



제7장

보수 · 보강 및 유지관리전략

7.1 개요

7.2 유지관리 전략 제안 시 고려사항

7.3 유지관리 전략 활용 방안

7.4 유지관리 전략 제안 절차

7.5 성능목표 등급

제7장 보수·보강 및 유지관리 전략

7.1. 개요

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 제안의 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.

7.2. 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 대상으로 계획을 수립하기 때문에 각 시설물 및 공법별로 정량화하여 분석하는데 많은 시간과 비용이 발생되기 때문이다. 시설물의 보수·보강 물량을 산출하고 부재 및 성능간 가중치를 적용하여 유지관리 전략을 제안한다.

7.3. 유지관리 전략 활용 방안

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

7.4. 유지관리 전략 제안 절차

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

【표 7.1】 유지관리 전략제안을 위한 우선순위 절차

구 분	분석 내용
〈단계 1〉 대상선정 단계	· 관리주체의 목표 및 방향에 기반하여 성능평가 대상을 도출
〈단계 2〉 자료수집 단계	· 시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집
〈단계 3〉 시설물 평가단계	· 성능목표 및 영향도에 따라 후보 조치별 평가 우선순위 선정을 위한 지표도출
〈단계 4〉 순위선정단계	· 평가결과를 활용하여 비용효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
〈단계 5〉 예산제약고려단계	· 우선순위 선정 후 예산제약을 감안한 조치 선택

7.4.1 대상선정

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

7.4.2 자료수집

시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집한다.

7.4.3 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.

7.4.4 우선순위 수준 선정

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

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

7.4.5 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. 각 시설물에 따른 성능간 가중치 및 부재 가중치는 [부록]을 참조하여 선정한다.

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

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

【표 7.2】 우선순위지수 산정방법 예시

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	요소별 가중치			성능별(ED)			합계 (ED)	우선순위 치수 (PI) EI/ Cost	순위
					안전 성능 (E_1)	내구 성능 (E_2)	사용 성능 (E_3)	안전 성능 $E_1 \times P$	내구 성능 $E_2 \times P$	사용 성능 $E_3 \times P$			
조치1	100	150	10	1,500	20%	40%	50%	0.136	0.084	0.055	0.275	0.000183	1
조치2	10	15	20	300	%	60%	-	0.204	0.126	-	0.33	0.0011	2
조치3	50	75	30	2,250	%	-	30%	0.136	-	0.033	0.169	0.000075	3
조치4	60	90	40	3,600	%	-	20%	0.136	-	0.022	0.158	0.000044	4
조치5	70	105	20	2,100	%	-	-	0.068	-	-	0.068	0.000032	5
종합평가 가중치 : $P_1=68\%$, $P_2=21\%$, $P_3=11\%$													

<해설>

각 조치별로 안전성능, 내구성능, 사용성능 중 어떠한 조치를 높일 수 있는지 여부를 책임기술자가 판단함

예를 들어, 조치1은 안전, 내구, 사용성능을 다 높일 수 있는 공법으로 책임기술자가 판단하였으며, 시설물별 제시된 가중치에 영향도를 고려하여, E_1, E_2, E_3 를 산정

7.4.6 유지관리 전략 제안

우선순위지수를 통해 산정된 보수·보강 우선순위를 통해 유지관리 전략을 제안한다.

*안전성능, 내구성능, 사용성능에 심각한 영향을 미치는 중대한 결함의 경우는 본 우선 순위 기준과 상관 없이 즉각적으로 보수·보강하는 것으로 한다.

7.5. 성능목표 등급

7.5.1 성능목표 등급 선정

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

성능목표 등급 : B등급 (결함도 범위 $0.15 \leq X < 0.3$)

【표 7.3】 종합성능평가에서의 결함도 범위

기 준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.3$	$0.3 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$

7.5.2 성능목표 등급 조정

용벽의 중요도 나 향후 전면적인 개보수, 개축 등에 따라 관리자가 성능목표 등급을 조정할 수 있다.

