

투자우선순위 지수(PI) 산정 가이드

2022. 9.



본 가이드는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침
(성능평가 편)」('21.12.개정)에 따라 변경된 유지관리전략
수립을 위한 투자우선순위 지수(PI) 산정에 대한 이해를 돕기
위하여 작성한 것으로 개별 시설물의 특성 및 제반여건
등을 고려하여 적절히 응용하여 적용할 수 있습니다.

목 차

제1장 투자우선순위 산정 방법

제2장 가중치의 적용

제3장 시설물편 상세

3.1. 교량

3.2. 터널

3.3. 항만

3.4. 댐

3.5. 공항(여객터미널)

3.6. 하구둑

3.7. 수문

3.8. 제방

3.9. 상수도

3.10. 옹벽

3.11. 절토사면

제1장 투자우선순위 산정 방법

「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)」 개정('21.12.)에 따라 조사된 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재 등에 대하여 손상별·부재별·성능간·등급별 가중치를 활용한 투자우선순위 지수(PI : Priority Index)를 산정하여 보수·보강 순위를 결정하고, 이를 바탕으로 시설물의 효율적 유지관리가 이루어 질 수 있도록 투자우선 순위를 유지관리전략 수립에 활용하도록 하고 있다.

$$\text{우선순위지수} = D_n \times M_n \times P_n \times G_n$$

여기서, D_n : 손상별 가중치

M_n : 부재별 가중치

P_n : 성능간 가중치

G_n : 등급별 가중치

이에 투자우선순위지수 산출 가이드북은 투자우선순위 지수(PI) 산정시 시설물별 각 가중치의 적용방법에 대한 상세 설명 및 예시를 제시함으로써 실무자의 이해를 돕고 합리적이고 표준화된 투자우선순위 산정을 유도하기 위해 작성하였다.

1.1 투자우선순위 산정을 위한 조치항목의 결정

시설물의 안전·내구·사용성능을 평가하기 위해서는 세부지침에 제시한 평가단위에 따라 외관조사 및 비파괴검사를 실시하고 전체시설물에 대한 종합성능등급을 산정한다. 이에 투자우선순위 산정을 위한 조치의 단위는 시설물별 평가단위에 따른 데이터를 바탕으로 손상의 종류와 정도, 보수·보강 필요성 및 조치의 효과성 등을 고려하여 투자우선 순위를 산정하여야 한다.

다만, 부재단위별 모든 손상을 세분화 할 경우 투자우선순위 산정 대상이 너무 복잡하고 많아지므로, 책임기술자는 중대한결함등 발생, 평가단위별의 보수·보강 시급성 등을 고려하여 부재·손상·등급별 손상물량을 기초자료로 집계하여 조치항목을 결정할 수 있다. 예를 들어 교량의 경간별 거더 결함 중 가장 취약한 경간만의 거더 결함을 조치 대상으로 선정하거나, 모든 개별 거더의 결함을 조치대상으로 선정할 수도 있으며, 터널과 같이 모든 부재가 동일한 형식으로 구성되어 부재별 가중치가 없는 경우 전 연장에 발생한 결함별 총 물량을 집계하여 적용할 수도 있다.

결함의 등급 또한 같은 방법으로 적용할 수 있다. 조사된 결함의 등급이 b~e 등급

임에도 불구하고 특별한 보수·보강이 불필요할 경우 투자우선순위지수 산출 항목에서 제외 할 수도 있고, 반대로 평가항목의 등급이 a등급임에도 불구하고 책임기술자의 판단에 따라 보수·보강의 조치가 필요한 경우에는 투자우선순위지수를 산출할 수 있다.

이와 같은 조치항목의 결정사항은 책임기술자 성능평가를 실시하며 시설물 전반에 대한 특성, 결함 상태 및 조치 시급성 등을 종합적으로 고려하여 결정하고, 조치항목의 결정 및 제외사유 등을 보고서에 작성하여야 한다.

1.2 투자우선순위의 조정

투자우선순위 산정을 위한 조치항목을 결정하고, 제안된 우선순위지수의 가중치(손상별·부재별·성능간·등급별)를 적용하여 순위를 산정할 경우 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침 제34조(보수·보강 우선순위의 결정)와 같이 보수보다는 보강을, 보조부재보다는 주부재를 우선시 되게 순위가 결정되어야 한다. 그러나 염해, 탄산화와 같은 중대한결함등의 경우 내구성능 평가항목으로 투자우선순위 산정시에 성능간 가중치 영향으로 인해 최우선순위로 산정이 안될 수 있다. 그러므로 책임기술자 판단하여 보수·보강이 반드시 필요한 시급성이 요하는 경우 제시된 각 가중치 값과 관계없이 손살별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치를 모두 1.0으로 부여하여 투자우선순위를 최우선적으로 산정되도록 책임기술자가 조정할 수 있으며, 그 상세의견을 보고서에 수록하여야 한다.

제2장 가중치의 적용

각 시설물편의 세부지침(성능평가 편)에 따라 시설물의 종합성능등급은 시설물을 구성하는 부재에 발생된 결함들을 면밀히 조사하고 비파괴검사 실시결과를 종합하여 안전성능과 내구성능을 평가절차에 따라 성능지수를 산정하고 사용성능은 사용성과 기능성에 대한 평가를 실시하여 성능지수를 산정하고 최종 성능간 가중치를 적용하여 산정하도록 하고 있다.

이러한 각 성능별 성능지수 산정방법은 시설물을 구성하는 부재 및 손상, 결함평가 기준의 가중치가 상이하여 개별시설물의 평가기준 및 절차를 각 시설물편에 달리 제안하고 있다. 예를 들어 교량·터널·옹벽·절토사면의 경우 해당 시설물의 상태를 결함도 지수를 통해 결정하고, 항만, 댐, 건축물(공항), 하천, 상수도의 경우 시설물의 등급을 상태 지수를 통해 결정한다. 또한 교량·터널·옹벽·절토사면의 결함도 지수는 0점에 가까울수록 해당 시설물의 등급이 높게 평가되며, 항만, 댐, 건축물(공항), 하천, 상수도시설물은 상태지수가 5점에 가까울수록 해당 시설물의 등급이 높게 평가된다.

구분	종합성능등급	비고
교량, 터널, 옹벽, 절토사면	$0 \leq \text{지수} < 0.13 \rightarrow \text{A등급}$	결함도지수
항만, 댐, 건축물(공항), 하천*, 상수도	$4.5 \leq \text{지수} \leq 5.0 \rightarrow \text{A등급}$	평가지수

* 하천: 하구둑, 수문 및 통문, 제방

이처럼 시설물 특성을 고려한 평가절차로 인해 모든 시설물에 적용 가능한 일원화된 투자우선순위 산정방법을 제시할 수는 없다. 그러나 보수·보강의 투자우선순위는 평가 단계의 역순으로 추적하여 시설물 전체에 영향력이 크거나, 부재의 중요도가 크거나, 평가등급이 낮은 결함에 대해 우선적 조치가 필요하므로, 각 평가절차 및 기준에 제시된 가중치를 투자우선순위 산정에 활용하고자 하였다. 이에 본 장에서는 손상별·부재별·성능간·등급별 가중치에 대한 일반사항 및 적용방법에 대해 설명하고, 시설물별 가중치 적용의 상세내용은 별도의 제3장에서 시설물별로 상세하게 설명하고자 한다.

2.1 손상별 가중치

시설물에 발생한 손상은 재료의 특성에 따라 구분된다. 대표적 손상으로는 콘크리트의 경우 균열(망상균열), 누수, 파손 및 손상, 박리, 박락, 층분리 등이며, 강재의 경우 표면 부식, 변형, 파단, 용접불량, 연결볼트 이완·탈락 등이 있다. 이러한 손상별 가중치는 성능별 평가단계에서 시설물별로 가중치를 제시하거나 평가유형을 구분하여 제기하거나 손상별 가중치를 제안하지 않고 성능지수를 산정하도록 하고 있다.

투자우선순위 지수 산정을 위한 손상별 가중치는 우선 세부지침에 안전·내구성능의 손상별 가중치가 제시된 시설물(항만, 댐, 공항, 하구둑, 수문, 상수도, 옹벽)의 경우 그 값을 활용하여 우선순위 지수(PI) 가중치로 적용하면 된다.

수리시설물(6종 : 항만, 댐, 하구둑, 수문, 제방, 상수도)은 안전성능 평가에 영향계수를 적용하므로 안전성능 손상별 가중치가 선정되어 있지 않아 본 가이드에서 세부지침 성능평가편 “평가유형 및 영향 계수”를 참고하여 중요결함, 국부결함, 일반손상에 대한 손상별 가중치를 아래와 같이 제시하였다.

등 급	영향계수			결함점수환산 (1/영향계수)			환산가중치 (점수환산등급비율)		
	중요 결함	국부 결함	일반 손상	중요 결함	국부 결함	일반 손상	중요 결함	국부 결함	일반 손상
a	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.33...	0.33...	0.33...
b	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.36	0.32	0.32
c	1.0	1.2	1.3	1.0	0.8	0.8	0.38	0.32	0.30
d	1.0	1.4	1.7	1.0	0.7	0.6	0.43	0.31	0.26
e	1.0	2.0	3.0	1.0	0.5	0.3	0.55	0.27	0.18
수리시설물 :						합계	2.05	1.55	1.39
항만, 댐, 하구둑, 수문, 제방, 상수도						평균*	0.41	0.31	0.28

* 평균 : 등급별(a~e) 환산 가중치를 산술평균(예시: 중요결함 2.05 / 5 ≒ 0.41)

교량 시설물과 같이 손상별 가중치가 제공되지 않은 시설물은 우선순위지수(PI) 산출시 손상별 가중치 값을 1.0을 적용하여 우선순위 지수를 산출할 수 있다. 이는 시설물을 구성하는 재료에 발생된 모든 손상을 동일한 순위로 고려하는 것이다. 그러나 시설물의 구조 형식, 주변환경 등 개별 시설물의 특성을 고려하여 손상 가중치 1.0 값을 균등하게 배분 또는 경중을 고려하여 책임기술자가 배분하여 적용할 수 있다.

예를 들면 교량 시설물의 안전성능 손상별 가중치 값을 1.0을 적용함에 따라 내구성능 평가항목의 우선순위 지수가 하위권에 위치한 경우에 안전성능 손상별 가중치 값 1.0을 평가항목의 건수로 나누어 균등 또는 경중에 따라 분할하여 내구성능 평가항목 우선순위 지수가 우선순위에서 책임기술자가 판단하는 적절한 순위가 산정되도록 책임기술자가 조정할 수 있으며, 그 상세의견을 보고서에 수록하여야 한다.

2.2 부재별 가중치

시설물을 구성하는 부재는 외부 하중에 직접 영향을 받는 주요부재와 주요부재를 연결하는 보조부재로 이루어진다. 동일 결함이라 하더라도 어느 부재에 발생하였냐에 따라 시설물에 미치는 영향은 달라질 수 있다. 이렇듯 투자우선순위 결정에 있어 시설물에

발생된 결함은 각 부재가 갖는 중요도가 고려되어 우선순위가 결정되어야 한다.

세부지침의 부재별 가중치는 일부 시설물(교량, 공항, 하구둑)의 평가단계에서 중요도를 구분하여 기 제공되어 있으나, 대부분은 단일재료의 사용으로 인해 시설물 부재별 가중치를 미제공하고 발생한 결함의 손상별 가중치를 달리하거나 평가유형으로 구분하여 시설물의 전반적 안전 및 기능에 미치는 영향을 평가하도록 하고있다. 이러한 사유로 손상별 가중치와 같이 부재별 가중치 값이 제시되지 않은 시설물은 가중치 값을 1.0을 적용하거나 기 제공된 부재별 가중치 값을 적용하여 투자우선순위 지수(PI)를 산출할 수 있다.

2.3 성능간 가중치

시설물의 성능평가는 시설물의 안전성 확보여부, 외부 환경조건에 따른 재료본연의 내구성 저하여부, 수요 및 용량과 같은 사용성 및 기능의 적정성을 종합적으로 평가하여 시설물의 종합적 성능을 평가하도록 하고 있다. 세부지침에서는 이러한 각 성능을 안전·내구·사용성으로 구분하고 시설물의 종합성능을 평가하기 위해 성능간 가중치를 시설물별로 기 제시하고 있다.

투자우선순위 지수 산정에 있어 성능간 가중치는 종합성능 산정을 위한 시설물별 성능간 가중치를 의미하며, 세부지침의 각 시설물편을 참고하여 적용할 수 있다.

2.4 등급별 가중치

시설물에 발생한 결함 또는 비파괴시험 결과는 개별 평가기준에 따라 5분위(a,b,c,d,e) 체계로 구분하고 양호한 경우가 a등급, 불량한 경우를 e등급으로 평가하고 있다. 개별단위(결함 혹은 비파괴결과)의 등급평가 방향성은 a등급에서 e등급으로 일치하나, 이러한 결과를 종합적으로 평가하기 위한 종합성능등급 평가기준은 아래와 같이 시설물별로 방향성이 상이하여 등급별 가중치에 대한 별도의 방안이 필요하였다.

구 분	성능등급 산정범위					비 고
	A	B	C	D	E	
교량	$0 \leq P < 0.13$	$0.13 \leq P < 0.26$	$0.26 \leq P < 0.49$	$0.49 \leq P < 0.79$	$0.79 \leq P$	결합도지수
터널	$0 \leq P < 0.15$	$0.15 \leq P < 0.30$	$0.3 \leq P < 0.55$	$0.55 \leq P < 0.75$	$0.75 \leq P$	결합도지수
옹벽	$0 \leq P < 0.15$	$0.15 \leq P < 0.30$	$0.3 \leq P < 0.55$	$0.55 \leq P < 0.75$	$0.75 \leq P$	결합도지수
절토사면	$0 \leq P < 0.15$	$0.15 \leq P < 0.30$	$0.3 \leq P < 0.55$	$0.55 \leq P < 0.75$	$0.75 \leq P$	결합도지수
항만	$4.5 \leq P \leq 5.0$	$3.5 \leq P < 4.5$	$2.5 \leq P < 3.5$	$1.5 \leq P < 2.5$	$1.0 \leq P < 1.5$	상태지수
댐	$4.5 \leq P \leq 5.0$	$3.5 \leq P < 4.5$	$2.5 \leq P < 3.5$	$1.5 \leq P < 2.5$	$1.0 \leq P < 1.5$	평가지수
건축물	$4.5 \leq P \leq 5.0$	$3.5 \leq P < 4.5$	$2.5 \leq P < 3.5$	$1.5 \leq P < 2.5$	$1.0 \leq P < 1.5$	평가지수
하천시설*	$4.5 \leq P \leq 5.0$	$3.5 \leq P < 4.5$	$2.5 \leq P < 3.5$	$1.5 \leq P < 2.5$	$1.0 \leq P < 1.5$	평가지수
상수도	$4.5 \leq P \leq 5.0$	$3.5 \leq P < 4.5$	$2.5 \leq P < 3.5$	$1.5 \leq P < 2.5$	$1.0 \leq P < 1.5$	평가지수

* 하천시설 : 하구둑, 수문 및 통문, 제방

이에 성능등급 산정범위가 같은 시설물을 그룹화하고 각 등급별 등급범위 중 최대값을 각 등급별 기준값으로 설정하고, 기준값 총합으로 등급별 기준값을 나누어 각 등급별 가중치의 값을 백분율화하여 아래와 같이 제시하였다.

구 분		a	b	c	d	e
교량	등급범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$
	기준값	0.12	0.25	0.48	0.78	0.99
	가중치	0.05	0.09	0.18	0.30	0.38
터널, 옹벽, 절토사면	등급범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.30$	$0.30 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$
	기준값	0.14	0.29	0.54	0.74	0.99
	가중치	0.05	0.11	0.20	0.27	0.37
공항, 수리시설	등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
	기준값	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
	가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

* 교량 예시: 세부지침에서 제시한 등급별 범위(a등급 $0 \leq X < 0.13$)의 최소값(0.12)을 해당 등급의 기준값으로 하고, 기준값과 등급별 기준값의 합계(2.62)에 대한 비율로 가중치를 선정

** 터널, 옹벽, 절토사면 예시: 세부지침에서 제시한 등급별 범위(a등급 $0 \leq X < 0.15$)의 최소값(0.14)을 해당 등급의 기준값으로 하고, 기준값과 등급별 기준값의 합계(2.70)에 대한 비율로 가중치를 선정

*** 공항, 수리시설 예시: 세부지침에서 제시한 등급별 범위(a등급 $4.50 \leq X < 5.00$)의 최소값(4.50)의 역수($1/4.5=0.22$)를 해당 등급의 기준값으로 하고, 기준값과 등급별 기준값의 합계(2.57)에 대한 비율로 가중치를 선정

2.5 기타(가중치 환산)

투자우선순위의 결정은 지금까지 설명한 손상별·부재별·성능간·등급별 가중치를 적용하여 지수값으로 산정하고 지수값이 클수록 투자우선순위를 최우선으로 선정하는 방식이다. 이러한 가중치값 중 세부지침에서 제안된 값이 정수일 경우 [부록3] “1.1 가중치 산정 방법 (각 항목별 가중치는 전체 점수의 합으로 해당 점수를 나누어 가중치를 산정하며, 가중치의 합은 1이 되도록 한다. 가중치 = 해당 점수 / $\sum(\text{지표 점수})$)”에 따라 총 합계의 비율값으로 환산(소숫점 둘째자리)하여 적용하여야 한다.

