

1. 도로와 철도 건설사업의 검토사항

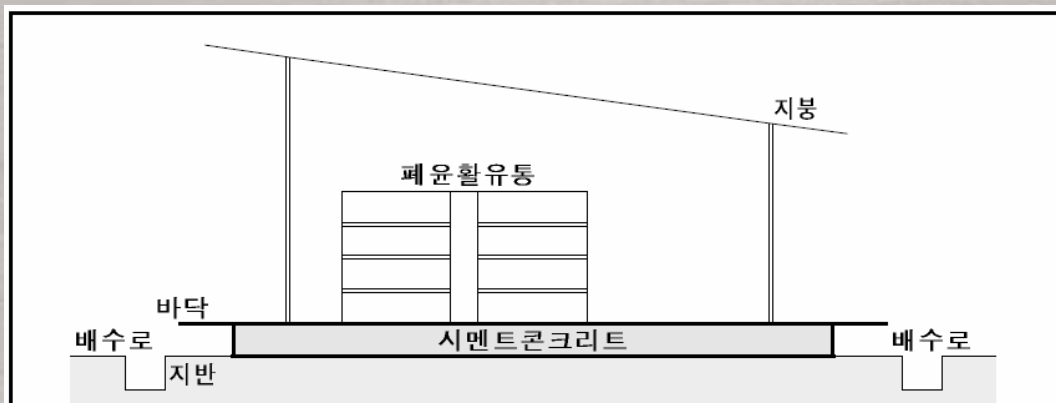
(1) 토양 영향예측 및 저감대책

- ① 공사시 폐유 영향, 발파용 화약관리, 반입토사 오염 유무
- ② 철도의 운영시 토양오염 영향예측
- ③ 공사시 및 운영시 토양오염 저감대책 수립

[토양오염대책기준]

물	질	가 지 역	나 지 역
카 드	몹	4	30
구 리		125	500
비 소		15	50
수 은		10	40
납		300	1,000
6 가 크 롬		10	30
아연		700	2,000
니켈		100	400
불소		800	2,000
폴리클로리네이티드비페닐(PCB)		-	30
시 안		5	300
페 놀		10	50
유류(동물·식물성 제외)			
- 벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌(BTEX)		-	200
- 석유계총탄화수소(TPH)		-	5,000
트리클로로에틸렌(TCE)		20	100
테트라클로로에틸렌(PCE)		10	60

[폐유보관시설]



(2) 지형·지질 영향예측 및 저감대책

- ① 지형·지질 현황파악 : 보전가치가 있는 지형·지질 등
- ② 지형변화의 규모(사면안정성 등) 적정성, 능선축 보전방안, 터널로 인한 영향, 토공처리계획 등을 예측
- ③ 보전가치가 있는 지형·지질 보전, 능선축 보호(터널화 통과 등), 절·성토 등 지형 변화 최소화 등의 저감대책 수립

[산경도]



[절토구간 녹화사면]



(3) 동·식물상 영향예측 및 저감대책

- ① 녹지자연도, 생태자연도, 보호수 및 노거수, 법정보호종, 희귀종, 조류 등의 현황파악 및 사업진행으로 인한 영향예측
- ② 임상양호지역 보전, 법정보호종, 희귀종, 조류 서식지 보호
- ③ 토사유출, 비점오염원 등으로 인한 육수생태계 영향 최소화
- ④ 동물이동통로 설치, 로드킬 방지 방안, 차량 불빛 및 소음 저감대책
- ⑤ 보호수 및 노거수 보전, 훼손수목 이식방안 마련

[생태다리(Eco-bridge)]



[측구 탈출을 위한 생태통로]