- 관리주체는 기존 성능목표 조건 외에 위험도 및 취약도를 고려하여 성능목표등급을 상향 조정할 수 있다.

*지진, 기후변화 관련 영향인자(홍수 또는 염화축진환경 등)가 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우 이를 정성적으로 평가)

- 상위계획에 근거하여 전면개보수, 개축, 폐쇄 등이 확정되어 있는 경우에는 성능목표 등급을 하향 조정할 수 있다.

*시설물 개보수, 개축, 폐쇄 등이 차기 성능평가 주기(5년)내에 시행되는 경우에만 해당

7.5.3 성능항목별 가중치

유지관리 전략 제안의 우선순위 지수를 산정하기 위하여 부재별 중요도를 반영하여 성능간 가중치를 산정하면 다음과 같다.

【표 7.4】 안전성능 가중치

안전성	콘크리트 웅벽	보강토 웅벽	석축	돌망태웅벽
침 하	12.5	6.3	5.9	7.1
활 동	15.6	16.7	10.3	14.3
배수공상태	17.2	-	10.3	-
계획성형오차(전도/경사)	7.8	6.3	5.9	-
전면부 진행성 배부름	-	20.8	17.6	21.4
파손, 손상 및 균열	18.7	12.5	11.8	16.7 ¹⁾
표면열화	4.8	-	-	-
유실	-	12.5	10.3	14.3 ²⁾
이격	-	8.3	5.9	-
백태	3.1	-	-	-
철근노출	4.7	-	-	-
채움콘크리트 상태	-	-	10.3	-
결속철망상태	-	-	-	11.9
세굴	15.6	16.7	11.8	14.3

주1) 돌망태 웅벽의 경우, 와이어매쉬 파손 및 손상에 대하여 적용한다.

주2) 돌망태 웅벽의 경우, 채움재 유실에 대하여 적용한다.

【표 7.5】 내구성능 가중치

내구성	콘크리트, 전면판(블럭)	장재(보강토 웅벽)
가중치	60.0	40.0

【표 7.6】 성능간 가중치

구분		성능별 가중치	
		안전성능(P_1)	내구성능(P_2)
콘크리트 웅벽		70	30
보강토웅벽	일반블록 및 패널	80	20
	특수공법(철근포함)	70	30
석축		70	30
돌망태웅벽		100	0

7.5.4 공법별 가중치

안전성능, 내구성능, 사용성능 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 의미하며, 해당 범위 내에서 적용이 가능하다. 해당 공법이 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 판단 근거를 제시하여야 한다.

【표 7.7】 공법별 가중치 산정

구분	지표항목	가중치				영향도 (상:100%, 하: 50%)
		콘크리트 용벽	보강토 용벽	석축	돌망태 용벽	
안전성능 (E_1)	침 하	12.5	6.3	5.9	7.1	50~100
	활 동	15.6	16.7	10.3	14.3	50~100
	배수공상태	17.2	-	10.3	-	50~100
	계획선형오차 (전도/경사)	7.8	6.3	5.9	-	50~100
	전면부 진행성 배부름	-	20.8	17.6	21.4	50~100
	파손, 손상 및 균열	18.7	12.5	11.8	16.7	50~100
	표면열화	4.8	-	-	-	50~100
	유실	-	12.5	10.3	14.3	50~100
	이격	-	8.3	5.9	-	50~100
	백태	3.1	-	-	-	50~100
	철근노출	4.7	-	-	-	50~100
	채움콘크리트 상태	-	-	10.3	-	50~100
	결속철망상태	-	-	-	11.9	50~100
	세 굴	15.6	16.7	11.8	14.3	50~100
내구성능 (E_2)	콘크리트, 전면판 (블럭)	60.0	60.0	-	-	50~100
	철근, 강재보강재	40.0	40.0	-	-	50~100

