

제4장 유지관리 전략

4.1 개 요

4.2 유지관리 전략 제안

4.3 시설물의 유지관리

제4장 유지관리 전략

4.1 개 요

현재 시설물의 예산 배정 방식은 대부분 시설물 손상 및 결함만으로 결정되며, 관리주체의 주관적 요소가 지배적 결정 요인으로 작용되는 경우가 많다. 또한, 시설물 관리부서의 보수보강예산은 한정되어 있기 때문에 모든 결함을 적기에 보수하기에는 충분치 못한 실정이다. 이와 같이 유지관리 전략 제안에 포함된 모든 조치를 시행하기가 현실적으로 어려울 경우 가용 자원 규모 내에서 가장 효과적인 유지관리 방안을 우선적으로 선정해야한다.

유지관리 전략 제안 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능평가지표인 상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능, 사용성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

4.1.1 유지관리 전략 제안 시 고려사항

일반적인 유지관리 단계의 우선순위 산정 시에는 유지보수 시 발생하는 편익을 개별로 추정하기가 어렵기 때문에 신설 투자 시 적용하는 서비스수준(LOS : Level of Service), 위험도(Risk), 생애주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 방법 등을 적용하기는 쉽지 않다.

이는 시설물 관리주체가 유지보수 대상을 선정할 경우 수십~수백개 이상의 시설물을 대상으로 계획을 수립하기 때문에 각 시설물 및 공법별로 정량화하여 분석하는데 많은 시간과 비용이 발생되기 때문이다.

시설물의 보수·보강 공법, 단가 등의 자료를 통해 보수·보강 물량을 산출하고 부재 및 성능간 가중치를 적용하여 유지관리 전략을 제안한다.

4.1.2 유지관리 전략 활용

유지관리 전략 산정결과는 안전성능, 내구성능, 사용성능 등을 고려한 종합적인 평가를 통해 보수·보강 유형별 중요도를 파악하고 다양한 요소를 반영하여 보다 명확하고 객관적 자료 제공할 수 있다.

4.2 유지관리 전략 제안

4.2.1 성능목표 등급 선정

대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 설정한다.

성능목표 등급 : B

【표 4.1】 종합성능평가에서의 결함도 범위

기준	A	B	C	D	E
평가지수 범위	$0 \leq E < 0.15$	$0.15 \leq E < 0.30$	$0.30 \leq E < 0.55$	$0.55 \leq E < 0.75$	$0.75 \leq E$

4.2.2 성능목표 등급 조정

시설물의 중요도나 향후 전면적인 개보수, 개축 등에 따라 관리자가 성능목표 등급을 조정할 수 있다.

- 관리주체는 기존 성능목표 조건외에 위험도 및 취약도를 고려하여 성능목표 등급을 상향조정 할 수 있다.
- 상위계획에 근거하여 전면개보수, 개축, 폐쇄 등이 확정되어 있는 경우에는 성능목표 등급을 하향 조정할 수 있다.

4.2.3 유지관리 전략 제안 절차

유지관리 전략은 총 5단계로 구성되며, 조치별 비용대비 성능향상 기준으로 대상을 선정하는 방법을 선정한다.

【표 4.2】 유지관리 전략제안을 위한 우선순위 절차

구 분	분 석 내 용
<단계 I> 대상 선정 단계	○ 관리주체의 목표 및 방향에 기반하여 성능평가 대상을 도출
<단계 II> 자료 수집 단계	○ 시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집
<단계 III> 시설물 평가 단계	○ 성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가 ○ 우선순위 선정을 위한 지표도출
<단계 IV> 순위 선정 단계	○ 평가결과를 활용하여 비용효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
<단계 V> 예산제약 고려 단계	○ 우선순위 선정 후 예산제약을 감안한 조치 선택

가. 대상 선정

관리주체의 목표 및 방향에 기반을 두어 성능평가 대상을 도출한다. 시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집한다.

나. 자료 수집

시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집한다.