예시) 도로터널 - 채래식터널-무근콘크리트라이닝(세부지침 성능평가, 터널 표 2.21)

평가기준		a	b	c	d	e	가중치 (w)	환산
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$		가중치
라 이 닝	균 열	0	4	7	11	16	16	0.16
	누 수	0	3	6	9	13	13	0.13
	파손 및 손상	0	2	4	6	9	9	0.09
	박 리	0	1	2	3	4	4	0.04
	충분리 및 박락	0	1	2	3	5	5	0.05
	재료분리	0	1	2	3		3	0.03
터 널 주 변	내공단면 변형여부	0	4	7	11	17	17	0.17
	배수상태	0	2	3	5	7	7	0.07
	공동구상태	0	1	2	3		3	0.03
	지반상태	0	2	4	6	9	9	0.09
	배면공동 유무	0	2	4	6	8	8	0.08
특수조건		0	1	3	4~6		6	0.06
기본시설물 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{평가점수}}{\Sigma \text{가중치(w)}}$								1

예시) 공항(여객터미널)의 중요도 환산(세부지침 성능평가, 공항 표 5.51)

구 분	평가항목	중요도	환산가중치
상태안전성능	◦ 강재의 강도 및 규격(도서검토)	0.5	0.5/3.8=0.13
	◦ 용접 접합상태	0.9	0.9/3.8=0.24
	◦ 볼트 접합상태(앵커볼트 포함)	0.9	0.9/3.8=0.24
	◦ 강재의 부식도	0.5	0.5/3.8=0.13
	◦ 접합재 부식도(용접, 볼트)	0.7	0.7/3.8=0.18
	◦ 내화피복	0.3	0.3/3.8=0.08
합 계		3.8	1.0

제3장 시설물편 상세

제3장 시설물편 상세에서는 투자우선순위 지수 산정을 위해 손상별·부재별·성능간·등급별 가중치를 적용할 수 있도록 시설물별 안전성능, 내구성능, 사용성능의 평가항목, 손상별 가중치, 부재별 가중치, 성능간 가중치, 등급별 가중치, 가중치 분류표를 제시하였으며, 투자우선순위 지수 산정을 위한 가중치가 세부지침(성능평가 편)에 제시되어 있는 경우 세부지침(성능평가 편)의 표 번호를 기입하였다. 또한, 가중치 적용의 이해를 돕기 위해 제시된 가중치를 바탕으로 조사단위별 등급평가 예시 및 투자우선순위 지수 산출 예시, 유지관리전략 수립 예시 순으로 소개하였다.

3.1 교량

3.1.1 안전성능 우선순위 지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 콘크리트 바닥판(표 1.37)
 - 균열, 열화 및 손상
2. 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑), 아치리브, 트러스(표 1.38, 표 1.39)
 - 모재 및 연결부 손상(부재의 균열, 변형 파단, 연결볼트 이완 탈락, 용접이음부 결함), 표면 열화
3. 철근콘크리트 거더(표 1.40)
 - 균열, 열화 및 손상
4. 프리스트레스트 콘크리트 거더(표 1.41)
 - 균열, 열화 및 손상
5. 콘크리트 가로보(표 1.42)
 - 균열, 열화 및 손상, 철근부식
6. 강 가로보와 세로보(표 1.43)
 - 모재 및 연결부 손상(부재의 균열, 변형 파단, 연결볼트 이완 탈락, 용접이음부 결함), 표면 열화

7. 케이블(표 1.44)

- 케이블 부재(부식, 손상, 단선, 보호관), 정착구, 행어밴드, 새들

8. 긴장재(표 1.45)

- 강연선 노출 손상 및 손상, 시멘트 그라우트 충전 결함, 보호관 손상

9. 교대(표 1.46)

- 균열, 변위, 열화 및 손상

10. 콘크리트 교각(표 1.47)

- 균열, 변위, 열화 및 손상, 철근부식

11. 기초(표 1.48)

- 기초(직접기초, 말뚝, 케이슨)손상, 지반의 안정성

12. 교량받침(표 1.49)

- 받침본체(탄성받침, 강재받침), 받침 콘크리트

13. 신축이음(표 1.50)

- 본체, 후타재

14. 교면포장(표 1.51)

- 포장불량, 배수

15. 배수시설(표 1.52)

- 상태

16. 보호시설(표 1.53)

- 강재, 콘크리트

17. 공중이 이용하는 부위(Page 1-85)

- 추락방지시설, 도로포장파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

18. 구조물의 구조안전성능 성능 기준(표 1.59)

- 공용내하력 산정, 허용응력 실측, 고정하중에 의한 응력 실측

19. 기초의 안전성능 평가(표 1.61)

- 기초 세굴심 조사, 지반의 허용 지지력에 대한 안정율 산정

나. 안전성능 손상별 가중치: 1.0

다. 안전성능 부재별 가중치

1. 일반교량(표 1.54)

성능구분	시설물		일반교량								
			Slab교	거더 분리형 교량			일체형 교량		라멘교		
				일반	2차 부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	거더 없음	거더	
상태안전성능	상부구조	바닥판	0.44	0.15	0.17	—	0.15	0.15	0.44	0.15	0.19
		거더	—	0.25	0.27	0.44	0.25	0.25	—	0.25	0.25
		2차부재	—	0.04	—	0.14	0.04	0.04	—	0.04	—
	하부구조	교대/교각	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13		0.13	0.13	0.13
		기초	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		0.12	0.12	0.12
	받침	교량받침	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		0.15	0.15	0.15
	기타	신축이음	0.07	0.07	0.07	—	0.07		0.07	0.07	0.07
		교면포장	0.04	0.04	0.04	—	0.04		0.04	0.04	0.04
		배수시설	0.03	0.03	0.03	—	0.03		0.03	0.03	0.03
		보호시설	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02	0.02

2. 특수교량(표 1.55)

성능구분	시설물		특수교량							
			아치교 · 트러스교		현수교		사장교		엑스트라 도즈드교	
			바닥판	바닥판 없음	일반 거더형	보강형, PSC 거더형	일반 거더형	보강형, PSC 거더형	일반 거더형	보강형, PSC 거더형
상태안전성능	상부구조	바닥판	0.04	—	0.10	—	0.11	—	0.15	—
		거더(보강형)	0.11	0.13	0.10	0.15	0.11	0.17	0.13	0.18
		아치리브·트러스	0.15	0.15	—	—	—	—	—	—
		케이블	0.12	0.13	0.22	0.30	0.21	0.29	0.10	0.23
		2차부재	0.02	0.03	0.03	—	0.03	—	0.03	—
	하부구조	주탑	—		0.13		0.13		0.13	
		보조주탑	—		0.04		0.04		0.04	
		교대(앵커블럭)	0.13		0.08		0.05		0.05	
		교각			—		0.03		0.03	
		기초	0.12		0.04		0.03		0.03	
	받침	교량받침	0.15		0.10		0.10		0.15	
	기타	신축이음	0.07		0.07		0.07		0.07	
		교면포장	0.04		0.04		0.04		0.04	
		배수시설	0.03		0.03		0.03		0.03	
		보호시설	0.02		0.02		0.02		0.02	

3. 안전성능 구조물의 구조안전성능 가중치: 1.0

4. 안전성능 기초의 구조안전성능 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치

1. 도로교량(표 1.151, 표 1.152)

구분	성능간 가중치		
	안전성능	내구성능	사용성능
일반국도	0.68	0.21	0.11
고속국도	0.68	0.19	0.13

2. 철도교량(표 1.153, 표 1.154)

구분	성능별 가중치		
	안전성능	내구성능	사용성능
일반철도	0.71	0.18	0.11
고속철도	0.73	0.16	0.11

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$
대표점수	0.12	0.25	0.48	0.78	0.99
등급별 가중치	0.05	0.09	0.18	0.30	0.38

예시) a등급범위($0 \leq X < 0.13$) 최솟값(0.12)의 비율: $0.12 / 2.62 = 0.05$

3.1.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 발청(표면부식, 녹)(표 1.71)
 - 발청 면적, 외관 상태
- 나) 도장박리(표 1.72)
 - 도장 박리 면적, 외관 상태
- 다) 도장균열(표 1.73)
 - 도장 균열 면적, 외관 상태
- 라) 도장부품(표 1.74)
 - 부품 크기, 발생 면적
- 마) 도장 변색 및 백아화(표 1.75)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 바) 도장두께(표 1.76)
 - 지방서 및 지방 기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 사) 대기환경(표 1.77)
 - 해안 이격거리
- 아) 강설횟수(표 1.78)
 - 강설일수

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 1.100)
 - 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 1.101)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 1.102, 표 1.103)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/미건전부를 비교할 경우
- 라) 염해환경(표 1.104, 표 1.105)
 - 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)
- 마) 동해환경(표 1.106)
 - 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 강교(표 1.81)

구분	평가지표		가중치	
			도로교량	철도교량
내부 요인	발청 및 도장열화	발청	0.60	0.66
		박리		
		균열		
		부품		
		변색		
	도장두께		0.20	0.22
외부 요인	대기 환경(해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도)		0.10	0.12
	강설횟수(제설제 살포빈도)		0.10	0.00

2. 콘크리트 손상별 가중치: 1.0

- 염화물 침투함량, 탄산화 깊이, 피복(표면부) 콘크리트의 품질, 염해환경, 동해환경

다. 내구성능 부재별 가중치

1. 일반교량(강교)(표 1.82): ()값은 철도교

구분	평가부재		강거더교량				라멘교	
			강거더교			바닥판 · 거더 일체형	거더있음	
			일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강바닥판	2차부재 있음	2차부재 없음
강재	상부	바닥판	0.16 (0.27)	0.18 (0.24)	—	0.16 (0.27)	0.16 (0.27)	0.18 (0.24)
		거더	0.48 (0.55)	0.56 (0.76)	0.55 (0.77)	0.48 (0.55)	0.48 (0.55)	0.56 (0.76)
		2차 부재	0.14 (0.18)	—	0.16 (0.23)	0.14 (0.18)	0.14 (0.18)	—
	하부	교각/ 교대	0.22 (0)	0.26 (0)	0.29 (0)	0.22 (0)	0.22 (0)	0.26 (0)

2. 케이블 교량(강교)(표 1.83): ()값은 콘크리트 교각

구분	평가부재		아치교/트러스교		현수교			사장교			엑스트라도즈드교	
			바닥판	바닥판 없음	일반 거더형	보강형	PSC 거더형	일반 거더형	보강형	PSC 거더형	일반 거더형	PSC 거더형
강재	상부	케이블	0.21 (0.27)	0.23 (0.31)	0.40 (0.53)	0.40 (0.53)	0.76 (1)	0.33 (0.50)	0.33 (0.50)	0.65 (1)	0.33 (0.50)	0.33 (0.50)
		바닥판	0.07 (0.09)	—	0.08 (0.10)	—	—	0.07 (0.11)	—	—	0.07 (0.11)	—
		거더	0.19 (0.25)	0.20 (0.27)	0.23 (0.30)	0.36 (0.47)	—	0.20 (0.31)	0.32 (0.50)	—	0.20 (0.31)	0.32 (0.50)
	상부	아치리브 /트러스	0.26 (0.34)	0.28 (0.37)	—	—	—	—	—	—	—	—
		2차 부재	0.04 (0.05)	0.04 (0.05)	0.05 (0.07)	—	—	0.05 (0.08)	—	—	0.05 (0.08)	—
	하부	주탑	—	—	0.18 (0)	0.18 (0)	0.18 (0)	0.15 (0)	0.15 (0)	0.15 (0)	0.15 (0)	0.15 (0)
		보조 주탑	—	—	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)	0.06 (0)
		교각/ 교대	0.23 (0)	0.25 (0)	—	—	—	0.14 (0)	0.14 (0)	0.14 (0)	0.14 (0)	0.14 (0)

3. 일반교량(콘크리트교)(표 1.110)

구분	평가부재		슬래브 교량	거더교량					라멘교		
				일반 거더교			바닥판 · 거더 일체형		거더 없음	거더	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강바닥판	PSC 박스		2차 부재	2차부재 없음
콘크리트	상부	바닥판	0.50	0.33	0.31	—	—	0.35	0.50	0.30	0.30
		거더	—	0.35	0.44	0.55	0.55	0.35	—	0.30	0.35
		2차 부재	—	0.07	—	0.10	0.10	0.05	—	0.07	—
	하부	교각/ 교대	0.50	0.25	0.25	0.35	0.35	0.25	0.50	0.33	0.35

4. 케이블 교량(콘크리트교)(표 1.111)

구분	결함도 평가부재		아치교/트러스교		현수교		사장교		엑스트라도즈드교	
			바닥판	바닥판 없음	일반 거더형	보강형, PSC 거더형	일반 거더형	보강형, PSC 거더형	일반 거더형	PSC 거더형
콘크리트	상부	바닥판	0.26	—	0.15	—	0.15	—	0.25	—
		거더	0.41	0.50	0.15	0.40	0.15	0.40	0.25	0.65
		2차 부재	0.08	0.15	0.10	—	0.10	—	0.15	—
	하부	주탑	—	—	0.45	0.45	0.40	0.40	0.15	0.15
		보조 주탑	—	—	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
		교각/ 교대	0.25	0.35	—	—	0.10	0.10	0.10	0.10

5. 일반 교량(종합)(표 1.124): ()값은 강재 교각

구분				내구성능 적용 가중치	
				콘크리트	강재
슬래브교				1.0	—
일반거더교	일반	콘크리트 거더교		1.0	—
		강거더교		0.60 (0.40)	0.40 (0.60)
	2차부재 없음	콘크리트 거더교		1.0	—
		강거더교		0.60 (0.40)	0.40 (0.60)
	바닥판 없음	강거더교		0.34 (0.10)	0.66 (0.90)
바닥판·거더 일체형	강바닥판			0.32 (0.11)	0.68 (0.89)
	PSC 박스거더			1.0	—
라멘교	거더 없음			1.0	—
	거더 있음	콘크리트 거더		1.0	—
		강합성 거더	2차부재 있음	0.65	0.35
			2차부재 없음	0.69	0.31

6. 케이블 교량(중합)(표 1.125): ()값은 하부구조(주탑/교각)가 강재

구 분			내구성능 가중치	
			콘크리트	강재
아치/트러스	콘크리트 바닥판		0.55	0.45
	강바닥판		(0.35)	(0.65)
현수교	일반 거더형	강상판형 거더	0.40 (0.16)	0.60 (0.84)
		강합성형 거더	0.51 (0.27)	0.49 (0.73)
	보강형		0.40 (0.16)	0.60 (0.84)
	PSC 거더		0.67 (0.43)	0.33 (0.57)
사장교	일반 거더형	강상판형 거더	0.40 (0.13)	0.60 (0.87)
		강합성형 거더	0.52 (0.25)	0.48 (0.75)
	보강형		0.40 (0.13)	0.60 (0.87)
	PSC 거더		0.69 (0.43)	0.31 (0.57)
엑스트라 도즈드교	일반거더형	강상판형 거더	0.40 (0.13)	0.60 (0.87)
		강합성형 거더	0.53 (0.27)	0.47 (0.73)
	PSC 거더		0.73 (0.47)	0.27 (0.53)

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.1.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 도로교량 사용성능

가) 포장상태(표 1.128, 표 1.129)

- 고속도로(HPCI), 일반도로(NHPCI)

나) 교량조명(표 1.130)

- 작동유무, 설치상태

다) 진동사용성(표 1.132)

- 허용곡선

라) 점검시설(표 1.133, 표 1.134)

- 설치유무, 설치상태

마) 교통량(표 1.135)

- 수요예측/수요실제 비율

2. 철도교량 사용성능

가) 승차감(표 1.136)

- 최대연직처짐

나) 점검시설(표 1.138)

- 설치유무, 설치상태

마) 통행량(표 1.139~표 1.141)

- 수요예측/수요실제 비율, 일일통행 횟수(고속철도, 일반철도)

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 도로교량(표 1.142)

구분	포장상태	교량조명	진동사용성	점검시설	교통량
가중치	0.247	0.150	0.202	0.206	0.195

2. 철도교량(표 1.143)

구분	승차감	점검시설	통행량
가중치	0.5	0.14	0.36

다. 사용성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.1.4 교량 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
교량	안전 성능	1	표 1.54, 표 1.55	표 1.151, 표 1.152 표 1.153, 표 1.154	등급 가중치
	내구 성능	표 1.81	표 1.82, 표 1.83 표 1.110, 표 1.111 표 1.124, 표 1.125		
	사용 성능	표 1.142, 표 1.143	1		

3.1.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 교량 안전성능평가 결과표

교량명		○○대교 박스교														
부재 분류		상부구조			2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더 (외)	거더 (내)	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
w27	sts교	b	b	b	a	b	a	e	b	b	c	d	a	a	a	a
w26	sts교	b	b	b	a	a	a	c	a	b	c	a	a	a	a	a
w25	sts교	b	b	b	a	a	a	c	a	b	c	a	a	a	a	a
w24	sts교	b	b	b	a	b	a	c	b	b	c	c	a	a	a	a
w23	sts교	b	b	b	a	a	a	c	a	b	c	a	a	a	a	a
w22	sts교	b	b	b	a	a	a	c	a	b	c	a	a	a	a	a
‘‘‘	sts교															
평균		0.253	0.200	0.200	0.142	0.116	0.126	0.347	0.178	0.192	0.316	0.000	0.100	0.100	0.200	0.200
가중치		18	20		5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
평균*가중치/합		0.045	0.040		0.007	0.008	0.004	0.007	0.016	0.017	0.043	0.000	0.002	0.002	0.004	0.002
환산결합점수																0.218
상태평가결과																B

OO 교량 내구성능평가 결과표

부재 분류	세부부재명 (가중치, %)	항목별 평가 결과					
		염화물 침투량	탄산화 깊이	피복 콘크리트의 품질	부재	비고	가중치
하부	교각(100)	b	a	a	b	0.2	1.00
부재가 없는 경우 균등분배		결함도 지수	0.200				
		등급	B 등급				