(4) 친환경적 자원순환 영향예측 및 저감대책

- ① 공사시 및 운영시 폐기물(건설, 임목, 생활, 슬러지 등) 발생량 산정
- ② 공사시 및 운영시 폐기물 처리 및 관리 계획의 수립

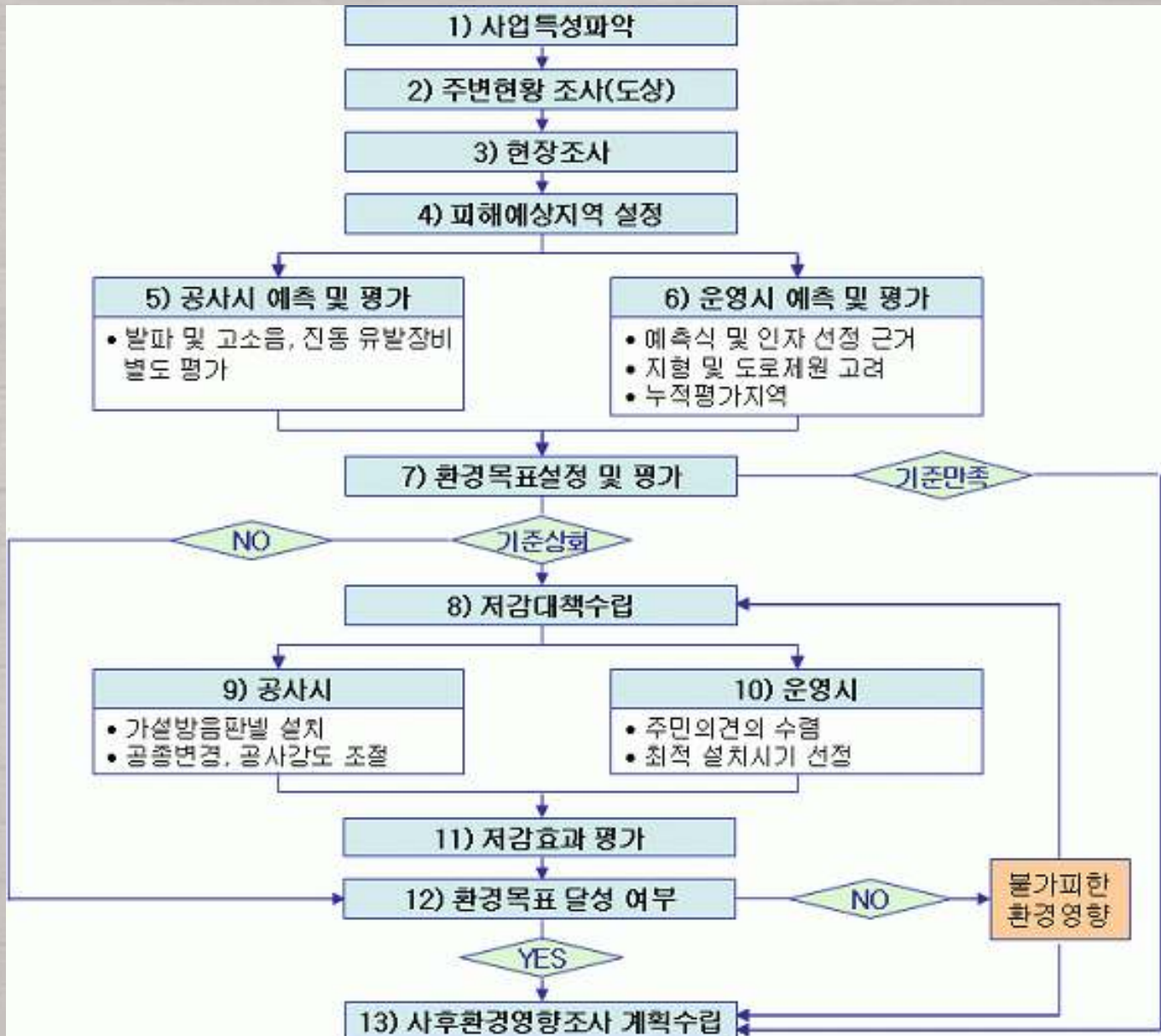
[훼손수목 이식사례]



[폐기물의 분리수거]



(5) 소음·진동 영향예측 및 저감대책



① 운영시 소음·진동 시설에 따른 예측·평가 : 도로, 철도, 공항

- ② 예측방법은 소음·진동 시설의 특성을 고려한 예측식의 선정
- 도로 : 국립환경과학원식, 한국도로공사, 한국토지공사·KEI
 - 철도 : 고속철도 및 일반철도 예측식
 - 항공기 : Integrated Noise Model(INM)

③ 예측결과가 소음·진동 시설의 특성에 따른 환경목표기준을 초과하는지 여부를 확인

- ④ 복합소음 검토의 필요성을 파악하고 그에 따른 영향이 예상되는 경우에는 누적평가를 실시
- 예측식 적용을 통한 합성소음도의 산출
 - 상용프로그램(Soundplan, Cadna-A 등)과 GIS를 결합한 소음지도의 활용

(5) 소음 · 진동 영향예측 및 저감대책

[국립환경과학원의 철도소음 예측식]

$$Leq = Leq,passby + 10 \log(n \cdot Te / T) - 10.3 \log(r/r_0)$$

여기서, Leq : 등가소음도

$Leq,passby$: 개별열차통과시의 통과소음도의 파워평균치(dB(A))

n : 관련시간대의 열차통과대수

Te : 열차 1대당 통과소음도 지속시간(sec)

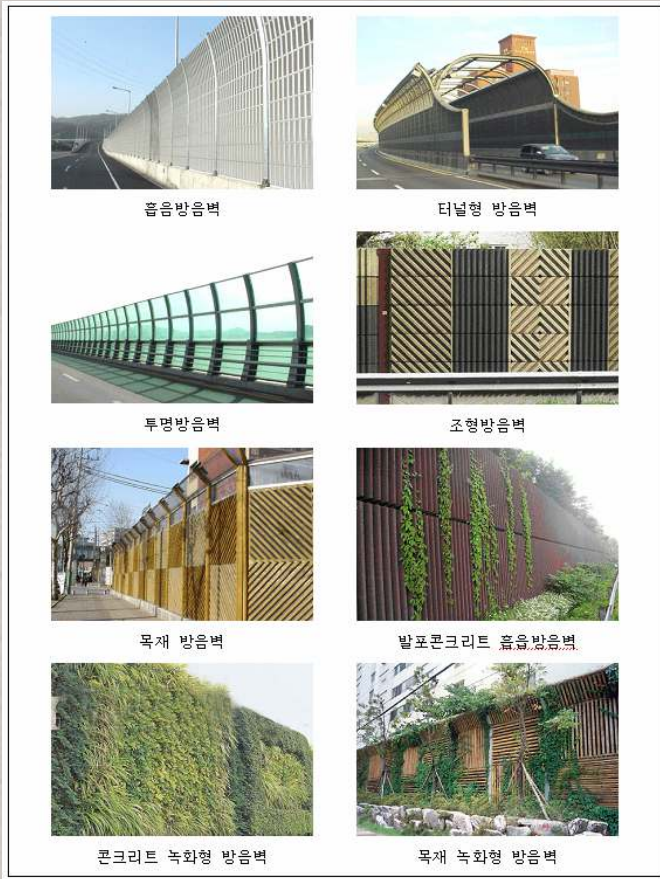
T : 관심대상시간(sec)

r/r_0 : 레일중앙에서 예측거리(m) / 레일중앙에서 기준거리(m)

[철도 소음·진동의 한도]

