방법으로서 현장조건의 특성이 포함된 실간음압레벨차를 산정하기 위한 방법이다.

Table A. 2 건축부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법 주요내용²⁸⁾

규격명	KS F 2808 (2001): JIS A 1416(2000), ISO 140-3과 유사
적용범위	벽, 바닥, 문, 창, 외벽부재, 외벽 등의 건축부재 공기음 차단성능의 실험실 측정방법
용어	실내평균음압레벨, 음향감쇠계수, 겉보기 음향감쇠계수
시험실	I 형 시험실(잔향실) 및 직방체로 용적이 적어도 50m ³ 로 하고, 양실의 용적차가 10%정도 권장한 II 형시험실 중 아무거나 이용한다.
실의 형태	- I 형시험실: 음원실과 수음실은 인접하여 만들고 인접벽면에 양실에 관통하는 시료설치용 개구부를 둔다. 충분한 확산음장으로 만든다. - II 형시험실: 낮은 주파수대역에서 고유진동수가 일정하도록 선정한 직방체의 실로 시험실의 일면을 시험개구로 한다.
확산장치	음압레벨의 큰 변동의 정재파가 관측되는 경우 설치
시료설치용 개구부	시험개구의 크기는 벽에 대해서는 개략적으로 10m ² , 단변의 길이는 2.3m 이상이 되도록 한다.
실험실의 한계성능	부속서1 「시험실의 측정 가능한 최대음향 감쇠계수의 측정」에 따름
수음실의 잔향시간 및 흡음력	II 형시험실에 있어서 저주파수에서 2초를 넘는 경우, 측정결과와 잔향시간의존성을 조사하고 의존하는 경우 1초~2(V/50) ^{2/3} 초로 한다.
측로전파의 측정	부가 시공벽에 의하여 시료 공시체의 투과를 감쇠시킨 구조에 의한 측정. 시험공시체와 수음실의 진동측정으로 조사한다. (부속서4 참조)
음원의 설치	멀티스피커, 연속이동스피커, 지향성스피커를 권장. 1개의 음원을 사용하는 경우 동일한 실 또는 음원실과 수음실을 바꾸어 2개소 이상에서 가동한다. 음원의 지향특성 및 음원위치의 선정은 부속서3에 의한다.
시험신호 및 측정주파수	100~5,000Hz의 1/3옥타브대역소음 또는 광대역 노이즈. 화이트노이즈를 권장. 저주파수대역의 측정이 필요한 경우에는 50~80Hz에 대해 측정
수음점 수	고정마이크로폰법에 의한 경우는 최소치로서 5개소의 마이크로폰 설치
수음점 설치조건	마이크로폰 사이간격: 0.7m, 마이크로폰과 실경계(확산판) 거리: 0.7m 마이크로폰과 음원 또는 시료와의 거리: 1.0m
실내평균	-고정마이크로폰법: 음압레벨의 에너지 평균치(L)의 산정

²⁸⁾ 산업자원부 기술표준원, “건축물 음환경분야 표준화 연구”, p.16~19, 2000.11

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



음압레벨 산출	$L = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right)$ -이동마이크로폰법: 적분평균 기능이 있는 소음계 사용
배경소음 영향의 보정	식 또는 표의 수치로 보정: $L = 10 \log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10})$
투과부 면적	개방한 시험 개구부에 같은 넓이의 시료면적
수음실의 흡음력 측정	$A = \frac{0.16V}{T}$ A(흡음력), V(시험실용적), T(잔향시간) 잔향시간은 ISO 3382에서 규정하는 측정방법에 따른다.

Table A. 3 공기전달음 차단성능 현장 측정방법 주요내용²⁹⁾

규격명	KS F 2809 (2001): JIS A 1417(2000), ISO 140-4(1998)과 유사
전체구성	본문과 4개의 부속서
적용범위	건물내의 2실 사이, 복도와 방 사이 등의 공기음에 대한 차음성능 측정방법
측정대상실 용적	언급 없음 (JIS: 300m ³ 이하)
용어	실내평균음압레벨(L), 실간음압레벨차(D), 표준화음압레벨차(D _n), 표준화음압레벨차(D _m), 겉보기 음향감쇠계수(R')
측정조건	음원실 및 수음실에 가구, 집기 등이 설치되지 않은 경우, 확산체 설치 (1m이하, 3~4개)
음원	측정대상 주파수대역에서 연속적인 스펙트럼을 지닌 음원이용 (인접 주파수대역의 레벨차 6dB 이상)
마이크로폰	-고정마이크로폰: 5개지점 이상 (실경계/확산체로부터 0.5m이상, 음원으로부터 1m이상, 마이크로폰 사이간격 0.7m이상 이격) -이동마이크로폰: 회전반경 0.7m 이상 (실경계/확산체로부터 0.5m이상, 음원으로부터 1m이상, 각 벽면과의 각도 10°이상, 회전주기 15초이상)
average time 설정	-옥타브밴드: 250Hz이하 3초이상, 500Hz이상 2초이상 -1/3옥타브밴드: 400Hz이하 6초이상, 500Hz이상 4초이상 -이동마이크로폰 30초이상
측정장치	보통소음계, 정밀형소음계, 실시간(real-time) 주파수분석기
측정주파수 대역	-옥타브밴드주파수: 125Hz~2,000Hz -1/3옥타브밴드주파수: 100Hz~3,150Hz
잔향시간 측정	등가흡음력 산출을 위한 잔향시간 측정
배경소음 보정	6~15dB 사이의 보정
결과산출	실간음압레벨차, 표준화음압레벨차, 표준화음압레벨차, 겉보기음향감쇠계수
부속서 내용	부속서1(규정): 음원의 사양 및 설치방법 부속서2(규정): 특정 장소간 음압레벨차의 측정방법

²⁹⁾ 산업자원부 기술표준원, “건축물 음환경분야 표준화 연구”, p.21~22, 2000.11

	부속서3(참조): 우회전달음의 측정 부속서4(참조): 기준음원을 이용한 등가흡음력 레벨의 측정
--	---

A.3.1.2 실내 공기전달 소음의 평가방법

경계벽이나 바닥의 차음성능 측정방법이 KS 에 규정된 바 있는 것과는 달리 실내 공기전달 소음의 측정방법에 대한 연구 결과는 있으나 이에 대하여 언급하고 있는 국내의 기준은 없다. 하지만, 일본의 경우 일본건축학회에서 Table A.4 와 같이 “건축물 현장에서의 실내소음 측정방법”을 권장기준으로 제시하고 있으며, 급배수설비, 공조(空調)설비, 환기설비, 승강기 등과 같이 건축물에 설치되어 있는 각종 설비기기로부터 발생하는 소음을 대상으로 하고 있다.

Table A. 4 건축물 현장에서의 실내 소음 측정방법 개요(일본건축학회)

적용범위	건축물에 부속하는 설비기기류로부터 실내에 발생하는 소음의 현장 측정방법을 규정
측정량	- 소음레벨 - 1/1옥타브밴드 음압레벨
측정조건	- 실의 상태: 측정은 원칙적으로 통상의 사용이 가능한 상태 - 운전조건: 급배수 설비소음은 각종 수전에 대해 분당 토수량 규정. 그 외 각종 설비소음은 통상의 운전조건을 기준으로 함.
측정방법	- 측정대상실(수음실): 문제가 되는 인근 거실을 수음실로 한다. - 측정점 위치: 1) 수음실내 벽면으로부터 0.5m 이상 이격 2) 실내에 설치된 설비기기로부터 0.5m 이상 이격하고 일정하게 분포하는 3~5개점 선정 3) 마이크로폰의 높이는 바닥면에서 1.2~1.5m 이격하고 마이크로폰의 방향은 상향을 원칙으로 함. - 소음레벨: A특성으로 측정 ※ 불규칙적으로 변동하는 소음의 경우 5초 간격으로 5~10회 판독한 평균치를 적용 - 주파수밴드: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz의 1/1옥타브밴드 - 지시치의 동특성: Fast를 원칙으로 함
측정결과 및 표시	- 각 측정치별, 또는 주파수별 측정치에 대해서 다음식에 의해 평균치를 구하여 실내소음을 나타낸다. $L = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n}$ L: 실내 평균소음레벨 (dB(A)) 또는 측정주파수별 실내음압레벨 L _n : 측정점별 또는 1/1옥타브밴드별 음압레벨(dB) n: 측정점 수

국내의 경우, 2003 년에 호남대학교에서 수행한 “공동주택 공기전달소음 피해 평가 방안에 관한 연구”에서 제안한 평가방안은 다음과 같다.

1. 적용범위

공동주택에서 피아노연주 및 TV/스테레오 작동 등에 의해 이웃세대로 전달되는 공기전달 소음의 현장측정방법을 규정한다.

2. 측정량

등가 A가중 음압레벨 (equivalent continuous a-weighted sound pressure level)로 한다.

표기: $L_{Aeq,T}$ 예) 5분 동안 측정한 등가 A가중 음압레벨인 경우: $L_{Aeq,5min}$

3. 측정조건

측정실(수음실) 및 소음발생조건은 원칙적으로 통상의 사용상태를 대상으로 하며, 특별한 사유가 없다면 외부소음에 의한 영향을 배제하기 위해 측정실의 창문은 닫은 상태에서 측정한다.

4. 측정방법

4.1 측정대상실의 선정

피아노연주 및 TV/스테레오 작동에 의해 소음이 문제가 되는 거실 또는 침실을 수음실로 한다.

4.2 측정점의 위치

측정점은 수음실 내 중앙점에서 측정하는 것으로 원칙한다. 단, 정도 높은 계층 및 평가가 필요한 경우 측정점을 늘일 수 있으며 이 경우 각 측정점은 각기 0.7m 이상 이격되도록 한다. 또한 모든 측정점은 KS A, ISO 1996-1 규정에 의거하여 특별한 지정이 없는 한 벽이나 그 외의 주위 반사면으로부터 1m 이상 떨어지고, 소음의 영향을 받고 있는 창문 등과 같은 열린 부분에서 1.5m정도 떨어진 위치에서 측정하며, 각 측정점에서 마이크로폰의 높이는 바닥에서 1.2~1.5m로 한다.

4.3 등가 A가중 음압레벨

측정은 한국산업규격(KS C 1505)에서 규정하는 적분평균소음계 및 이와 동등이상의 성능을 가진 계측장비를 이용하여 측정하며 대상소음에 대해 3회 이상 계측한 등가 A가중 음압레벨을 측정/기록함을 원칙으로 한다. 또한 각 측정 등가 A가중 음압레벨은 5분 이상 측정함을 원칙으로 한다($L_{Aeq,5min}$). 단 발생소음이 5분 이내일 경우 소음을 대표할 수 있는 발생 시간 동안 측정한 등가 A가중 음압레벨을 적용할 수 있으며, 이 경우 측정시간을 명기하도록 한다.

4.4 청감보정회로 및 동특성

소음계의 청감보정회로는 A특성을 이용하여 측정하며, 소음계의 동특성은 원칙적으로 빠름(Fast)를 사용하여 측정한다.

5. 배경소음 영향의 보정

측정시 배경소음의 영향에 대한 보정방법은 한국산업규격 KS A, ISO 1996-1(2002)의 부속서(참고) 규정을 참고하여 평가한다. 측정 등가 A가중 음압레벨과 배경소음레벨의 차이로부터 다음 보정표에 의해 측정 등가 A가중 음압레벨에 보정하여 대상소음도를 구한다.

Table A. 5 배경소음 영향에 대한 소음계 지시값의 보정 (단위: dBA)

대상음이 있을 때와 없을 때의 지시값의 차	4	5	6	7	8	9
보 정 값	-2			-1		

6. 측정결과 및 표시

각 측정횟수별, 측정점별 등가소음레벨에 대해서 산술평균치를 구하여 실내 평균소음레벨을 산정한다.

A.3.2 충격 소음

공동 주택 내에서 발생하는 바닥이나 벽면의 충격소음도 공기전달소음과 마찬가지로 부재에 대한 평가와 충격시 전달되는 이웃세대에서의 소음도 평가가

동시에 이루어져야 한다. 충격소음에 대한 부재의 음 차단 성능 평가방법은 KS F 2810-1(경량충격음)과 KS F 2810-2(중량충격음)에 제시되어 있다. 하지만, 이웃세대에 전달되는 소음에 대한 평가방법은 아직 없다.

건축물 현장에 있어서 국내의 바닥충격음 차단성능에 대한 현장측정방법은 2001년도 개정된 KS F 2810-1(표준경량충격원에 의한 방법)과 KS F 2810-2(표준 경량충격원에 의한 방법)에 따라 실시하도록 되어 있다. 우리나라와 일본을 제외한 대부분의 나라에서는 ISO(International Organization for Standard)에 의한 측정방법을 사용하고 있다. 비록 미국은 ATSM E 1007(Field measurement of tapping machine impact sound transmission through floor-ceiling assemblies and associated support structures), 독일은 DIN 4109(Noise-control in buildings)의 측정방법을 사용하고 있으나 이 두 기준은 ISO 140-7(Field measurement of tapping machine impact sound insulation of floor)과 거의 유사하다.

과거 국내 및 일본의 규격은 표준 충격원이 이원화되어 있는 점을 감안하더라도, 측정 주파수 대역과 수음공간에서의 레벨 평균화 방법 등에서 국제규격과는 차이가 있었으나 2001년 개정된 KS F 2810-1/2를 통해서 ISO 국제규격과의 일원화하려는 시도가 이루어졌다. Table A.7은 우리나라의 바닥충격음레벨 측정방법을 정리한 것이다.

Table A. 6 각국의 바닥충격음레벨 측정방법 비교

구 분	일본 (JIS A 1418)	국제표준화기구 (ISO 717)	미국 (ASTM 100)	독일 (DIN 4109)
충 격 원	경량및중량충격원	경량충격원	경량충격원	경량충격원
측정주파수 대 역	63Hz~2000Hz 100Hz~3150Hz	100Hz~3150Hz	100Hz~3150Hz	100Hz~3150Hz
측정주파수 밴 드	1/1 및 1/3 octave	1/3 octave	1/3 octave	1/3 octave
측정점의 개수	4장소 이상	4장소 이상	4장소 이상	4장소 이상
측정기의동특성	Fast	Slow	Slow	Slow

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



측 정 범 위	현장측정	실험실 및 현장측정	실험실 측정	실험실 및 현장 측정
흡 음 력 의 고 려	바닥충격음레벨 산정시흡음력에 대한 보정	바닥충격음레벨 산정시흡음력에 대한 보정	바닥충격음레벨 산정시흡음력에 대한 보정	바닥충격음레벨 산정시흡음력에 대한 보정

Table A. 7 국내 바닥충격음레벨 측정방법 개정내용

항목	KS F 2810	KS F 2810-1	KS F 2810-2
충격원의 유형	-경량충격원 -해머무게 500±2.5g -낙하높이 4±0.1cm -해머양단 간격은 40cm -중량충격원 -바닥접촉면적 : 150~250cm ² -바닥접촉반경 9~25cm	-해머무게 500±12g -낙하높이 4cm -각해머간격 100±3mm -지지대의 간격도 해머 에서100mm 이상 이격	-바닥접촉면적 250cm ² 이하 -바닥접촉반경 10~30cm -공기압 (2.4±0.2)×10 ⁵ Pa -유효질량 (7.3±0.2)kg -반발계수 0.8±0.1
가진점	-충격점 5개소 이상 (경계벽 0.5m이상이격)	-중앙점 포함 4개소이상 (경계벽 0.5m이상이격)	-중앙점 포함 4개소이상 (경계벽 0.5m이상이격)
mic. 설치	-수음점 5개소 -경계벽에서 0.5m이상 -바닥으로부터 1.2~1.5m -고정식 마이크로폰	-중앙점 포함 4개소이상 -경계벽 0.5m이상 이격 -천장면 1.0m이상 이격 (바닥으로부터 높이와통합) -mic.간격은 0.7m이상 -고정 및 이동식 마이크로폰 -이동식의 회전주기는 15초 이상으로 한다.	-중앙점 포함4개소이상 -경계벽 0.5m이상 이격 -천장면 1.0m이상 이격 (바닥으로부터 높이와통합) -mic.간격은 0.7m이상 -고정 및 이동식 마이크로폰 -이동식의 회전주기는 15초 이상으로 한다.
측 정 주파수	-옥타브: 63~4000Hz	-옥타브: 125~2000Hz (63Hz 추가 가능) -1/3옥타브 : 100~3150Hz (50,63,80Hz 추가 가능)	- 옥타브: 63~500Hz (31.5Hz 추가 가능) - 1/3옥타브: 50~630Hz (25,31.5,40Hz추가가능)
흡음면적 평가	-평가안함	-관향시간으로부터 계산 (표준화바닥충격음레벨)	-규준화 바닥충격음레벨
배경소음 보정	-3dB≤S/N비<10dB (1dB 단위)	-6dB≤S/N비<15dB (0.1dB단위/보정표규정)	- 6dB≤S/N비<15dB (0.1dB단위/보정표규정)
측정 결과 표시	-측정값의 최대차에 따라 산술평균 또는 에너지 평균 -1dB단위	-규준화 충격음레벨 -표준화 충격음레벨 -0.1dB단위	-바닥충격음레벨 - 0.1dB단위

부록 B. 진동원별 측정 및 평가방법

B.1 공사장 진동의 측정 및 평가방법

B.1.1 생활(공사장) 진동

국내의 건설진동(발파진동 제외)에 대한 측정 및 평가방법은 특별히 규정된 바 없다. 다만, 소음·진동규제법에서는 생활진동음에 대한 규제기준에 공사장 진동을 포함하고 있으므로, 건설진동의 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법 중 생활진동의 규제기준 측정방법을 적용하여 평가하는 것이 타당하다. 생활진동의 규제기준 측정방법은 다음과 같다.

1. 측정점

- (1) 측정점은 피해가 예상되는 자의 부지경계선 중 진동레벨이 높을 것으로 예상되는 지점을 택하여야 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

- (1) 진동픽업(pick-up)의 설치장소는 옥외지표를 원칙으로 하고 복잡한 반사, 회절 현상이 예상되는 지점은 피한다.
- (2) 진동픽업의 설치장소는 완충물이 없고, 충분히 다져서 단단히 굳은 장소로 한다.
- (3) 진동픽업의 설치장소는 경사 또는 요철이 없는 장소로 하고, 수평면을 충분히 확보할 수 있는 장소로 한다.
- (4) 진동픽업은 수직방향 진동레벨을 측정할 수 있도록 설치한다.
- (5) 진동픽업 및 진동레벨계는 온도, 자기, 전기, 등의 외부 영향을 받지 않는 장소에 설치한다.

2.2 측정사항

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



- (1) 측정 진동레벨은 대상 진동발생원을 가능한 한 최대출력으로 가동시킨 정상상태에서 측정하여야 한다.
- (2) 배경진동레벨은 대상 진동원의 가동을 중지한 상태에서 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 사용 및 조작

3.1 사용 진동 레벨계

KSC-1507에 정한 진동레벨계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

3.2 일반사항

- (1) 진동레벨계와 진동레벨기록기를 연결하여 측정, 기록하는 것을 원칙으로 한다. 진동레벨기록기가 없는 경우에는 진동레벨계만으로 측정할 수 있다.
- (2) 진동레벨계의 출력단자와 진동레벨계의 입력단자를 연결한 후 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다.
- (3) 진동레벨계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 진동레벨을 예비조사 한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 진동레벨계와 진동레벨기록기를 연결하여 사용할 경우에는 진동레벨계 기록기의 과부하 출력이 진동기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.
- (5) 진동픽업의 연결선은 잡음 등을 방지하기 위하여 지표면에 일직선으로 설치한다.