다. 시설물 평가

성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가를 수행한다. 우선순위 선정을 위한 지표를 도출한다. 각 보수조치별로 비용을 산출한 후 안전성능, 내구성능, 사용성능에 대한 영향도(가중치)를 반영하여 효과지수(Efficiency Index)를 결정한다. 기본적으로 관리주체는 각 조치별로 평가지표를 분석할 수 있는 정보(영향도, 가중치 등)와 개략적인 비용을 산출하여야 한다.

- 부재별 손상별 보수물량 산출
- 표준 단가(건설공사 표준품셈, 건설공사 일위대가 등)를 통해 부재별 비용 산출
- 각 성능항목별 부재별 가중치와 성능간 가중치를 통해 효과지수 산정

요소별 가중치는 안전성능, 내구성능, 사용성능의 성능평가인자에 근거하여 설정하나, 해당 조치가 성능평가인자에 미치는 영향에 따라 관리자가 조정할 수 있다.

라. 우선순위 수준 선정

우선순위 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음 각 호 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준 이상으로 개선
- 개축

4.2.4 우선 순위 지수 산정(절토사면)**가. 성능항목별 가중치**

유지관리 전략 제안의 우선순위 지수를 산정하기 위하여 부재별 중요도를 반영하여 성능간 가중치를 산정하였다.

【표 4.3】 안전성능 가중치

구 분	토사사면	암반사면	혼합사면
집수지형	12	6	7
불안정지질	-	15	14
불연속면특성	-	24	8
지반변형	24	9	11
지하수	18	8	12
배수조건	10	11	10
붕괴이력	22	10	11
낙석	-	17	12
사면상부상태	14	-	15

【표 4.4】 내구성능 가중치

구 분	토사사면	암반사면	혼합사면
지반상태	40	25	29
표면보호공	25	10	15
사면보강공	35	25	24
절리상태 및 풍화진행도	-	40	32

【표 4.5】 성능간 가중치

구 분	성능별 가중치	
	안전성능(P1)	내구성능(P2)
절토사면	80	20

나. 공법별 가중치

안전성능, 내구성능 지표항목 가중치에 보수·보강 공법별 영향도를 고려하여 가중치를 산정한다. 유지관리 특성상 적용 대상에 따라 공법별 가중치를 적용한다.

영향도는 해당 시설물의 보수·보강 공법이 지표항목에 미치는 영향을 의미하여, 해당 범위 내에서 적용이 가능하다. 해당공법이 지표항목이 지표항목과 직접적으로 영향을 미치는 경우 기본적으로 100%를 적용하며, 간접적으로 판단되는 경우 책임기술자의 종합적 판단에 관리주체와 협의하여 하향 조정할 수 있다. 단, 이와 같은 경우에는 전문가의 소견을 종합한 책임기술자의 리 전략 제안의 우선순위 지수를 산정하기 위하여 부재별 중요도를 반영하여 성능간 가중치를 산정하였다.

【표 4.6】 공법별 가중치 산정

구 분	지표항목	가중치			영향도 (상:100%, 하 : 50%)
		토사사면	암반사면	혼합사면	
안전성능 (E1)	집수지형	12	6	7	50~100
	불안정지질	-	15	14	50~100
	불연속면특성	-	24	8	50~100
	지반변형	24	9	11	50~100
	지하수	18	8	12	50~100
	배수조건	10	11	10	50~100
	붕괴이력	22	10	11	50~100
	낙석	-	17	12	50~100
	사면상부상태	14	-	15	50~100
내구성능 (E2)	지반상태	40	25	29	50~100
	표면보호공	25	10	15	50~100
	사면보호공	35	25	24	50~100
	절리상태 및 풍화진행도 관련	-	40	32	50~100

4.2.5 우선 순위 지수 산정(옹벽)

가. 성능항목별 가중치

유지관리 전략 제안의 우선순위 지수를 산정하기 위하여 부재별 중요도를 반영하여 성능 간 가중치를 산정하였다.