사용성능평가 결과표

성능 구분	특징	세부지표 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성	사용성	승차감	0.50	a	0.1
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.14	b	0.2
	수요 및 용량	교통량	0.36	b	0.2

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선순위 지수(PD)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	균열	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.18	0.68	0.09	0.011016	5
조치2	10	15	20	300	균열	거더	안전 성능	b	1.00	0.20	0.68	0.09	0.012240	4
조치3	—	—	—	—	균열	2차 부재	안전 성능	a	1.00	0.05	0.68	0.05	0.001700	15
조치4	10	15	20	300	균열	포장	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.004284	8
조치5	—	—	—	—	열화	배수	안전 성능	a	1.00	0.03	0.68	0.05	0.001020	17
조치6	10	15	20	300	균열	난간 연석	안전 성능	e	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치7	60	90	40	3,600	열화	신축 이음	안전 성능	b	1.00	0.09	0.68	0.09	0.005508	6
조치8	10	15	20	300	균열	받침	안전 성능	b	1.00	0.09	0.68	0.09	0.005508	6
조치9	70	105	20	2,100	열화	교각	안전 성능	c	1.00	0.20	0.68	0.18	0.024480	3
조치10	70	150	466	70,000	기초 세굴	기초 (구조)	안전 성능	d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	—	—	—	—	염화물	교각	내구 성능	b	1.00	0.22	0.21	0.09	0.004158	9
⋮	—	—	—	—	탄산화	교각	내구 성능	a	1.00	0.22	0.21	0.05	0.002310	13
⋮	—	—	—	—	피복 강도	교각	내구 성능	a	1.00	0.22	0.21	0.05	0.002310	13
⋮	—	—	—	—	부재	교각	내구 성능	b	1.00	0.22	0.21	0.09	0.004158	9
⋮													—	
⋮	—	—	—	—	—	승차감	사용 성능	a	0.50	1.00	0.11	0.05	0.002750	12
⋮	—	—	—	—	—	점검 시설	사용 성능	b	0.14	1.00	0.11	0.09	0.001386	16
⋮	—	—	—	—	—	교통량	사용 성능	b	0.36	1.00	0.11	0.09	0.003564	11
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.1.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선순위 지수(PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	균열	난간 연석	안전 성능	e	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치10	70	150	466	70,000	기초 세굴	기초 (구조)	안전 성능	d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치9	70	105	20	2,100	열화	교각	안전 성능	c	1.00	0.20	0.68	0.18	0.024480	3
조치2	10	15	20	300	균열	거더	안전 성능	b	1.00	0.20	0.68	0.09	0.012240	4
조치1	100	150	10	1,500	균열	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.18	0.68	0.09	0.011016	5
조치7	60	90	40	3,600	열화	신축 이음	안전 성능	b	1.00	0.09	0.68	0.09	0.005508	6
조치8	10	15	20	300	균열	받침	안전 성능	b	1.00	0.09	0.68	0.09	0.005508	6
조치4	10	15	20	300	균열	포장	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.004284	8
합계				78,400										

3.2 터널

3.2.1 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 균열(표 2.10)
 - 콘크리트 라이닝, 개착터널, 조적식 라이닝
2. 누수(표 2.11)
 - 누수
3. 파손 및 손상(표 2.12)
 - 콘크리트 라이닝, 조적식 라이닝
4. 재질열화(표 2.13)
 - 박리, 층분리 및 박락, 재료분리, 철근 노출, 줄눈부 열화
5. 내공단면 변형여부(표 2.14)
 - 내공변위(9개월이상, 3~9개월, 2~3개월)
6. 배면공동유무(표 2.15)
 - 배면공동유무
7. 배수상태(표 2.16)
 - 배수상태
8. 지반상태(표 2.17)
 - 지반상태
9. 공동구 상태(표 2.18)
 - 공동구 상태
10. 특수조건(표 2.19, 표 2.20)
 - 도심지 터널, 전력구 터널 등
11. 공중이 이용하는 부위(Page 2-29)
 - 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개
12. 구조안전성(표 2.34)
 - 상시(안전율, 변위, 응력), 지진시(안전율, 변위, 응력)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 도로터널(표 2.21~표 2.25)

평가기준		도로터널 가중치(w)					비고
		재래식	NATM (무근)	NATM (철근)	TBM (시그먼트 라이닝)	개착터널 (BOX)	
라이닝	균열	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	
	누수	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	
	파손 및 손상	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
	박리	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	
	충분리 및 박락	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	
	재료분리	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	철근노출	—	—	0.08	0.08	0.08	
터널 주변	내공단면 변형여부	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15	
	배수상태	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	
	공동구상태	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	
	지반상태	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	
	배면공동 유무	0.08	0.08	0.08	0.07	0.05	
특수조건		0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	
합계		1	1	1	1	1	

2. 철도터널(표 2.26~표 2.31)

평가기준		철도터널 가중치(w)						비고
		재래식 (조적식)	재래식 (무근)	NATM (무근)	NATM (철근)	TBM (시그먼트 라이닝)	개착터널 (철근)	
라이닝	균열	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	
	누수	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	
	줄눈부 열화	0.07	—	—	—	—	—	
	파손 및 손상	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	
	박리	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	
	충분리 및 박락	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	
	재료분리	—	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	철근노출	—	—	—	0.08	0.08	0.08	
터널 주변	내공단면 변형여부	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.16	
	배수상태	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	공동구상태	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	지반상태	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	
	배면공동 유무	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	
특수조건		0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	
합계		1	1	1	1	1	1	

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 2.104)

구분		성능항목		
		안전성능	내구성능	사용성능
성능간 가중치(W_n)	일반국도터널	0.72	0.18	0.10
	고속국도터널	0.72	0.20	0.08
	일반철도터널	0.72	0.18	0.10
	고속철도터널	0.72	0.19	0.09

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$
대표점수	0.12	0.25	0.48	0.78	0.99
등급별 가중치	0.05	0.09	0.18	0.30	0.38

예시) a등급범위($0 \leq X < 0.15$) 최소값(0.14)의 비율: $0.14 / 2.70 = 0.05$

3.2.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 콘크리트 내구성능

가) 염화물 침투함량(표 2.42)

- 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점

나) 탄산화 깊이(표 2.43)

- 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간

다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 2.44, 표 2.45)

- 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우

라) 염해환경(표 2.46, 표 2.47)

- 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)

마) 동해환경(표 2.48)

- 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치: 1.0

다. 내구성능 부재별 가중치(표 2.52)

시설명	세부 부재명	부재별 가중치(%)			
도로, 철도터널	본선라이닝	0.60	0.70	0.90	1.00
	갯문(구)	0.30	0.30	—	—
	환기구콘크리트	0.10	—	0.10	—

라. 성능간 가중치 : 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치 : 안전성능 등급별 가중치 참조

3.2.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 포장상태(표 2.65, 표 2.66)
 - 고속도로(HPCI), 일반도로(NHPCI)
2. 터널 내 휘도(표 2.67)
 - 평균 노면 휘도, 해당 설계속도의 휘도
3. 방재시설(표 2.72)
 - 설치유무, 설치 상태
4. 비상대피시간(표 2.74)
 - 피난갱 설치 간격
5. 기계/잔기 설비(표 2.77)
 - 사용연수 구비 및 교체 기간
6. 교통량(표 2.80)
 - 수요예측/수요실제 비율

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 도로터널(표 2.81)

구분	포장상태	터널내 휘도	방재 시설	비상대피 시간	기계/ 전기설비	통행량
가중치	0.182	0.139	0.187	0.184	0.144	0.164

2. 철도터널(표 2.100)

구분	터널 내 조도	방재시설	비상대피시간	전력/통신 /신호설비	통행량
가중치	0.141	0.228	0.245	0.208	0.178

다. 사용성능 부재별 가중치 : 1.0

라. 성능간 가중치 : 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치 : 안전성능 등급별 가중치 참조

3.2.4 터널 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
터널	안전 성능	표 2.21, 표 2.22 표 2.23, 표 2.24 표 2.25, 표 2.26 표 2.27 표 2.28 표 2.29 표 2.30 표 2.31	1	표 2.104	등급 가중치
	내구 성능	1	표 2.52		
	사용 성능	표 2.81, 표 2.100	1		

3.2.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 터널 라이닝 결함지수 및 평가등급산정

sheet NO.	형식	연장(M)	균열	누수	파손/손상	박리	충분리 박락	재료분리	철근노출	결함점수 합계	라이닝 결함지수 /등급
1	철근	38	5/b	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	5.0	0.09/a
2	철근	36	5/b	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	5.0	0.09/a
3	무근	36	6/c	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	6.0	0.12/a
4	무근	36	6/c	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	6.0	0.12/a
5	무근	36	6/c	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	6.0	0.12/a
6	무근	36	3/b	0/a	0/a	0/a	0/b	1/b	—	4.0	0.08/a
7	무근	36	4/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	4.0	0.08/a
8	무근	36	3/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	4.0	0.08/a
9	무근	36	4/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	4.0	0.08/a
10	무근	36	3/b	3/b	0/a	0/a	0/b	0/a	—	6.0	0.12/a
11	무근	36	3/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	3.0	0.06/a
12	무근	36	4/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	4.0	0.08/a
13	무근	36	4/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	4.0	0.08/a
14	무근	36	3/b	0/a	0/a	0/a	0/b	0/a	—	3.0	0.06/a

OO 터널 주변상태 결함지수 및 평가등급산정

sheet NO.	형식	연장(M)	내공단면	배수상태	공동구 상태	지반상태	배면공동 유무	특수 조건	결함점수 합계	라이닝 결함지수 /등급
1	철근	38	0/a	0/a	2/b	0/a	2/b	0/a	4	0.09/a
2	철근	36	0/a	0/a	2/a	0/a	2/b	0/a	4	0.09/a
3	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
4	무근	36	0/a	2/b	3/a	0/a	2/b	0/a	7	0.14/a
5	무근	36	0/a	0/a	3/a	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
6	무근	36	0/a	2/b	3/a	0/a	2/b	0/a	7	0.14/a
7	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
8	무근	36	0/a	0/a	3/a	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
9	무근	36	0/a	0/a	3/a	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
10	무근	36	0/a	3/c	3/a	0/a	2/b	0/a	8	0.16/a
11	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
12	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
13	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a
14	무근	36	0/a	0/a	3/b	0/a	2/b	0/a	5	0.1/a

OO 터널 안전성평가 등급 산정표(구조해석)

시설물명			OO터널		근거표
상행 방향	부재 구분		안전율(sf)	평가결과	비고
	라이닝(S95)	균열 및 망상균열 집중부	10이상	B	2010년 안전성평가결과 검토
	안전성평가 결과		최저 안전성평가 결과 : B		
하행 방향	부재 구분		안전율(sf)	평가결과	비고
	라이닝(S205)	균열부	1.39	B	천정부에서 2.0mm 종방향 균열 발생
	안전성평가 결과		최저 안전성평가 결과 : B		

OO 터널 열화진전평가 결과

세부분재명 (가중치, %)		항목별 평가결과				
		염화물 침투량	탄산화깊이	피목콘크리트 품질	부재평가결과 (결함도 지수)	평가결과 (내구성능 평가지수)
상행방향	본선라이닝(70)	c	a	a	c(0.43)	C(pd=0.33)
	갯문(30)	a	a	a	a(0.08)	
하행방향	본선라이닝(70)	c	a	a	c(0.43)	C(pd=0.37)
	갯문(30)	b	b	a	b(0.23)	
최저등급제						가중치 고려

OO 터널 열화환경평가 결과

열화환경지표	평가지표
제설제 염해환경	A
비래염분염해환경	B
동해환경	C

OO 터널 사용성능평가 결과(상행방향)

성능 구분	특징	세부지표 분류	가중치(조정)	평가결과 (원등급점수)	가중치 적용 등급점수
사용성	주행성	포장상태	0.213	c(3)	0.638
		터널내휘도	0.162	e(1)	0.162
	방재성	방재시설	0.218	b(4)	0.874
		비상대피시간	0.215	c(3)	0.645
기능성	유지관리성	기계/전기설비	(평가제외배분)	—	—
	수요 및 용량	교통량	0.192	b(4)	0.766
합계					3.085
사용성능평가 최종등급					C
평가지수(PU)					0.43

OO 터널 사용성능평가 결과(하행방향)

성능 구분	특징	세부지표 분류	가중치(조정)	평가결과 (원등급점수)	가중치 적용 등급점수
사용성	주행성	포장상태	0.213	c(3)	0.638
		터널내휘도	0.162	e(1)	0.162
	방재성	방재시설	0.218	b(4)	0.874
		비상대피시간	0.215	c(3)	0.645
기능성	유지관리성	기계/전기설비	(평가제외배분)	—	—
	수요 및 용량	교통량	0.192	b(4)	0.766
합계					3.085
사용성능평가 최종등급					C
평가지수(PU)					0.43

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	균열	라이닝	안전 성능	b	0.16	1.00	0.72	0.11	0.012672	4
조치2	10	15	20	300	누수	라이닝	안전 성능	d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치3	—	—	—	—	파손 손상	라이닝	안전 성능	a	0.09	1.00	0.72	0.05	0.003240	10
조치4	—	—	—	—	박리	라이닝	안전 성능	b	0.03	1.00	0.72	0.11	0.002376	14
조치5	—	—	—	—	충분리 박락	라이닝	안전 성능	a	0.05	1.00	0.72	0.05	0.001800	16
조치6	10	15	20	300	재료 분리	라이닝	안전 성능	c	0.03	1.00	0.72	0.20	0.004320	8
조치7	60	90	40	3,600	철근 노출	라이닝	안전 성능	b	0.08	1.00	0.72	0.11	0.006336	5
조치8	—	—	—	—	배수 상태	터널 주변	안전 성능	a	0.07	1.00	0.72	0.05	0.002520	13
조치9	—	—	—	—	배면 공동	터널 주변	안전 성능	a	0.05	1.00	0.72	0.05	0.001800	16
조치10	70	150	466	70,000		구조	안전 성능	b	1.00	1.00	0.72	0.11	0.079200	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	염화물	라이닝	내구 성능	e	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
⋮	—	—	—	—	탄산화	라이닝	내구 성능	a	1.00	0.70	0.18	0.05	0.006300	6
⋮	—	—	—	—	피복 강도	갯문	내구 성능	a	1.00	0.30	0.18	0.05	0.002700	11
⋮	—	—	—	—	부재	갯문	내구 성능	a	1.00	0.30	0.18	0.05	0.002700	11
⋮													—	
⋮	100	150	10	1,500	—	포장 상태	사용 성능	c	0.213	1.00	0.10	0.20	0.004260	9
⋮	10	15	20	300	—	터널 휘도	사용 성능	e	0.162	1.00	0.10	0.37	0.005994	7
⋮	—	—	—	—	—	교통량	사용 성능	b	0.192	1.00	0.10	0.11	0.002112	15
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.2.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치2	10	15	20	300	누수	라이닝	안전 성능	d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치12	100	150	10	1,500	염화물	라이닝	내구 성능	e	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000000	1
조치10	70	150	466	70,000	-	구조	안전 성능	b	1.00	1.00	0.72	0.11	0.079200	3
조치1	100	150	10	1,500	균열	라이닝	안전 성능	b	0.16	1.00	0.72	0.11	0.012672	4
조치7	60	90	40	3,600	철근 노출	라이닝	안전 성능	b	0.08	1.00	0.72	0.11	0.006336	5
조치18	10	15	20	300	-	터널 휘도	사용 성능	e	0.162	1.00	0.10	0.37	0.005994	7
조치6	10	15	20	300	재료 분리	라이닝	안전 성능	c	0.03	1.00	0.72	0.20	0.004320	8
조치17	100	150	10	1,500	-	포장 상태	사용 성능	c	0.213	1.00	0.10	0.20	0.004260	9
합계				79,000										

3.3 항만

3.3.1 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 잔교식 안벽

가) 콘크리트 부재

- 파손(표 3.14), 충격(표 3.15), 균열(표 3.16), 박리(표 3.17), 콘크리트 침식(표 3.18), 토류벽(표 3.19)

나) 강말뚝 부재

- 강말뚝의 파손(표 3.20), 강말뚝의 충격(표 3.21), 강말뚝의 부식(표 3.22), 강말뚝의 침식(표 3.23)

2. 중력식 안벽

가) 상부공 및 본체부

- 침하(표 3.25), 경사/전도(표 3.26), 활동(표 3.27), 파손(표 3.28), 균열(표 3.29), 박리(표 3.30), 마모/침식(표 3.31), 케이슨식 안벽의 속채움 유실(표 3.32), 케이슨 및 블록식 안벽의 이격(표 3.33)

나) 기초부

- 기초부 세굴(표 3.34), 기초사석 교란(표 3.35), 에이프런 침하(표 3.36), 에이프런 공동(콘크리트 포장 하부)(표 3.37)

3. 널말뚝 안벽

가) 상부공 및 본체부

- 침하(중력식 안벽 상부공 및 본체부에 발생하는 침식에 대한 기준과 동일 적용), 변형(표 3.39), 활동(표 3.40), 후면부 함몰(표 3.41), 파손(중력식 안벽과 동일), 콘크리트 말뚝부(균열, 박리, 마모/침식(중력식 안벽과 동일)), 강널말뚝(마모 침식(잔교식 안벽과 동일))

나) 기초부

- 기초부 세굴(중력식 안벽과 동일), 기초사석 교란(중력식 안벽과 동일)

다) 에이프런

- 침하, 공동(콘크리트 포장 하부)

4. 공중이 이용하는 부위(표 3.42)