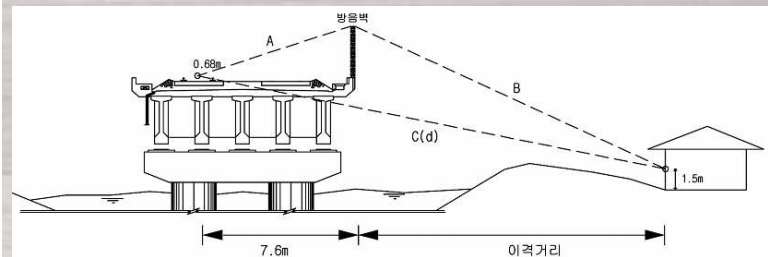
대 상 지 역	구 분	한 도			
		2000년 1월 1일~ 2009년 12월 31일		2010년 1월 1일부터	
		주 간	야 간	주 간	야 간
		06:00~22:00	22:00~06:00	06:00~22:00	22:00~06:00
주거지역, 녹지지역, 관리지역중취락지구 및 운동·휴양개발진흥지구·생산관리지역 및 관리지역중 산업·유통개발진흥지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 ($LeqdB(A)$)	70	65	70	60
	진동 ($LeqdB(V)$)	65	60	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역중 취락지구 및 운동, 유향지구외의 지역, 미고시지역	소음 ($LeqdB(A)$)	75	70	75	65
	진동 ($LeqdB(V)$)	70	65	75	65

(5) 소음·진동 영향예측 및 저감대책

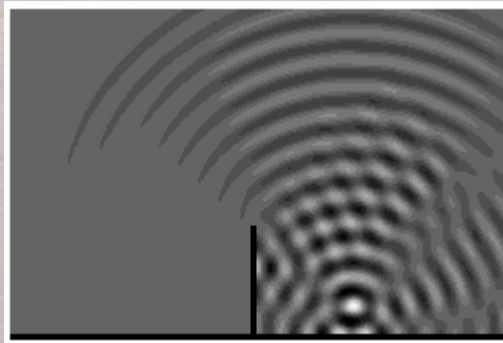


■ 방음벽의 설치

- 종류 : 흡음형, 반사형, 간섭형
- 방음벽 성능 및 설치기준 : 방음벽 성능평가 및 사후관리계획
- 회절, 투과, 직접음 감쇠치의 조합을 통한 삽입손실치의 산정



[Straight Barrier]



[T-shaped Barrier]

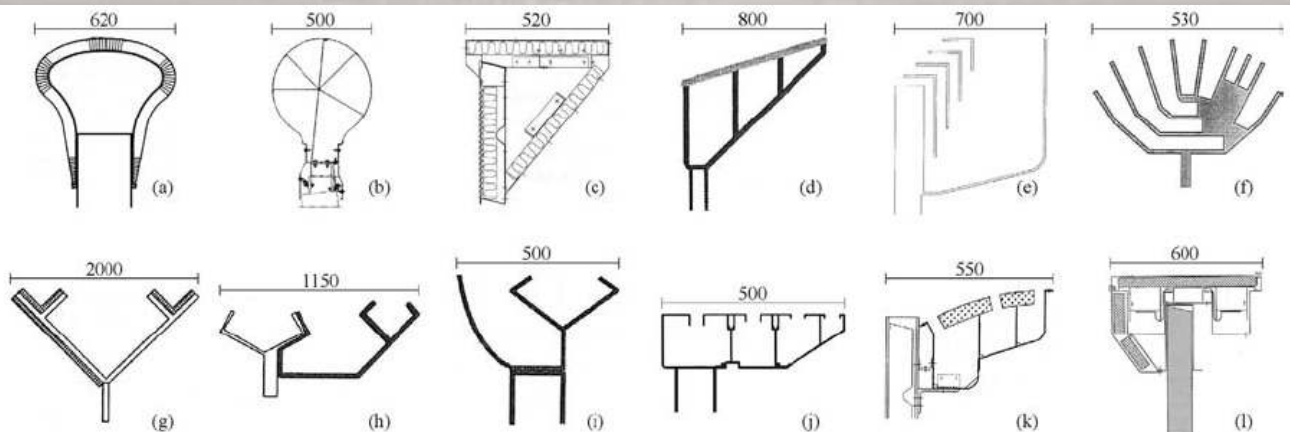
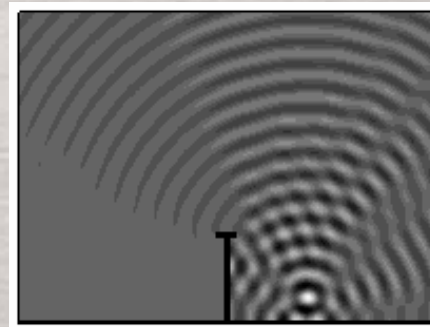
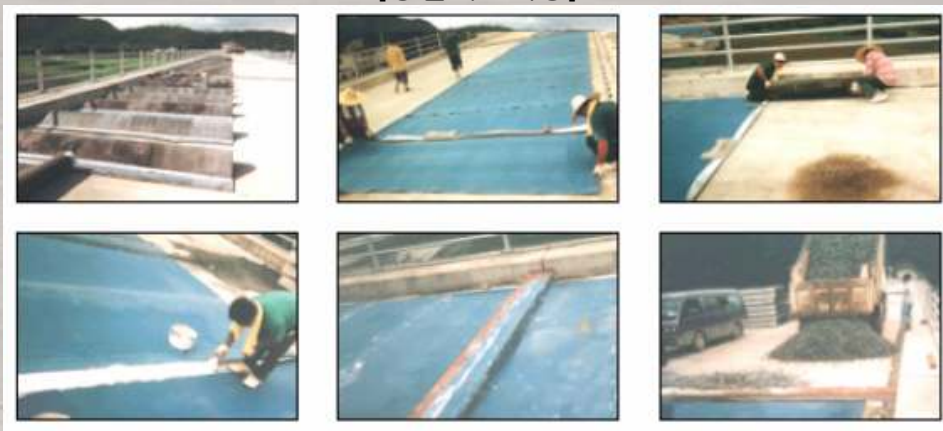