【표 4.7】 안전성능 가중치

구 분	보강토 옹벽
침 하	6.3
활 동	16.7
배수공상태	-
계획선형오차 (전도/경사)	6.3
전면부 진행성 배부름	20.8
파손, 손상 및 균열	12.5
표면열화	-
유실	12.5
이격	8.3
백태	-
철근노출	-
채움콘크리트 상태	-
결속철망상태	-
세 굴	16.7

【표 4.8】 내구성능 가중치

구 분	가중치
콘크리트, 전면판	60.0
철근, 강재보강재	40.0

【표 4.9】 성능간 가중치

구 분		성능별 가중치	
		안전성능(P1)	내구성능(P2)
옹벽	콘크리트	80	20
	특수공법(철근포함)	70	30

나. 공법별 가중치

안전성능, 내구성능 지표항목 가중치에 보수·보강 공법별 영향도를 고려하여 가중치를 산정한다. 유지관리 특성상 적용 대상에 따라 공법별 가중치를 적용한다.

영향도는 해당 시설물의 보수·보강 공법이 지표항목에 미치는 영향을 의미하여, 해당 범위 내에서 적용이 가능하다. 해당공법이 지표항목이 지표항목과 직접적으로 영향을 미치는 경우 기본적으로 100%를 적용하며, 간접적으로 판단되는 경우 책임기술자의 종합적 판단에 관리주체와 협의하여 하향 조정할 수 있다. 단, 이와 같은 경우에는 전문가의 소견을 종합한 책임기술자의 리 전략 제안의 우선순위 지수를 산정하기 위하여 부재별 중요도를 반영하여 성능간 가중치를 산정하였다.

【표 4.10】 공법별 가중치 산정

구 분	지표항목	가중치	영향도 (상:100%, 하 : 50%)
		용벽	
안전성능 (E1)	침 하	6.3	50~100
	활 동	16.7	50~100
	배수공상태	-	50~100
	계획선형오차 (전도/경사)	6.3	50~100
	전면부 진행성 배부름	20.8	50~100
	파손, 손상 및 균열	12.5	50~100
	표면열화	-	50~100
	유실	12.5	50~100
	이격	8.3	50~100
	백태	-	50~100
	철근노출	-	50~100
	채움콘크리트 상태	-	50~100
	결속철망상태	-	50~100
	세 굴	16.7	50~100
내구성능 (E2)	콘크리트, 전면판(블럭)	60.0	50~100
	철근, 강재보강재	40.0	50~100

4.2.6 우선순위 선정

성능평가 가중치 및 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 비용대비 효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정한다. 관리자의 판단에 따라 우선순위지수 (PI : Priority Index)는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정할 경우 소견을 작성하여 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 수록하여야 한다.

부재별 손상내역 및 공사비에 가중치를 적용하여 우선순위지수를 산정한다.

$$\text{우선순위지수} = \frac{\sum_{n=1}^3 (P_n \times E_n)}{\text{비용}}$$

여기서, P1 : 성능간 가중치(안전성능) P2 : 성능간 가중치(내구성능)

P3 : 성능간 가중치(사용성능)

E1 : 부재 가중치(안전성능)

E2 : 부재 가중치(내구성능)

E3 : 부재 가중치(사용성능)

※ 부재가중치 = 공법별 가중치 × 영향도

4.3 시설물의 유지관리

4.3.1 개요

관리주체는 시설물의 기능 및 성능의 보존·관리를 위해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하고, 시설물의 규모 및 특성, 사용 환경 생애주기 등을 고려하여 체계적인 유지관리를 하여야 한다. 관리주체는 시설물의 안전점검등, 성능평가, 보수·보강 등에 대한 비용을 다음에 따라 유지관리 예산에 반영하여 적절한 시기에 유지관리가 시행되도록 하여야 한다.