3.3 감각보정회로

진동레벨계의 감각보정회로는 별도 규정이 없는 한 V특성(수직)에 고정하여 측정하여야 한다.

4. 측정시각 및 측정지점 수

적절한 측정시각에 2지점 이상의 측정지점 수를 선정 측정하여 그 중 가장 높은 진동레벨을 측정 진동레벨로 한다.

5. 측정자료 분석 및 배경진동 보정

5.1 자료분석방법

측정자료는 다음 경우에 따라 분석·정리하며, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다. 다만, 측정진동도 측정 시 대상진동의 발생시간이 5분 이내인 경우에는 그 발생시간 동안 측정 기록한다.

5.1.1 디지털 진동자동분석계를 사용할 경우

샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동 연산·기록한 80% 범위의 상단치인 L_{10} 값을 그 지점의 측정진동레벨 또는 배경진동레벨로 한다.

5.1.2 진동레벨기록기를 사용하여 측정할 경우

5분 이상 측정 기록하여 다음 방법으로 그 지점의 측정진동레벨 또는 배경진동레벨로 한다.

- (1) 기록지상의 지시치가 변동이 없을 때에는 그 지시치
- (2) 기록지상의 지시치의 변동폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치로부터 진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨
- (3) 기록지상의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L_{10} 진동레벨 계산방법에 의한 L_{10} 값

5.1.3 진동레벨계만으로 측정할 경우

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 진동레벨의 변화양상을 파악한 후, 진동레벨계 지시치의 변화를 목측으로 5초 간격 50회 판독·기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정진동레벨 또는 배경진동레벨을 결정한다.

- (1) 진동레벨계의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- (2) 진동레벨계의 지시치의 변화폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터 진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨
- (3) 진동레벨계 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L_{10} 진동레벨 계산방법에 의한 L_{10} 값, 다만, L_{10} 진동레벨을 측정할 수 있는 진동레벨계를 사용할 때는 5분간 측정하여 진동레벨계에 나타난 L_{10} 값으로 한다.

5.2 배경진동 보정

측정진동레벨에 다음과 같이 배경진동을 보정하여 대상진동레벨로 한다.

- (1) 측정진동레벨이 배경진동보다 10dB 이상 크면 배경진동의 영향이 극히 작기 때문에 배경진동의 보정 없이 측정진동레벨을 대상진동레벨로 한다.
- (2) 측정진동레벨이 배경진동레벨보다 3~9dB 차이로 크면 배경진동의 영향이 있기 때문에 측정진동레벨에 [표1]의 보정표에 의한 보정치를 보정한 후 대상진동레벨을 구한다.

[표 1] 배경진동의 영향에 대한 보정표

단위: dB(V)							
측정진동레벨과 배경진동레벨의 차	3	4	5	6	7	8	9
보정치	-3	-2					-1

- (3) 측정진동레벨이 배경진동레벨보다 2dB이하로 크면 배경진동이 대상진동레벨보다 크므로 (1) 또는 (2)항이 만족되는 조건에서 재 측정하여 대상진동레벨을 구하여야 한다.

6. 평가

5.2항으로부터 구한 대상진동레벨을 생활진동 규제기준과 비교하여 판정한다.

B.1.2 발파 진동

발파 진동의 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법에 명시되어있다. 측정점 및 측정조건, 측정기기의 사용 및 조작은 생활진동 규제기준 측정방법과 동일 내지 유사하며, 측정시각 및 측정지점 수, 평가방법이 다르므로 이에 대하여 알아보기로 한다.

1. 측정점

측정점은 피해가 예상되는 자의 부지경계선 중 진동레벨이 높을 것으로 예상되는 지점을 택하여야 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

건설기계류 진동의 2.1 참조

2.2 측정사항

- (1) 측정진동레벨은 발파진동이 지속되는 기간 동안에 측정하여야 한다.
- (2) 배경진동레벨은 대상진동(발파진동)이 없을 때 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 사용 및 조작

3.1 사용 진동레벨계

건설기계류 진동의 3.1 참조

3.2 일반사항

- (1) 진동레벨계와 진동레벨기록기를 연결하여 측정, 기록하는 것을 원칙으로 한다. 진동레벨계만으로 측정할 경우에는 최고 진동레벨이 고정(hold)되는 것에 한한다.
- (2) 진동레벨계의 출력단자와 진동레벨기록기의 입력단자를 연결한 후 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하여야 한다.
- (3) 진동레벨계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 진동레벨을 예비 조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- (4) 진동레벨계와 진동레벨기록기를 연결하여 사용할 경우에는 진동레벨계 기록기의 과부하 출력이 진동 기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.
- (5) 진동레벨기록기의 기록속도 등은 진동레벨계의 동특성에 부응하게 조작한다.
- (6) 진동픽업의 연결선은 잡음 등을 방지하기 위하여 지표면에 일직선으로 설치한다.

3.3 감각보정회로

진동레벨계의 감각보정회로는 별도 규정이 없는 한 V특성(수직)에 고정하여 측정하여야 한다.

4. 측정시각 및 측정지점 수

주간(06:00~22:00) 및 심야(22:00~06:00)의 각 시간대 중에서 최대발파진동이 예상

되는 시간에 1지점 이상의 측정지점 수에서 측정하여 측정진동레벨로 한다.

5. 측정자료 분석 및 배경진동 보정

5.1 자료분석방법

측정진동레벨 및 배경진동레벨은 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

5.1.1 측정진동레벨

- (1) 디지털 진동자동분석계를 사용할 때에는 샘플주기를 0.1초 이하로 놓고 발파 진동의 발생기간(수초이내)동안 측정하여 자동 연산기록한 **최고치**를 측정진동레벨로 한다.
- (2) 진동레벨계를 사용하여 측정할 때에는 기록지 상의 지시치의 최고치를 측정진동레벨로 한다.
- (3) 최고진동 고정(Hold)용 진동레벨계를 사용할 때에는 당해 지시치를 측정진동레벨로 한다.

5.1.2 배경진동레벨

- (1) 디지털 진동자동분석계를 사용할 경우
샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동연산, 기록한 80% 범위의 상단치인 L_{10} 값을 그 지점의 배경진동레벨로 한다.
- (2) 진동레벨기록기를 사용하여 측정할 경우
5분 이상 측정, 기록하여 다음 방법으로 그 지점의 배경진동레벨을 정한다.

- ① 기록지상의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- ② 기록지상의 지시치의 변동폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터 진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨
- ③ 기록지상의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L_{10} 진동레벨 계산방법 에 의한 L_{10} 값

(3) 진동레벨계만으로 측정할 경우

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 진동레벨의 변화양상을

과악한 후, 진동레벨계 지시치의 변화를 목측으로 하여 5초 간격 50회 판독, 기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 배경진동레벨을 정한다.

- ① 진동레벨계의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- ② 진동레벨계의 지시치의 변동폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터 진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨
- ③ 진동레벨계의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L₁₀ 진동레벨 계산방법 에 의한 L₁₀ 값

한편, L₁₀ 진동레벨을 측정할 수 있는 진동레벨계를 사용할 때에는 5분간 측정하여 진동레벨계에 나타난 L₁₀ 값으로 한다.

5.2 배경진동 보정

건설기계류 진동의 5.2 참조

6. 평가

5.2항으로부터 구한 대상진동레벨에 시간대별 평균발파횟수(N) 에 따른 보정량(+10 logN; N>1) 을 보정한다. 이 경우, 지발발파는 발파횟수 1회로 가정한다.

시간대별 발파횟수는 작업일지 또는 발파계획서 등을 참조하여 7일간의 평균값을 계산한 각 시간대별 평균 발파횟수로 같음한다.

B.2 교통진동의 측정 및 평가방법

교통진동은 크게 도로교통진동과 철도진동으로 나뉠 수 있다. 각각의 진동원에 대한 측정 및 평가방법은 소음·진동공정시험방법에서 진동한도 측정방법으로 지정고시 하고 있다. 해당 진동원에 대한 진동한도 측정방법은 다음과 같다.

B.2.1 도로교통 진동

소음·진동공정시험방법은 소음·진동규제법 제7조의 규정에 의거 진동을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다. 그러면, 소음·진동공정시험방법에서 제시하는 도로교통진동에 대한 진동한도의 측정방법에 대하여 자세히 알아보기로 한다.

1. 측정점

측정점은 피해가 예상되는 자의 부지경계선 중 진동레벨이 높을 것으로 예상되는 지점을 택하여야 한다.

2. 측정조건

2.1 일반사항

건설기계류 진동의 2.1 참조

2.2 측정사항

요일 별로 진동변동이 적은 평일(월요일부터 금요일 사이)에 당해 지역의 도로교통 진동을 측정하여야 한다.

3. 측정기기의 사용 및 조작

3.1 사용 진동레벨계

건설기계류 진동의 3.1 참조

3.2 일반사항

건설기계류 진동의 3.2 참조

3.3 감각보정회로

건설기계류 진동의 3.3 참조.

4. 측정시간 및 측정 지점수

당해 지역 도로교통진동을 대표할 수 있는 시각에 2점 이상의 측정 지점수를 정하여 각 측정지점에서 4시간 이상 간격으로 2회 이상 측정하여 산술 평균한 값을 측정진동레벨로 한다.

5. 측정자료 분석

측정자료는 다음 경우에 따라 분석, 정리하며 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

5.1.1 디지털 진동자동분석계를 사용할 경우

샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동연산, 기록한 80% 범위의 상단치인 L_{10} 값을 그 지점의 측정진동레벨로 한다.

5.1.2 진동레벨기록기를 사용하여 측정할 경우

5분 이상 측정, 기록하여 다음 방법으로 그 지점의 배경진동레벨을 정한다.

- ① 기록지상의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- ② 기록지상의 지시치의 변동폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터 진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨
- ③ 기록지상의 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L_{10} 진동레벨 계산방법 에 의한 L_{10} 값

5.1.3 진동레벨계만으로 측정할 경우

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 진동레벨의 변화양상을 파악한 후, 진동레벨계 지시치의 변화를 목측으로 하여 5초 간격 50회 판독, 기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정진동레벨을 정한다.

- ① 진동레벨계의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- ② 진동레벨계의 지시치의 변동폭이 5dB 이내일 때에는 구간 내 최대치부터

진동레벨의 크기 순으로 10개를 산술 평균한 진동레벨

③ 진동레벨계 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변할 때에는 [부록] L_{10} 진동레벨 계산방법 에 의한 L_{10} 값

다만, L_{10} 진동레벨을 측정할 수 있는 진동레벨계를 사용할 때에는 5분간 측정하여 진동레벨계에 나타난 L_{10} 값으로 한다.

6. 평가 및 측정자료의 기록

5항으로부터 구한 측정진동레벨을 도로교통진동의 한도와 비교하여 평가한다.

B.2.2 철도 진동

소음·진동공정시험방법은 소음·진동규제법 제7조의 규정에 의거 진동을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반 사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다. 그러면, 소음·진동공정시험방법에서 제시하는 철도진동에 대한 진동한도의 측정방법에 대하여 자세히 알아보기로 한다.

1. 측정점

옥외측정을 원칙으로 하며, 그 지역의 철도진동을 대표할 수 있는 지점이나 철도진동으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 지점을 택하여야 한다.

2. 측정조건

건설기계류 진동의 2항 참조

3. 측정기기의 사용 및 조작

3.1 사용 진동레벨계

건설기계류 진동의 3.1 참조

3.2 일반사항

건설기계류 진동의 3.2 참조

3.3 감각보정회로

건설기계류 진동의 3.3 참조

4. 측정 시간

기상조건, 열차의 운행횟수 및 속도 등을 고려하여 당해 지역의 철도진동을 대표할 수 있는 시간대에 측정한다.

5. 측정자료 분석

열차 통과시마다 최고진동레벨이 배경진동레벨보다 최소 5dB이상 큰 것에 한하여 연속 10개 열차(상 하행 포함)이상을 대상으로 최고 진동레벨을 측정, 기록하고 그 중 중앙값 이상을 산술 평균한 값을 철도진동레벨로 한다. 다만, 열차의 운행횟수가 밤, 낮 시간대별로 1일 10회 미만인 경우에는 측정 열차 수를 줄여 그 중 중앙값 이상을 산술 평균한 값을 철도진동레벨로 할 수 있다. 측정자료는 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.

6. 평가 및 측정자료의 기록

5항에서 구한 측정진동레벨을 철도진동의 한도와 비교하여 평가한다.

L₁₀ 진동레벨 계산방법

- (1) 5초 간격으로 50회 관독한 관독치를 진동레벨 기록지에 기록한다.
- (2) 레벨 별 도수 및 누적도수를 기입한다.
- (3) 누적도수를 이용하여 모눈종이 상에 누적도 곡선을 작성한 후 90% 횡선이 누적도곡선과 만나는 교점에서 수선을 그어 횡축과 만나는 점의 진동레벨을 L₁₀ 값으로 한다.
- (4) 진동레벨계만으로 측정할 경우 진동레벨을 읽는 순간에 지시침이 지시판 범위위를 벗어날 때(이 때의 진동레벨계의 레벨범위는 전환하지 않음)에는 그 발생빈도를 기록하여 6회 이상이면 (3) 항에서 구한 L₁₀ 값에 2dB을 더해준다.

부록 C. 먼지 측정 및 평가방법

C.1 먼지 측정 방법

먼지는 대기환경에 존재하고 있는 물질로서 인체, 가축, 농작물등에 미치는 영향을 판단하기 위해서는 피해지역의 대기환경농도를 측정하여, 환경영향 피해발생시의 농도증가량을 평가하여야 한다.

따라서, 먼지의 측정은 대기환경농도를 측정하게 되며, 측정방법은 환경정책기본법 제10조 “환경기준 중 대기환경기준의 적합여부, 대기환경보전법 제8조 배출허용기준의 적합여부는 대기오염공정시험방법(이하 “공정시험방법”이라 한다)의 규정에 의하여 시험판정한다.”에 의거하여 환경피해 여부는 공정시험 방법에 따라 측정하도록 한다.

먼지의 측정방법은 공정시험방법 중 환경기준 시험방법에 따라 대기 중 먼지 농도를 측정하는 방법은 다음과 같이 5가지가 있다.

- ① 하이볼륨 에어샘플러법(High Volume Air Sampler Method)
- ② 로우볼륨 에어샘플러법(Low Volume Air Sampler Method)
- ③ 광산란법(Light Scattering Method)
- ④ 광투과법(Light Transmission Method)
- ⑤ 베타선법(β -Ray Method)

시료채취 위치는 그 지역의 주위환경 및 기상조건을 고려하여 다음과 같이 선정한다.

- ① 시료채취 위치는 원칙적으로 주위에 건물이나 수목 등의 장애물이 없고 그 지역의 오염도를 대표할 수 있다고 생각되는 곳을 선정한다.

- ② 주위에 건물이나 수목 등의 장애물이 있을 경우에는 채취위치로부터 장애물까지의 거리가 그 장애물 높이의 2 배이상 또는 채취점과 장애물 상단을 연결하는 직선이 수평선과 이루는 각도가 30°이하되는 곳을 선정한다.
- ③ 주위에 건물등이 밀집되거나 접근되어 있을 경우에는 건물 바깥벽으로부터 적어도 1.5m 이상 떨어진 곳에 채취점을 선정한다.
- ④ 시료채취의 높이는 그 부근의 평균오염도를 나타낼 수 있는 곳으로서 가능한 한 1.5~10m 범위로 한다.

시료채취에 대한 일반적 주의사항은 다음과 같다.

- ① 시료채취를 할 때는 되도록 측정하려는 가스 또는 입자의 손실이 없도록 한다. 특히 바람이나 눈, 비로부터 보호하기 위하여 측정기기를 실내에 설치하고, 채취구를 밖으로 연결할 경우에 채취관 벽과의 반응, 흡착, 흡수 등에 의한 영향을 최소한도로 줄일 수 있는 재질과 방법을 선택한다.

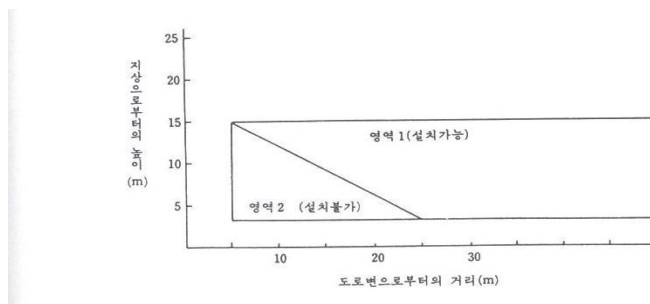


Fig. C. 1 부유먼지 측정기의 도로로부터의 거리의 시료채취높이

- ② 미리 측정하려고 하는 성분과 이외의 성분에 대한 물리적, 화학적 성질을 조사하여 방해성분의 영향이 적은 방법을 선택한다.
- ③ 시료채취시간은 원칙적으로 그 오염물질의 영향을 고려하여 결정한다. 예를 들면 악취물질의 채취는 되도록 짧은 시간내에 끝내고 입자상 물질중의 금속성분이나 발암성 물질 등은 되도록 장시간 채취한다.

- ④ 물질의 채취시간은 원칙적으로 법에 정해져 있는 시간을 기준으로 한다.
- ⑤ 시료채취 유량은 각항에서 규정하는 범위 내에서 되도록 많이 채취하는 것을 원칙으로 한다. 또 사용 유량계는 그 성능을 잘 파악하여 사용하고 채취유량은 반드시 온도와 압력을 기록하여 표준상태로 환산한다.
- ⑥ 자동측정기를 사용할 경우에는 다음 사항에 주의한다.
 - 유량계의 눈금조정
 - 여과지의 교환
 - 타이머(Timer)의 점검
 - 기록계의 영점 조정
 - 기록 잉크의 보급
 - 감도조정
 - 스펠조정
 - 램프의 청소
 - 광원램프의 교환
 - 진공관 교환
 - 미스트 제거장치(Mist Trap)의 청소
 - 기록펜의 청소
 - 기록지 교환

C.1.1 하이볼륨 에어 샘플러법

이 방법은 대기 중에 부유하고 있는 입자상물질을 하이볼륨에어 샘플러를 이용하여 여과지상에 포집하는 방법으로 입자상물질전체의 질량농도(質量濃度)를 측정하거나 금속성분의 분석에 이용한다. 이 방법에 의한 포집입자의 입경은 일반적으로 0.1~100 μm 범위이다.