- 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

5. 기타형식의 안벽 및 항만시설과 어항시설

- 잔교식, 중력식, 널말뚝식 안벽의 해당부분에 대한 상태안전성능 평가 기준 적용

6. 구조안전성능

가) 잔교식 안벽

- 1) 일반적인 구조안전성능 검토(표 3.67)
- 2) 기초지반의 구조안전성능 검토(표 3.68)

나) 중력식 안벽

- 1) 일반적인 구조안전성능 검토(활동, 전도, 침하, 원호, 지지력)(표 3.69)
- 2) 침하에 대한 구조안전성능 검토(표 3.70)

다) 널말뚝식 안벽

- 1) 원호활동 구조안전성능 검토(표 3.71)
- 2) 구조 검토(표 3.72)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 잔교식 안벽: 평가 항목별 가중치 1.0 적용
2. 중력식 안벽(표 3.24)

위치	손상형태 및 조사항목	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수	가중치
상부공 및 본체부	◦ 침 하	중요결함	a	5	1.0	0.41
	◦ 경사/전도		b	4		
	◦ 활 동		c	3		
			d	2		
			e	1		
	◦ 파 손	일반손상	a	5	1.0	0.28
	◦ 균열(과응력균열, 부식균열, 일반균열)		b	4	1.1	
	◦ 박 리		c	3	1.3	
	(완전박리, 부분박리)		d	2	1.7	
	◦ 마모/침식		e	1	3.0	
기초부	◦ 속채움재 유실	국부결함	a	5	1.0	0.31
	◦ 케이슨 및 블록 이격		b	4	1.1	
	◦ 세 굴		c	3	1.2	
	◦ 기초사석교란		d	2	1.4	
에이프런	◦ 침하 ◦ 공동 (콘크리트 포장 하부)	일반손상	e	1	2.0	0.28
			a	5	1.0	
			b	4	1.1	
			c	3	1.3	
			d	2	1.7	
			e	1	3.0	

3. 널말뚝식 안벽(표 3.38)

위치	손상형태 및 조사항목		평가 유형	평가 기준	평가 점수	영향 계수	가중치
상부공 및 벽체부	◦ 침하		중요 결함	a	5	1.0	0.41
	◦ 변형			b	4		
	◦ 활동			c	3		
	◦ 후면부 함몰			d	2		
	◦ 파손		일반 손상	e	1	1.0	0.28
	콘크리트 말뚝부	◦ 균열(과응력균열)		a	5		
		◦ 균열(일반균열)		b	4		
		◦ 박리(완전박리, 부분박리)		c	3		
	강널말뚝	◦ 마모/침식		d	2		
◦ 마모/침식		e	1	3.0			
기초부	◦ 세굴		국부 결함	a	5	1.0	0.31
	◦ 기초사석교란			b	4		
		c		3	1.2		
		d		2	1.4		
		e		1	2.0		
에이 프론	◦ 침하 ◦ 공동(콘크리트 포장 하부)		일반 손상	a	5	1.0	0.28
				b	4	1.1	
				c	3	1.3	
				d	2	1.7	
				e	1	3.0	

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 3.150)

성능별 가중치				합계
계류시설구조형식	안전성능	내구성능	사용성능	
잔교식	0.66	0.22	0.12	1.00
중력식	0.65	0.22	0.13	
널말뚝식	0.66	0.21	0.13	

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$
대표점수	0.12	0.25	0.48	0.78	0.99
등급별 가중치	0.05	0.09	0.18	0.30	0.38

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.3.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 발청(표면부식, 녹)(표 3.80)
 - 발청면적, 외관상태
- 나) 도장박리(표 3.81)
 - 도장박리면적, 외관상태
- 다) 도장균열(표 3.82)
 - 도장 균열 면적, 외관상태
- 라) 도장부품(표 3.83)
 - 부품크기, 발생면적
- 마) 도장 변색 및 백아화(표 3.84)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 바) 도장두께(표 3.85)
 - 시방서 및 시방기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 사) 피복재 손상(표 3.86)
 - 외관상태, 외부 도복장 손상 면적을
- 아) 아노드 손상 소모량 및 방식전위(표 3.87)
 - 손상정도, 소모량, 방식전위
- 자) 대기환경(이산화황 농도/습도)(표 3.88)
 - 이산화황, 연간 젖음 시간
- 차) 부식속도 등급(표 3.89)
 - 환경조건에 의한 적용 등급

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 3.106)
 - 철근부 전염화물 침투량, $2.5\text{kg}/\text{m}^3$ 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 3.107)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 3.108, 표 3.109)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우
- 라) 염해환경(표 3.110)
 - 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)
- 마) 동해환경(표 3.111)
 - 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 콘크리트 평가항목별 내구성능 가중치: 1.0

2. 강재 평가항목별 내구성능 가중치(표 3.90)

구 분	평가지표	가중치
내부요인	발청 및 도장열화	0.40
	도장두께	0.20
	피복재 손상	0.15
	아노드 손상·소모량 및 방식전위	0.15
환경적 요인	대기환경(이산화황, 습도)	0.10

3. 강재 사용환경에 따른 내구성능 가중치(수상부 비말대 대기노출)(표 3.91)

구 분	평가지표	가중치
수상부(비말대) 대기노출	발청 및 도장열화	0.60
	도장두께	0.25
	대기환경(이산화황, 습도)	0.15

4. 강재 사용환경에 따른 내구성능 가중치(간만대 피복재)(표 3.92)

구 분	평가지표	가중치
간만대 피복재 시공	피복재 손상	0.30
	발청 및 도장열화	0.70
간만대 피복재 미시공	도장두께	0.30
	발청 및 도장열화	0.70

5. 강재 사용환경에 따른 내구성능 가중치(수중부)(표 3.93)

구 분	평가지표	가중치
수중부	아노드 손상	0.30
	발청 및 도장열화	0.70

6. 강재 사용환경에 따른 세부 내구성능(발청 및 도장열화)(표 3.94)

세부평가지표		가중치
발청 및 도장열화	발청	0.50
	박리	0.20
	균열	0.10
	부품	0.15
	변색	0.05

마. 내구성능 부재별 가중치

1. 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치(잔교식 안벽)(표 3.95)

구성부재	가중치
콘크리트 바닥판	0.22
콘크리트 세로보 및 가로보	0.27
강말뚝	0.28
토류벽	0.17
부대시설	0.06

2. 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치(널말뚝식 안벽)(표 3.96)

구성부재	가중치
상부공	0.25
벽체(널말뚝)	0.30
에이프런	0.15
기초부	0.20
부대시설	0.10

3. 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치(계류시설 유형별)(표 3.97)

계류시설물 유형	가중치
일반 잔교식	0.16
돌핀식	0.21
자켓식	0.31
중력식(솔리드블록식)	0.10
중력식(셀룰러블록식, 케이슨식)	0.11
널말뚝식	0.11

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.3.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 계선주(표 3.130)
2. 차막이(표 3.131)
3. 방충재(표 3.132)
4. 에이프런 포장(표 3.133)
5. 계류박지의 퇴적물(표 3.134)
6. 접안의 용이성(표 3.135)
7. 부두의 조명시설(표 3.136)
8. 수요 및 용량(표 3.137)

나. 사용성능 손상별 가중치: 1.0

다. 사용성능 부재별 가중치(표 3.138)

	계선주	차막이	방충재	에이프런 포장	계류박지 퇴적물	접안의 용이성	부두의 조명시설	물동량
가중치	0.166	0.051	0.230	0.060	0.144	0.192	0.060	0.097

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.3.4 항만 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
항만	안전 성능	표 3.24, 표 3.38	1	표 3.150	등급 가중치
	내구 성능	표 3.90, 표 3.91 표 3.92, 표 3.93 표 3.94	표 3.95, 표 3.96, 표 3.97		
	사용 성능	1	표 3.138		

3.3.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO항만 개별시설 평가 결과

개별시설물명		메인 독 데크																											
부재 분류		상부구조												하부		받침		보조부재								내구성요소			
번호	구조 형식	바닥판(상면)		바닥판(하면)		거더		가로보		세로보		브레이스		교대		교량받침		신축이음		포장		배수		보호시설		탄산화(상)		염화물(상)	
mdj08	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
md08	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
j09	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
09	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
j10	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
10	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
j11	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							a	5.00	a	5.00	a	5.00				
11	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
J12	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
12	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
J13	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
13	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
J14	거더	b	4.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
14	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	a	5.00	a	5.00				
J15	거더	c	3.00			b	4.00	b	4.00			a	5.00							b	4.00	c	3.00	a	5.00				
평균			3.6				4		4				5								4.09		3.93		5				
가중치			30				40		10				5								7		4		4				
평균*가중치		1.080					1.60		0.4				0.25								0.285		0.157		0.2				
상태지수		3.972																											
상태평가결과		b						바닥판(하면)은 영구 데크 플레이트 시공으로 직접조사 불가로 상태평가 제외																					

OO항만 개별시설 평가 결과

개별시설물명		억세스 터틀 데크																											
부재 분류		상부구조												하부		받침		보조부재								내구성요소			
번호	구조 형식	바닥판(상면)		바닥판(하면)		거더		가로보		세로보		브레이스		교대		교량받침		신축이음		포장		배수		보호시설		탄산화(상)		염화물(상)	
A-09	거더					b	4.0	b	4.0			b	4.0			b	4.0	c	3.0	b	4.0	a	5.0						
A-10	거더					b	4.0	b	4.0			b	4.0			b	4.0	c	3.0	b	4.0	a	5.0						
A-11	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
A-12	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	c	3.0	b	4.0	a	5.0						
A-13	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
A-14	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
A-15	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
A-16	거더					b	4.0	b	4.0			a	5.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
A-17	거더					b	4.0	b	4.0			b	4.0	b	4.0	b	4.0	b	4.0	b	4.0	a	5.0						
평균							4.0						4.67		4		4		3.67		4		5						
가중치							40		20				3		9		9		9		7		3						
평균*가중치							1.6		0.8				0.14		0.36		0.36		0.33		0.28		0.15						
상태지수		4.02						바닥판(상면)은 전 구간 아스팔트 포장으로 상태평가 제외, 바닥판(하면)은 영구 데크 시공으로 직접조사 불가로 상태 평가 제외 중로교 형식으로 거더가 난간을 대체해 난간 연석 상태평가 제외																					
상태평가결과		b																											

OO항만 개별시설 평가 결과

개별시설물명				트랜지션 데크																									
부재 분류		상부구조												하부		받침		보조부재								내구성요소			
번호	구조 형식	바닥판(상면)		바닥판(하면)		거더		가로보		세로보		브레이스		교대		교량받침		신축이음		포장		배수		보호시설		탄산화(상)		염화물(상)	
TD	P.G.					b	4.0	b	4.0			a	5			b	4.0	a	5	b	4.0	b	4.0	b	4.0				
평균																													
가중치						50		16				4				9		9		7		3		2					
평균*가중치						2.0		0.64				0.2				0.36		0.45		0.28		0.12		0.08					
상태지수		4.13						바닥판(상면)은 전 구간 아스팔트 포장으로 상태평가 제외, 바닥판(하면)은 영구 데크 시공으로 직접조사 불가로 상태 평가 제외																					
상태평가결과		b																											

OO항만 개별시설 평가 결과

개별시설물명		무어링데크																											
부재 분류		상부구조												하부		받침		보조부재								내구성요소			
번호	구조 형식	바닥판(상면)		바닥판(하면)		거더		가로보		세로보		브레이스		교대		교량받침		신축이음		포장		배수		보호시설		탄산화(상)		염화물(상)	
M.D.	데크					b	4.0	b	4.0			a	5											a	5				
평균																													
가중치						60		30				4												6					
평균*가중치						2.4		1.2				0.2												0.3					
상태지수		4.1																											
상태평가결과		b																											

OO 항만 안전성평가

위치	평가항목	안전율(sf)	평가기준	평가점수
메인테크	테크(최대응력)	1.0이상	a	5
	자켓 레그(최대응력)	1.0이상	a	5
	자켓 레그(천공전단응력)	1.0이상	a	5
	핀 파일	1.08	a	5
	브레이싱	0.9	a	5
	웬더 스포트 프레임	1.02	a	5
평가의견				
안전성평가 수행항목수(n)dp 따라 Es1 수식 선택 1.1) N=1이면 $Es1 = \text{Min}$, N=2이면 $Es1 = \text{Min} + 0.3*(\text{Max} - \text{Min})$ 1.2) N>2이면 $Es1 = \text{Min} + 0.3*(\text{Max} - \text{Min}) * \sum M / (5 * (N - 2))$ (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값) 개별시설물 안전성 평가(Es1) = 5.0 개별시설물 안전성 결과 = a				

OO 항만 염해환경지표의 평가

염화환경지표		등급	비고
비래염분염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	c	
동해환경		b(14.7)	○○화력부두와 가장 인접한 기상관측 지점(○○)의 기상데이터를 활용함

OO 항만 열화환경평가 결과

열화환경지표	등급
비래염분 염해환경	c
동해환경	b

OO 항만 콘크리트 내구성능평가 요약

부재 구분 (가중치, %)	항목별 평가 결과					
	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복 콘크리트의 품질	부재	가중치	평가등급
메니 독 데크	b	a	a	b	90	b
어버트먼트	—	a	a	a	10	
	최저등급제			가중치 고려		

OO항만 사용성능평가

성능 구분	특징	세부지표 분류	가중치	평가 결과	최종등급
사용성	편의성	계선주	0.166	b	B(4.24)
		차막이	0.052	a	
		방충재	0.230	b	
		에어프린포장	0.060	a	
		박지의 퇴적물	0.144	a	
		접안의용이성	0.192	b	
		부두의 조명시설	0.060	d	
기능성	수요및용량	물동량	0.097	a	

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	침하	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치2	10	15	20	300	변형	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치3	—	—	—	—	활동	상부공	안전 성능	a	0.41	1.00	0.66	0.09	0.024354	5
조치4	10	15	20	300	함몰	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치5	—	—	—	—	파손	상부공	안전 성능	a	0.28	1.00	0.66	0.09	0.016632	8
조치6	10	15	20	300	마모 침식	상부공	안전 성능	c	0.28	1.00	0.66	0.16	0.029568	1
조치7	60	90	40	3,600	세굴	기초부	안전 성능	b	0.31	1.00	0.66	0.10	0.020460	6
조치8	—	—	—	—	기초사 석교량	기초부	안전 성능	a	0.31	1.00	0.66	0.09	0.018414	7
조치9	—	—	—	—	침하	에이 프론	안전 성능	a	0.28	1.00	0.66	0.09	0.016632	8
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.66	0	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	염화물	콘크 리트	내구 성능	c	1.00	0.25	0.22	0.16	0.008800	11
⋮	—	—	—	—	탄산화	콘크 리트	내구 성능	a	1.00	0.25	0.22	0.09	0.004950	12
⋮	—	—	—	—	피복 강도	콘크 리트	내구 성능	a	1.00	0.25	0.22	0.09	0.004950	12
⋮	—	—	—	—	부재	콘크 리트	내구 성능	a	1.00	0.25	0.22	0.09	0.004950	12
⋮													—	17
⋮	100	150	10	1,500	계선주	편의성	사용 성능	c	0.166	1.00	0.12	0.20	0.003984	15
⋮	10	15	20	300	방충재	편의성	사용 성능	e	0.230	1.00	0.12	0.37	0.010212	10
⋮	—	—	—	—	접안 용이성	편의성	사용 성능	b	0.192	1.00	0.12	0.11	0.002534	16
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.3.6 유지관리전략 제언

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	마모 침식	상부공	안전 성능	c	0.28	1.00	0.66	0.16	0.029568	1
조치1	100	150	10	1,500	침하	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치2	10	15	20	300	변형	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치4	10	15	20	300	함몰	상부공	안전 성능	b	0.41	1.00	0.66	0.10	0.027060	2
조치7	60	90	40	3,600	세굴	기초부	안전 성능	b	0.31	1.00	0.66	0.10	0.020460	6
조치18	10	15	20	300	방충재	편의성	사용 성능	e	0.230	1.00	0.12	0.37	0.010212	10
조치12	100	150	10	1,500	염화물	콘크리트	내구 성능	c	1.00	0.25	0.22	0.16	0.008800	11
조치17	100	150	10	1,500	계선주	편의성	사용 성능	c	0.166	1.00	0.12	0.20	0.003984	15
합계				9,300										

3.4 댐

3.4.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 필댐

가) 댐마루(표 4.17)

- 종·횡방향 균열, 침하, 수평변위, 제체유실, 사면 불안정

나) 상류사면(표 4.18)

- 누수, 침하 및 변형, 차수벽 노후화, 사면 불안정, 사면보호 상태, 사면침식

다) 하류사면(표 4.19)

- 누수, 사면불안정, 사면보호 상태, 침하 및 변형, 사면침식, 식생, 동물의 굴

라) 기초 및 양안부(표 4.20)

- 침하, 기초의 불안정, 기초의 침식 및 침투

2. 콘크리트댐

가) 댐체-댐마루(표 4.21)

- 균열 및 단차, 수축 이음부의 열림

나) 댐체-상류면(표 4.22)

- 수축이음부 열림, 균열, 박락

다) 댐체-하류면(표 4.23)

- 균열 및 단차, 수축이음부 누수, 시공이음부 누수, 균열 및 박락

라) 댐체-기초 및 양안부(표 4.24)

- 양안부를 통과한 과도한 침투, 암반 불안정

마) 기타시설-갤러리(검사랑)(표 4.25)

- 횡방향 갤러리(검사랑)의 균열, 상류 종방향 갤러리(검사랑)의 균열, 기초 배수 탁수

바) 기타시설-배수구 및 그라우팅 터널(표 4.26)