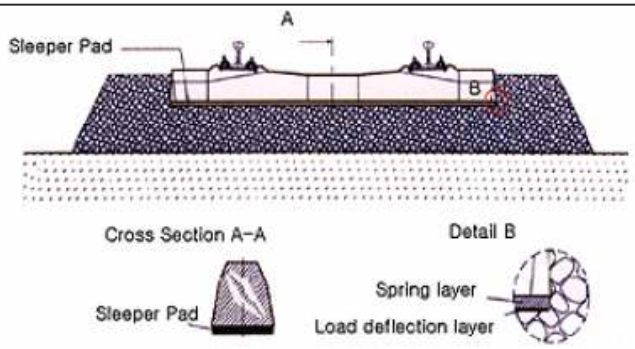
Figure 1: Examples of edge-modified barriers marketed in Japan [1]. Cross-sectional views with approximate dimensions in mm. (a-d) Absorption type, (e-i) interference type, (j-k) resonance type, and (l) ANC type.

(5) 소음 · 진동 영향예측 및 저감대책

[방진매트시공]



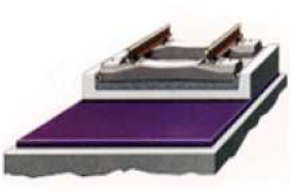
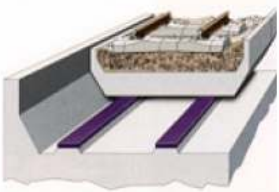
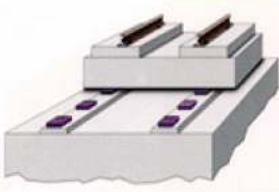
[방진침목패드]

설치사진	방진침목패드가 설치된 궤도의 단면도
	

[방진체결구 예시도]



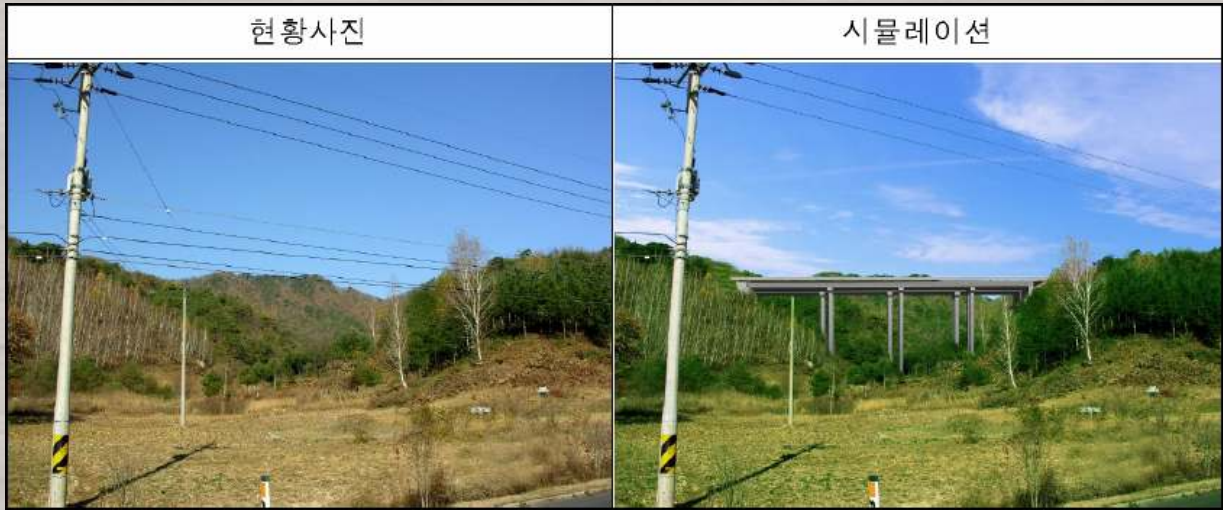
[방진슬라브궤도 종류]

Full Surface Supports	Liner Supports	Discrete Supports
		

(6) 경관 영향예측 및 저감대책

- ① 절·성토사면, 교량, 터널 입·출구 등으로 인한 경관변화 예측
- ② 방음벽 등을 포함한 경관계획 수립

[경관 시뮬레이션(교량)]



[터널 입·출구부 저감방안]



(7) 일조장해 영향예측 : 교량

구분	방음벽 전개도	설치전 전경	설치후 전경(주행중)	설치후 전경(주변경관 조화)
1안	 칼라이언도감판			
2안	 경량콘트리트			
3안	 투명형+튜브형			
4안	 튜브형			

■ 태양의 고도(수평면상을 기준)

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos t$$

■ 태양 방위각

$$\sin A = \frac{\cos \delta \cdot \cos t}{\cos h}$$

■ 음영길이

$$QB = \frac{PQ}{\tan h}$$

h = 태양의 고도

δ = 태양의 적위

(동지날 기준 -23°45')