하이볼륨에어 샘플러는 공기흡입부, 여과지홀더, 유량측정부 및 보호상자로 구성된다. (Fig. C.2)

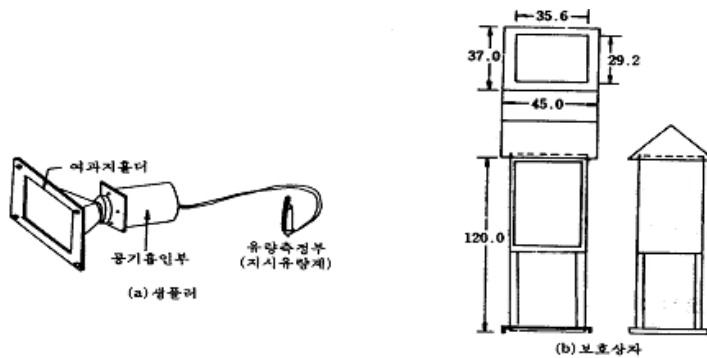


Fig. C. 2 하이볼륨 에어샘플러

시료 채취시간은 1 일 24 시간을 원칙으로 한다. 단, 측정기의 조작이나 측정당시의 기상조건 등 형편에 따라 20 시간 이상 채취하였을 경우에는 24 시간 채취한 것으로 간주한다.

측정 방법은 다음과 같이 포집된 여과지를 미리 온도 20℃, 상대습도 50%에서 한량이 될 때까지 보관하였다가 0.01mg 의 감도를 갖는 분석용저울로서 0.1mg 까지 정확히 단다. 단, 항온 항습(恒溫 恒濕) 장치가 없을 때는 상온에서 50%(W/V) 염화칼슘용액을 제습제로 한 데시케이터내에서 한량이 될 때까지 보관한 다음 위와 같은 방법으로 단다. 칭량이 끝난 여과지는 부호 또는 기호를 표시하여 기록한다.

채취를 위해 다음과 같은 순서로 기기를 작동시킨다.

- ① 샘플러가 정상적으로 작동하는가를 확인한다.
- ② 칭량한 여과지를 여과지홀더에 고정시키고 나사를 조여 공기가 새지 않도록 한다. 이 때 여과지의 입자포집면이 위를 향하도록 한다.
- ③ 샘플러를 보호상자내에 수평으로 고정시킨다.

- ④ 이면(裏面)의 배기관에 설치되어 있는 유량계 연결꼭지에 고무관을 사용하여 유량계를 연결한다.
- ⑤ 전원 스위치를 넣고 포집시작 시간을 기록한다.
- ⑥ 포집을 시작하고부터 5 분 후에 유량계의 눈금을 읽어 유량을 기록하고 유량계는 떼어 놓는다. 이 때의 유량은 보통 1.2 ~ 1.7 m³/분 정도 되도록 한다. 또 유량계의 눈금은 유량계부자(Floater)의 중앙부를 읽는다.
- ⑦ 포집이 종료되기 직전에 다시 유량계를 연결하고 유량을 읽어 다음과 같이 흡입공기량을 산출한다.

$$\text{흡입공기량} = \frac{Q_s + Q_e}{2} t.$$

Q_s : 포집개시 직후의 유량(m³/분)

Q_e : 포집종료직전의 유량(m³/분)

t : 포집시간(분)

포집후의 여과지는 입자포집면이 안쪽으로 향하도록 접어 여과지의 파손이 없도록 세심한 주의를 기울여 위(1)의 조건에서 24시간 방치한 후 무게를 단다.

먼지농도의 계산은 포집 전후의 여과지의 질량차이와 흡인 공기량으로부터 다음식에 의하여 먼지 농도를 구한다.

$$\text{비산먼지의 농도}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{W_e - W_s}{V} * 1000$$

W_e = 포집후 여과지의 질량(mg)

W_s = 포집전 여과지의 질량(mg)

V = 총 공기흡인량(m³)

C.1.2 로우 볼륨 에어 샘플러법

이 방법은 환경대기중에 부유하고 있는 입자상 물질을 로우볼륨에어샘플러를 사용하여 여과지 위에 포집하는 방법으로 일반적으로 $10\mu\text{m}$ 이하의 입자상 물질을 포집하여 질량농도를 구하거나 금속 등의 성분분석에 이용한다.

로우볼륨에어 샘플러의 기본구성은 흡인펌프, 분립장치(分粒裝置), 여과지홀더 및 유량측정부로 구성된다. (Fig.C.3)

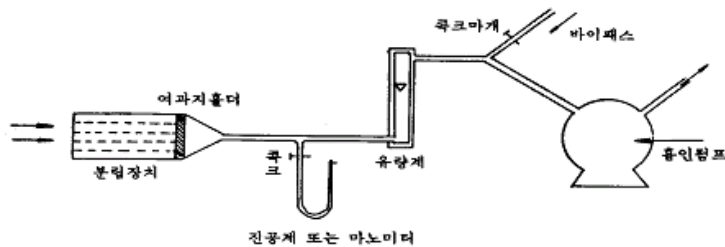


Fig. C. 3 로우 볼륨 에어샘플러

포집시간은 원칙적으로 24시간 또는 2일~7일간 연속 채취한다. 단, 질량 농도만을 측정하거나 특정원소의 분석을 목적으로 할 경우에는 분석감도에 따라 적당히 조정할 수 있다.

채취조작은 다음과 같이 한다.

- ① 분립장치가 더럽혀져 있지 않은가를 확인한다.
- ② 샘플러가 정상적으로 작동하는가를 확인한다.
- ③ 무게를 단 여과지를 여과지홀더에 공기가 새지 않도록 고정시킨다. 이때 금속류의 성분분석을 목적으로 할 때는 여과지가 직접 금속망에 접촉되지 않도록 나일론제망 또는 압력손실이 적은 불소수지제망을 사용한다.
- ④ 전원 스위치를 넣고 포집시작시각을 기록한다.
- ⑤ 유량계의 부자(浮子)를 20ℓ/분 되게 조정한다.

- ⑥ 흡인을 시작하고부터 약 10 분 후에 진공계 또는 마노미터로 차압(差壓)을 측정하여 흡인유량을 보정하고 정확히 20ℓ/분이 흡인되는 위치의 눈금에 부자(浮子)를 맞춘다.
- ⑦ 흡인유량은 적어도 하루에 한번이상 점검하고 차압을 측정하여 정확히 20ℓ/분씩 흡인되도록 조절한다.
- ⑧ 포집종료시간을 기록하고 흡인공기량을 구한다.

C.1.3 광산란법(Light Scattering Method)

대기중에 부유하고 있는 입자상물질에 빛을 조사하면 입자상 물질에 의하여 빛이 산란하게 된다. 물리적 성질이 동일한 입자상물질에 빛을 조사하면 산란광의 양은 질량농도에 비례하게 된다. 이러한 원리를 이용하여 산란광의 양을 측정하고 그 값으로부터 입자상 물질의 농도를 구하는 방법이다.

광산란법의 측정장치는 유량계, 공기흡인부, 광전자증배관, 광전류적 분기, 타이머, 광원부 등으로 구성되어 있다. 검출기에 있는 흡인장치에 의하여 공기가 광학적 미로를 통과할 때 직각으로 2회 굴절하여 외부광과 큰 입자가 제거되어 암실내를 통과한다. 암실내의 빛(Beam)은 수광부와 직각으로 서로 바뀌면서 감응 용적을 구성하게 된다. 입자상물질이 감응 용적내를 통과할 때 개개의 입자상 물질에 의하여 직각 방향의 산란광이 슬릿(Slit)을 통과하여 광전자의 증배관으로 입사되어 광전류로 전환된다. 광전류와 시간을 곱한 값이 일정한 수치에 달할 때 1 펄스(Pulse) 발생하는 광전류 적분회로를 이용하여 산란광에 비례한 펄스로 전환된다. 따라서 단위 시간내에 펄스를 계수함으로써 입자상 물질의 상대 질량농도를 측정할 수 있다.

측정시간은 1시간을 원칙으로 하나 사용기간에 따라 달라질 수도 있다. 측정은 측정기기마다 사용방법에 차이가 남으로 측정기기의 사용법에 따른다.

측정기 사용시 유의사항은 다음과 같다.

- ① 채취관이 너무 길거나 굴곡을 갖게 되면 채취관이 분립장치의 역할을 해서 큰 입자가 채취관에 퇴적되는 경우가 있으며 실외공기에 비해 실내공기의 온도가 너무 낮으면 채취관벽 수분이 응축되어 흡인 공기중 입자상 물질이 채취관에 수분과 함께 퇴적된다.
- ② 이 방법은 습도, 비, 안개의 영향을 크게 받게 되므로 상대습도가 70%이상인 경우 측정치의 신뢰도가 낮아진다.
- ③ 광원과 광전자 증배관에 균일성이 없게 되면 교환하여야 하고 교환시에는 반드시 감도 교정을 하여야 한다.

C.1.4 광투과법(Light Transmission Method)

이 방법은 대기중 부유하고 있는 입자상 물질을 일정시간(1시간 이상) 여과지 위에 포집한 후 빛(파장: 400nm)을 조사해서 빛의 투과량을 측정하고 그 값으로부터 입자상 물질의 농도를 구하는 방법이다. 이 방법에 의한 포집입자의 입경은 $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 의 범위이며, 입자상 물질의 입경, 반사량 등의 물리적 성질이 동일하면 빛의 투과량은 질량 농도에 비례하게 된다.

광투과법의 측정장치는 유량계 측정부, 공기 흡입부, 여과지 교정부, 시간조절부, 시료채취부, 광투과량 측정광원부로 구성되어 있다. 공기 유량은 3.0~14.0L/분 범위에서 정확히 측정할 수 있는 것이어야 하며, 여과지를 통과할 때 공기의 유속이 13.7m/분을 유지할 수 있는 것으로써 공기 유량의 변동이 10%이내 이어야 한다.

여과지 교정부는 여과지의 입자상 물질 포집부분 즉, 공기 통과부분이 항상 일정하게 유지될 수 있고, 공기가 새지 않도록 단단히 고정되어야 한다. 또한 여과지 교정부와 공기 접촉부분은 스테인레스 강이나 플라스틱으로서 부식성이 없는 재질이어야 한다.

일정 포집시간이 끝나면 자동적으로 포집된 여과지는 새 여과지로 바뀌는 여과지

테이프 방법으로써 이 작동은 포집기간동안 계속 반복되며 포집시간은 1, 2, 3, 4, 6시간으로 조절할 수 있어야 한다. 시료 채취관의 길이는 3m이하로 완만한 굴곡을 이루어야 하며 채취관 직경은 채취관에서 유속이 약 210m/분으로 유지될 정도의 직경이어야 한다.

광투과량 측정부의 광원은 단색광으로서 파장이 400nm 정도이거나, 백색광원으로서 적당한 필터를 사용하여 파장이 375~450nm 범위의 광원으로 사용한다. 측정시간은 1, 2, 3, 4, 6시간중 측정감도에 따라 결정한다.

C.1.5 베타선 흡수법(β -Ray Absorption Method)

이 방법은 대기중에 부유하고 있는 $10\mu\text{m}$ 이하(단 분립장치에 따라 포집입자의 크기를 조절할 수 있음)의 입자상물질을 일정시간 여과지위에 포집하여 베타선을 투과시켜 입자상물질의 중량농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

이 측정방법은 베타선을 방출하는 광원으로부터 조사된 베타선이 여과지 위에 포집된 먼지를 통과할 때 흡수 소멸되는 베타선의 차로써 측정되며 다음 식에 따른다.

$$I = I_0 \times \exp(\mu X)$$

I: 여과지에 포집된 분진을 투과한 베타선 강도

I_0 : Blank 여과지에 투과된 베타선 강도

μ : 분진에 의한 베타선 질량 흡수 소멸 계수(cm^2/mg)

X: 단위면적당 포집된 분진의 질량(mg/cm^2)

여기서 I_0 는 먼지가 포집되지 않은 여과지를 통과한 베타선 강도이며 μ 는 상수로써 먼지의 성분에 무관하다. 따라서, 먼지농도는 단위면적당 포집된 먼지의 질량에 의한 베타선의 흡수량으로 결정 된다.

$$C = \frac{S}{\mu \cdot V \cdot \Delta t} \ln(I/I_0)$$

C: 먼지 농도(mg/m^3)S: 먼지가 포집된 여과지의 면적(cm^2)V: 흡입된 공기량(m^3) Δt : 포집시간(min)

베타선에 의한 먼지 측정장치의 구성은 공기흡인부, 분립장치, 유량조절부, 테이프 여과지, 교정부, 시료 채취 시간 조정부, 베타선 광원, 베타선 감지부, 연산장치 등으로 나누어지며 주요장치 구성은 그림 1 과 같다. 공기흡인부에는 분립장치가 설치되어 있어 $10\ \mu\text{m}$ 이상의 입자물자를 제거하며 설정유량으로 공기를 흡인하여 여과지위에 $10\ \mu\text{m}$ 이하의 먼지를 포집한다. 포집된 먼지의 양은 베타선 광원으로부터 방출된 베타선이 먼지의 포집된 여과지를 통과할 때 흡수소멸된 나머지가 감지부에 도달되어 연산장치 또는 기록부에 감지된 양으로 입자상물질의 농도를 계산하게 된다. 일반적으로 시료채취 시간은 1 시간으로 하나 농도가 먼지의 $0.01\ \text{mg}/\text{m}^3$ 이하의 저농도일 경우 시료채취 시간을 연장하여 측정하도록 한다.

C.2 먼지 평가방법

피해상황이 진행중인 경우에 있어서는 먼지농도를 직접 측정하여 피해 정도를 산출하는 것이 가능할 것이나, 피해상황이 종료된 경우나 측정이 어려운 경우에는 이를 추정해내기 위한 방법이 필요하다.

이를 추정해내기 위한 방법으로 일반적으로 대기확산 모델을 이용하며, 대기확산 모델의 종류는 Table C.1에 나타내었다.

Table C. 1 대기 확산 모델 종류

모델	비고	기존 모델 예
가우시안플룸모델	가우시안플룸식 사용	ISCLT3, ISCST3, CTDMPUS
퍼프모델	가우시안퍼프 식 사용	CALPUFF
상자모델	상자내에서의 물질 수지	PBM
라그랑지안모델	이동좌표계상의 농도	LPDM
광화학모델	3-D 고정좌표계상의 농도	UAM-V

대기질 환경영향 평가에 일반적으로 많이 사용되고 있는 모델은 모두 가우시안모델을 근거로 하여 작성된 computer 모델을 주로 사용하고 있다. 그러나 가우시안 모델의 적용이 어려운 특수 상황에서는 다른 종류의 확산모델이 사용되고 있다.

대기질 평가를 위해서 사용할 때에는 다음과 같은 일반적인 모델 수행 과정을 거친다. 먼저 대상으로 하는 오염물질의 반응특성 및 침착성을 파악하고, 배출원 주변의 지형자료 및 배출원자료를 수집하고, 대상지역 또는 인접지역에서 측정한 기상자료도 수집하여 모델 수행에 필요한 입력자료를 완성하고 수집한 입력자료를 바탕으로 대기질 계산에 사용할 모델을 선택한 후 선택한 모델에 입력자료를

이용하여 주변농도를 계산한 후에 계산결과와 주변의 대기오염 측정망이나 실제 몇 개의 대표적인 지점을 선정하여 측정한 농도와 비교, 검토하여 모델의 신뢰도를 확보한다. 만일 신뢰도가 낮을 경우에는 입력자료에 오류가 있는지 검토하여 교정한다. 이와 같은 검증과정을 거쳐서 신뢰도를 확인한 모델로 최종적으로 계산을 수행하여 대기질영향평가 및 대기대책 수립 등에 이용하게 된다.

환경피해 평가를 정확하게 하기 위해서는 위의 조건들을 갖추어 농도를 평가하는 것이 필요하나, 자료를 수집하고, 평가하기에는 많은 시간과 전문적인 지식이 필요하므로 먼지 피해 평가시에 일반적으로 적용하기에는 어려움이 있다.

따라서, 대기오염물질의 분산을 계산하는데 가장 많이 사용되는 가우시안 연기모델의 식을 이용하여 착지농도를 계산하도록 한다. 가우시안 연기모델은 모델식이 간단하면서도 대기분산현상을 비교적 정확히 계산할 수 있기 때문에 현재 대기 환경 영향평가 및 대기질 대책수립에 널리 이용되는 모델이다.

C.2.1 먼지 농도계산

대기 중에 배출된 오염물질의 분산(dispersion)은 바람을 따라서 풍하지역으로 이동하는 이류(wind convection)에 의한 분산과 난류 운동에 의한 확산(diffusion) 이동으로 크게 구분된다. 이와 같이 이류 및 확산에 의한 오염물질의 분산현상을 물질수지(material balance) 개념을 이용하여 유도된 분산방정식으로 나타내면 아래와 같다.

↙

$$\underbrace{\frac{\partial C}{\partial t}}_I + \underbrace{U \frac{\partial C}{\partial x}}_II + \underbrace{V \frac{\partial C}{\partial y}}_III + \underbrace{W \frac{\partial C}{\partial z}}_IV = \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} \right)}_III + \underbrace{\frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} \right)}_III + \underbrace{\frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial C}{\partial z} \right)}_IV + S \quad (1)$$

I 항: 오염물질이 시간에 따른 변화를 나타내는 항

II 항: 이류에 의한 오염물질의 이동을 나타내는 항

III 항: 난류 확산에 의한 오염물질의 이동을 나타내는 항

IV 항: 오염물질이 반응에 의한 생성 및 소멸을 나타내는 항

식에 의하면, 대기 중에서 오염물질의 농도는, $C(x, y, z)$, 대기 기상상태 및 지형조건에 따라서 변하는 바람장(U, V, W) 및 난류확산계수(K_{xx}, K_{yy}, K_{zz})와 오염물질의 반응식을 알면, 이론적으로 계산이 가능하다. 그러나 시시각각 변하는 바람장과 그에 따른 난류확산계수를 추정하는데는 현실적으로 많은 어려움이 있다.

Fig.C.4 에 나타난 바와 같이 점오염원에서 배출되는 오염물질의 연기가 분산되는 형태를 고려해보자. 이 때에 바람이 불어 가는 풍하 (downwind)지역을 x-방향으로 좌표를 설정하고, 주 바람과 수평방향으로 직교하는 풍횡 (crosswind) 방향을 y-방향으로, 지표면과 수직인 연직 (vertical) 방향을 z-방향으로 좌표를 설정한다. 식이 복잡하여 엄밀해가 존재하지 않으므로 엄밀해를 구하기 위해서 아래와 같은 가정을 고려하여 식을 간략화한다.

⑧① 연기의 분산은 정상상태 (steady state)이다. 정상상태에서는 시간에 따라서 농도 및 기타 기상조건 등이 변하지 않으므로 $\partial C / \partial t = 0$ 이다.

서식 있음: 글머리 기호 및 번호 매기기

⑨② x-방향을 주 바람 방향으로 고려하면, y-방향(풍횡방향)의 풍속은 $V = 0$ 이다.

⑩③ 연직방향의 풍속(W)은 통상 수평방향의 풍속(U)보다 상대적으로 크기가 작기 때문에 연직방향의 풍속을 무시한다. 즉 $W = 0$.

⑪④ x-방향으로 오염물질의 이동은 주로 이류에 의한 이동량 ($U \partial C / \partial x$) 이 난류확산에 의한 이동량 ($\partial / \partial x K_{xx} \partial C / \partial x$) 보다 상대적으로 크기 때문에 x-방향으로 난류확산에 의한 이동량을 무시할 수 있다.

$$\text{즉 } \partial / \partial x (K_{xx} \partial C / \partial x) \doteq 0$$

⑫⑤ 연기내 대기반응은 무시한다. 즉 $S = 0$.

⑬⑥ 난류확산계수는 일정하다.