- 안전점검 등 및 성능평가 : 「법」제37조 및 제44조에 따른 안전점검등 및 성능평가 비용의 산정기준
- 보수·보강 등 : 결함 및 손상종류와 정도에 따른 관련 각종 기준(표준시방서, 콘크리트 보수보강요령, 공동주택하자판정기준 등) 및 표준 품셈 등

관리주체는 소관 시설물의 유지관리를 전산기법을 이용한 시설물통합정보관리체계에 의하여 과학적으로 시행하도록 노력하여야 하며, 이에 따라 유지관리 예산 및 보수·보강 시기 등을 결정할 수 있도록 하여야 한다.

4.3.2 성능목표 설정 및 관리

관리주체는 성능평가 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 설정하여 유지관리를 하여야 한다.

관리주체는 시설물의 성능목표를 설정하기 위해 성능평가 실시결과와 함께 시설물의 사용 환경 등을 검토하여 성능목표에 대한 등급을 지정하여야 하며, 시설물의 용도의 변경이나 전면적인 성능 변경이 예정(개축, 교체, 철거 등)된 경우 필요시 시설물의 성능목표에 대한 등급을 조정할 수 있다.

기존 성능목표 등급을 조정하여 변경할 경우에는 중기관리계획 및 유지관리 결과보고서에 변경된 성능목표 등급을 반영하여야 하며 그에 대한 사유도 포함하여야 한다.

관리주체는 시설물의 성능목표를 달성할 수 있도록 성능평가 실시결과에 따른 유지관리(보수·보강 등) 전략을 반영하여 효율적이고 경제적인 유지관리가 시행될 수 있도록 노력하여야 한다.

【표 4.11】 성능목표 설정 시 고려되어야 할 사항

구 분		고 려 사 항
교량	도로교량	일교통량, 중차량통행량, 차단 시 우회거리
	철도교량	일통과량, 평균속도
터널	도로터널	일교통량, 차단 시 우회거리
	철도터널	일통과량, 평균속도
옹벽		-
절토사면		-
댐		연평균 저수용량
하구둑		-
수문		-
제방		-
공항		연간 이용객 수 및 항공기 운항 편수
항만		연간 화물량(백만 톤 GT), 하역능력(천 톤), 접안능력
상수도		가동률

4.3.3 보수·보강의 실시 등

관리주체는 시설물의 성능 및 기능 등을 지속적으로 유지하고 공중의 안전 확보와 시설물을 사용 가능한 연수가 연장될 수 있도록 발견된 결함에 대해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하여야 한다.

관리주체는 안전점검등 및 성능평가 실시결과에 따라 발생한 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용 환경 등을 면밀히 검토하여 필요한 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정하여야 하며, 성능평가 대상시설물의 경우에는 성능목표를 고려하여 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정한다.

4.3.4 유지관리 이력 관리 등

관리주체는 시설물의 체계적인 유지관리를 위해 「지침」제6조에 따른 관련서류와 함께 시설물의 생애주기 동안 실시되는 유지관리 관련된 자료도 보존하고 관리하여야 한다. 유지관리와 관련된 자료는 다음과 같다.

- 안전점검 및 정밀안전진단 결과보고서
- 유지관리 및 성능평가 결과보고서
- 시설물의 유지관리를 위해 계측 및 측정된 자료 및 보고서
- 그 밖에 유지관리상 특기한 사항에 관한 보고서 등

4.3.5 유지관리 결과보고서 작성 및 제출

관리주체는 「영」제29조에 따른 시설물의 주요 부위 등과 시설물의 성능 및 기능을 저하시킬 수 있는 부재(붕괴유발부재, 피로취약부위 등)에 대한 보수·보강 등의 유지관리를 실시한 경우 유지관리 결과보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

유지관리 결과보고서는 시설물의 보수·보강 및 사용제한 실적 중심으로 내용을 작성하여야 하며, 이를 증빙할 수 있는 사진첩 또는 설계도서 등 관련서류를 포함하여야 한다. 유지관리 결과보고서는 유지관리를 완료한 날로부터 30일 이내에 시설물통합정보관리체계를 이용하여 제출하여야 한다.