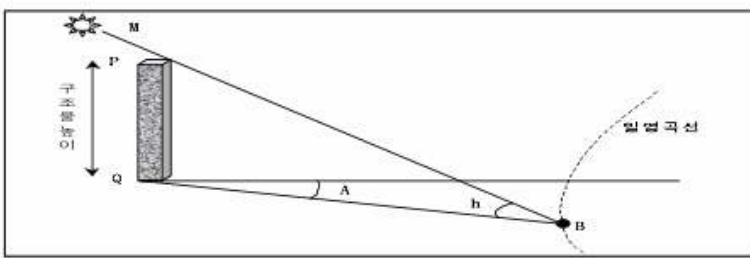
φ = 관측점의 위도(°)

t = 진태양시

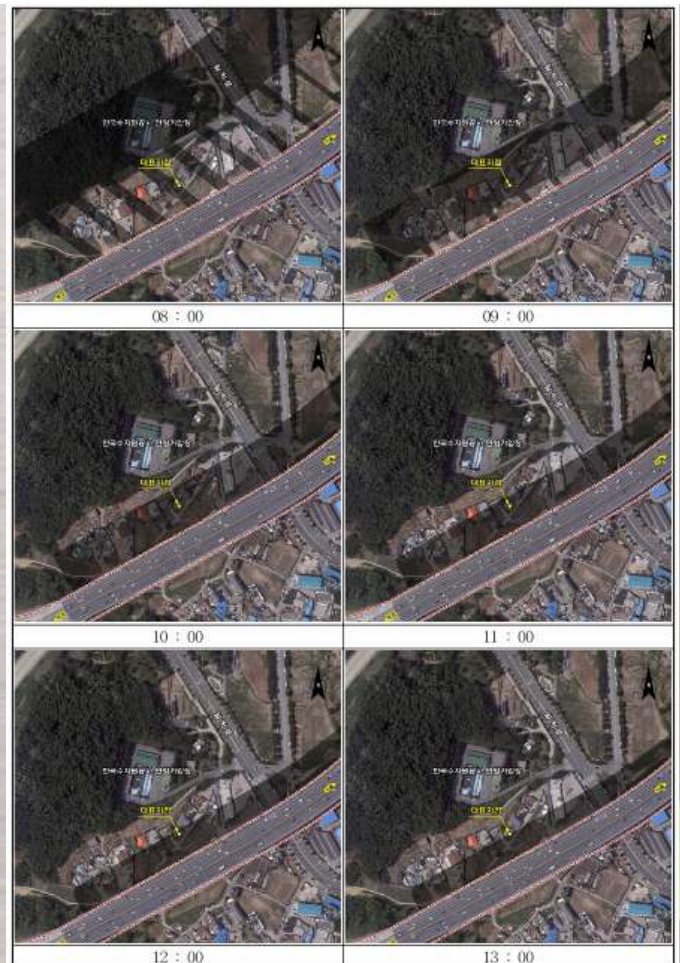
(12시 기준 1시간당 15°의 비율)

QB = 그림자 길이

PQ = 건물높이



[태양 위치에 따른 입영곡선도]



(8) 전파장해 영향예측 및 저감방안

- ① 송전선 또는 변전소의 전력설비에서 발생
- ② TV 및 라디오 수신장해, 전자파 영향, 코로나 소음 등

[고압선로 전자계 실측치]

고압선로	구 분	이 적 기 리				국가권고기준	
		0m	15(20)m	30m	60m	전기장	자기장
115kV	전기(kV/m)	1	0.5	0.07	0.01	2kV/m	30mG
	자기(mG)		6.5	1.7	0.4		
230kV	전기(kV/m)	2	1.5	0.3	0.05		
	자기(mG)	57.5	19.5	7.1	1.8		
500kV	전기(kV/m)	7	3.0	1.0	0.3		
	자기(mG)	86.7	29.4	12.6	3.2		

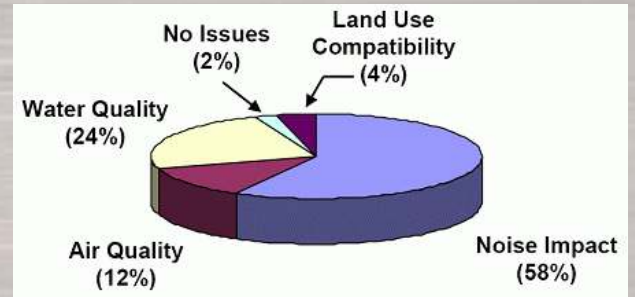
- 지중화를 통한 송전선로 설치계획
 - 사업지구내 동측에 정격전압 154kV의 송전선로가 지상으로 통과
 - 사업지구 조성 이후에 전파장해의 영향을 최소화하기 위해 사업지구를 통과하는 송전선로는 지중으로 통과하도록 설계



2. 공항건설사업의 검토사항

(1) 공항 건설사업의 주요 검토사항

- ① 지형·지질 : 항공기 안전운항을 위한 주변의 장애구릉지역 절토 등
- ② 동·식물상 : 항공기 운항으로 인한 조류와의 충돌 가능성 예상 등
- ③ 토지이용 : 이주단지 및 대체농지 조성 등
- ④ 대기질 : 항공기 운항으로 인한 주변의 대기질 영향 등
- ⑤ 수질 및 해양환경 : 공항의 운영에 따른 용수 및 오수 계획 수립 등
- ⑥ 폐기물 : 건설 및 운영에 따른 폐기물 처리계획 수립 등
- ⑦ 전파장해 : 공항의 운영으로 인한 전파장해 영향조사 등
- ⑧ 교통 : 공항의 운영을 위한 주변의 교통체계의 수립 등



[공항의 환경문제]

항공기소음 평가단위 WECPNL (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)

- ICAO (International Civil Aviation Organization)가 1971년 'Annex 16 Aircraft Noise'에서 공포
- 다수의 항공기에 의해 장기간 연속 폭로되는 소음 평가 척도로 제안
- ECPNL에 소음발생 시각 및 계절에 의한 보정
- 일본과 우리나라에서는 ICAO에서 제안한 식을 단순화하여 사용

$$N_1 : 07:00 \sim 19:00, N_2 : 19:00 \sim 22:00, N_3 : 22:00 \sim 07:00$$

$$ICAO : WECPNL = \overline{EPNL} + 10 \log(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 39.4$$

$$국 내 : WECPNL = \overline{dB(A)} + 10 \log(N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)) - 27$$

$$N_1 : 00:00 \sim 07:00, N_2 : 07:00 \sim 19:00, N_3 : 19:00 \sim 22:00, N_4 : 22:00 \sim 24:00$$