- 콘크리트 라이닝 균열 및 단차, 암반 낙석

3. 공통-여수로

가) 접근수로(표 4.27)

- 콘크리트 라이닝 손상, 불안정한 측벽 또는 라이닝, 접근수로 상부의 자연사면 불안정, 접근수로내의 식생 및 잡물

나) 조절부(표 4.28)

- 에이프런 구조물의 손상 및 노후화, 피어와 벽체 구조물의 손상 및 노후화, 월류부 웨어 구조물의 손상 및 노후화, 강재수문 가이드 스톱로그 가이드 또는 강재 수문 지수판에서의 공동화 현상

다) 도수로(표 4.29)

- 바닥슬라브의 부등침하 들뜸 단차, 바닥슬라브의 콘크리트 균열 및 손상, 벽체의 손상 및 노후화, 횡방향 이음부의 손상

라) 감세공(표 4.30)

- 플립버킷의 세굴, 플립버킷의 하류 또는 기초의 침식, 플립버킷의 이음부 손상, 정수지 바닥 및 측벽의 세굴

4. 공통-일반적인 콘크리트 구조물

가) 일반적인 콘크리트 구조물(표 4.31)

- 일반 구조물 균열, 수처리구간 구조물 균열, 박리, 박리 및 층분리, 누수, 파손 및 손상, 백태

5. 공통-기계설비

가) 권양기(표 4.32)

- 마찰부 손상

나) 강재수문 및 문틀(표 4.33)

- 강재수문 부식, 강재수문 변형, 누수, 마찰부손상

6. 공중이 이용하는 부위(표 4.34)

- 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

7. 구조 안전성능

가) 필댐

- 1) 계측데이터 분석(표 4.35)
- 2) 침투수의 안정성 분석(표 4.37)
- 3) 사면활동의 안정성 분석(표 4.40)
- 4) 응력-변형의 안정성 분석(표 4.41)
- 5) 수문학적 안정성 분석(표 4.42~표 4.44)

나) 콘크리트댐

- 1) 외적안정해석(표 4.46~표 4.48)
- 2) 월류부내하력 검토(표 4.49)
- 3) 수문학적 안정성 분석(표 4.42~표 4.44)

다) 기계설비(표 4.50)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 필댐

가) 댐마루(표 4.17)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
중·횡방향균열	중요결함	1.0	0.41
침하	중요결함	1.0	0.41
수평변위	중요결함	1.0	0.41
체체유실	중요결함	1.0	0.41
사면불안정	중요결함	1.0	0.41

나) 상류사면(표 4.18)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
누수	중요결함	1.0	0.41
침하및변형	중요결함	1.0	0.41
차수벽 노후화	중요결함	1.0	0.41
사면 불안정	중요결함	1.0	0.41
사면보호 상태	중요결함	1.0	0.41
사면침식	국부결함	1.0~2.0	0.31

다) 하류사면(표 4.19)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
누수	중요결함	1.0	0.41
사면불안정	중요결함	1.0	0.41
사면보호 상태	중요결함	1.0	0.41
침하 및 변형	중요결함	1.0	0.41
사면침식	일반손상	1.0~3.0	0.28
식생	일반손상	1.0~3.0	0.28
동물의 굴	일반손상	1.0~3.0	0.28

라) 기초 및 양안부(표 4.20)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
침하	중요결함	1.0	0.41
기초의 불안정	중요결함	1.0	0.41
기초의 침식 및 침 투	중요결함	1.0	0.41

2. 콘크리트댐

가) 댐체-댐마루(표 4.21)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
균열 및 단차	중요결함	1.0	0.41
수축이음부의 열림	중요결함	1.0	0.41

나) 댐체-상류면(표 4.22)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
수축이음부 열림	중요결함	1.0	0.41
균 열	중요결함	1.0	0.41
박 락	일반손상	1.0~3.0	0.28

다) 댐체-하류면(표 4.23)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
균열 및 단차	중요결함	1.0	0.41
수축 이음부 누수	중요결함	1.0	0.41
시공 이음부 누수	중요결함	1.0	0.41
균열 및 박락	일반손상	1.0~3.0	0.28

라) 댐체-기초 및 양안부(표 4.24)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
양안부를 통한 과도한 침투	중요결함	1.0	0.41
암반 불안정	중요결함	1.0	0.41

마) 기타시설-갤러리(검사랑)(표 4.25)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
횡방향 갤러리(검사랑)의 균열	중요결함	1.0	0.41
상류종방향 갤러리(검사랑)의 균열	중요결함	1.0	0.41
기초배수 탁수	중요결함	1.0	0.41

바) 기타시설-배수구 및 그라우팅 터널(표 4.26)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
콘크리트 라이닝 균열 및 단차	중요결함	1.0	0.41
암반 낙석	일반손상	1.0~3.0	0.28

3. 공통-여수로

가) 접근수로(표 4.27)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
콘크리트 라이닝 손상	일반손상	1.0~3.0	0.28
불안정한 측벽 또는 라이닝	일반손상	1.0~3.0	0.28
접근수로 상부의 자연사면 불안정	일반손상	1.0~3.0	0.28
접근수로내의 식생 및 잡물	일반손상	1.0~3.0	0.28

나) 조절부(표 4.28)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
에이프런 구조물의 손상 및 노후화	국부결함	1.0~2.0	0.31
피어와 벽체 구조물의 손상 및 노후화	국부결함	1.0~2.0	0.31
월류부 웨어 구조물의 손상 및 노후화	국부결함	1.0~2.0	0.31
강재수문 가이드, 스톱로그가이드 또는 강재수문지수판에서의 공동화 현상	국부결함	1.0~2.0	0.31

다) 도수로(표 4.29)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
바닥슬래브의 부등침하, 들뜸, 단차	중요결함	1.0	0.41
바닥슬래브의 콘크리트 균열 및 손상	국부결함	1.0~2.0	0.31
벽체의 손상 및 노후화	국부결함	1.0~2.0	0.31
횡방향 이음부의 손상	국부결함	1.0~2.0	0.31

라) 감세공(표 4.30)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
플립버켓의 세굴	중요결함	1.0	0.41
플립버켓의 하류 또는 기초의 침식	중요결함	1.0	0.41
플립버켓의 이음부 손상	국부결함	1.0~2.0	0.31
정수지 바닥 및 측벽의 세굴	국부결함	1.0~2.0	0.31

4. 공통-일반적인 콘크리트 구조물

가) 일반적인 콘크리트 구조물(표 4.31)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
일반 구조물 균열1)	국부결함	1.0~2.0	0.31
수처리 구조물 균열1)	국부결함	1.0~2.0	0.31
박리	국부결함	1.0~2.0	0.31
박락 및 층분리	국부결함	1.0~2.0	0.31
누수	국부결함	1.0~2.0	0.31
파손 및 손상	일반손상	1.0~3.0	0.28
백태	일반손상	1.0~3.0	0.28

5. 공통-기계설비

가) 권양기(표 4.32)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
마찰부손상(시브(sheave)), 감속기, 커플링(coupling)	일반손상	1.0~3.0	0.28

나) 강재수문 및 문틀(표 4.33)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
강재수문부식	중요결함	1.0	0.41
강재수문변형	국부결함	1.0~2.0	0.31
누 수	일반손상	1.0~3.0	0.28
마찰부 손상(롤러 힌지)	일반손상	1.0~3.0	0.28

6. 공통-공중이 이용하는 부위(표 4.34)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
추락방지시설	중요결함	1.0	0.41
도로포장 파손	중요결함	1.0	0.41
도로부 신축이음부	중요결함	1.0	0.41
환기구 등의 덮개	중요결함	1.0	0.41

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 4.195)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.74	0.17	0.09	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.4.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 발청(표면부식, 녹)(표 4.81)
 - 발청면적, 외관상태
- 나) 도장박리(표 4.82)
 - 도장박리면적, 외관상태
- 다) 도장균열(표 4.83)
 - 도장 균열 면적, 외관상태
- 라) 도장부품(표 4.84)
 - 부품크기, 발생면적
- 마) 도장 변색 및 백아화(표 4.85)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 바) 도장두께(표 4.86)
 - 시방서 및 시방기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 사) 권양기 와이어로프 발청(표면부식, 녹)(표 4.87)
 - 발청면적, 외관상태
- 아) 권양기 와이어로프 직경감소(표 4.88)
 - 와이어로프 직경감소
- 자) 권양기 와이어로프 소선절단(표 4.89)
 - 와이어로프 소선 절단
- 차) 대기환경(해안 이격거리/이산화황 농도/습도)(표 4.90)
 - 연간젖음시간, 해안 이격거리, 이산화황

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 4.118)
 - 철근부 전염화물 침투량, $2.5\text{kg}/\text{m}^3$ 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 4.119)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 4.120, 표 4.121)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우

라) 염해환경(표 4.122, 표 4.123)

- 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)

마) 동해환경(표 4.124)

- 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 강재수문(표 4.93)

구분	평가지표	가중치
내부요인	도막 열화	발청
		박리
		균열
		부품
		변색
	도장두께	0.20
외부 환경요인	대기 환경 (해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도)	0.20

2. 권양기 와이어로프 : 표4.94

평가지표	가중치
발청	0.25
대기환경	0.20
직경감소	0.20
소선절단	0.35

다. 내구성능 부재별 가중치

1. 기본시설물 강재 내구성능(표 4.95)

구분	가중치
강재수문	0.60
권양기 와이어로프	0.40

2. 부대시설물 강재 내구성능(표 4.96)

구분	가중치
부댐	0.35
취수시설	0.17
수압터널 및 도수터널	0.21
발전소 구조물	0.11
공도교	0.08
스톱로그	0.08

3. 기타시설물 강제 내구성능(표 4.97)

구분	시설물별 가중치(%)
관리동·조작실 등 건축물	0.22
옹벽	0.41
절토사면	0.37

4. 통합시설물 강제내구성능(표 4.98)

구분	시설물별 가중치(%)
기본시설물	0.84
부대시설물	0.11
기타시설물	0.05

5. 여수로(표 4.128)

구분	부재명	부재별 가중치(%)
여수로	접근수로	0.25
	조절부	0.25
	도수공	0.25
	감세공	0.25

6. 댐체(표 4.129)

구분	부재명	부재별 가중치(%)
댐체	댐마루	0.30
	상류면	0.40
	하류면	0.30

7. 개별시설물(기본시설물)(표 4.130)

형식	세부 시설물명	시설물별 가중치(%)
필댐	여수로	1.00
콘크리트댐	댐체	0.70
	여수로	0.30
CFRD	댐체	0.50
	여수로	0.50

8. 개별시설물(부대시설물)(표 4.131)

구분	시설물별 가중치(%)
부댐	0.35
취수시설	0.17
수압터널 및 도수터널	0.21
발전소 구조물	0.11
공도교	0.08
스톱로그	0.08

9. 개별시설물(기타시설물)(표 4.132)

구분	시설물별 가중치(%)
관리동·조작실 등 건축물	0.22
옹벽	0.41
절토사면	0.37

10. 통합시설물(콘크리트)(표 4.133)

구분	시설물별 가중치(%)
기본시설물	0.84
부대시설물	0.11
기타시설물	0.05

11. 종합내구성능(표 4.150)

구분	종합 내구성능 평가 가중치	
	강재	콘크리트
댐 시설물 종합 내구성능	0.35	0.65

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.4.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 운영성 / 강재수문 작동 유무(기계)(표 4.158)
2. 운영성 / 현장 제어반 및 조작반(표 4.159)
3. 운영성 / 구동모터 및 브레이크(표 4.161)
4. 운영성 / 강재수문 작동 유무(표 4.163)
5. 운영성 / 계측기(표 4.164)
6. 운영성 / 밸브(장내배관)의 손상(표 4.165)
7. 운영성 / 전기설비의 절연 및 접지(표 4.166)
8. 운영성 / 전기설비의 상태(표 4.167)
9. 운영성 / 스톱로그 설치(작동) 성능, 권양장치 작동 성능(표 4.168)
10. 유지관리성 / 점검시설(표 4.169)
11. 유지관리성 / 스톱로그 상태 및 소모성 재료 성능상태(표 4.170)
12. 수요 및 용량 / 댐의 수질(표 4.171)
13. 수요 및 용량 / 퇴적(표 4.173)

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 댐 가중치(표 4.174)

구분	강재수문 작동유무 (기계)	현장제어반 및 조작반	구동모터 및 브레이크	강재수문 작동유무 (전기)	계측기	점검시설	수질
가중치	0.144	0.127	0.152	0.155	0.143	0.147	0.132

2. 부댐(표 4.176)

구분	강재수문 및 권양기 작동 유무(기계)	현장제어반 및 조작반	구동모터 및 브레이크	강재수문 및 권양기 작동 유무(전기)	계측기	점검시설
가중치	0.166	0.146	0.175	0.179	0.165	0.169

3. 취수시설(표 4.177)

구분	밸브의 손상	전기설비의 절연 및 접지	전기설비 상태	점검시설
가중치	0.385	0.182	0.162	0.271

4. 발전소 구조물(표 4.178)

구분	전기설비의 절연 및 접지	전기설비 상태
가중치	0.530	0.470

5. 공도교(표 4.179)

구분	점검시설
가중치	1.000

6. 스톱로그(표 4.180)

구분	설치(작동) 성능	권양장치 작동성능	보관시설 상태	퇴적
가중치	0.400	0.300	0.200	0.100

마. 사용성능 부재별 가중치

1. 개별시설물(부대시설)(표 4.181)

구분	가중치
부댐	0.26
취수시설	0.20
수압터널 및 도수터널	0.21
발전소 구조물	0.14
공도교	0.09
스톱로그	0.10

2. 통합시설물(콘크리트)(표 4.182)

구분	가중치
강재수문	0.60
권양기 와이어로프	0.40

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.4.4 댐 가중치 분류

구 분		손상별	부재별	성능간	등급별
댐	안전 성능	표 4.17, 표 4.18 표 4.19, 표 4.20 표 4.21, 표 4.22 표 4.23, 표 4.24 표 4.25, 표 4.26 표 4.27, 표 4.28 표 4.29, 표 4.30 표 4.31, 표 4.32 표 4.33, 표 4.34	1	표 4.195	등급 가중치
	내구 성능	표 4.93, 표 4.94	표 4.95, 표 4.96, 표 4.97, 표 4.98, 표 4.128, 표 4.129 표 4.130, 표 4.131 표 4.132, 표 4.133 표 4.150		
	사용 성능	표 4.174, 표 4.176 표 4.177, 표 4.178 표 4.179, 표 4.180	표 4.181, 표 4.182		

3.4.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 댐 개별부재 평가표(2단계 평가표)

개별부재명	BL(C)01				표번호
1단계표번호	D1-1				D2-1
조사항목	평가유형	평가등급	평가점수(m)	영향계수(f)	평가지수(m*f)
보수	일반손상	b	4	1.1	4.4
균열	국부결함	b	4	1.1	4.4
파손	일반손상	b	4	1.1	4.4
개별부재의 상태평가지수(E) = 상태평가지수 E1 중 최소값 = 개별부재 상태평가 등급 =					4.4 B

개별부재명	BL(C)02				표번호
1단계표번호	D1-2				D2-2
조사항목	평가유형	평가등급	평가점수(m)	영향계수(f)	평가지수(m*f)
보수	일반손상	b	4	1.1	4.4
균열	국부결함	b	4	1.1	4.4
파손	일반손상	b	4	1.1	4.4
개별부재의 상태평가지수(E) = 상태평가지수 E1 중 최소값 = 개별부재 상태평가 등급 =					4.4 B

개별부재명	BL(C)03				표번호
1단계표번호	D1-3				D2-3
조사항목	평가유형	평가등급	평가점수(m)	영향계수(f)	평가지수(m*f)
보수	일반손상	b	4	1.1	4.4
균열	국부결함	b	4	1.1	4.4
파손	일반손상	b	4	1.1	4.4
개별부재의 상태평가지수(E) = 상태평가지수 E1 중 최소값 = 개별부재 상태평가 등급					4.4 B

OO 댐 구조안전성능 평가 결과

구분	평가항목	평가결과	평가점수	비고
구조안전 성능평가	수문학적 안전성 평가	a	5	
	구조 안전성 평가	c	3	
	계측자료 분석	b	4	
검토자 의견				
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택 1.1) N=1이면 $Es = \text{Min}$, N=2이면 $Es = \text{Min} + 0.3 * (\text{Max} - \text{Min})$ 1.2) N>2이면 $Es = \text{Min} + 0.3 * (\text{Max} - \text{Min}) * \sum M / (5 * (N - 2))$ (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값) 2. 개별시설물 구조안전성능 평가지수(Es) = 3.48 3. 개별시설물 구조안전성능 평가 결과 = c				

OO 댐 열화진전평가 결과

측정위치		항목별 평가 결과				
부재 분류 (가중치,%)	세부 부재명 (가중치,%)	탄산화깊이	피복(표면부) 콘크리트 품질	부재구분		
				세부	그룹	전체
댐체(48)	좌안비월류부 (50)	a	a	a	a(5)	a(5)
	우안비월류부 (50)	a	a	a		
월류부(47)	피어(25)	a	a	a	a(5)	
	월류웨어(25)	a	a	a		
	정수지(25)	a	a	a		
	공도교(25)	a	a	a		
기타(5)	갤러리(100)	a	a	a	a(5)	
평가방식		최저등급			가중치 고려	

OO 댐 종합 사용성능평가 결과

성능 구분	세부지표 분류	가중치	평가결과	등급점수
운영성	강제수문 작동유무(기계)	0.144	b	4.0
	현장제어반 및 조작반	0.127	b	3.8
	구동모터 및 브레이크	0.152	b	4.0
	수문작동 유무(전기)	0.155	b	4.0
	계측기	0.143	b	4.0
유지관리성	점검시설	0.147	c	3.0
수요 및 용량	수질	0.132	a	5.0
종합 사용성능평가 결과			B	3.96