⑭⑦ 풍속 U 는 일정하다. 일반적으로 풍속은 고도에 따라서 증가하나, 가우시안모델에서는 일정하다고 가정한다.

서식 있음: 글머리 기호 및 번호 매기기

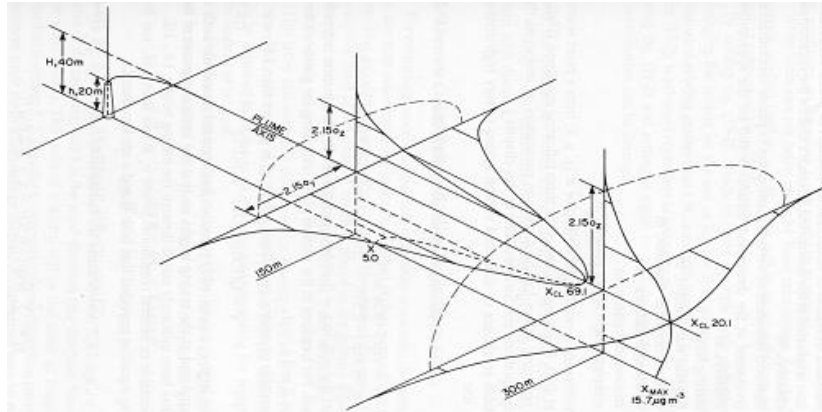


Fig. C. 4 지표면 (z=0)에서 연기 분산

위의 가정들을 도입하여 식을 간략화 하면 다음과 같다.

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2 \pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2 \sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{z^2}{2 \sigma_z^2}\right] \quad (2)$$

$$\sigma_y^2 \equiv \frac{2 K_{yy} x}{U}, \quad \sigma_z^2 \equiv \frac{2 K_{zz} x}{U} \quad (3)$$

위 식은 점오염원에서 배출된 오염물질이 주위에 오염물질의 분산을 방해하는 요소가 없을 때에 연기분산의 형태가 가우시안 분포를 가지면서 풍하지역으로 분산되는 것을 나타낸다. 가우시안 분포곡선의 특성을 참조하여 Fig.C.4 에 나타난 연기의 분산을 설명하면 다음과 같다. 연기의 최대농도는 연기 중심선에서 나타나고, 연기 중심선에서 농도는 연기가 풍하지역으로 바람을 따라 이동하면서 풍횡 및 연직방향의 난류확산에 의해서 분산이 일어나면서 점차 감소한다. 이에 따라서 연기의 분산폭도 점차 풍하지역으로 이동하면서 넓어진다. 연기가 풍하지역으로 이동하면서 중심선에서 최대농도가 감소하고, 연기분산폭이 증가하는 것은 식에서 x 가 증가함에 따라서 σ_y 와 σ_z 가 증가하는 것으로 쉽게 설명할 수 있다.

이를 가우시안 연기모델 (Gaussian Plume Model)이라 하고, 농도 계산시 수평 및 연직 방향의 분산 표준편차와 풍속을 알면, (2)식으로부터 농도를 계산할 수 있다.

(1) 굴뚝에서 연기 배출시 농도 계산

굴뚝에서 배출되는 연기 온도는 주변의 대기온도보다 높아 열부력 (thermal buoyancy)이 있고, 또한 배출가스 속도에 의한 관성력 (momentum)에 의해서 실제 굴뚝높이보다 더 높게 상승한다. 이 때에 최종적으로 연기가 상승한 높이를 유효굴뚝높이 (effective stack height, H_e)라하고 이는 굴뚝높이(h_s)와 연기상승높이(Δh)의 합으로 표시된다. 즉 굴뚝에서 배출된 연기는 Fig.C.5 에서 보여주듯이 유효굴뚝높이(H_e)까지 상승한 후에 $z = H_e$ 지점에서부터 분산이 일어난다고 가정할 수 있다. 굴뚝의 유효높이를 계산하는 방법은 라에서 설명한다. 이 때의 연기농도는 배출원 좌표가 z -방향으로 H_e 만큼 연직 이동한 지점에서 가우시안분포를 가지므로 부록 II 에 설명한 가우시안분포의 특성을 고려하면, (2)식에서 z 대신에 $(z-H_e)$ 를 대입하면 된다.

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2 \pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2 \sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{(z - H_e)^2}{2 \sigma_z^2}\right] \quad (4)$$

식에서 U 는 굴뚝 배출구에서 주변 대기 풍속이다.

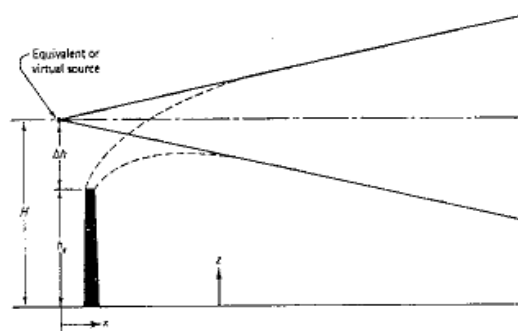


Fig. C. 5 굴뚝에서($z=H_e$) 배출된 연기의 분산

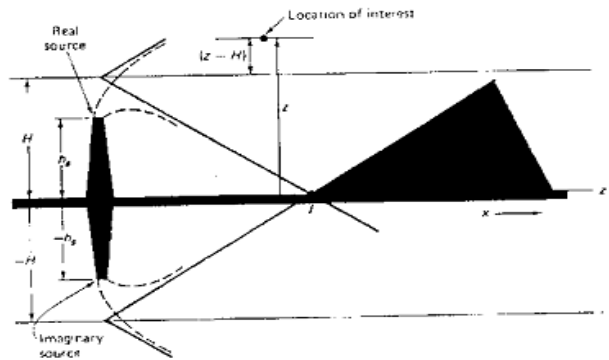


Fig. C. 6 굴뚝연기의 지표반사

한편 굴뚝에서 배출된 굴뚝연기는 대기 중에서 분산되다가 연기가 지표에 도달하면 Fig.C.6 에 나타난 바와 같이 지표면에서 반사된다. 이 때에 농도를 계산하기 위해서 가상의 배출원을 지하 $z = -H_e$ 지점에 있다고 가정하면, (4)식에서 계산한 농도와 지하에 위치한 가상 배출원에서의 농도를 합하면 지표반사시 연기농도를 계산할 수 있다.

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2 \pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2 \sigma_y^2}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z - H_e)^2}{2 \sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z + H_e)^2}{2 \sigma_z^2}\right] \right\} \quad (6)$$

(2) 착지농도 계산

연기농도 분포에서 수용체에 가장 직접적으로 영향을 미치는 것은 지표면에서 농도인 착지농도 (ground level concentration)이다. (6)식에 $z = 0$ 을 대입하여 정리하면 착지농도, $C(x, y, 0)$ 를 구할 수 있다.

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2 \sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{H_e^2}{2 \sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

또한 가장 높은 농도는 연기 중심선에서 나타나므로 중심선에서 착지농도, $C(x, 0, 0)$ 는 (7)식에 $y=0$ 을 대입하여 구할 수 있다.

$$C(x, 0, 0) = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{H_e^2}{2 \sigma_z^2}\right] \quad (8)$$

여기서, $Q(q/s)$ 는 오염원에서 연속적으로 단위시간당 배출되는 오염물질 배출량이고, U 는 배출원에서 주변 대기 풍속이다. y - 및 z -방향에 대해서 각각 가우시안(Gaussian) 분포를 나타내기 위한 수평분산 표준편차 (σ_y)와 연직분산 표준편차 (σ_z), H_e 는 유효연돌높이이다.

한편 앞에서 유도한 가우시안 연기모델은 모델식 유도에서 많은 가정이 도입되었기 때문에 적용범위에 한계가 있다. 즉 기상조건이 시간에 따라서 급격히 변하는 경우와 바람장이 일정한 속도로 형성되지 않고 공간에 따라서 서로 다를 경우, 연기내 오염물질이 서로 반응하는 경우에는 본 모델을 적용할 수 없기 때문에 정교한 다른 모델을 사용해야 한다.

C.2.2 확산식 계산을 위한 입력 인자

식(8)을 이용하면 오염원으로부터 피해지역에 영향을 주는 먼지의 농도가 얼마인지 계산해낼 수 있다. 이때 필요한 입력 인자는 오염물질 배출량 $Q(q/s)$, 배출원에서 주변 대기 풍속(U), y - 및 z -방향에 대해서 각각 가우시안(Gaussian) 분포를 나타내기 위한 수평분산 표준편차 (σ_y)와 연직분산 표준편차 (σ_z), 유효연돌 높이를 알아야 한다.

각각의 입력인자를 계산하기 위한 방법을 아래에 나타내었다.

(1) 분산 표준편차

앞에서 유도한 가우시안 연기모델식은 연기의 분산 형태가 표준편차의 값에 따라서 결정된다. 즉 표준편차가 크면 분산이 잘 일어난다. 따라서 가우시안 연기모델에서

대기조건에 따른 연기의 분산형태를 결정하기 위해서는 분산표준편차가 대기기상조건을 잘 반영하도록 결정돼야 한다.

Pasquill(1974)과 Gifford(1976)는 대기상태를 대기안정도에 따라서 A, B, C, D, E, 및 F 의 6 개 안정도등급으로 분류하고 각각의 등급에 대해서 표준편차를 제시하였다. Table C.2 는 대기의 안정도의 분류를 나타낸 것이다. 또한 풍속, 일사량, 운량 등의 간단한 기상 관측자료로부터 안정도등급을 결정하는 것은 Table C.3 에 있다. 각각의 대기안정도등급에 대해서 풍하거리에 따른 수평분산 표준편차(σ_y)와 연직분산 표준편차(σ_z)는 Fig.C.7 에 나타내었다. 그림을 살펴보면, 표준편차 값은 풍하거리가 증가할수록 커진다.

Pasquill-Gifford 의 분류는 실제 대기조건과 연기분산과의 관계를 잘 나타내고 있다. 예로서 낮에 바람이 약하고, 일사량이 많으면, 태양복사열에 의해서 지표가 쉽게 가열되어 대기경계층이 불안정해지므로 대기 안정도 등급은 매우 불안정한 등급인 A 등급이다. 이 때에는 난류확산운동이 활발하므로 연기분산도 매우 잘 일어난다. Fig.C.8 에서 알 수 있듯이 분산 표준편차의 값들도 가장 크게 나타난다.

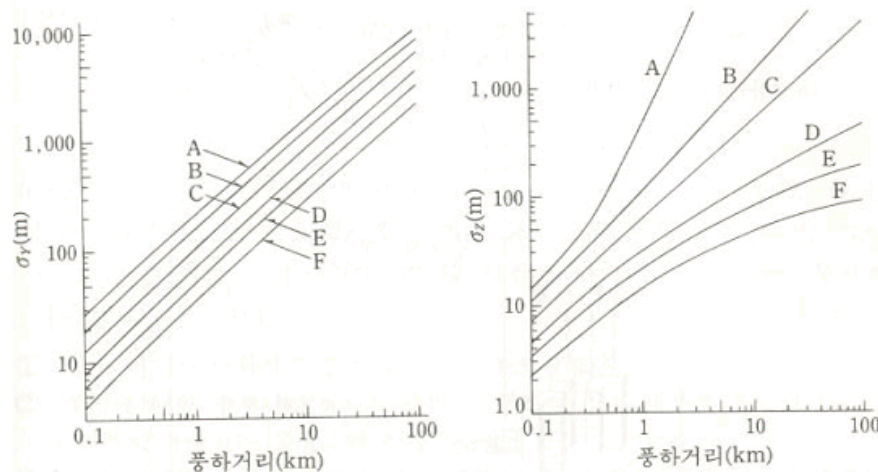


Fig. C. 7 안정도등급에 따른 수평분산 표준편차(σ_y, σ_z)

한편, 밤에 구름이 없으면, 지표면이 복사냉각에 의해서 쉽게 냉각되므로 지표부근에 강한 복사 역전층이 형성되어 매우 안정한 대기경계층을 형성하므로 대기등급은 매우 안정등급인 F 등급으로 분류된다. 이 때에는 난류확산운동이 억제되므로 대기분산이 미약하기 때문에 표준편차 값도 작게 나타난다. 한편 바람이 강할수록 기계적 난류가 증가하므로 중립대기조건 D 등급으로 분류된다.

Pasquill-Gifford 안정도 등급의 분류는 간단한 기상자료로 가우시안 분산식에서 요구되는 분산표준편차를 간단히 산정할 수 있기 때문에 가우시안 분산모델에 주로 사용된다. 그러나 Pasquill-Gifford 에 의한 분류는 평탄한 교외지역을 대상으로 하기 때문에 도시지역에서의 도시 열섬효과에 따른 분산 형태의 차이를 고려할 수 없다. 도시지역에서 분산표준편차의 계산에는 McElroy 와 Pooler (1968)의 분산표준편차를 이용한다.

Table C. 2 대기 안정도등급과 대기 안정도의 관계

대기등급	대기 안정도
A	매우 불안정
B	불안정
C	약한 불안정
D	중립
E	약한 안정
F	매우 안정

Table C. 3 기상조건에 따른 대기 안정도 등급 분류 방법

고도 10m 에서 풍속(m/s)	낮			밤	
	일 사 량			운 량	
	강	중간	약	대부분 흐림	대부분 맑음
< 2	A	A-B	B	E	F
2 - 3	A-B	B	C	E	F
3 - 5	B	B-C	C	D	E
5 - 6	C	C-D	D	D	D

> 6	C	D	D	D	D
-----	---	---	---	---	---

한편 Fig.C.7 에서 분산표준편차를 읽는 것은 사람에 따라서 차이가 발생할 소지가 있고, 또한 수식모형을 computer 로 계산시 불편하므로 Martin(1968)은 분산표준편차를 아래의 식으로부터 계산하는 방법을 제시하였다.

$$\sigma_y = a x^b, \quad \sigma_z = c x^d + f \quad (9)$$

식에서 x 의 단위는 km 이고, σ_y 및 σ_z 의 단위는 m 이다. 식의 상수 값들은 대기안정도와 풍하거리에 따라서 변하는데 그 값들은 Table C.4 에 있다.

Table C. 4 식 (9)에서 대기 안정도 등급별 풍하거리에 따른 상수 값

대기안정도 등급	a	b	x < 1 km			x > 1 km		
			C	d	f	c	d	f
A	213	0.894	440.8	1.941	9.27	459.7	2.094	-9.6
B	156	0.894	106.6	1.149	3.3	108.2	1.098	2.0
C	104	0.894	61.0	0.911	0	61.0	0.911	0
D	68	0.894	33.2	0.725	-1.7	44.5	0.516	-13.0
E	50.5	0.894	22.8	0.678	-1.3	55.4	0.305	-24.0
F	34	0.894	14.35	0.740	-0.35	62.6	0.180	-48.6

(2) 유효굴뚝 높이 계산

굴뚝에서 배출된 연기가 열부력(buoyancy) 및 관성력(momentum)에 의해서 상승하는데 상승높이는 굴뚝조건 및 대기조건에 따라서 큰 편차를 보인다. 연기가 굴뚝에서 배출되는 조건 및 대기조건으로부터 안정도에 따라서 연기상승높이(Δh)와 유효굴뚝높이(he)를 계산하는 과정을 Fig.C.8 에 나타내었다.

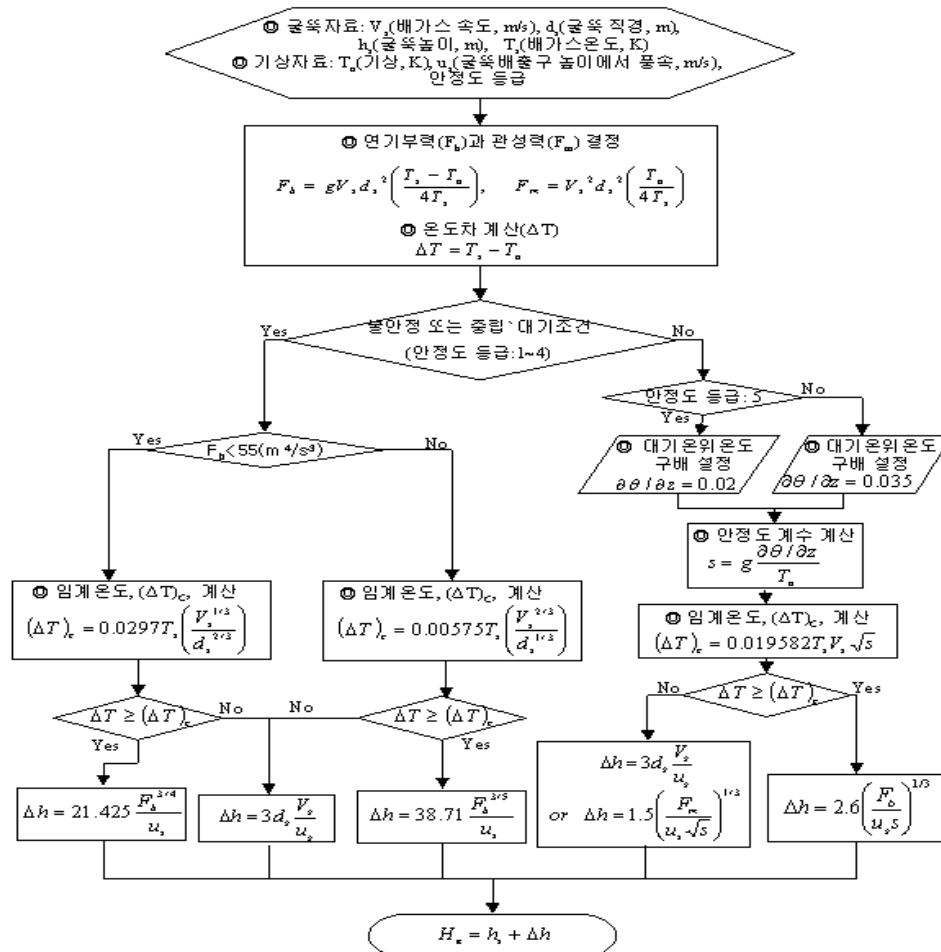


Fig. C.8 유효굴뚝높이 계산

예를 들어 화력발전소에 굴뚝높이가 100m 이고, 배출연기온도는 100 °C이다. 또한 배출연기속도는 30m/sec 이며, 굴뚝내경은 4m 이다. 주변 대기의 온도는 20 °C 이고, 굴뚝 끝에서 풍속 5m/s 이며, 안정도 등급은 C 등급이다. 이 때의 연기의 유효굴뚝높이를 Fig.C.8 의 다이어그램을 이용하여 계산하면 계산과정은 다음과 같다. (중력가속도(g)는 9.8 m/s² 이다.)