\overline{EPNL} : 1일중 각 항공기의 EPNL 피크레벨의 파워 평균치

$\overline{dB(A)}$: 1일중 각 항공기의 당일 평균 최고 소음레벨

(2) 공항 운영으로 인한 항공기 소음예측

항공기소음의 법적기준

소음·진동규제법 시행령 제10조	항공법 시행규칙 제274조		소음레벨 기준 (WECPNL)	용도제한지역
지역구분	지역구분	구역구분		
공항 주변 인근지역	소음피해 지역	제1종	95 이상	- 완충녹지지역(이·착륙 안전지대) - 공항운영에 관련된 시설만 설치 가능
		제2종	90 ~ 95	- 전용공업지역 - 일반공업지역 - 자연녹지지역 - 항공기소음과 무관한 시설만 설치 가능
기타 지역	소음피해 예상지역	제3종 '가'지구	85 ~ 90	- 준공업지역
		제3종 '나'지구	80 ~ 85	- 상업지역
		제3종 '다'지구	75 ~ 80	- 시설물 방음시설 의무화 지역

항공기소음 예측모델 : segmentation-based model

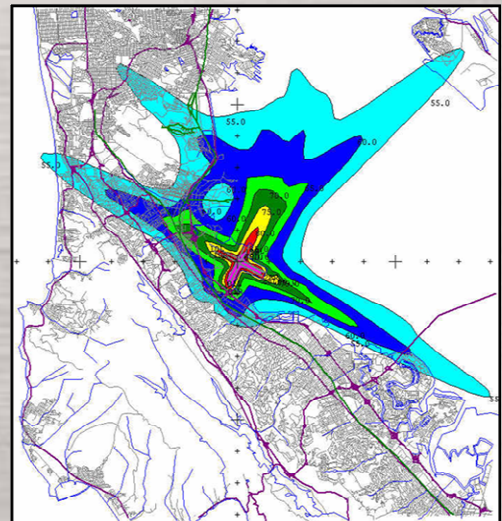
- ① 평균적인 입력값을 기반으로 하여 항공기소음이 장기간 영향을 미치는 정도를 예측
- ② Integrated Noise Model(INM) by FAA

Airport Data

- Airport location
- Runway information
- Climate condition

Operational Data

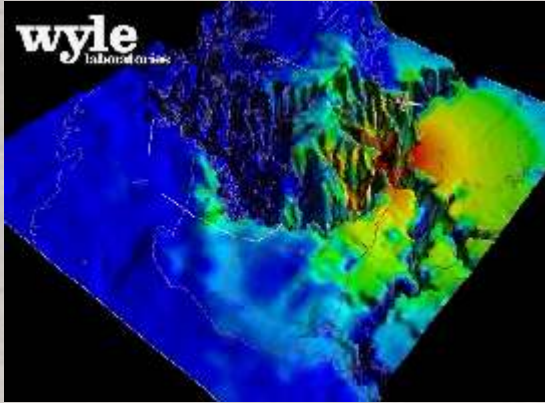
- Aircraft data
- Operation type
- Aerodynamic input
- Flight profile



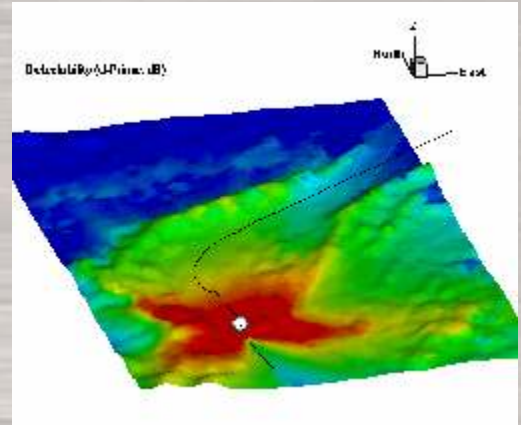
08차시 개발사업에 따른 환경영향평가 : 도로·철도·공항(2)

항공기소음 예측모델 : simulation-based model

- ① 실시간으로 항공기소음의 분포변화를 살펴보고자 할 때 유용
- ② Noise Model SIMulation(NMSIM) by Wyle



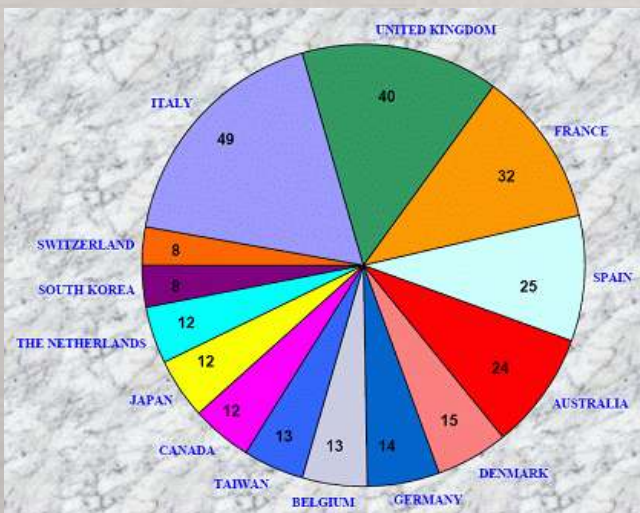
[고정익 항공기의 실시간 소음분포]



[회전익 항공기의 실시간 소음분포]