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	누수	필댐 상류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치2	10	15	20	300	침하	필댐 상류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치3	—	—	—	—	노후화	필댐 상류사면	안전 성능	a	0.41	1.00	0.74	0.09	0.027306	6
조치4	70	150	466	70,000	누수	필댐 하류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치5	—	—	—	—	사면 불안정	필댐 하류사면	안전 성능	a	0.41	1.00	0.74	0.09	0.027306	6
조치6	10	15	20	300	침식	필댐 하류사면	안전 성능	c	0.28	1.00	0.74	0.16	0.033152	1
조치7	60	90	40	3,600	침하	필댐 기초양안	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치8	—	—	—	—	기초 불안정	필댐 기초양안	안전 성능	a	0.41	1.00	0.74	0.09	0.027306	6
조치9	—	—	—	—	침식 침투	필댐 기초양안	안전 성능	a	0.41	1.00	0.74	0.09	0.027306	6
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.74	0.09	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	탄산화	댐체	내구 성능	b	1.00	0.70	0.17	0.20	0.023800	10
⋮	—	—	—	—	피복 강도	댐체	내구 성능	a	1.00	0.70	0.17	0.05	0.005950	11
⋮	—	—	—	—	탄산화	월류부	내구 성능	a	1.00	0.30	0.17	0.05	0.002550	13
⋮	—	—	—	—	피복 강도	월류부	내구 성능	a	1.00	0.30	0.17	0.05	0.002550	13
⋮													—	17
⋮	100	150	10	1,500	수질		사용 성능	c	0.132	1.00	0.09	0.16	0.001901	15
⋮	10	15	20	300	점검 시설		사용 성능	e	0.147	1.00	0.09	0.39	0.005160	12
⋮	—	—	—	—	계측기		사용 성능	b	0.143	1.00	0.09	0.10	0.001287	16
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.4.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PD)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	침식	필댐 하류사면	안전 성능	c	0.28	1.00	0.74	0.16	0.033152	1
조치7	60	90	40	3,600	침하	필댐 기초양안	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치1	100	150	10	1,500	누수	필댐 상류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치2	10	15	20	300	침하	필댐 상류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치4	70	150	466	70,000	누수	필댐 하류사면	안전 성능	b	0.41	1.00	0.74	0.10	0.030340	2
조치12	100	150	10	1,500	탄산화	댐체	내구 성능	b	1.00	0.70	0.17	0.20	0.023800	10
조치18	10	15	20	300	점검 시설		사용 성능	e	0.147	1.00	0.09	0.39	0.005160	12
조치17	100	150	10	1,500	수질		사용 성능	c	0.132	1.00	0.09	0.16	0.001901	15
합계				79,000										

3.5 공 항

3.5.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 균열(표 5.26)
 - 1방향 균열, 2방향 균열
2. 철근부식(표 5.27)
 - 자연전위, 철근의 부식상태
3. 박리(표 5.28)
 - 박리깊이, 면적율
4. 철박리 및 층분리(표 5.29)
 - 박락 층분리 깊이, 면적율
5. 누수 및 백태(표 5.30)
 - 콘크리트 누수 및 백태
6. 철근노출(표 5.31)
 - 콘크리트 부재 철근 노출
7. 부재단면 규격(표 5.32)
 - 콘크리트 부재 단면의 규격
8. 변위 변형(표 5.33)
 - 보 및 슬라브의 처짐
9. 기울기(부등침하)(표 5.34)
 - 기울기
10. 강재 규격 및 강도(표 5.35, 표 5.36)
 - 강재 부재단면의 규격, 강도
11. 강재 접합부(표 5.37, 표 5.38)
 - 강재 용접부, 강재접합볼트 누락 풀림 및 이완상태
12. 강재부식(표 5.39)
 - 도장하였을 때, 도장하지 않았을 때
13. 접합재 부식도(표 5.40, 표 5.41)
 - 강재 용접접합부 부식 정도, 볼트 접합부 부식 정도
14. 강재 내화피복(표 5.42)
 - 강재 내화 피복

15. 공중이 이용하는 부위(표 5.43)

- 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

16. 구조안전성 평가(표 5.45)(표 5.46)

- 구조안전성능, 부재 내력 평가

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 철근콘크리트(표 5.50)

구분	평가항목	중요도	가중치
상태안전성능	◦ 균열	0.7	0.19
	◦ 철근부식	0.9	0.25
	표면노후	◦ 박리	0.5
		◦ 박락 및 층분리	0.5
		◦ 누수 및 백태	0.5
		◦ 철근노출	0.5

2. 강구조(표 5.51)

구분	평가항목	중요도	가중치
상태안전성능	◦ 강재의 강도 및 규격(도서검토)	0.5	0.13
	◦ 용접 접합상태	0.9	0.24
	◦ 볼트 접합상태(앵커볼트 포함)	0.9	0.24
	◦ 강재의 부식도	0.5	0.13
	◦ 접합재 부식도(용접, 볼트)	0.7	0.18
	◦ 내화피복	0.3	0.08

3. 철골 및 철근콘크리트(표 5.52)

구분		중요도	평가항목		중요도	가중치	
상태 안전 성능	철 근 콘 크 리 트	0.9	◦ 균열		0.7	0.09	
			◦ 철근부식		0.9	0.12	
			표면노후	◦ 박리		0.5	0.07
				◦ 박락 및 층분리		0.5	0.07
				◦ 누수 및 백태		0.5	0.07
				◦ 철근노출		0.5	0.07
	강 구 조	0.9	◦ 강재의 강도 및 규격(도서검토)		0.5	0.07	
			◦ 용접 접합상태		0.9	0.12	
			◦ 볼트 접합상태(앵커볼트 포함)		0.9	0.12	
			◦ 강재의 부식도		0.5	0.07	
			◦ 접합재 부식도(용접, 볼트)		0.7	0.09	
			◦ 내화피복		0.3	0.04	

4. 변위, 변형(표 5.59)

구분	평가항목	중요도	가중치
변위·변형	◦ 기울기	0.7	0.28
	◦ 변위·변형	0.9	0.36
	◦ 부등침하	0.9	0.36

5. 평가항목별(표 5.60)

항목	상태안전성능	구조안전성능	변위·변형	비고
중요한 정도의 표현	대단히 중요	압도적으로 중요	대단히 중요	
중요도	0.7	0.9	0.7	
가중치	0.30	0.39	0.30	

다. 안전성능 부재별 가중치

1. 철근콘크리트(표 5.53)

대분류	평가항목	중요도	가중치
철근콘크리트 벽식 구조	◦ 내력벽	0.9	0.64
	◦ 슬래브	0.5	0.36

2. 프리캐스트 콘크리트(표 5.54)

대분류	평가항목	중요도	가중치
프리캐스트 콘크리트조	◦ 내력벽	0.9	0.39
	◦ 접합부	0.9	0.39
	◦ 슬래브	0.5	0.22

3. 라멘조, 철골 및 철근콘크리트(표 5.55)

대분류	평가항목	중요도	가중치
철근콘크리트 라멘조 철골·철근 콘크리트조	◦ 기둥	0.9	0.27
	◦ 내력벽	0.9	0.27
	◦ 큰보	0.7	0.22
	◦ 작은보	0.5	0.15
	◦ 슬래브	0.3	0.09

4. 강구조(표 5.56)

대분류	중분류	중요도	평가항목	중요도	가중치
강구조	부재별 내력비	0.9	◦ 기둥	0.9	0.15
			◦ 큰보	0.9	0.15
			◦ 작은보	0.7	0.12
			◦ 슬래브	0.5	0.08
	접합부 내력비	0.9	◦ 기둥 이음부	0.9	0.12
			◦ 보 이음부	0.7	0.09
			◦ 기둥+보 접합부	0.7	0.09
			◦ 보+보 접합부	0.5	0.08
			◦ 주각 접합부	0.9	0.12

5. 무량판구조(표 5.57)

대분류	평가항목	중요도	가중치
무량판구조	◦ 기둥	0.9	0.5
	◦ 슬래브	0.9	0.5

6. 층별(표 5.58)

하중분담정도(ζ_n)		중요도 정도	중요도 범위	대푯값	가중치
지하2층	1.00	압도적으로 중요	$0.8 \leq g \leq 1.0$	0.9	0.36
지상2층	0.75	대단히 중요	$0.6 \leq g < 0.8$	0.7	0.28
지상5층	0.50	보통 중요	$0.4 \leq g < 0.6$	0.5	0.20
지상7층	0.333	약간 중요	$0.2 \leq g < 0.4$	0.3	0.12
지상9층	0.167	미미한 정도	$0 \leq g < 0.2$	0.1	0.04

라. 성능간 가중치(표 5.136)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.70	0.20	0.10	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.5.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 발청(표면부식, 녹)(표 5.74)
 - 발청면적, 외관상태
- 나) 도장박리(표 5.75)
 - 도장박리면적, 외관상태
- 다) 도장균열(표 5.76)
 - 도장 균열 면적, 외관상태
- 라) 도장부품(표 5.77)
 - 부품크기, 발생면적
- 마) 도장 변색 및 백아화(표 5.78)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 바) 도장두께(표 5.79)
 - 시방서 및 시방기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 사) 누수(표 5.80)
 - 누수 상태
- 아) 대기환경(표 5.81)
 - 연간젖음시간, 해안 이격거리, 이산화황

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 5.95)
 - 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 5.96)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 5.97, 표 5.98)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/미건전부를 비교할 경우
- 라) 염해환경(표 5.99)
 - 해안으로부터 거리
- 마) 동해환경(표 5.100)
 - 동결융해 반복지수(수분접촉시)
- 바) 토양환경(표 5.101)
 - 열화환경

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 발청 및 도장열화(표 5.82)

구분	발청	박리	균열	부품	변색
가중치	0.50	0.20	0.10	0.15	0.05

2. 평가 지표별(표 5.83)

구분	평가지표		내부 부재	외부 부재
내부 요인	도장열화	발청	0.35	0.37
		박리		
		균열		
		부품		
		변색		
	도장두께		0.23	0.27
	누수		0.29	0.18
외부 환경요인	대기 환경 (해안 이격 거리, 이산화황 농도, 습도)		0.13	0.18
합계			1.00	1.00

다. 내구성능 부재별 가중치

1. 부재종류(표 5.84)

구성부재	내력벽이 있는 경우		내력벽이 없는 경우
	기둥이 있는 경우	기둥이 없는 경우	기둥이 있는 경우
기둥	0.18	—	0.28
보	0.18	0.18	0.18
트러스	0.18	0.18	0.18
케이블	0.11	0.11	0.11
브레이싱	0.10	0.10	0.10
슬래브	0.07	0.07	0.07
비내력벽	0.08	0.08	0.08
내력벽	0.10	0.28	—
합계	1	1	1

2. 층별(표 5.85)

하중분담정도(ζ_n)		중요도 정도	중요도 범위	대푯값	가중치
지하2층	1.00	압도적으로 중요	$0.8 \leq g \leq 1.0$	0.9	0.36
지상2층	0.75	대단히 중요	$0.6 \leq g < 0.8$	0.7	0.28
지상5층	0.50	보통 중요	$0.4 \leq g < 0.6$	0.5	0.20
지상7층	0.333	약간 중요	$0.2 \leq g < 0.4$	0.3	0.12
지상9층	0.167	미미한 정도	$0 \leq g < 0.2$	0.1	0.04

3. 내외부 콘크리트 부재별(표 5.104)

노출환경	부재구분	부재별가중치(%)	가중치
내부 콘크리트	단일 부재로 적용	30	0.30
외부 콘크리트	단일 부재로 적용	70	0.70

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.5.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 편리성 / 접근교통의 편리성(표 5.119)
2. 편리성 / 주차시설 만족도(표 5.120)
3. 편리성 / 정보 이용의 용이성(표 5.121)
4. 편리성 / 공항시설 및 환경(표 5.122)
5. 편리성 / 신속성(표 5.123)(표 5.125)
6. 편리성 / 정확성(표 5.127)
7. 수요 및 용량 / 연간처리능력(표 5.128, 표 5.129)

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치(표 5.130)

	접근교통의 편리성	주차시설 만족도	정보이용 의 용이성	공항시설 및 환경	신속성	정확성	연간처리 능력
가중치	0.213	0.095	0.068	0.096	0.151	0.176	0.201

다. 사용성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.5.4 공항 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
공항	안전 성능	표 5.50, 표 5.51 표 5.52, 표 5.59 표 5.60	표 5.53, 표 5.54 표 5.55, 표 5.56 표 5.57, 표 5.58	표 5.136	등급 가중치
	내구 성능	표 5.82, 표 5.83	표 5.84, 표 5.85 표 5.104		
	사용 성능	표 5.130	1		

3.5.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

○○공항 상태안전성능평가 결과 산정 방법

표본수	구분		기둥		내력벽		큰보		작은보		슬래브	
			점수	등급	점수	등급	점수	등급	점수	등급	점수	등급
B1F	균열		1	a	3	b	1	a	1	a	1	a
	철근부식		1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
	표면 노후	박리	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		박리및충 분리	1	a	3	b	1	a	1	a	1	a
		누수 및 백태	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		철근노출	1	a	3	b	1	a	1	a	1	a
1F	균열		1	a	1	a	1	a	1	a	3	b
	철근부식		1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
	표면 노후	박리	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		박리 및 충분리	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		누수 및 백태	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		철근노출	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
2F	균열		1	a	3	b	1	a	1	a	1	a
	철근부식		1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
	표면 노후	박리	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		박리 및 충분리	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		누수 및 백태	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a
		철근노출	1	a	1	a	1	a	1	a	1	a

○○공항 부재별 구조안전성능평가 결과

구분		1F	2F
기둥	평가점수	1	1
	평가등급	a	a
내력벽	평가점수	—	—
	평가등급	—	—
큰보	평가점수	1	1
	평가등급	a	a
작은보	평가점수	1	1
	평가등급	a	a
슬래브	평가점수	—	—
	평가등급	—	—

○○공항 콘크리트 내구성능평가 요약

시설물 구분	탄산화깊이		피복콘크리트품질		개별평가결과		가중치 (%)	평가결과	
	점수	등급	점수	등급	점수	등급		점수	등급
내부 콘크리트	3	b	1	a	3	b	30	3	b

○○공항 열화환경지표 평가

열화환경지표	평가등급
토양환경	a
동해환경	a
염해환경	a

○○공항 사용성능평가

성능 구분	특징	세부지표 의 분류	가중치	평가결과			
				점수	등급	점수	등급
사용성	편의성	접근교통	0.213	5	a	4.905	a
		주차시설	0.095	4	b		
		정보이용	0.068	5	a		
		시설 및 환경	0.096	5	a		
		신속성	0.151	5	a		
		정확성	0.176	5	a		
기능성	수요 및 용량	연간처리 능력	0.201	5	a		

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	균열	기둥	안전 성능	b	0.19	0.27	0.70	0.10	0.003591	4
조치2	10	15	20	300	균열	내력벽	안전 성능	b	0.19	0.27	0.70	0.10	0.003591	4
조치3	—	—	—	—	균열	큰보	안전 성능	a	0.19	0.22	0.70	0.09	0.002633	8
조치4	—	—	—	—	균열	슬래브	안전 성능	b	0.19	0.09	0.70	0.10	0.001197	13
조치5	—	—	—	—	철근 부식	기둥	안전 성능	a	0.25	0.27	0.70	0.09	0.004253	2
조치6	10	15	20	300	철근 부식	내력벽	안전 성능	c	0.25	0.27	0.70	0.16	0.007560	1
조치7	60	90	40	3,600	철근 부식	작은보	안전 성능	b	0.25	0.15	0.70	0.10	0.002625	9
조치8	—	—	—	—	철근 부식	슬래브	안전 성능	a	0.25	0.09	0.70	0.09	0.001418	12
조치9	—	—	—	—	박리	기둥	안전 성능	a	0.14	0.27	0.70	0.09	0.002381	10
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.70	0.09	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	도장 열화	내부 기둥	내구 성능	c	0.35	0.18	0.20	0.260	0.003276	7
⋮	—	—	—	—	도장 두께	내부 보	내구 성능	a	0.23	0.10	0.20	0.05	0.000230	16
⋮	—	—	—	—	도장 열화	외부 기둥	내구 성능	a	0.37	0.18	0.20	0.05	0.000666	14
⋮	—	—	—	—	도장 두께	외부 보	내구 성능	a	0.27	0.10	0.20	0.05	0.000270	15
⋮													—	17
⋮	100	150	10	1,500	접근 교통 편리 주차 시설 만족 연간 처리 능력	공항	사용 성능	c	0.213	1.00	0.10	0.16	0.003408	6
⋮	10	15	20	300		공항	사용 성능	e	0.095	1.00	0.10	0.39	0.003705	3
⋮	70	150	466	70,000		공항	사용 성능	b	0.201	1.00	0.10	0.10	0.002010	11
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.5.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	철근 부식	내력벽	안전 성능	c	0.25	0.27	0.70	0.16	0.007560	1
조치18	10	15	20	300	주차시 설만족	공항	사용 성능	e	0.095	1.00	0.10	0.39	0.003705	3
조치1	100	150	10	1,500	균열	기둥	안전 성능	b	0.19	0.27	0.70	0.10	0.003591	4
조치2	10	15	20	300	균열	내력벽	안전 성능	b	0.19	0.27	0.70	0.10	0.003591	4
조치17	100	150	10	1,500	접근 교통 편리	공항	사용 성능	c	0.213	1.00	0.10	0.16	0.003408	6
조치12	100	150	10	1,500	도장 열화	내부 기둥	내구 성능	c	0.35	0.18	0.20	0.260	0.003276	7
조치7	60	90	40	3,600	철근 부식	작은보	안전 성능	b	0.25	0.15	0.70	0.10	0.002625	9
조치19	70	150	466	70,000	연간 처리 능력	공항	사용 성능	b	0.201	1.00	0.10	0.10	0.002010	11
합계				79,000										