주어진 조건에 따라 부력(F_b)과 관성력(F_M)을 계산하면 다음과 같다.

$$F_b = g V_s d_s^2 \left(\frac{T_s - T_a}{4 T_s} \right) = 9.8 \times 30 \times (4)^2 \times \left(\frac{373 - 293}{4 \times 373} \right) = 252.225$$

$$F_m = V_s^2 d_s^2 \left(\frac{T_a}{4 T_s} \right) = (30)^2 \times (4)^2 \times \left(\frac{293}{4 \times 373} \right) = 2827.882$$

$$\Delta T = T_s - T_a = 373 - 293 = 80$$

Fig.C.8 에 따라 안정도 등급이 C 등급이므로 $F_b < 55$ 조건에 맞지 않으므로 을 계산하면,

$$(\Delta T)_c = 0.0297 T_s \left(\frac{V_s^{1/3}}{d_s^{2/3}} \right)$$

$$(\Delta T)_c = 0.0297 \times 373 \times \left(\frac{30^{1/3}}{4^{2/3}} \right) = 13.660 \text{ 로 } \Delta T \geq (\Delta T)_c \text{ 가 조건에 맞으므로}$$

$$\Delta h = 21.425 \frac{F_b^{3/4}}{u_s} = 21.425 \times \frac{252.225^{3/4}}{5^{2/3}} = 463.7481$$

그러므로 유효굴뚝높이는 $H_e = h_s + \Delta h = 100\text{m} + 463.7481\text{m} = 563.7481\text{m}$ 이다.

(3) 굴뚝 및 건물 세류현상

만일 배출연기속도가 수평방향의 대기풍속의 1.5 배보다 작은 경우에는 굴뚝연기가 연직방향으로 상승하지 못하고 오히려 굴뚝높이보다 낮아지는 굴뚝세류현상(Stack-tip downwash)이 발생하는데 이 경우에 유효굴뚝높이는 실제 굴뚝높이보다 낮아진다.

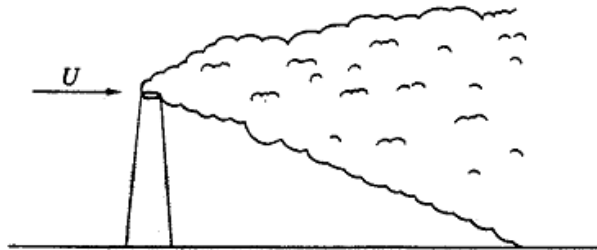


Fig. C. 9 굴뚝 세류현상

또한, 굴뚝주변에 건물이 존재할 때에도 굴뚝높이에 세심한 주의가 요구된다. Fig.C.10 에 나타내었듯이 건물주위에는 와류지역이 형성된다. 통상 풍하지역으로 건물높이의 5~10 배에 이르는 지역에 와류가 형성되고, 연직방향으로는 건물높이의 2 배에 해당하는 높이까지 와류가 형성된다. 만일 굴뚝이 건물주변에 위치하고, 이 와류지역내에 배출연기가 혼입되면, 연기가 상승하지 못하고, 와류지역으로 혼입되는 건물세류현상 (building downwash)이 발생한다. 통상 이와 같은 건물 세류현상을 방지하기 위해서는 굴뚝의 높이(h_s)를 주변 건물높이의 2.5 배 이상 높게 설계한다.

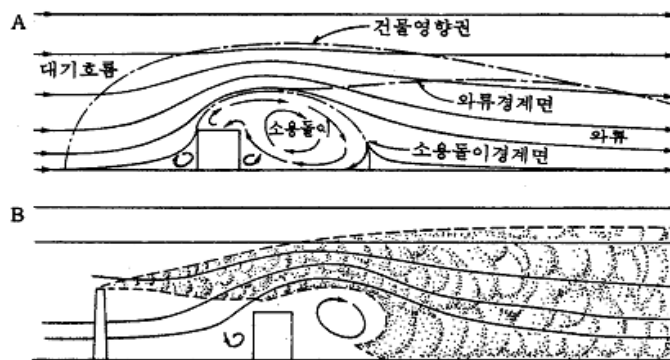


Fig. C. 10 건물 세류현상

만약 이런 영향을 받는 피해지역의 경우는 정확한 피해정도 파악을 위하여 대기확산모델링을 이용하여 평가하여야 한다.

(4) 배출량 산정 방법

수식에 입력 되는 배출량은 단위시간당 단위 질량(g/s)으로 먼지 농도에 배출가스량(m^3/s)을 곱하여 산정된다. 이때 배출되는량은 먼지 발생원에 따라 달라지게 되며 먼지농도와 배출가스량을 알지 못할 경우에는 배출원별로 다음과 같은 방법에 따라 배출량을 산정하도록 한다.

가. 연돌에서 발생하는 배출량

연돌에서 발생하는 배출량은 일반적으로 각 지자체에 보고하도록 하고 있는 양식이 있으므로 이 자료를 이용하여 산정하도록 하고, 산정이 어려울 경우는 비슷한 업종의 배출량을 비례적으로 사용하도록 한다.

나. 건설현장에서 발생하는 배출량

건설현장에서 발생하는 배출량 산정 방법은 “먼지 피해에 대한 평가방안 및 배상기준에 관한연구(중앙환경분쟁조정위원회, 2005.11)”에서 상세하게 설명되어있다. 건설장비 투입대수, 토공량 등을 고려하여 산정한다.

다. 도로에서 발생하는 배출량

도로에서 발생하는 배출량은 차량의 대수, 차속, 차종, 차령등에 따라 달라지게 되며, 이에 대한 산정방법은 “이동오염원 대기오염물질 배출량 산정 방법 편람(국립환경과학원, 2005.06)”에서 제시하는 방법에 따라 산정한다.

부록 D. 구조물에 의한 일조 침해율 산정

D.1 구조물의 상부 구조에 의한 일조 침해

1. 일영길이 산정

일영길이를 계산하기 위해서는 식 (1)에서 계산된 태양의 위치에 따른 일영각(P)을 계산한 후 높이에 따른 일영길이를 산정한다.

1) 일영각(P)계산

$$P = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \alpha}{\cos \phi_{ws}} \right) [^\circ] \quad (1)$$

단, ϕ : 태양 방위각, α : 태양고도각

ϕ_w : 구조물 방위각, ϕ_{ws} : 구조물의 태양방위각, $|\phi_w - \phi|$

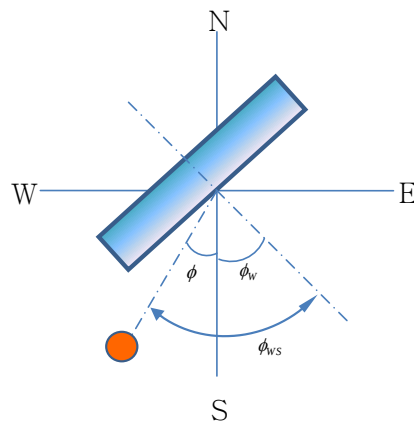


Fig. D. 1 구조물의 태양방위각

2) 일영길이(d)계산

$$d = \frac{H}{\tan P} [m] \quad (2)$$

단, H: 구조물의 상대적인 높이

3) 일영의 총 길이 산정 방법

일영이 시작되는 거리 (S_s)는 각 지역의 위도와 구조물의 방위각을 고려하여 계산하였기 때문에 구조물 높이에 따른 비로 나타낼 수 있으며, 일영의 총 길이 (S)는 일영이 시작되는 거리 (S_s)에서 구조물의 법선 방향으로 구조물의 폭(W)과 두께 보정값($A \cdot T$) 만큼씩 증가한다. 그러므로 일영의 총 길이의 범위는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$S_s \leq S \leq S_E = S_s + W + (A \cdot T) [m] \quad (3)$$

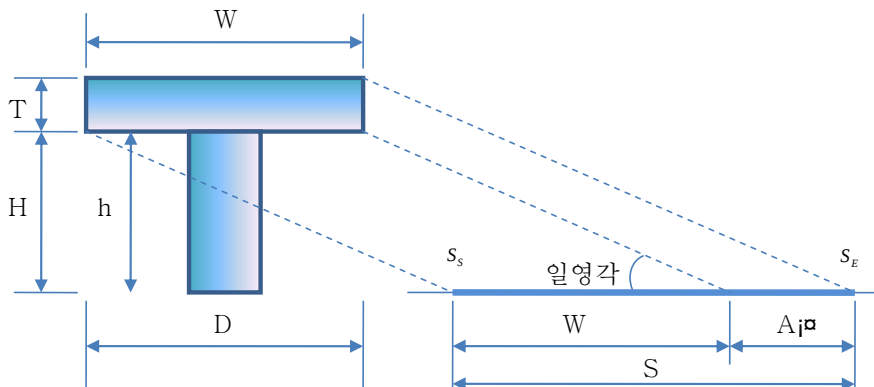


Fig. D. 2 구조물의 상부구조와 일영길이의 관계

H: 대상면에 대한 상대높이(m) (경사지와 T형 하부구조에 따라 h와 구분)

h: 지표면으로부터 상판아래까지의 하부구조의 높이(m)

W: 구조물의 폭(m)

T: 구조물 두께(m)

D: 구조물에서의 이격거리(m)

S: 구조물에 의해 생기는 일영의 총 길이(m)

S_s : 일영이 시작되는 위치(m)

S_e : 일영이 끝나는 위치(m)

A: 구조물 두께에 대한 일영길이의 보정값(Table E.1~5 참조)

4) 대상지역 경사지형 고려 방법

대상지역(B지점)이 평지가 아닌 경사지형일 경우에는 해당 지점의 해발고도를 확인하여 산정하고 구조물의 상대높이(H)는 Fig.D.3을 참고하여 다음과 같이 구분하여 산정한다.

① $\frac{W_A - W_B}{h} < -1$ 이면 피해가 없는 것으로 간주

② $-1 < \frac{W_A - W_B}{h} < 1$ 이면 $H=h$ (수평방향으로 이격거리로 구분)

③ $1 < \frac{W_A - W_B}{h} < 2$ 이면 $H=2h$ (2h에 따른 이격거리로 구분)

W_A : A지점의 해발고도(m)

W_B : B지점의 해발고도(m)

h: 하부구조의 높이(m)

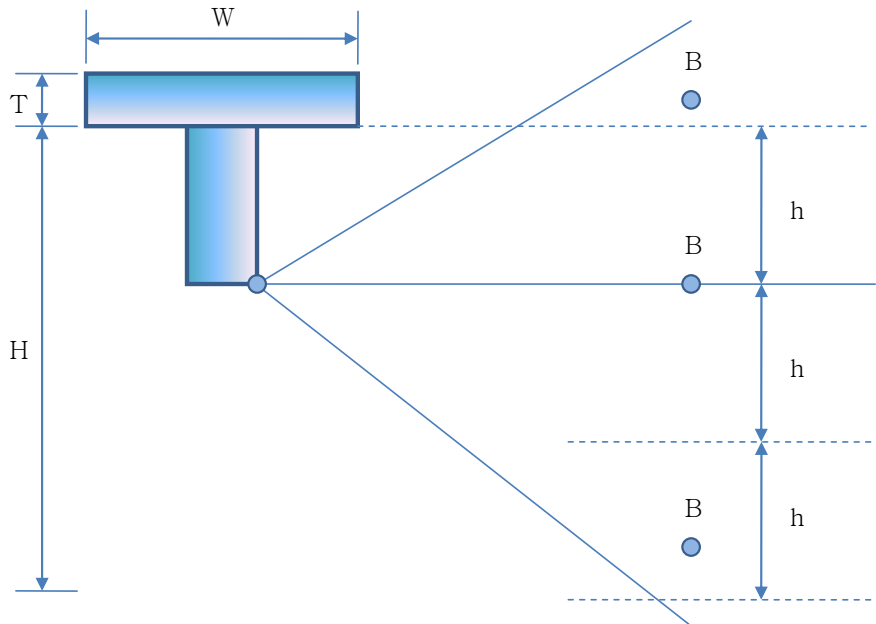


Fig. D. 3 대상면이 경사지형일 경우 상대높이

5) T형인 상부구조

Fig.D.4와 같이 상부구조의 형태가 T형인 경우에는 도로의 두께(T)와 하부구조물 높이(h)를 다음의 사항을 고려하여 산정한다.

① $T \geq t$ 이고, $\frac{W}{2} \geq w$ 인 경우:

t의 영향은 없는 것으로 간주하여 하부구조물 높이(h)는 t를 포함하여 계산

② $T < t$ 이거나, $\frac{W}{2} < w$ 인 경우:

t는 구조물의 두께에 포함하여 계산하고 하부구조물 높이(h)에는 제외한다.

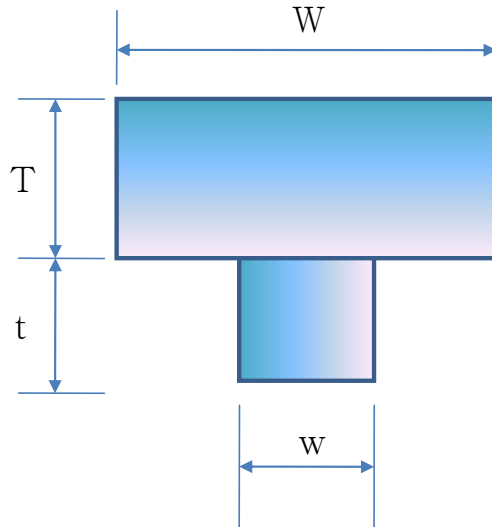


Fig. D. 4 상부구조가 T형인 구조물의 단면

W: 구조물의 도로폭

w: 상판 하단부의 폭

T: 구조물의 두께

t: 상판 하단부에서 T형구조 아래 끝단까지의 거리(m)

6) 옹벽 및 제방의 경우

옹벽 및 제방의 경우 전술한 구조물의 상부구조와 달리 상판의 폭이 하부까지 동일한 담벽과 같은 형태이므로 상부구조에 의한 일조분석 방법과는 기준점 설정에 차이가 있다. 구조물 상부구조와 달리 옹벽 및 제방의 경우 일영이 시작되는 위치(S_s)를 0.0H의 기준점으로 설정하여 일조침해율을 적용한다. 또한 0.01H보다 적은(-)부분은 일조침해가 없는 것으로 판단한다.

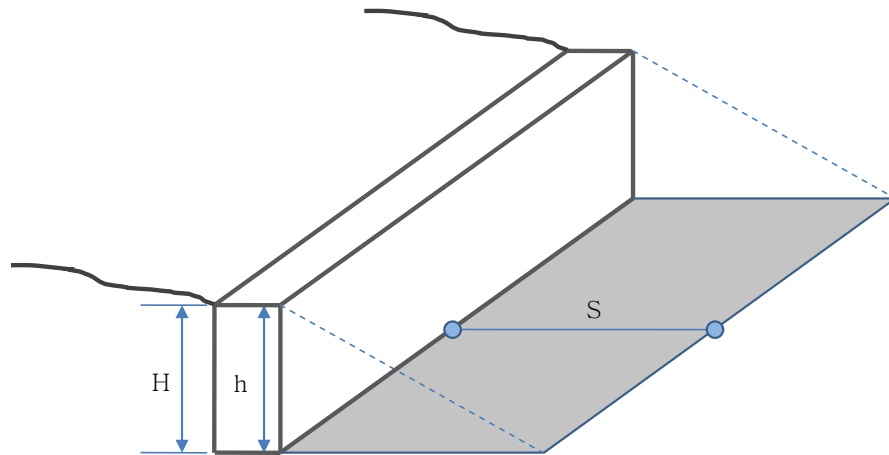


Fig. D. 5 구조물과 일영길이의 관계

H: 대상면에 대한 상대높이(m) (경사지와 T형 하부구조에 따라 h와 구분)

h: 지표면에서 옹벽 및 제방 상부까지의 높이(m)

S: 구조물에 의해 생기는 일영의 총 길이(m)

S_s : 일영이 시작되는 위치(m)

S_e : 일영이 끝나는 위치(m)

2. 구조물의 두께(T)에 의한 보정값(A)

구조물 두께(T)에 의한 정확한 일영범위는 태양의 위치에 따른 일영각을 계산하여 확인 가능하나, 구조물의 두께에 의한 연간 피해 범위가 넓지 않으므로 본 연구에서는 다음과 같이 각 위도별 구조물의 방위각에 따른 구조물 두께(T)에 대한 일영길이의 비를 제시하였다.

보정값: 부록 E.1 참조

3. 일조시간 산정 및 일조침해율

구조물 인접 농지의 일조시간은 연간 1월에서 12월까지 매월 대표일(21일)에 일출에서 일몰까지의 일조시간을 산정하였으나, 고도각이 10° 미만인 경우에는 피해가 미비한 것으로 간주하여 일조시간 범위에서 제외하였다. 일영길이에 따른 일조시간은 구조물의 상대높이(H)에 대한 일정 이격간격($0.3H$)마다 계산하였다. 즉 구조물 높이가 30m인 경우, 인접지역은 $9m(0.3 \times 30m)$ 간격으로 계산된다.

Table E.6에서 Table E.55는 대상지역별 구조물 방위각을 10° 간격으로 구분하여 구조물의 방위각이 0° 에서 $\pm 90^\circ$ 인 경우 구조물에서의 이격거리(D)에 따른 일조침해를 나타낸 것으로, 일영이 겹쳐지는 부분의 침해를 누적하여 계산한다. 부록 E.2의 Table에서 종 방향의 거리는 Fig.D.2의 구조물에서의 이격거리(D)를 표시한 것으로, 구조물 남측 끝에서 대상지점까지의 거리를 나타낸 것이다. 연간 일조 시뮬레이션 결과 일조방해를 받는 부분은 음영으로 표시하였다.

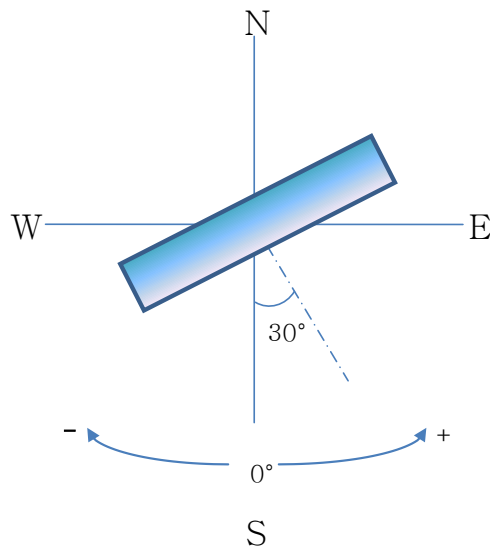


Fig. D. 6 구조물의 방위각이 남동 $+30^\circ$ 인 경우의 예

일조침해를 : 부록 E.2 참조

D.2 구조물의 하부 구조에 의한 일조 침해

1. 일영의 범위

구조물 하부구조에 의한 일영은 상부구조와는 달리 길이와 방향이 달라지므로 많은 변수가 적용되어 원칙적으로는 모든 경우 시뮬레이션을 통한 일조침해 분석이 이루어지는 것이 바람직하다 하겠다.