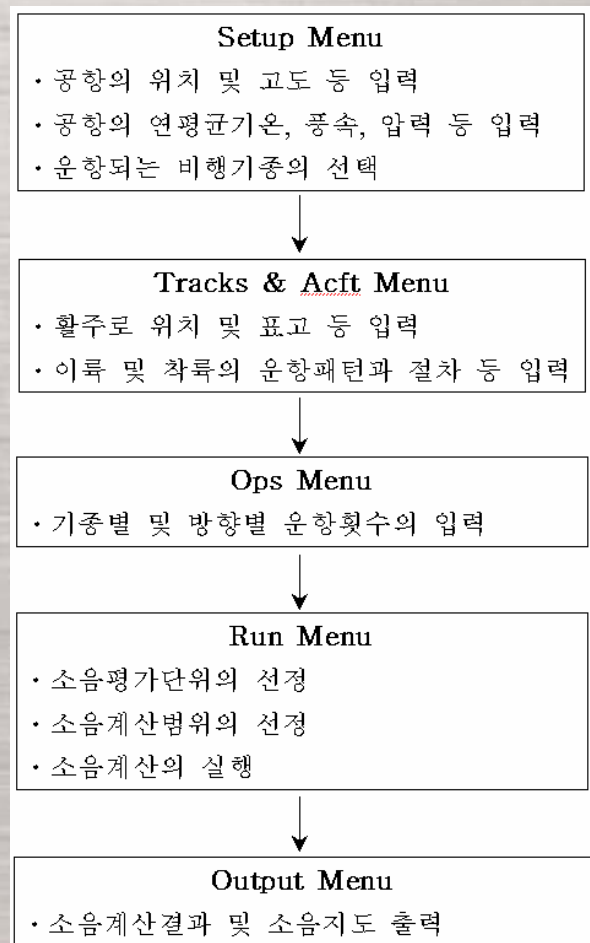
▪ INM의 적용

- 공항 주변의 도시 및 단지개발을 위한 환경영향평가시에 항공기소음의 영향을 예측
- 공항 활주로로의 신설 및 확장에 따른 소음영향평가나 노선 및 공역의 변화, 비행항로의 검토, 운항절차 등에 대한 평가를 수행

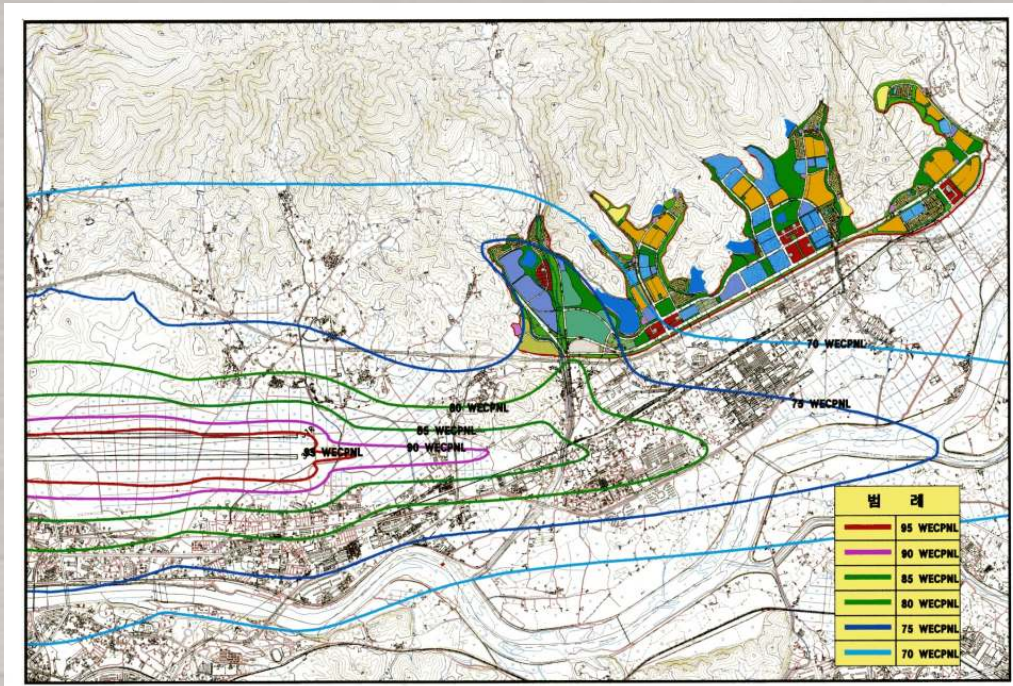


[INM을 사용하는 국가별 분포]

[INM의 주요한 계산과정]



08차시 개발사업에 따른 환경영향평가 : 도로·철도·공항(2)