3.6. 하구둑

3.6.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 기본시설

가) 방조제/제체(표 6.13)

- 제체 마루의 중횡방향 균열, 제체마루의 수평변위, 제체마루의 유실, 제체사면 불안정에 의한 마루손상, 제체를 통한 누수, 제체 침하 및 변형, 피복공의 변형, 제체 기초 및 양안부의 침식 침투

나) 배수갑문/콘크리트 구조물(표 6.14)

- 일반구조물 콘크리트 균열, 수처리구조물 콘크리트 균열, 백태, 박리, 박락 및 층분리, 철근노출, 균열을 통한 누수, 파손

다) 배수갑문/배수갑문(표 6.15)

- 콘크리트 구조물의 세굴, 바닥슬래브 부등침하 들뜸 단차, 언주 및 문주의 변위, 수축이음부를 통한 누수, 수평 시공 이음부의 누수, 불안정한 측벽 또는 라이닝, 접근수로 상부의 자연사면 불안정, 접근수로내 식생 및 잡물

라) 기계설비/권양기(표 6.16)

- 마찰부 손상

마) 기계설비/강재수문 및 문틀(표 6.17)

- 강재수문부식, 강재수문 변형, 누수, 마찰손상

바) 공중이 이용하는 부위(표 6.18)

- 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

2. 구조안전성능

가) 방조제 및 배수갑문

- 1) 침투수 안정성 분석(표 6.20)
- 2) 사면활동의 안정성 분석(표 6.1)
- 3) 응력-변형의 안정성 분석(표 6.21)
- 4) 방조제여유고의 적정성에 대한 평가(표 6.22)
- 5) 배수갑문 방류능력에 대한 안전성능 평가(표 6.23)

나) 기계/전기설비

- 1) 강재수문 구조검토에 대한 평가(표 6.24)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 평가 유형(표 6.12)

평가 유형	정 의	평가 기준	평가 점수	영향 계수	가중치
중요 결함	침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0	0.41
국부 결함	수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성능에 직접적인 영향을 미치지 않는 손상이 진전될 경우 전체구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	0.31
일반 손상	파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	0.28

2. 방조제 제체(표 6.13)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
제체 마루의 중·횡방향 균열	중요결함	1.0	0.41
제체 마루의 수평변위	중요결함	1.0	0.41
제체 마루의 유실	중요결함	1.0	0.41
제체 사면 불안정에 의한 마루손상	중요결함	1.0	0.41
제체를 통한 누수	중요결함	1.0	0.41
제체 침하 및 변형	중요결함	1.0	0.41
피복공의 변형 (배열이완, 이탈, 함몰)	중요결함	1.0	0.41
제체 기초 및 양안부의 침식, 침투	중요결함	1.0	0.41
제체 사면 식생	일반손상	1.0 ~ 3.0	0.28
제체 사면 동물서식	일반손상	1.0~ 3.0	0.28

3. 배수갑문 콘크리트 구조물(표 6.14)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
일반 구조물 콘크리트 균열	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
수처리 구조물 콘크리트 균열	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
백태	일반손상	1.0 ~3.0	0.28
박리	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
박락 및 층분리	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
철근노출	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
균열을 통한 누수	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
파손	일반손상	1.0 ~3.0	0.28

4. 배수갑문(표 6.15)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
콘크리트 구조물의 세굴	중요결함	1.0	0.41
바닥슬래브부등침하, 들뜸, 단차	중요결함	1.0	0.41
물받이공 하류 또는 기초 침식	중요결함	1.0	0.41
언주 및 문주의 변위	중요결함	1.0	0.41
수축이음부를 통한 누수	중요결함	1.0	0.41
수평 시공이음부 누수	중요결함	1.0	0.41
불안정한 측벽 또는 라이닝	일반손상	1.0 ~3.0	0.28
접근수로 상부의 자연사면 불안정	일반손상	1.0 ~3.0	0.28
접근수로내 식생 및 잡물	일반손상	1.0 ~3.0	0.28

5. 기계설비 권양기(표 6.16)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
마찰부 손상(시브, 감속기, 커플링)	일반손상	1.0 ~3.0	0.28

6. 배수갑문(표 6.17)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
강재수문 부식	중요결함	1.0	0.41
강재수문변형	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
누수	일반손상	1.0 ~3.0	0.28
마찰부 (힌지, 롤러)손상	일반손상	1.0 ~3.0	0.28

7. 공중이 이용하는 부위(표 6.18)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
추락방지시설	중요결함	1.0	0.41
도로포장 파손	중요결함	1.0	0.41
도로부 신축이음부	중요결함	1.0	0.41
환기구 등의 덮개	중요결함	1.0	0.41

다. 안전성능 부재별 가중치

1. 기본시설물(표 6.42)

구분	방조제	배수갑문	기계설비	비 고
중요도 (가중치)	0.40 ±20%	0.46 ±20%	0.14 ±20%	1.00

2. 부대시설물(표 6.43)

구분	어도시설	관리용 교량	스톱로그	비 고
중요도 (가중치)	0.20 ±20%	0.46 ±20%	0.34 ±20%	1.00

3. 부대시설물(표 6.44)

구분	관리동, 조작실 등 건축물	접근수로 제방	비 고
중요도	0.41 ±20%	0.59 ±20%	1.00

4. 종합시설물(표 6.50)

구 분	기본시설물	부대시설물	기타시설물	비고
중요도	0.87 ±20%	0.08 ±20%	0.05 ±20%	1.00

라. 성능간 가중치(표 6.156)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.66	0.20	0.14	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표 점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.6.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 강재수문 발청(표면부식, 녹)(표 6.53)
 - 발청 면적, 외관 상태
- 나) 권양기 와이어로프 발청(표면부식, 녹)(표 6.54)
 - 점녹 및 부식 길이
- 다) 도장박리(표 6.55)
 - 도장 박리 면적, 외관 상태
- 라) 도장균열(표 6.56)
 - 도장 균열 면적, 외관 상태
- 마) 도장부품(표 6.57)
 - 부품 크기, 발생 면적
- 바) 도장 변색 및 백아화(표 6.58)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 사) 도장두께(표 6.59)
 - 시방서 및 시방 기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 아) 대기환경(표 6.60)
 - 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도
- 자) 권양기 와이어로프(직경감소)(표 6.61)
 - 와이어로프 직경 감소
- 차) 권양기 와이어로프(소선절단)(표 6.62)
 - 와이어로프 소선절단

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 6.90)
 - 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 6.91)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 6.92, 표 6.93)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우
- 라) 염해환경(표 6.94, 표 6.95)
 - 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)
- 마) 동해환경(표 6.96)
 - 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 강제수문(표 6.65)

구분	평가지표		가중치	
내부요인	도막 열화	발청	0.30	0.60
		박리	0.12	
		균열	0.06	
		부품	0.09	
		변색	0.03	
	도장두께		0.20	
외부 환경요인	대기 환경 (해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도)		0.20	

2 권양기와이어로프(표 6.66)

평가지표	가중치
발청	0.25
대기환경	0.20
직경감소	0.20
소선절단	0.35

다. 내구성능 부재별 가중치

1 개별시설물(표 6.67)

구분		가중치
기본시설물	강제수문	0.60
	권양기 와이어로프	0.40

2. 부대시설물(표 6.68)

구분		가중치
부대시설물	어도시설	—
	차량통행용 및 관리용 교량	1.00
	스톱로그	—

3. 기타시설물(표 6.69)

구분		가중치
기타시설물	관리동, 조작실 등 건축물	0.42
	접근수로 제방	0.58

4. 통합시설물 강재(표 6.70)

구분	가중치
기본시설물	0.73
부대시설물	0.17
기타시설물	0.10

5. 콘크리트(배수갑문)(표 6.100)

세부 시설물	부재명	부재별 가중치(%)
배수갑문	수문본체	0.50
	암거	0.40
	날개벽	0.05
	물받이	0.05

6. 콘크리트(방조제)(표 6.101)

세부 시설물	부재명	부재별 가중치(%)
방조제	앞비탈(제외측사면)	0.50
	독마루	0.30
	뒷비탈(제내측사면)	0.20

7. 개별시설물별(표 6.102)

형식	세부 시설물명	시설물별 가중치(%)
하구둑	배수갑문	0.62
	방조제 (콘크리트일 경우 평가)	0.38

8. 부대시설물별 콘크리트(표 6.103)

구분	시설물별 가중치(%)
어도시설	—
차량통행용 및 관리용 교량	1.00
스톱로그	—

9. 기타시설물별 콘크리트(표 6.104)

구분	시설물별 가중치(%)
관리동, 조작실 등 건축물	0.42
접근수로 제방	0.58

10. 통합시설물별 콘크리트(표 6.105)

구분	시설물별 가중치(%)
기본시설물	0.72
부대시설물	0.18
기타시설물	0.10

11. 종합내구성능(표 6.122)

구분	종합 내구성능 평가 가중치	
	강재	콘크리트
하구둑	0.35	0.65

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.6.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 운영성 / 권양기의 작동유무(표 6.128)
2. 운영성 / 현장제어반 및 조작반(표 6.129)
3. 운영성 / 구동모터 및 브레이크(표 6.131)
4. 운영성 / 강재수문 작동유무(표 6.133)
5. 운영성 / 스톱로그 설치(작성) 성능, 권양장치 작동성능(표 6.134)
6. 유지관리성 / 점검시설(표 6.135)
7. 유지관리성 / 어도의 성능(표 6.136)
8. 유지관리성 / 스톱로그 유지관리 상태 및 소모성 재료성능(표 6.137)
9. 수요 및 용량 / 염분침투(표 6.138)
10. 수요 및 용량 / 퇴적(표 6.139)

나. 사용성능 손상별 가중치: 1.0

다. 사용성능 부재별 가중치

1. 기본시설물(표 6.140)

	권양기의 작동유무	현장제어반 및 조작반	구동모터 및 브레이크	강재수문 작동유무	점검시설	염분침투
가중치	0.152	0.132	0.153	0.179	0.172	0.212

2. 부대시설물(표 6.142)

	어도시설	차량통행용 및 관리용 교량	스톱로그			
	어도의 성능(상태)	점검시설	설치(작동) 성능	권양장치 작동성능	유지관리 상태 및 소모성 재료	퇴적
가중치	1.000	1.000	0.400	0.300	0.200	0.100

3. 개별시설물(표 6.143)

구분	가중치
어도	0.22
차량통행용 및 관리용 교량	0.44
스톱로그	0.34

4. 통합시설물(표 6.144)

구분	가중치
기본시설물	0.79
부대시설물	0.21

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.6.4 하구둑 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
하구 둑	안전 성능	표 6.12, 표 6.13 표 6.14, 표 6.15 표 6.16, 표 6.17 표 6.18	표 6.42, 표 6.43 표 6.44, 표 6.50	표 6.156	등급 가중치
	내구 성능	표 6.65, 표 6.66	표 6.67, 표 6.68, 표 6.69, 표 6.70 표 6.100, 표 6.101 표 6.102, 표 6.103 표 6.104, 표 6.105 표 6.122		
	사용 성능	1	표 6.140, 표 6.142 표 6.143, 표 6.144		

3.6.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 하구둑 부재(부위)별 손상상태 평가표

번호	손상(결합)	손상결합내용	단위	크기	평가등급
1	균열	균열(0.3mm미만)	길이(m)	32.2	a
2	균열	균열(0.3mm이상)	길이(m)	11.0	b
3	백태	균열부백태 (0.3mm이상)	길이(m)	4.0	b
4	—	녹물	길이(m)	1.0	—
5	—	도장박리	면적(m2)	10.	—
6	—	물탈망상균열노후화	면적(m2)	50	—
7	—	물고임	면적(m2)	6.88	—
8	교량받침손상	받침부식	개소	3	b
9	—	부식	면적(m2)	6.	—
10	—	오명	면적(m2)	3	—
11	—	시공이음부균열 (0.3mm미만)	면적(m2)	1.5	—
12	—	점검로 그레이팅부식	면적(m2)	7	—
13	파손	파손	면적(m2)	0.01	b
14	박리	박리	면적(m2)	0.04	b
15	탄산화잔여깊이	잔여깊이 99~113	mm	—	a

OO 하구둑 부재(부위)별 손상상태 평가표

번호	손상(결합)	손상결합내용	단위	크기	평가등급
1	물받이공의 하류 또는 기초의 침식	보호공 대석구간 세굴	면적(m2)	4364	c
2	바닥보호공 결합	대석 사석이완 이탈 및 지형세굴(일반)	개소(ea)	3	b

OO 하구둑 콘크리트 내구성능평가 요약

세부시설물명 (가중치.%)	세부부재명	항목별 평가결과				
		염화물 침투량	탄산화깊이	피복콘크리트 품질	세부시설물	배수갑문
○○문(44)	수문본체	d	a	a	d(2.0)	c(2.56)
**수갑문(56)	수문본체	c	a	a	c(3.0)	
		최저등급제			가중치고려	

OO 하구둑 수중 부재 내구성능평가

평가지표	지표 평가결과	가중치	부재 평가결과
발청 및 도장열화	b	60	2.4
도장두께	c	20	0.6
대기환경	c	20	0.6
평점			3.6

OO 하구둑 사용성능평가

성능 구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	평가점수
사용성능	운영성	권양기 작동 유무	0.193	b	4
		현장제어반 및 조작반	0.168	b	4
		구동모터 및 브레이크	0.194	b	4
		전기성비의 작동유무	0.227	c	4
기능성	유지관리성	점검시설	0.218		3
	수요및용량	염분침투	—	—	—
계			1.00		3.78

OO 하구둑 사용성능등급 산정

성능 구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	평가점수
사용성능	운영성	권양기 작동 유무	0.193	b	3.96
		현장제어반 및 조작반	0.168	b	4
		구동모터 및 브레이크	0.194	b	4
		전기성비의 작동유무	0.227	c	4
기능성	유지관리성	점검시설	0.218		3
	수요및용량	염분침투	—	—	—
계			1.00		3.77

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	횡방향 균열	방조제	안전 성능	b	0.41	0.40	0.66	0.10	0.010824	3
조치2	10	15	20	300	수평변 위	방조제	안전 성능	b	0.41	0.40	0.66	0.10	0.010824	3
조치3	—	—	—	—	유실	방조제	안전 성능	a	0.41	0.40	0.66	0.09	0.009742	6
조치4	—	—	—	—	누수	방조제	안전 성능	b	0.41	0.40	0.66	0.10	0.010824	3
조치5	—	—	—	—	변형	방조제	안전 성능	a	0.41	0.40	0.66	0.09	0.009742	6
조치6	10	15	20	300	식생	방조제	안전 성능	c	0.28	0.40	0.66	0.16	0.011827	2
조치7	60	90	40	3,600	일반 균열	갑문 콘크리트	안전 성능	b	0.31	0.46	0.66	0.10	0.009412	8
조치8	—	—	—	—	누수	갑문 콘크리트	안전 성능	a	0.31	0.46	0.66	0.09	0.008470	9
조치9	—	—	—	—	파손	갑문 콘크리트	안전 성능	a	0.28	0.46	0.66	0.09	0.007651	10
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.66	0.10	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	염화물	콘크리트 수문	내구 성능	d	1.00	0.65	0.20	0.20	0.026000	1
⋮	—	—	—	—	탄산화	콘크리트 수문	내구 성능	a	1.00	0.65	0.20	0.05	0.006500	11
⋮	—	—	—	—	피목	콘크리트 수문	내구 성능	a	1.00	0.65	0.20	0.05	0.006500	11
⋮	70	150	466	70,000	도장 두께	강재 수문	내구 성능	c	0.20	0.35	0.20	0.05	0.000700	16
⋮														
⋮	100	150	10	1,500	점검 시설	유지 관리성	사용 성능	c	0.172	1.00	0.14	0.16	0.003853	13
⋮	10	15	20	300	강재 수문	운영성	사용 성능	b	0.179	1.00	0.14	0.10	0.002506	14
⋮	—	—	—	—	구동 모터	운영성	사용 성능	b	0.153	1.00	0.14	0.10	0.002142	15
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.6.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PD)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치12	100	150	10	1,500	염화물	콘크리트 수문	내구 성능	d	1.00	0.65	0.20	0.20	0.026000	1
조치6	10	15	20	300	식생	방조제	안전 성능	c	0.28	0.40	0.66	0.16	0.011827	2
조치1	100	150	10	1,500	횡방향 균열	방조제	안전 성능	b	0.41	0.40	0.66	0.10	0.010824	3
조치2	10	15	20	300	수평 변위	방조제	안전 성능	b	0.41	0.40	0.66	0.10	0.010824	3
조치7	60	90	40	3,600	일반 균열	갑문 콘크리트	안전 성능	b	0.31	0.46	0.66	0.10	0.009412	8
조치17	100	150	10	1,500	점검 시설	유지 관리성	사용 성능	c	0.172	1.00	0.14	0.16	0.003853	13
조치18	10	15	20	300	강제 수문	운영성	사용 성능	b	0.179	1.00	0.14	0.10	0.002506	14
조치15	70	150	466	70,000	도장 두께	강제 수문	내구 성능	c	0.20	0.35	0.20	0.05	0.000700	16
합계				79,000										

3.7. 수문

3.7.1 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 수문구조물

가) 일반구조물 콘크리트 균열(표 7.13, 표 7.14)