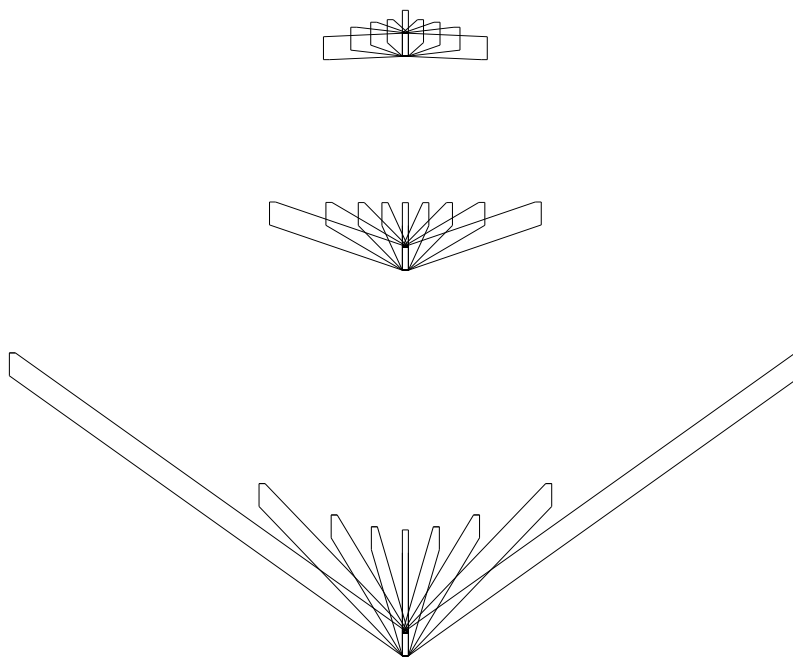


Fig. D. 7 대표일 평면 일영도 (북위 37.5, 08:00~16:00 매 시각별)

2. 구조물의 방위각에 따른 일조침해율

본 연구에서는 구조물 하부구조 즉 교각에 의한 표준화 및 단순화된 일조침해 분석방법을 제시하고자 국내 대표위도로서 35.5°를 채택하였고 하부구조의 폭과 너비는 배제한 2차원 평면의 선형 기둥의 조건으로 교량 높이만을 고려한 개략적인 분석을 실시하였다.

교각의 위치는 상판에 의해 일영이 시작되는 지점, 즉 0.0H와 교각이 만나는 지점을 중심으로 하였고, 일영이 생기는 범위는 식 (4)를 이용하여 일출에서 일몰시간까지의 시간별 일영길이(d')를 산출하였다. 이 때 대상지역은 Fig.D.8과 같이 가로, 세로를 상판의 이격거리인 0.3H 간격으로 그리드를 나누고, 상부 구조물의 길이방향 즉 가로방향으로 $\pm A$ 방향으로 설정한 후 일영이 지나간 누적 면적이 50% 이상일 경우의 일조시간을 산출하여 총 일조시간에 대한 침해율로 나타내었다.

해당 월은 아래 표와 같이 각 범위에 따른 대표 월을 적용하였다. Table E.56에서 Table E.109는 하부구조 즉, 교각의 방위각을 10°간격으로 구분하여 구조물의 방위각이 0°에서 $\pm 90^\circ$ 인 경우 대표 월의 구분된 간격별 일조침해율을 나타낸 것이다. 이 때 피해율이 10% 미만인 경우는 피해가 미비한 것으로 간주하여 제외하였고, 연간 일조 시뮬레이션 결과 일조방해를 받는 부분은 음영으로 표시하였다.

$$d' = \frac{H}{\tan \alpha} \quad \text{H: 구조물의 상대적인 높이} \quad (4)$$

<하부구조의 적용 대표 월>

월 범위	대표 월
2월 ~ 4월	3월
5월 ~ 7월	6월
8월 ~ 10월	9월
11월 ~ 1월	12월

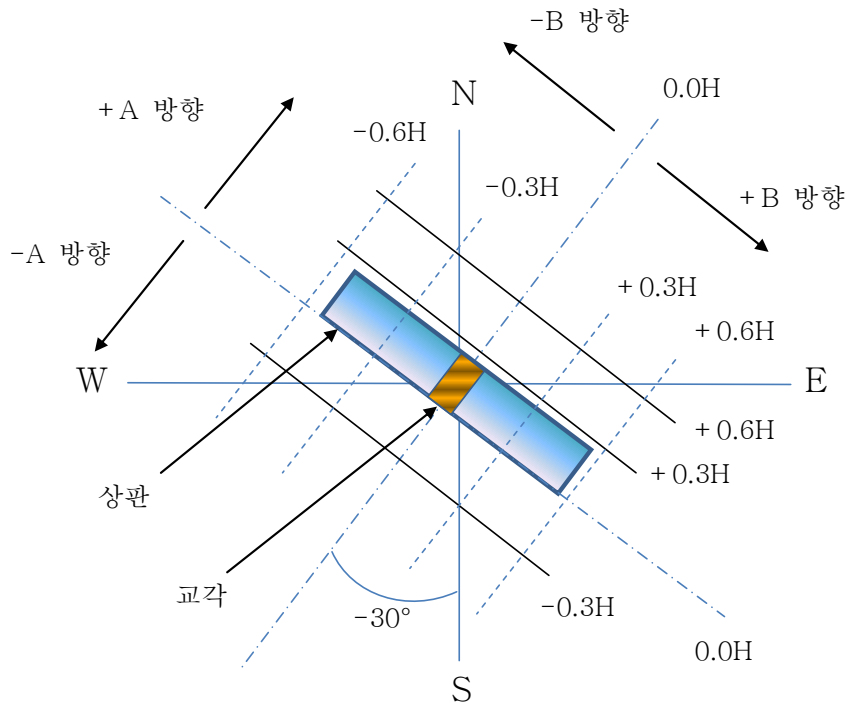


Fig. D. 8 구조물의 방위각이 남서 30°(-30°)인 경우 하부구조에 의한 일조침해율 산정을 위한 간격 설정

구조물 방위각에 따른 일조침해율 부록 E.3 참조

부록 E. 일영길이 보정값 및 일조 침해율 표

E.1 위도별 구조물의 방위각에 따른 일영길이 보정값

Table E. 1 위도 37.5° 인 경우 일영길이의 보정값

월 방위각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
0°	1.9	1.4	0.8	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.8	1.4	2.0	2.3
10°	1.9	1.3	0.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.8	1.3	1.9	2.3
20°	1.8	1.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	1.8	2.2
30°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	2.0
40°	1.5	1.0	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.5	1.8
50°	1.3	0.9	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.9	1.3	1.5
60°	1.0	0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.7	1.0	1.2
70°	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
80°	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table E. 2 위도 36.5° 인 경우 일영길이의 보정값

월 방위각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
0°	2.2	1.3	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	2.2	2.1
10°	2.2	1.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	2.2	2.1
20°	2.1	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	2.1	2.0
30°	1.9	1.1	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	1.9	1.8
40°	1.7	1.0	0.6	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6	1.0	1.7	1.6
50°	1.4	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.9	1.4	1.4
60°	1.1	0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.7	1.1	1.1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



70°	0.8	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.8	0.7
80°	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table E. 3 위도 35.5° 인 경우 일영길이의 보정값

월 방위각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
0°	1.8	1.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	1.8	2.1
10°	1.8	1.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	1.8	2.0
20°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	1.9
30°	1.6	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	1.6	1.8
40°	1.4	1.0	0.6	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6	1.0	1.4	1.6
50°	1.2	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.8	1.2	1.3
60°	0.9	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1.0
70°	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.7
80°	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table E. 4 위도 34.5° 인 경우 일영길이의 보정값

월 방위각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
0°	1.8	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.8	2.0
10°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	2.0
20°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	1.9
30°	1.5	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	1.5	1.7
40°	1.4	0.9	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.5	1.0	1.4	1.5
50°	1.1	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.8	1.1	1.3
60°	0.9	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6	0.9	1.0
70°	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.7
80°	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table E. 5 위도 33.5° 인 경우 일영길이의 보정값

월 방위각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
0°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	1.9
10°	1.7	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	1.9
20°	1.6	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	1.6	1.8
30°	1.5	1.0	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.5	1.7
40°	1.3	0.9	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.9	1.3	1.5
50°	1.1	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.8	1.1	1.2
60°	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.6	0.9	1.0
70°	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.7
80°	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

E.2 위도와 구조물의 방위각별 거리에 따른 일조 침해율

Table E. 6 위도 37.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3.0H	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5
2.7H	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7
2.4H	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10
2.1H	12	2	0	0	0	0	0	0	0	2	12	19
1.8H	24	7	0	0	0	0	0	0	0	7	24	54
1.5H	47	17	0	0	0	0	0	0	0	17	47	0
1.2H	0	75	0	0	0	0	0	0	0	74	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0.3H	0	0	0	72	35	2	33	71	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	17	35	60	35	17	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	7	13	15	13	7	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	4	7	8	7	4	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 7 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.6H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.3H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2.7H	3	2	0	0	0	1	0	0	0	2	3	6
2.4H	5	2	0	0	1	1	1	0	0	2	6	10
2.1H	11	4	0	0	1	1	1	0	0	4	11	16
1.8H	20	5	0	0	1	1	1	0	0	5	21	45
1.5H	54	10	3	0	1	1	1	1	2	10	54	13
1.2H	0	27	7	1	2	2	2	1	7	29	0	0
0.9H	0	50	27	2	2	3	2	2	27	48	0	0
0.6H	0	0	43	22	3	4	3	18	43	0	0	0
0.3H	0	0	13	48	47	29	46	52	13	0	0	0
0.0H	0	0	6	12	21	34	22	12	6	0	0	0
-0.3H	0	0	2	7	18	18	18	7	2	0	0	0
-0.6H	0	0	0	8	2	3	2	7	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.2H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 8 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.6H	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
3.3H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3
3.0H	3	1	0	0	1	1	1	0	0	1	3	3
2.7H	3	2	0	0	1	1	1	0	0	2	3	4
2.4H	5	3	1	0	1	1	1	0	1	3	5	6
2.1H	7	4	2	1	1	1	1	1	2	4	7	9
1.8H	10	6	3	1	1	1	1	1	3	6	10	19
1.5H	21	9	5	1	2	2	1	1	5	10	22	50
1.2H	44	17	10	2	2	2	2	2	11	17	44	0
0.9H	0	27	19	5	3	3	3	5	19	28	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.6H	0	21	25	31	4	5	4	31	25	21	0	0
0.3H	0	7	17	24	39	31	38	24	17	6	0	0
0.0H	0	0	7	13	17	21	17	13	7	0	0	0
-0.3H	0	0	5	6	11	21	11	6	5	0	0	0
-0.6H	0	0	3	5	19	10	18	5	3	0	0	0
-0.9H	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0
-1.2H	0	0	1	6	0	0	0	7	1	0	0	0
-1.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 9 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.2H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.3H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	3
3.0H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.7H	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5
2.1H	6	4	2	1	1	1	1	1	2	4	6	7
1.8H	9	6	3	1	1	2	2	1	3	6	9	10
1.5H	12	8	6	2	2	2	2	2	6	8	13	16
1.2H	18	12	9	5	2	2	2	5	9	12	18	25
0.9H	22	17	14	13	3	4	3	13	14	17	22	18
0.6H	14	17	17	18	15	8	15	18	17	17	13	0
0.3H	0	11	15	18	21	24	22	18	15	11	0	0
0.0H	0	6	10	13	15	16	15	13	10	6	0	0
-0.3H	0	3	6	8	9	10	10	8	6	3	0	0
-0.6H	0	3	3	5	6	7	6	5	3	3	0	0
-0.9H	0	1	3	4	11	19	11	4	3	0	0	0
-1.2H	0	0	2	3	8	0	7	3	2	0	0	0
-1.5H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-1.8H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-2.1H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 10 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



4.2H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
3.9H	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5
2.1H	5	4	3	1	1	1	1	1	3	4	5	6
1.8H	7	5	4	2	2	2	2	2	4	5	7	8
1.5H	9	7	6	4	2	2	2	4	6	7	9	11
1.2H	12	10	8	7	3	3	3	7	8	10	12	13
0.9H	14	12	11	10	6	4	5	10	11	12	14	15
0.6H	13	13	13	13	14	12	15	13	13	13	13	13
0.3H	9	11	13	14	16	16	16	14	13	12	9	8
0.0H	6	8	10	12	13	14	13	12	10	8	6	4
-0.3H	4	5	7	8	9	10	10	8	7	5	4	0
-0.6H	1	4	5	6	7	7	7	6	5	4	1	0
-0.9H	0	2	3	4	4	8	4	4	3	2	0	0
-1.2H	0	2	3	3	8	8	8	3	3	2	0	0
-1.5H	0	2	2	2	5	4	5	2	2	1	0	0
-1.8H	0	1	2	2	3	2	3	2	1	1	0	0
-2.1H	0	0	1	2	2	0	2	3	1	0	0	0
-2.4H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.7H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 11 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	4
2.1H	4	4	3	2	2	2	1	2	3	4	4	5
1.8H	6	5	4	3	2	2	2	3	4	5	6	6
1.5H	7	6	5	4	2	2	2	4	5	6	7	8
1.2H	9	8	7	7	3	3	3	7	7	8	9	10
0.9H	11	10	9	8	8	6	8	8	9	10	11	11
0.6H	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
0.3H	10	11	11	12	13	13	13	12	11	11	10	9
0.0H	8	9	10	11	12	12	12	11	10	9	7	7
-0.3H	5	6	7	9	9	10	9	9	8	7	5	5
-0.6H	4	5	6	6	7	7	7	6	6	5	4	3
-0.9H	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
-1.2H	2	2	3	3	4	6	4	3	3	2	2	0
-1.5H	1	2	3	3	5	5	5	3	2	2	1	0
-1.8H	0	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0
-2.1H	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0
-2.4H	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0
-2.7H	0	1	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.6H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 12 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 60^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
4.5H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3
2.1H	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4
1.8H	5	4	4	3	2	2	2	3	4	4	5	5
1.5H	6	5	5	5	3	3	3	5	5	5	6	6
1.2H	8	7	6	6	4	3	4	6	6	7	7	8
0.9H	9	8	8	7	8	7	8	7	8	8	9	9
0.6H	10	9	9	9	9	10	9	9	9	9	10	10
0.3H	9	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10	9
0.0H	8	9	10	10	11	11	11	10	9	9	8	8
-0.3H	6	7	8	9	9	9	9	9	8	7	6	6
-0.6H	5	6	6	7	7	7	7	7	6	5	5	5
-0.9H	4	4	5	5	5	6	6	5	5	4	4	4
-1.2H	3	3	4	4	4	5	3	4	4	3	3	3
-1.5H	2	2	2	3	4	5	5	3	2	3	2	2
-1.8H	2	2	2	2	4	4	3	2	2	2	2	2
-2.1H	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	0
-2.4H	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0
-2.7H	0	1	1	2	1	1	2	2	1	1	0	0
-3.0H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.3H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-4.2H	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 13 위도 37.5° 구조물 방위각 ±70° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4.8H	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3
2.4H	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	3	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1.8H	4	4	3	3	2	2	2	3	3	4	4	4
1.5H	5	5	4	4	3	3	3	4	4	5	5	5
1.2H	6	6	5	5	5	4	5	5	5	6	6	6
0.9H	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	8
0.6H	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
0.3H	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9	9
0.0H	9	9	9	10	10	10	10	10	9	9	8	8
-0.3H	7	8	8	9	9	9	9	9	8	8	7	7
-0.6H	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6
-0.9H	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	4
-1.2H	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-1.5H	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3
-1.8H	2	2	2	3	4	4	3	3	2	2	2	2
-2.1H	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
-2.4H	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
-2.7H	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 14 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.8H	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4
1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	5
1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.9H	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6H	7	7	7	8	8	8	8	8	7	7	7	8
0.3H	8	8	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8
0.0H	8	9	9	9	10	10	10	9	9	9	8	8
-0.3H	8	8	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8
-0.6H	7	7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	7
-0.9H	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5
-1.2H	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.8H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 15 위도 37.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	470	540	616	688	742	762	744	690	616	538	468	440
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
1.8H	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
1.5H	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4
1.2H	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5
0.9H	6	6	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5
0.6H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8
0.0H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.3H	8	8	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8
-0.6H	7	7	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8
-0.9H	6	6	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
-2.1H	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
-2.7H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.8H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-5.1H	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 16 위도 36.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3.0H	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
2.7H	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7
2.4H	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2.1H	11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11	16
1.8H	20	6	0	0	0	0	0	0	0	6	21	43
1.5H	55	14	0	0	0	0	0	0	0	15	54	17
1.2H	0	46	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0
0.9H	0	33	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0
0.6H	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0.3H	0	0	0	70	30	0	28	70	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	18	39	61	38	18	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	7	13	16	16	8	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	4	7	8	7	4	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 17 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3.6H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
3.3H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2.7H	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	5
2.4H	4	2	0	0	1	1	1	0	0	2	4	9
2.1H	10	3	0	0	1	1	1	0	0	3	10	14
1.8H	17	5	0	0	1	1	1	0	0	5	17	31
1.5H	60	9	2	1	1	1	1	1	2	9	60	33
1.2H	0	22	6	1	2	2	2	1	6	23	0	0
0.9H	0	57	24	2	2	3	2	2	24	55	0	0
0.6H	0	0	44	3	4	4	4	3	44	0	0	0
0.3H	0	0	15	66	44	22	42	66	15	0	0	0
0.0H	0	0	6	13	24	41	25	13	6	0	0	0
-0.3H	0	0	2	7	18	18	19	8	2	0	0	0
-0.6H	0	0	0	8	2	3	2	7	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 18 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.6H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
3.3H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	2	3	3
2.7H	3	2	0	0	1	1	1	0	0	2	3	4
2.4H	4	3	1	0	1	1	1	0	1	3	4	5
2.1H	6	4	2	1	1	1	1	1	2	4	6	8
1.8H	9	6	3	1	1	1	1	1	3	6	10	15
1.5H	17	9	5	1	2	2	2	1	5	9	17	56
1.2H	51	16	10	2	2	2	2	2	10	16	51	0
0.9H	0	27	18	4	3	3	3	4	17	27	0	0
0.6H	0	23	25	30	4	5	4	30	25	23	0	0
0.3H	0	8	18	25	37	29	36	25	18	7	0	0
0.0H	0	1	8	14	18	22	18	14	8	1	0	0
-0.3H	0	0	5	7	11	22	12	7	5	0	0	0
-0.6H	0	0	3	5	19	9	18	5	3	0	0	0
-0.9H	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0
-1.2H	0	0	1	7	0	0	0	7	1	0	0	0
-1.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 19 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.2H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.3H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.0H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5
2.1H	6	4	2	1	1	1	1	1	2	4	6	7
1.8H	8	5	3	1	1	2	1	1	3	5	8	10
1.5H	12	8	6	2	2	2	2	2	6	8	12	15
1.2H	17	12	9	5	2	3	2	4	9	12	17	23
0.9H	22	17	13	12	3	3	3	12	13	17	22	25
0.6H	15	17	17	18	14	6	13	18	17	17	15	0
0.3H	2	12	15	18	22	25	22	18	15	12	2	0
0.0H	0	7	10	13	15	16	16	13	10	7	0	0
-0.3H	0	3	6	8	10	10	10	8	6	3	0	0
-0.6H	0	3	3	5	6	9	6	5	4	3	0	0
-0.9H	0	1	3	4	11	17	12	4	3	1	0	0
-1.2H	0	0	2	3	7	0	6	3	2	0	0	0
-1.5H	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0
-1.8H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-2.1H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 20 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	4
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	4
2.1H	5	4	3	1	1	1	1	1	3	4	5	6
1.8H	7	5	4	2	2	2	2	1	4	5	7	8
1.5H	9	7	5	4	2	2	2	4	5	7	9	10
1.2H	12	9	8	7	3	3	3	7	8	10	12	13
0.9H	14	12	11	10	5	4	4	9	11	12	14	15
0.6H	13	14	13	13	14	11	14	13	13	13	13	13
0.3H	10	12	13	15	16	16	16	15	13	12	10	9
0.0H	6	8	10	12	13	14	13	12	10	8	6	5
-0.3H	4	6	7	9	10	10	10	9	7	6	4	0
-0.6H	1	4	5	6	7	7	7	6	5	4	1	0
-0.9H	0	2	3	4	4	9	4	4	3	2	0	0
-1.2H	0	2	3	3	8	8	8	3	3	2	0	0
-1.5H	0	2	2	2	5	4	5	2	2	1	0	0
-1.8H	0	1	1	2	3	2	3	2	2	1	0	0
-2.1H	0	0	1	2	2	0	2	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.7H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 21 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4
2.1H	4	3	3	2	2	2	1	1	3	3	4	5
1.8H	6	4	4	3	2	2	2	3	4	4	6	6
1.5H	7	6	5	4	2	2	2	4	5	6	7	8
1.2H	9	8	7	7	3	3	3	7	7	8	9	10
0.9H	11	10	9	8	8	5	8	8	9	10	11	11
0.6H	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
0.3H	10	11	12	12	13	13	13	12	11	11	10	10
0.0H	8	9	10	11	12	12	12	11	10	9	8	7
-0.3H	5	7	8	9	9	10	9	9	8	7	5	5
-0.6H	4	5	6	6	7	7	7	6	6	5	4	4
-0.9H	3	3	4	5	5	6	5	5	4	3	3	3
-1.2H	2	2	3	3	4	6	5	3	3	2	2	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	1	2	2	3	5	5	5	3	2	2	1	0
-1.8H	0	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0
-2.1H	0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0
-2.4H	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0
-2.7H	0	1	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0
-3.0H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.6H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 22 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 60^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.1H	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4
1.8H	5	4	3	3	2	2	2	3	3	4	5	5
1.5H	6	5	5	5	3	3	3	5	5	5	6	6
1.2H	7	7	6	6	4	3	4	5	6	7	7	8
0.9H	9	8	8	7	8	6	8	7	8	8	9	9
0.6H	10	10	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	10	10	10	11	11	11	11	11	10	10	9	10
0.0H	8	9	10	10	11	11	11	10	10	9	8	8
-0.3H	7	7	8	9	9	9	9	9	8	7	7	6
-0.6H	5	6	6	7	7	7	7	7	6	6	5	5
-0.9H	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	4
-1.2H	3	3	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3
-1.5H	2	3	2	3	5	5	5	3	2	2	2	2
-1.8H	2	2	2	2	4	3	4	2	2	2	2	2
-2.1H	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1
-2.4H	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0
-2.7H	0	1	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0
-3.0H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.3H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
-4.2H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 23 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
2.4H	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1.8H	4	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4	4
1.5H	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5
1.2H	6	6	5	5	5	4	5	5	5	6	6	6
0.9H	8	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	8
0.6H	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
0.3H	9	9	9	10	10	10	10	10	9	9	9	9
0.0H	8	9	9	10	10	10	10	10	9	9	8	8
-0.3H	7	8	8	9	9	9	9	9	8	8	7	7
-0.6H	6	6	7	7	7	8	7	7	7	6	6	6
-0.9H	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	4
-1.2H	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
-1.5H	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
-1.8H	2	2	2	3	4	3	3	3	2	2	2	2
-2.1H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.4H	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
-2.7H	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-4.8H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 24 위도 36.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.8H	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.8H	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4
1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.9H	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6H	8	8	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8
0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
0.0H	8	9	9	9	10	10	10	9	9	9	8	8
-0.3H	8	8	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8
-0.6H	7	7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	7
-0.9H	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6
-1.2H	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
-1.5H	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.8H	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 25 위도 36.5° 구조물 방위각 ±90° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	476	544	616	688	738	758	740	688	618	544	476	448
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.8H	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3
1.5H	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4
1.2H	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5
0.9H	6	6	6	5	6	6	6	6	5	6	5	6
0.6H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0.3H	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8
0.0H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.6H	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8
-0.9H	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.8H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-5.1H	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 26 위도 35.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
2.7H	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
2.4H	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
2.1H	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	14
1.8H	17	6	0	0	0	0	0	0	0	5	17	30
1.5H	60	13	0	0	0	0	0	0	0	14	60	35
1.2H	0	35	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0
0.9H	0	46	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
0.6H	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0.3H	0	0	0	68	23	0	20	68	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	19	45	60	47	19	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	8	14	16	14	8	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	4	7	8	7	4	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	5	5	5	1	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 27 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.6H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.3H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2.7H	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	4
2.4H	4	2	0	0	0	1	1	0	0	2	4	8
2.1H	8	3	0	0	1	1	1	0	0	3	8	13
1.8H	15	5	0	0	1	1	1	0	0	5	15	24
1.5H	39	8	2	1	1	1	1	1	2	8	40	44
1.2H	26	19	6	1	2	2	2	1	5	19	24	0
0.9H	0	62	22	2	2	3	2	2	21	61	0	0
0.6H	0	0	45	3	4	4	4	3	45	0	0	0
0.3H	0	0	17	65	40	6	38	64	17	0	0	0
0.0H	0	0	7	14	26	56	30	14	7	0	0	0
-0.3H	0	0	2	8	19	19	17	8	3	0	0	0
-0.6H	0	0	0	8	2	3	2	7	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 28 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.6H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
3.3H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	3
2.7H	3	2	0	0	1	1	1	0	0	2	3	4
2.4H	4	3	1	0	1	1	1	0	1	3	4	5
2.1H	6	3	2	1	1	1	1	1	2	3	6	7
1.8H	9	5	3	1	1	1	1	1	3	5	9	12
1.5H	15	8	4	1	1	2	2	1	4	8	15	35
1.2H	55	15	10	2	2	2	2	2	9	15	55	26
0.9H	0	26	17	3	3	3	3	3	17	26	0	0
0.6H	0	25	25	28	4	5	4	28	25	25	0	0
0.3H	0	9	19	26	35	27	35	26	19	8	0	0
0.0H	0	2	8	14	19	23	19	14	9	1	0	0
-0.3H	0	0	5	7	11	25	12	7	5	0	0	0
-0.6H	0	0	3	5	19	7	19	5	3	0	0	0
-0.9H	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0
-1.2H	0	0	1	7	0	0	0	7	1	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 29 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.2H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
3.6H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.3H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5
2.1H	5	4	2	1	1	1	1	1	2	4	5	6
1.8H	7	5	3	1	1	2	1	1	3	5	7	9
1.5H	11	8	6	2	2	2	2	2	6	8	11	14
1.2H	17	11	8	4	3	3	3	4	8	11	17	21
0.9H	22	16	13	12	3	3	3	12	13	16	22	29
0.6H	16	18	17	17	13	6	12	17	17	18	16	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	4	13	16	19	22	24	22	19	16	13	4	0
0.0H	0	7	11	13	16	17	16	14	11	7	0	0
-0.3H	0	4	6	9	10	11	10	9	6	4	0	0
-0.6H	0	3	4	5	7	11	7	5	4	3	0	0
-0.9H	0	1	3	4	12	16	12	4	3	1	0	0
-1.2H	0	0	2	3	7	0	6	3	2	0	0	0
-1.5H	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0
-1.8H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-2.1H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 30 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	4