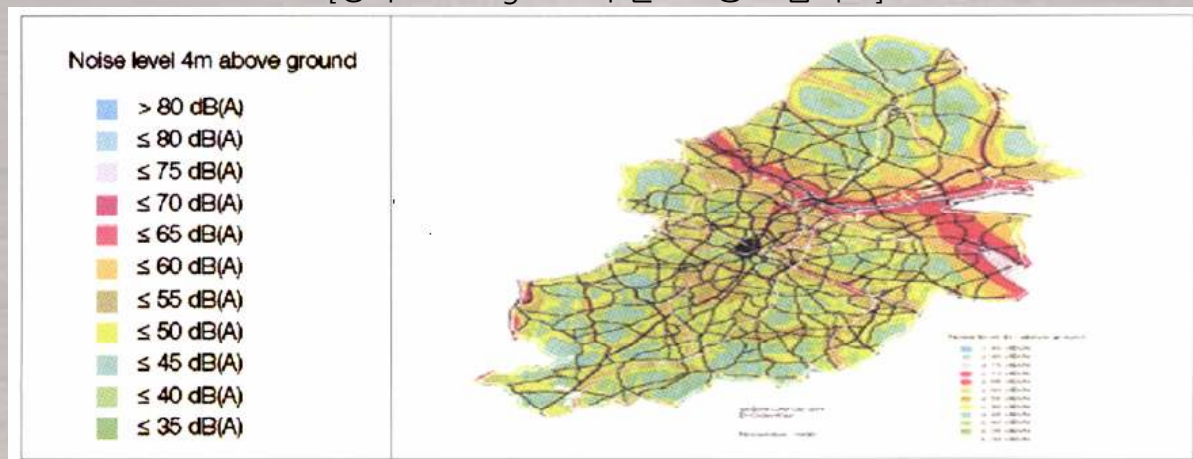
복합소음의 검토 : 소음지도의 활용

- ① 소음지도는 이론적으로 증명된 예측식이나 실험상의 결과로 얻은 경험식을 바탕으로 시간적인 변화에 따른 소음의 수치와 분포를 계산하여 제시하는 지도임
- ② 소음분포의 시각적 제시로 인한 지역적인 분석을 통하여 광역적인 영향평가 가능
- ③ 대상지역의 모든 소음원에 대한 영향을 고려하여 총괄적이고 체계적인 대안의 수립이 가능
- ④ 지리정보시스템(GIS)과의 연계를 통하여 소음노출인구의 파악 및 소음저감대책이나 개발계획의 타당성 파악이 가능

영국

- ① 도시 전체의 도로, 철도, 항공기 소음에 대한 복합적인 소음지도를 작성
- ② 소음등고선에 의한 총면적, 건물 및 인구수 등의 정보를 바탕으로 소음정책에 활용

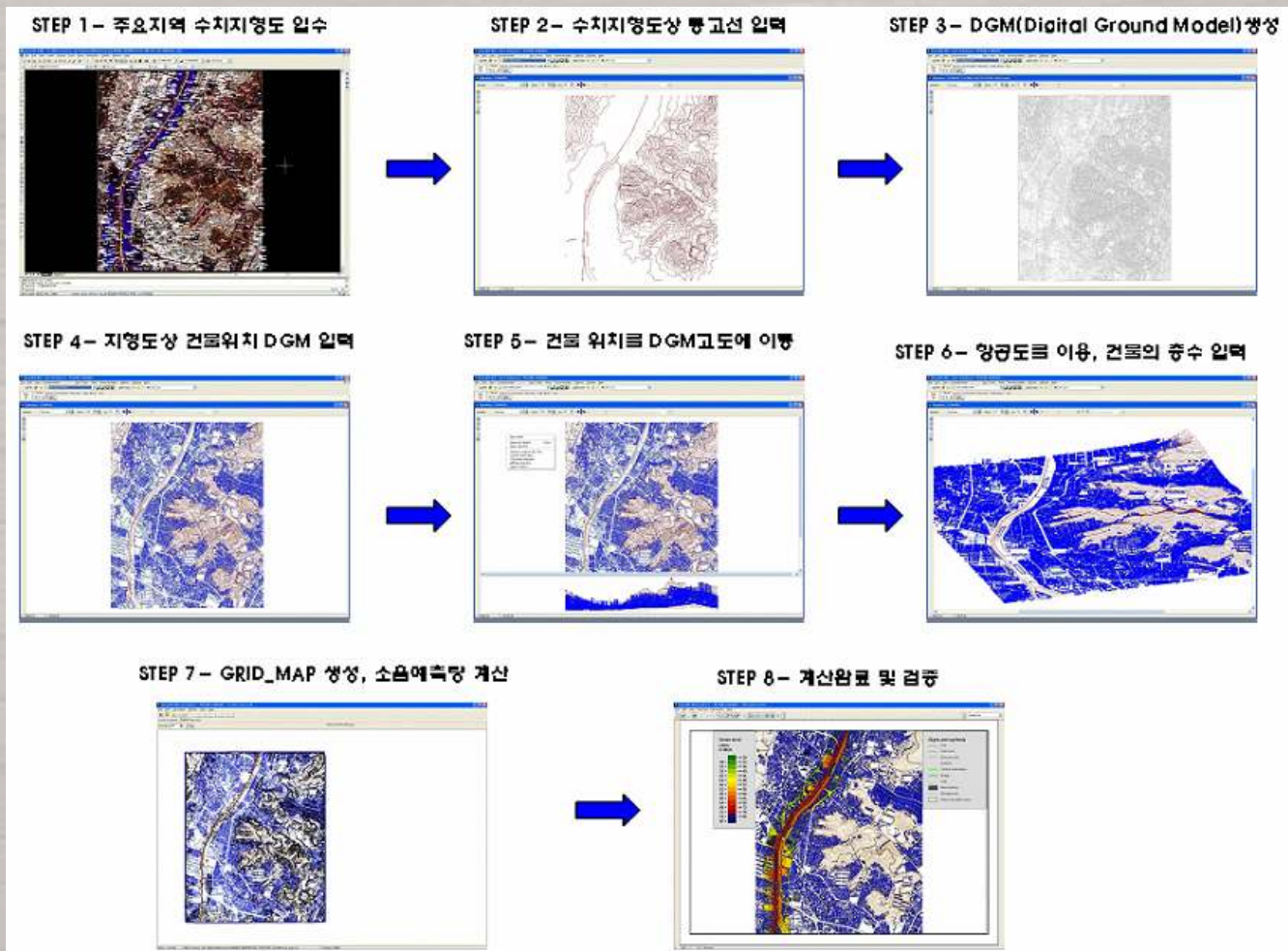
[영국 Birmingham시 철도교통 소음지도]



08차시 개발사업에 따른 환경영향평가 : 도로·철도·공항(2)

국내

- ① 도시지역의 교통시설(도로, 철도, 공항)에 의한 교통소음의 영향을 예측하고 저감대책을 수립하기 위한 목적으로 소음지도 작성에 관한 연구가 활발
- ② 전략환경평가, 사전환경성검토, 환경영향평가 등과 같은 향후의 개발지역에 대한 입지 및 계획의 타당성을 검증하기 위한 소음지도의 활용 가능성 증대



[국내 소음지도의 제작과정 및 적용사례]