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2.1H	5	4	2	1	1	1	1	1	2	4	5	5
1.8H	6	5	4	2	2	2	2	2	4	5	6	7
1.5H	8	7	5	3	2	2	2	3	5	7	9	10
1.2H	12	9	7	7	3	3	3	7	7	9	12	13
0.9H	14	12	11	9	4	4	4	9	11	12	14	15
0.6H	14	14	13	13	14	10	14	13	13	14	14	14
0.3H	10	12	13	15	16	17	16	15	13	12	10	9
0.0H	6	9	11	12	14	14	14	12	10	9	7	5
-0.3H	4	6	7	9	10	10	10	9	7	6	4	1
-0.6H	2	4	5	6	7	7	7	6	5	4	2	0
-0.9H	0	3	3	4	5	9	5	4	3	3	0	0
-1.2H	0	2	3	3	8	7	8	3	3	2	0	0
-1.5H	0	2	2	3	4	4	4	3	2	2	0	0
-1.8H	0	1	2	2	3	2	3	2	2	1	0	0
-2.1H	0	0	1	2	2	0	2	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.7H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 31 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4
2.1H	4	3	3	1	2	2	1	1	3	3	4	5
1.8H	5	4	4	3	2	2	2	3	4	4	5	6
1.5H	7	6	5	4	2	3	2	4	5	6	7	8
1.2H	9	8	7	7	3	3	3	7	7	8	9	10
0.9H	11	10	9	8	7	5	7	8	9	10	11	11
0.6H	12	11	11	11	11	10	11	11	11	11	12	12
0.3H	10	11	12	12	13	13	13	12	12	11	10	10
0.0H	8	9	10	11	12	12	12	11	10	9	8	7
-0.3H	6	7	8	9	10	10	10	9	8	7	6	5
-0.6H	4	5	6	7	7	7	7	7	6	5	4	4
-0.9H	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
-1.2H	2	2	3	3	5	6	5	3	3	2	2	1
-1.5H	1	2	3	3	5	5	5	3	3	2	1	0
-1.8H	0	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0
-2.1H	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0
-2.4H	0	1	1	2	2	1	2	2	1	1	0	0
-2.7H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.0H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.6H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 32 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 60^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3
2.4H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3
2.1H	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4
1.8H	5	4	3	3	2	2	2	3	3	4	5	5
1.5H	6	5	4	5	3	3	3	4	4	5	6	6
1.2H	7	7	6	5	4	3	4	6	6	6	7	8
0.9H	9	8	8	7	7	6	7	7	8	8	9	9
0.6H	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10	10	10
0.3H	10	10	10	11	11	11	11	11	10	10	10	10
0.0H	8	9	10	10	11	11	11	10	10	9	9	8
-0.3H	7	7	8	9	9	10	9	9	8	7	7	6
-0.6H	5	6	6	7	7	8	7	7	6	6	5	5
-0.9H	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	4
-1.2H	3	3	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3
-1.5H	2	3	2	3	5	5	5	3	2	3	2	2
-1.8H	2	2	2	2	4	3	3	2	2	2	2	2
-2.1H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
-2.4H	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0
-2.7H	0	1	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0
-3.0H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.3H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.2H	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.5H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 33 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
2.4H	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
1.8H	4	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4	4
1.5H	5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5
1.2H	6	6	5	5	5	4	5	5	5	6	6	6
0.9H	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	8
0.6H	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
0.3H	9	9	9	10	10	10	10	10	9	9	9	9
0.0H	9	9	9	10	10	10	10	10	9	9	9	9
-0.3H	7	8	8	9	9	9	9	9	8	8	7	7
-0.6H	6	6	7	7	8	8	8	7	7	6	6	6
-0.9H	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5
-1.2H	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
-1.5H	3	3	3	3	4	5	4	3	3	3	3	3
-1.8H	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2
-2.1H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.4H	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
-2.7H	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 34 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.8H	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3
1.8H	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4
1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.9H	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
0.6H	8	7	8	7	8	8	8	8	7	7	8	8
0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9
0.0H	9	9	9	9	10	10	10	9	9	9	9	8
-0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.6H	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7
-0.9H	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
-1.5H	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.8H	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 35 위도 35.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	484	548	618	686	734	754	736	688	620	548	482	456
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.8H	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3
1.5H	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4
1.2H	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5
0.9H	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	6	5
0.6H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0.3H	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8
0.0H	8	9	9	9	9	10	10	9	9	9	8	8
-0.3H	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
-0.6H	8	7	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7
-0.9H	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
-2.1H	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.8H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-5.1H	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 36 위도 34.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3.0H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
2.7H	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
2.4H	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
2.1H	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12
1.8H	15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	16	24
1.5H	42	11	0	0	0	0	0	0	0	12	44	45
1.2H	23	29	0	0	0	0	0	0	0	30	21	0
0.9H	0	55	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0
0.6H	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	0	0	0	66	12	0	3	65	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	21	55	59	63	21	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	8	14	17	14	8	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	4	8	9	8	5	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	5	5	5	1	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 37 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.6H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.3H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2.7H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3
2.4H	4	2	0	0	1	1	1	0	0	2	4	7

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



2.1H	7	3	0	0	1	1	1	0	0	3	7	11
1.8H	14	5	0	0	1	1	1	0	0	5	14	20
1.5H	30	7	2	1	1	2	1	1	1	8	31	51
1.2H	39	17	5	1	2	2	2	1	5	17	37	0
0.9H	0	66	19	2	2	3	2	2	19	65	0	0
0.6H	0	0	45	3	4	4	4	3	45	0	0	0
0.3H	0	0	18	63	36	7	34	63	19	0	0	0
0.0H	0	0	7	15	30	55	32	15	7	0	0	0
-0.3H	0	0	3	8	20	19	19	9	3	0	0	0
-0.6H	0	0	0	7	2	3	2	7	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 38 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.6H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
3.3H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	3
2.7H	3	2	0	0	1	1	1	0	0	2	3	3
2.4H	4	2	1	0	1	1	1	0	1	2	4	5
2.1H	5	4	2	1	1	1	1	1	2	4	5	7
1.8H	8	5	2	1	1	1	1	1	3	5	8	10
1.5H	14	8	4	1	2	2	2	1	4	8	14	27
1.2H	41	14	9	2	2	2	2	2	9	14	43	38
0.9H	18	25	16	2	3	3	3	2	16	25	15	0
0.6H	0	26	25	27	4	5	4	27	25	26	0	0
0.3H	0	10	19	27	34	25	33	27	20	9	0	0
0.0H	0	3	9	15	20	25	20	15	10	2	0	0
-0.3H	0	0	5	8	12	33	12	8	5	0	0	0
-0.6H	0	0	3	5	19	0	19	5	3	0	0	0
-0.9H	0	0	2	3	0	0	0	4	2	0	0	0
-1.2H	0	0	1	7	0	0	0	7	1	0	0	0
-1.5H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 39 위도 34.5° 구조물 방위각 ±30° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.6H	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2
3.3H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	4
2.1H	5	4	2	1	1	1	1	1	2	4	5	6
1.8H	7	5	3	1	2	2	2	1	3	5	7	8
1.5H	11	7	6	2	2	2	2	2	5	7	11	13
1.2H	16	11	8	3	2	3	2	3	8	11	16	19
0.9H	21	16	13	11	3	4	3	11	13	16	21	27
0.6H	18	18	17	17	11	6	10	17	17	18	18	7
0.3H	6	13	16	19	22	22	22	19	16	13	6	0
0.0H	0	8	11	14	16	18	17	14	11	8	0	0
-0.3H	0	4	7	9	10	11	10	9	7	4	0	0
-0.6H	0	3	4	5	7	12	7	5	4	3	0	0
-0.9H	0	1	3	4	12	15	12	4	3	1	0	0
-1.2H	0	0	2	3	6	0	6	3	2	0	0	0
-1.5H	0	0	2	4	0	0	0	4	2	0	0	0
-1.8H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-2.1H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 40 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4
2.1H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	5	5
1.8H	6	5	4	2	2	2	2	1	4	5	6	7
1.5H	8	7	5	3	2	2	2	3	5	7	8	9
1.2H	11	9	7	6	3	3	3	6	7	9	11	13
0.9H	14	12	10	9	4	5	4	10	10	12	14	15
0.6H	14	14	13	13	13	9	13	13	13	14	14	14
0.3H	11	12	14	15	16	17	16	15	14	12	11	9
0.0H	7	9	11	13	14	15	14	13	11	9	7	6
-0.3H	4	6	8	9	10	11	10	9	8	6	4	2
-0.6H	2	4	5	6	7	7	7	6	5	4	2	0
-0.9H	0	3	3	4	5	10	6	4	3	3	0	0
-1.2H	0	2	3	3	8	7	7	3	3	2	0	0
-1.5H	0	2	2	2	4	4	4	2	2	1	0	0
-1.8H	0	1	2	2	3	2	3	2	2	1	0	0
-2.1H	0	0	1	2	2	0	2	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.7H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 41 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3
2.1H	4	3	2	1	2	2	2	1	2	3	4	5
1.8H	5	4	4	2	2	2	2	2	4	4	5	6
1.5H	7	6	5	4	2	3	2	4	5	6	7	7
1.2H	9	7	6	6	3	3	3	6	6	7	9	9
0.9H	11	10	9	8	7	5	7	8	9	10	11	11
0.6H	12	11	11	11	11	10	11	11	11	11	12	12
0.3H	11	11	12	12	13	13	13	12	12	11	11	10
0.0H	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	8
-0.3H	6	7	8	9	10	10	10	9	8	7	6	5
-0.6H	4	5	6	7	7	7	7	7	6	5	4	4
-0.9H	3	4	4	5	5	7	5	5	4	4	3	3
-1.2H	2	2	3	3	5	7	5	3	3	2	2	2
-1.5H	1	2	3	3	5	4	5	3	3	2	1	0
-1.8H	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	0
-2.1H	0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0
-2.4H	0	1	1	2	2	1	2	2	1	1	0	0
-2.7H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.0H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.6H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 42 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.4H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3
2.1H	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1.8H	4	4	3	3	2	2	2	3	3	4	4	5
1.5H	6	5	4	4	3	3	3	4	4	5	6	6
1.2H	7	7	6	6	4	3	4	6	6	6	7	8
0.9H	9	8	8	7	7	6	7	7	8	8	9	9
0.6H	10	10	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
0.3H	10	10	10	11	11	11	11	11	10	10	10	10
0.0H	9	9	10	11	11	11	11	11	10	9	9	8
-0.3H	7	8	8	9	9	10	10	9	8	8	7	7
-0.6H	5	6	6	7	7	7	7	7	6	6	5	5
-0.9H	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	4
-1.2H	3	3	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	2	3	2	3	5	5	5	3	2	3	2	2
-1.8H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.1H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
-2.4H	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0
-2.7H	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	0
-3.0H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.3H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
-4.2H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 43 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 70^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.8H	4	3	3	3	2	3	2	3	3	3	4	4
1.5H	5	4	4	4	3	3	3	4	4	5	5	5
1.2H	6	6	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
0.9H	8	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	8
0.6H	9	8	8	8	9	9	9	8	8	9	9	9

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9	9
0.0H	9	9	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9
-0.3H	8	8	8	9	9	9	9	9	8	8	8	7
-0.6H	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6
-0.9H	5	5	5	6	5	6	5	6	5	5	5	5
-1.2H	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-1.5H	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3
-1.8H	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2
-2.1H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.4H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.2H	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.8H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 44 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.8H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



2.1H	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.8H	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.9H	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6H	8	8	7	8	8	8	8	7	8	7	8	8
0.3H	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8
0.0H	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9	9
-0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.6H	7	7	7	8	8	8	8	8	7	7	7	7
-0.9H	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-1.2H	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
-1.5H	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.8H	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 45 위도 34.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	490	552	620	684	732	750	734	686	620	552	490	464
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.8H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.5H	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4
1.2H	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5
0.9H	6	5	5	6	5	6	6	6	5	5	6	6
0.6H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0.3H	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8
0.0H	9	9	9	9	10	10	10	9	9	9	9	8
-0.3H	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
-0.6H	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8
-0.9H	6	6	6	7	6	7	7	6	6	6	6	6
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.8H	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
-5.1H	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 46 위도 33.5° 구조물 방위각 0° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.0H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
2.7H	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5
2.4H	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7
2.1H	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11
1.8H	13	4	0	0	0	0	0	0	0	4	13	20
1.5H	32	9	0	0	0	0	0	0	0	9	33	52
1.2H	37	27	0	0	0	0	0	0	0	27	36	0
0.9H	0	61	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0
0.6H	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0.3H	0	0	0	64	0	0	0	63	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	23	66	58	65	23	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	8	15	18	15	8	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	4	8	9	8	5	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	1	5	6	5	1	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 47 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 10^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3.6H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.3H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.0H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2.7H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3
2.4H	3	2	0	0	0	1	1	0	0	2	3	6
2.1H	6	3	0	0	1	1	1	0	0	3	6	10
1.8H	13	4	0	0	1	1	1	0	0	5	13	18
1.5H	25	7	1	1	1	1	1	1	1	7	26	57
1.2H	47	15	5	1	2	2	2	1	5	15	46	0
0.9H	0	69	17	2	3	3	3	2	17	68	0	0
0.6H	0	0	45	3	4	4	4	3	45	0	0	0
0.3H	0	0	21	62	30	7	27	61	21	0	0	0
0.0H	0	0	8	16	36	54	38	16	8	0	0	0
-0.3H	0	0	3	9	20	20	20	10	3	0	0	0
-0.6H	0	0	0	7	2	3	2	7	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 48 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 20^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.9H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.6H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
3.3H	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	3
2.7H	3	2	0	0	1	1	1	0	0	2	3	3
2.4H	3	2	1	0	1	1	1	0	1	2	4	4
2.1H	5	4	2	1	1	1	1	1	2	4	5	6
1.8H	8	5	2	1	1	1	1	1	2	5	8	10
1.5H	13	8	4	1	2	2	2	1	4	7	13	22
1.2H	29	13	8	2	2	2	2	2	8	13	31	46
0.9H	33	23	15	2	3	3	3	2	15	24	30	0
0.6H	0	27	25	25	4	5	4	24	25	27	0	0
0.3H	0	11	21	28	32	22	31	28	21	10	0	0
0.0H	0	4	10	16	21	26	21	16	10	3	0	0
-0.3H	0	0	5	8	12	33	13	8	5	0	0	0
-0.6H	0	0	3	4	20	0	19	4	4	0	0	0
-0.9H	0	0	2	4	0	0	0	5	2	0	0	0
-1.2H	0	0	1	6	0	0	0	6	2	0	0	0
-1.5H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 49 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 30^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.5H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3.9H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
3.6H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
3.3H	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2
3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	4
2.1H	5	3	2	1	1	1	1	1	2	3	5	6
1.8H	7	5	3	1	2	2	2	1	3	5	7	8
1.5H	10	7	5	2	2	2	2	2	5	7	10	12
1.2H	15	11	8	3	2	3	3	3	8	11	15	18
0.9H	21	16	12	11	3	4	3	11	12	16	21	26
0.6H	19	18	17	17	10	6	9	17	17	18	19	12
0.3H	8	14	17	19	23	21	23	19	17	14	8	0
0.0H	1	8	11	14	17	18	17	14	11	8	0	0
-0.3H	0	4	7	9	11	11	11	9	7	4	0	0
-0.6H	0	3	4	5	8	14	8	5	4	3	0	0
-0.9H	0	2	3	4	12	13	12	4	3	2	0	0
-1.2H	0	0	2	3	6	0	5	3	2	0	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-1.5H	0	0	2	4	0	0	0	4	2	0	0	0
-1.8H	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0
-2.1H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 50 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 40^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분) 거리	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3.9H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
3.6H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4
2.1H	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5
1.8H	6	4	4	1	2	2	2	2	4	5	6	7
1.5H	8	6	5	3	2	2	2	3	5	6	8	9
1.2H	11	9	7	6	3	3	3	6	7	9	11	12
0.9H	14	12	10	9	5	5	5	10	10	12	14	15
0.6H	15	14	13	13	12	8	12	13	13	14	15	14

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



0.3H	11	13	14	15	16	17	16	15	14	13	11	10
0.0H	7	9	11	13	14	15	14	13	11	9	7	6
-0.3H	4	6	8	9	10	11	10	9	8	6	4	3
-0.6H	2	4	5	6	7	8	7	6	5	4	3	0
-0.9H	1	3	3	4	6	10	6	4	3	3	1	0
-1.2H	0	2	3	3	7	7	7	3	3	2	0	0
-1.5H	0	2	2	2	4	4	4	2	2	1	0	0
-1.8H	0	1	2	3	2	2	2	3	2	1	0	0
-2.1H	0	0	1	2	2	0	2	2	1	0	0	0
-2.4H	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0
-2.7H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.0H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 51 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 50^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5.1H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
4.2H	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
2.4H	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



2.1H	4	3	2	1	2	2	2	1	2	3	4	4
1.8H	5	4	4	2	2	2	2	2	4	4	5	6
1.5H	7	6	5	4	2	2	2	4	5	6	7	7
1.2H	9	7	6	6	3	3	3	6	6	7	9	9
0.9H	11	10	9	8	6	5	6	8	9	10	11	11
0.6H	12	11	11	11	11	9	11	11	11	11	12	12
0.3H	11	12	12	12	13	13	13	12	12	11	11	11
0.0H	8	10	11	12	12	13	12	12	11	10	8	8
-0.3H	6	7	8	9	10	10	10	9	8	7	6	6
-0.6H	4	5	6	7	7	8	7	7	6	5	4	4
-0.9H	3	4	4	5	5	7	5	5	4	4	3	3
-1.2H	2	2	3	3	5	7	6	3	3	2	2	2
-1.5H	2	2	3	3	5	4	5	3	2	2	2	0
-1.8H	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	0
-2.1H	0	1	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0
-2.4H	0	1	1	2	2	1	2	2	1	1	0	0
-2.7H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.0H	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
-3.3H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.6H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-3.9H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 52 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 60^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3
2.4H	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4
1.8H	4	4	3	3	2	2	2	3	4	4	4	5
1.5H	6	5	4	4	3	3	3	4	4	5	5	6
1.2H	7	6	6	6	4	4	4	6	6	6	7	7
0.9H	9	8	8	7	7	5	6	7	8	8	9	9
0.6H	10	10	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10
0.3H	10	10	10	11	11	11	11	11	10	10	10	10
0.0H	9	10	10	11	11	11	11	11	10	9	9	8
-0.3H	7	8	8	9	10	10	10	9	9	8	7	7
-0.6H	5	6	6	7	8	8	8	7	6	6	5	5
-0.9H	4	4	5	5	6	7	6	5	5	5	4	4
-1.2H	3	3	4	4	4	5	5	4	4	3	3	3
-1.5H	2	3	2	3	5	5	5	2	2	3	2	2
-1.8H	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
-2.1H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
-2.4H	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0
-2.7H	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0
-3.0H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.3H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.2H	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.5H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 53 위도 33.5° 구조물 방위각 ±70° 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.0H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.7H	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	3	3
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.8H	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4
1.5H	5	4	4	4	3	3	3	4	4	5	5	5
1.2H	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6
0.9H	7	7	7	7	6	5	6	6	7	7	7	8
0.6H	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
0.3H	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9
0.0H	9	9	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9
-0.3H	8	8	9	9	9	10	9	9	9	8	8	8
-0.6H	6	6	7	7	8	8	8	7	7	6	6	6
-0.9H	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5
-1.2H	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
-1.5H	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3
-1.8H	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2
-2.1H	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
-2.7H	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-3.6H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-3.9H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.2H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.5H	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-4.8H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 54 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 80^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.8H	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
2.1H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3
1.8H	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.9H	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	7
0.6H	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8
0.3H	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.0H	9	9	9	10	10	10	10	10	9	9	9	9
-0.3H	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
-0.6H	7	7	7	8	8	8	8	8	7	7	7	7
-0.9H	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6
-1.2H	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
-1.5H	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-2.1H	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
-3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-4.8H	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구

October, 2007.



-5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 55 위도 33.5° 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$ 인 경우 일조침해율

(단위: %)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
총일조시간 (분)	496	556	620	684	728	746	730	684	622	554	496	472
거리												
5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4.5H	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.7H	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.1H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.8H	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1.5H	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4
1.2H	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
0.9H	6	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	6
0.6H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0.3H	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8
0.0H	9	9	9	9	10	10	10	9	9	9	9	8
-0.3H	8	9	9	9	9	10	9	9	9	9	8	8
-0.6H	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8
-0.9H	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6
-1.2H	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-1.5H	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
-1.8H	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
-2.1H	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
-2.4H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-2.7H	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
-3.0H	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

최종보고서

환경피해 평가방법 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구
October, 2007.



-3.3H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.6H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-3.9H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.2H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.5H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-4.8H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
-5.1H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
-5.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E.3 구조물의 방위각별 거리에 따른 일조 침해율(위도 35.5°)

Table E. 56 구조물 방위각 0°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	10	13	15	16	19	23	23	23	23	23	19	16	15	13	10	0
0.0H	0	0	0	0	10	15	24	40	100	40	24	15	10	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 58 구조물 방위각 0°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
1.8H	0	11	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	11	0
1.5H	0	0	13	22	13	15	13	13	13	13	13	15	13	13	13	0	0
1.2H	0	0	0	13	15	18	15	13	13	13	15	18	15	13	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	13	22	22	20	18	20	22	22	13	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	15	29	26	26	26	29	15	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	39	48	39	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 60 구조물 방위각 10°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	11	17	23	33	53	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	12	12	12	12	0	0	0	29	29	19	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 61 구조물 방위각 10°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
2.4H	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	11	15	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	15	15	13	13	11	0	0	0	0	11	11	11	11
1.2H	0	0	0	0	0	20	18	13	13	13	15	15	15	15	13	13	0
0.9H	0	0	0	0	0	13	22	20	18	20	18	20	20	18	11	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	20	31	26	24	26	26	15	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	31	46	42	29	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 62 구조물 방위각 20°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H	3.0H
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	10	15	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	13	19	19	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	24	15	24	19	16	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	74	37	24	18	15	11	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	13	11	10	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 64 구조물 방위각 20°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H	3.0H
2.7H	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	15	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	13	13	13	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	18	15	13	13	15	15	13	11	11	11	0	11	0
0.9H	0	0	0	0	0	13	22	18	18	18	18	15	15	15	13	13	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	26	26	24	24	22	20	18	13	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	48	39	33	24	15	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	100	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 65 구조물 방위각 30°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H	3.0H	3.3H
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	11	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	11	16	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	13	24	19	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	15	31	28	18	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	81	32	21	16	10	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	15	11	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	13	10	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0

Table E. 66 구조물 방위각 30°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)																		
A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H	3.0H	3.3H
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	12	15	17	19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	13	25	40	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	15	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 67 구조물 방위각 30°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H	3.0H	3.3H
2.7H	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	13	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	11	18	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	20	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	18	22	18	18	18	15	13	11	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	26	24	24	20	18	15	13	13	13	11	11	11
0.3H	0	0	0	0	0	0	48	37	31	24	20	18	15	11	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	100	55	29	18	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 68 구조물 방위각 40°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.8H	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	10	19	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	16	24	16	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	26	31	18	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	73	29	18	11	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	29	29	19	15	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18	13	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	11	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0

Table E. 69 구조물 방위각 40°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	11	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	12	20	27	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	37	57	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	27	23	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0

Table E. 70 구조물 방위각 40°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
2.4H	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	15	13	13	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	18	15	13	15	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	22	20	18	15	15	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	29	26	24	20	11	13	13	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	39	39	29	22	20	15	15	11	11
0.0H	0	0	0	0	0	0	100	59	35	24	20	15	13	11	11

Table E. 71 구조물 방위각 50°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
2.1H	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	13	18	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	21	19	13	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	36	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	68	28	16	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	34	26	15	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	19	21	15	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	13	16	11	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0

Table E. 72 구조물 방위각 50°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
0.9H	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	12	20	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	24	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	19	20	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0

Table E. 73 구조물 방위각 50°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
2.7H	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	11	15	13	11	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	11	18	18	15	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	13	20	20	15	15	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	20	26	24	18	13	13	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	31	39	26	22	18	13	13	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	79	57	33	22	18	15	13	11	11	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	13	13	11	11

Table E. 74 구조물 방위각 60°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
2.1H	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	16	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	13	21	16	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	36	21	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	63	28	15	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	29	21	13	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	26	18	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	15	19	13	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	13	16	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0

Table E. 75 구조물 방위각 60°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
0.9H	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	12	11	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 76 구조물 방위각 60°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
2.4H	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	13	11	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	11	15	15	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	15	18	15	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	22	22	15	15	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	31	24	18	15	13	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	42	26	22	15	13	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	55	31	20	15	11	11	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	26	26	20	15	13	11	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	15	13	13	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11

Table E. 77 구조물 방위각 70°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
2.1H	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	18	13	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	24	18	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	32	23	13	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	58	28	15	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	32	16	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	26	23	13	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	23	16	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	13	16	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0

Table E. 78 구조물 방위각 70°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H	2.7H
1.5H	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	28	23	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	16	19	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	11	16	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 80 구조물 방위각 80°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.8H	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	13	16	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	16	21	13	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	26	28	15	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	55	31	15	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	39	16	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	32	19	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	18	21	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	18	11	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	15	13	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	10	11	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0

Table E. 81 구조물 방위각 80°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.8H	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	11	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 82 구조물 방위각 80°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.8H	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	11	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 84 구조물 방위각 $\pm 90^\circ$, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.5H	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 86 구조물 방위각 -10° , 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	16	15	15	11	0	0
0.0H	0	0	0	0	13	16	19	18	40	26	26	19	13	0	0	0	0
-0.3H	10	10	10	13	16	19	28	40	97	36	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 88 구조물 방위각 -10° , 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H	2.4H
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	15	11	0	0	0
1.5H	11	11	11	11	0	0	0	0	11	13	13	15	15	0	0	0	0
1.2H	0	13	13	15	15	15	15	13	13	13	18	20	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	11	18	20	20	18	20	18	20	22	13	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	15	26	26	24	26	31	20	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	29	42	46	31	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-30H	-27H	-24H	-21H	-18H	-15H	-12H	-9H	-6H	-3H		00H	03H	06H	09H	12H	15H	18H	21H
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	10	11
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	11	13	15	10	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	15	19	19	13	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	16	19		24	15	24	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	11	15	18	24	37		74	0	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	10	11	13	13	13	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 90 구조물 방위각 -20°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-3.0H	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	42	32	23	17	15	12	11
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	29	36	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	23	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	17	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 91 구조물 방위각 -20° , 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-3.0H	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H	2.1H
2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	11	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	15	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	13	13	13	0	0	0	0
1.2H	0	11	0	11	11	11	13	15	15	13	13	15	18	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	13	13	15	15	15	18	18	18	18	22	13	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	13	18	20	22	24	24	26	26	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	15	24	33	39	48	0	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	100	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 92 구조물 방위각 -30°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-33H	-30H	-27H	-24H	-21H	-18H	-15H	-12H	-09H	-06H	-03H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	11	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16	16	11	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	19	24	13	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	18	28	31	15	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	10	16	21	32	81	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	11	15	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	10	13	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-33H	-30H	-27H	-24H	-21H	-18H	-15H	-12H	-9H	-6H	-3H		0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	20	19	17	15	12
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		60	40	25	13	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40		0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0		0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0		0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	15	11	0	0		0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0

Table E. 94 구조물 방위각 -30°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-33H	-30H	-27H	-24H	-21H	-18H	-15H	-12H	-09H	-06H	-03H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	13	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	18	11	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	15	20	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	11	13	15	18	18	18	22	18	0	0	0	0	0
0.6H	11	11	11	13	13	13	15	18	20	24	24	26	0	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	11	15	18	20	24	31	37	48	0	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	18	29	55	100	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H		0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	10	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	11	13	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	13	15	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0		0	15	19	10	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0		16	24	16	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	18		31	26	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	11	18	29		73	0	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	15	19	29	29		0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	13	18	16	0	0		0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	11	13	10	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	11	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0

Table E. 96 구조물 방위각 -40° , 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	11
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	27	20	12	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	57	37	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	23	27	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	15	16	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table E. 97 구조물 방위각 -40° , 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H	1.8H
3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	11	11	11	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	13	13	15	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	15	13	15	18	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	15	15	18	20	22	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	13	13	11	20	24	26	29	0	0	0	0	0	0
0.3H	11	11	15	15	20	22	29	39	39	0	0	0	0	0	0
0.0H	11	11	13	15	20	24	35	59	100	0	0	0	0	0	0

Table E. 98 구조물 방위각 -50°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	16	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	18	13	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	13	19	21	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	19	36	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	16	28	68	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	15	26	34	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	15	21	19	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	11	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H		0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	12	12
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	17	20	12	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	32	24	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		56	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	36		0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	32		0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	20	19		0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	19	0		0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	13	0		0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	11	0	0		0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	11	0	0		0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0

Table E. 100 구조물 방위각 -50°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H	1.5H
3.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	11	13	15	11	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	15	18	18	11	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	15	15	20	20	13	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	13	13	18	24	26	20	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	13	13	18	22	26	39	31	0	0	0	0	0
0.0H	0	11	11	13	15	18	22	33	57	79	0	0	0	0	0
-0.3H	11	11	13	13	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H		0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	10	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	11	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	13	10	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		11	15	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		15	16	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	16		21	13	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	21		36	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	15	28		63	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	13	21	29		0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	18	26	0		0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	13	19	15	0		0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	16	13	0	0		0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	11	11	0	0	0		0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	11	0	0	0	0		0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	10	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0

Table E. 102 구조물 방위각 -60°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	12	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	11	12	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.7H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 104 구조물 방위각 -70°, 3월과 9월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	8	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	8	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	13	18	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	18	24	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	13	23	32	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	15	28	58	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	16	32	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	13	23	26	0	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	16	23	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	16	13	0	0	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	11	15	0	0	0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H		0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	11
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	15	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	19	0	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	25	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		27	27	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		44	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		48	0	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	23		28	0	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	19		16	0	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	16		11	0	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	12		0	0	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0

Table E. 106 구조물 방위각 -70°, 12월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.7H	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H	1.2H
2.7H	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4H	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	13	15	0	0	0	0	0	0	0
1.5H	0	0	0	0	0	13	15	11	0	0	0	0	0	0
1.2H	0	0	0	0	0	15	18	18	0	0	0	0	0	0
0.9H	0	0	0	0	0	15	18	22	0	0	0	0	0	0
0.6H	0	0	0	0	13	15	20	26	22	0	0	0	0	0
0.3H	0	0	0	0	13	15	20	29	39	0	0	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	13	15	20	29	57	0	0	0	0	0
-0.3H	0	0	0	11	13	18	24	35	35	0	0	0	0	0
-0.6H	0	0	11	13	15	20	20	0	0	0	0	0	0	0
-0.9H	0	11	11	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.2H	0	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1.5H	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]

Table E. 108 구조물 방위각 -80°, 6월인 경우 일조침해율

(단위: %)

A \ B	-2.4H	-2.1H	-1.8H	-1.5H	-1.2H	-0.9H	-0.6H	-0.3H	0.0H	0.3H	0.6H	0.9H
2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11	0
0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0
0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0
0.0H	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0
-0.3H	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0
-0.6H	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
-0.9H	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
-1.2H	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
-1.5H	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
-1.8H	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
-2.1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.4H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(단위: %)

[illegible]