- 최대균열폭, 면적율, 평가유형

나) 수처리 구조물 콘크리트 균열(표 7.15)

- 최대균열폭, 면적율

다) 백태 및 누수(표 7.16)

- 면적율

라) 박락, 층분리(표 7.17)

- 박락, 층분리 깊이, 면적율

마) 철근노출(표 7.18)

- 철근노출 면적율

바) 파손(표 7.19)

- 깊이, 면적율

사) 배수지장(표 7.20)

- 퇴적, 단차, 연결관 돌출, 지장물

아) 기초세굴(표 7.21)

- 기초세굴

자) 부재변형(표 7.22)

- 상하부 슬래브 처짐, 홈관 변형

차) 신축이음(표 7.23)

- 신축이음불량

2. 문비

가) 문비 부식 상태(표 7.24)

- 상태

나) 문비 변형(표 7.25)

- 상태

다) 문비 마찰손상(표 7.26)

- 상태

3. 기계설비

가) 랙바(표 7.27)

- 상태

나) 마찰부(베어링, 크러치, 커플링)(표 7.28)

- 상태

4. 바닥보호공

가) 세굴 및 침식(표 7.29)

- 상태

나) 보호공(표 7.30)

- 상태

5. 공통-공중이 이용하는 부위(표 7.31)

- 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

6. 구조 안전성능

가) 수문구조물

1) 내하율(표 7.32)

2) 조작대(표 7.33)

나) 문비

1) 구조검토(표 7.34)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 평가유형 가중치(표 7.12)

평가 유형	정 의	평가 기준	평가 점수	영향 계수	가중치
중요 결함	침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0	0.41
국부 결함	수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성능에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	0.31
일반 손상	파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	0.28

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 7.117)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.66	0.20	0.14	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최소값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.7.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 문비 및 공도교 발청(표면부식, 녹)(표 7.53)
 - 발청 면적, 외관 상태
- 나) 권양기 와이어로프 발청(표면부식, 녹)(표 7.54)
 - 점녹 및 부식 길이
- 다) 도장박리(표 7.55)
 - 도장 박리 면적, 외관 상태
- 라) 도장균열(표 7.56)
 - 도장 균열 면적, 외관 상태
- 마) 도장부품(표 7.57)
 - 부품 크기, 발생 면적
- 바) 도장 변색 및 백아화(표 7.58)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 사) 도장두께(표 7.59)
 - 지방서 및 지방 기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 아) 대기환경(표 7.60)
 - 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도
- 자) 권양기 와이어로프(직경감소)(표 7.61)
 - 와이어로프 직경 감소
- 차) 권양기 와이어로프(소선절단)(표 7.62)
 - 와이어로프 소선절단

2. 콘크리트 내구성능

- 가) 염화물 침투함량(표 7.84)
 - 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점
- 나) 탄산화 깊이(표 7.85)
 - 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간
- 다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 7.86, 표 7.87)
 - 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우
- 라) 동해환경(표 7.88)
 - 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 문비(표 7.65)

구분	평가지표	가중치
내부요인	도막 열화	발청
		박리
		균열
		부품
		변색
	도장두께	0.20
외부 환경요인	대기 환경 (해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도)	0.20

2. 권양기 와이어로프(표 7.66)

평가지표	가중치
발청	0.25
대기환경	0.20
직경감소	0.20
소선절단	0.35

다. 내구성능 부재별 가중치

1. 종합 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치(표 7.100)

구분	종합 내구성능 평가 가중치	
	강재	콘크리트
수문 시설물 종합 내구성능	0.35	0.65

2. 콘크리트(표 7.92)

형식	세부 부재명	부재별 가중치(%)
수문	수문본체	0.40
	관리교	0.05
	암거	0.40
	날개벽	0.10
	물받이	0.05

3. 강재(표 7.67)

구분	가중치
문비	0.60
권양기 와이어로프	0.40

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.7.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 운영성 / 문비의 작동유무(표 7.103)
2. 운영성 / 수밀성(표 7.104)
3. 유지관리성 / 점검시설(관리교 포함)(표 7.105)
4. 수요 및 용량 / 퇴적(표 7.106)
5. 수요 및 용량 / 통수능력(표 7.107)

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 사용성능 평가지표 가중치(표 7.108)

	문비의 작동유무	수밀성	점검시설	퇴적(배수지장)	통수능력
가중치	0.168	0.158	0.202	0.203	0.269

다. 사용성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.7.4 수문 가중치 분류

구 분		손상별	부재별	성능간	등급별
수문	안전 성능	표 7.12	1	표 7.117	등급 가중치
	내구 성능	표 7.65, 표 7.66	표 7.67, 표 7.92 표 7.100		
	사용 성능	표 7.108	1		

3.7.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 수문 상태안전성능등급 산정 결과

위치		손상종류	수량	물량	단위	상태등급산정	상태등급
수문본체	문기둥	재료분리	1	0.09	m ²	깊이 5mm미만, 면적 10%미만	b
	문기둥	단면파손	1	0.04	m ²	깊이 5mm미만, 면적 10%미만	b
	문기둥	철근노출	1	0.75	m ²	면적 1%미만	b
배수암거	상부 슬래브	재료분리	5	3.79	m ²	깊이 10mm미만, 면적 10%미만	c
		철근조출	2	0.36	m ²	면적 3~5%미만	d
		이격 (이음부)	1	1.5	m	신축이음 누수 가능성 있음	b
	바닥 슬래브	토사퇴적	1	6	m ²	다소 배수지장물 배수지장없음	b
		이격 (이음부)	1	1.5	m	신축이음 누수 가능성 있음	b
	외측 벽체	침식 (t=20mm)	1	0.6	m ²	폭0.3mm미만 면적율 5%미만	d
		이격 (이음부)	1	1.5	m	깊이20mm 미만 면적율 10%미만	b
	우측 벽체	균열 (0.2mm)	1	0.5	m	폭0.3mm미만 면적율 5%미만	a
		침식 (t=20mm)	1	1.6	m ²	깊이20mm 미만 면적율 10%미만	d
		이격 (이음부)	1	1.5	m	신축이음 누수 가능성 있음	b
유입부	유입 벽체	단면파손	1	2.089	m		—
날개벽	제외지	균열 (0.3mm)	1	0.6	m		b
	제외지	철근노출	1	0.08	m ²		c

OO 수문 구조안전성능 평가결과

평가항목		구조안전성능평가 등급	평가지수	비고
수문본체	조작대 접근성	a	5.0	
배수암거	배수암거 내하력	a	5.0	

OO 수문 발청 및 도장열화 평가 결과(문비)

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	종합점수	종합결과
등급	a	a	a	a	a	0	5
평가점수	0	0	0	0	0		
평가등급(수리시설물인 댐의 점수 분류체계로 변화하여 평가)							a

OO 수문 도장두께 평가결과(문비)

구분		3개의 섹션중 1개소평균값 기준미달 여부	3개의 섹션중 평균값 기준 미달 여부	구역별미달여부	미달비율(%)
문비	1spot	만족	만족	만족	1.00
	2spot	만족	만족	만족	
	3spot	만족	만족	만족	
전체문비에 대한 미달비율 = 0.00%					a 등급

OO 수문 대기환경 평가 결과(문비)

구분			측정결과	평가 결과
문비	대기환경	해안이격거리	동해안으로부터 24.5km	a등급
		이산화황농도	0.005ppm	
		연간젖음시간(일)	65일	

OO 수문 문비 내구성능평가 결과

구분		측정결과	평가지수	가중치	평가점수
문비	발청및도장열화	a	5	60.	3
	도장두께	a	5	20	1
	대기환경	a	5	20	1
합계				100	5
문비 강제 내구성능 평가지수					5
문비 강제 내구성능 평가등급					a

OO 수문 사용성능평가 결과 요약

구분	제1배수문			표번호
근거 번호	2-1~2-2			3-1
2단계 평가 구분	평가결과	평가지수	가중치	평가점수
문비의작동유무	a	5.0	0.168	0.84
수밀성	a	5.0	0.158	0.79
점검시설	a	5.0	0.202	1.01
퇴적(배수지장)	b	4.0	0.203	0.81
통수능력	a	5.0	0.269	1.35
합계			1.000	4.80
평가점수	종합사용성능 평가지수 =			4.80
	2. 종합사용성능 평가결과 =			A 등급

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	발청	문비	안전 성능	b	0.30	1.00	0.66	0.10	0.019800	2
조치2	10	15	20	300	박리	문비	안전 성능	b	0.12	1.00	0.66	0.10	0.007920	6
조치3	—	—	—	—	균열	문비	안전 성능	a	0.06	1.00	0.66	0.05	0.001980	13
조치4	—	—	—	—	부품	문비	안전 성능	b	0.09	1.00	0.66	0.10	0.005940	8
조치5	—	—	—	—	변색	문비	안전 성능	a	0.03	1.00	0.66	0.05	0.000990	15
조치6	10	15	20	300	도장 두께	문비	안전 성능	c	0.20	1.00	0.66	0.16	0.021120	1
조치7	60	90	40	3,600	대기 환경	문비	안전 성능	b	0.20	1.00	0.66	0.10	0.013200	3
조치8	—	—	—	—	발청	권양기 와이어	안전 성능	a	0.25	1.00	0.66	0.05	0.008250	5
조치9	—	—	—	—	대기 환경	권양기 와이어	안전 성능	a	0.20	1.00	0.66	0.05	0.006600	7
조치10						구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.66	0	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	수분 본체	수문	내구 성능	c	1.00	0.40	0.20	0.16	0.012800	4
⋮	—	—	—	—	관리교	수문	내구 성능	a	1.00	0.05	0.20	0.05	0.000500	16
⋮	—	—	—	—	암거	수문	내구 성능	a	1.00	0.40	0.20	0.05	0.004000	9
⋮	—	—	—	—	날개벽	수문	내구 성능	a	1.00	0.10	0.20	0.05	0.001000	14
⋮													—	17
⋮	—	—	—	—	—	통수 능력	사용 성능	a	0.269	1.00	0.14	0.09	0.003389	10
⋮	10	15	20	300	—	퇴적	사용 성능	b	0.203	1.00	0.14	0.10	0.002842	11
⋮	—	—	—	—	—	수밀성	사용 성능	a	0.158	1.00	0.14	0.09	0.001991	12
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.7.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	도장 두께	문비	안전 성능	c	0.20	1.00	0.66	0.16	0.021120	1
조치1	100	150	10	1,500	발청	문비	안전 성능	b	0.30	1.00	0.66	0.10	0.019800	2
조치7	60	90	40	3,600	대기 환경	문비	안전 성능	b	0.20	1.00	0.66	0.10	0.013200	3
조치12	100	150	10	1,500	수분 본체	수문	내구 성능	c	1.00	0.40	0.20	0.16	0.012800	4
조치2	10	15	20	300	박리	문비	안전 성능	b	0.12	1.00	0.66	0.10	0.007920	6
조치18	10	15	20	300	-	퇴적	사용 성능	b	0.203	1.00	0.14	0.10	0.002842	11
합계				7,500										

3.8. 제방

3.8.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 표준제방

가) 표준제방 제체(표 8.15)

- 제체침하, 활동, 누수, 세굴 및 침식, 제체의 훼손, 수목의 식생

나) 표준제방 호안(표 8.16)

- 호안의 기초 밑다짐공 세굴, 비탈덮기의 활동, 비탈덮기의 손상, 호안 머리 보호공 손상, 호안 구조이음눈 손상

다) 표준제방 하상부(표 7.17)

- 하상부의 세굴 및 퇴적

2. 특수제방

가) 직립구조물(표 8.18)

- 침하, 경사/전도, 말뚝구조의 활동, 말뚝구조의 변형, 파손, 균열, 박리, 마모/침식, 신축이음부 및 사석블럭의 이격, 기초부 세굴

나) 배수통관(표 8.19)

- 배수암거 구조물 손상

다) 접근로의 도로 훼손(표 8.20)

- 도로의 훼손

3. 공중이 이용하는 부위(표 8.21)

- 가) 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개

4. 구조 안전성능

가) 제방

1) 제방 월류(표 8.23)

2) 제방 활동(표 8.25)

3) 제방 누수(표 8.27)

나) 특수제방 옹벽 및 말뚝

1) 활동, 전도(표 8.28)

2) 내하력(표 8.29)

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 평가유형 가중치(표 8.14)

평가 유형	정 의	평가 기준	평가 점수	영향 계수	가중치
중요 결함	침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0	0.41
국부 결함	수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성능에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	0.31
일반 손상	파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	0.28

2. 표준제방 제체(표 8.15)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
제체 침하	중요결함	1.0	0.41
활동	중요결함	1.0	0.41
누수	중요결함	1.0	0.41
세굴 및 침식	국부결함	1.0 ~2.0	0.31
제체의 훼손	일반손상	1.0 ~3.0	0.31
수목의 식생	일반손상	1.0 ~3.0	0.31

3. 표준제방 호안(표 8.16)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
호안의 기초· 밑다짐공 세굴	중요결함	1.0	0.41
비탈덮기의활동	중요결함	1.0	0.41
비탈덮기의 손상(줄눈이격, 파손, 탈락)	국부결함	1.0~2.0	0.31
호안머리보호공 손상(균열, 파손, 들뜸)	국부결함	1.0~2.0	0.31
호안 구조이음눈 손상	일반손상	1.0~3.0	0.28

4. 표준제방 하상부(표 8.17)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
하상부의 세굴 및 퇴적	일반손상	1.0 ~3.0	0.28

5. 특수제방 직립구조물(표 8.18)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
침하	중요결함	1.0	0.41
경사/전도	중요결함	1.0	0.41
말뚝구조의 활동	중요결함	1.0	0.41
말뚝구조의 변형	중요결함	1.0	0.41
파손	국부결함	1.0~2.0	0.31
균열	국부결함	1.0~2.0	0.31
박리(박락,충분리)	국부결함	1.0~2.0	0.31
마모/침식	국부결함	1.0~2.0	0.31
신축이음부 및 사석블록의 이격	일반손상	1.0~3.0	0.28
기초부 세굴	일반손상	1.0~3.0	0.28

6. 특수제방 배수통관(표 8.19)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
배수암거 구조물 손상	중요결함	1.0	0.41

7. 특수제방 접근도로 훼손(표 8.20)

상태변화	평가유형	영향계수	가중치
도로의 훼손	일반결함	1.0~3.0	0.28

8. 공중이 이용하는 부위(표 8.21)

평가지표	평가유형	영향계수	가중치
추락방지시설	중요결함	1.0	0.41
도로포장 파손	중요결함	1.0	0.41
도로부 신축이음부	중요결함	1.0	0.41
환기구 등의 덮개	중요결함	1.0	0.41

다. 안전성능 부재별 가중치

1. 시설물별 중요도 가중치(표 8.41)

구분	제체	호안	하상부	배수통관	접근로	비고
중요도	0.47	0.22	0.10	0.16	0.05	1.00

라. 성능간 가중치(표 8.84)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.66	0.20	0.14	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율 : $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.8.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 콘크리트 내구성능

가) 염화물 침투함량(표 8.45)

- 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점

나) 탄산화 깊이(표 8.46)

- 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간

다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 8.47, 표 8.48)

- 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우

라) 염해환경(표 8.49)

- 강설일수

마) 동해환경(표 8.50)

- 동결융해 반복지수(수분접촉시)

나. 내구성능 손상별 가중치: 1.0

다. 내구성능 부재별 가중치

1. 제방 시설물 형식 가중치(표 8.56)

형식	부재명	부재별 가중치(%)
제방	뒷비탈(제내측사면)	0.20
	독마루	0.30
	앞비탈(제외측사면)	0.50

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

3.8.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 운영성 / 배수통관 문짝(표 8.69)
2. 운영성 / 배수암거 배수(표 8.70)
3. 방재성 / 제방 비탈면 경사도(표 8.71)
4. 유지관리성 / 점검시설(표 8.72)
5. 수요 및 용량 / 홍수방어(표 8.73)

나. 사용성능 손상별 가중치: 1.0

다. 사용성능 부재별 가중치

1. 사용성능 평가지표 가중치(표 8.76)

	배수통관 문짝	배수암거 배수	제방 비탈면 경사도	점검시설	홍수방어
가중치	0.140	0.170	0.176	0.170	0.344

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.8.4 제방 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
제방	안전 성능	표 8.14, 표 8.15 표 8.16, 표 8.17 표 8.18, 표 8.19 표 8.20, 표 8.21	표 8.41	표 8.84	등급 가중치
	내구 성능	1	표 8.56		
	사용 성능	1	표 8.76		

3.8.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 제방 상태안전성능 평가 결과

개별시설	제방			표번호
3단계 표번호	A-3-1 ~A-3-4			A-4-1
복합부재	평가결과	평가지수	중요도(%)	계산값
제체	b	4.4	49	215.60
호안	a	5.0	23	115.00
하상부	a	5.0	11	55.00
배수통관	a	5.0	17	85.00
합계			100	470.60
상태안전성능 평가지수 최대값 = 5.0 2 상태안전성능 평가지수 최소값 = 4.40 3 $V1 = 0.3 * (Max - Min) = 0.180$ 4 $V2 = \sum M / (5 * (N - 2)) = 0.941$ 5 개별시설의 상태안전성능 평가지수 = 4.57 6 개별시설의 상태안전성능 평가 결과 = a 등급				

OO 제방 구조안전성능평가 결과

개별시설	제방		-
평가항목	평가내용	평가등급	평가점수
월류	제방고>계획홍수위+여유고, 호안고> 계획홍수위	a	5
활동	안전율이 기준안전율을 초과	a	5
누수	항계치의 100%미만	a	5
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택 1.1) $N=1$ 이면 $Es = Min$, $N=2$ 이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min)$ 1.2) $N>2$ 이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min) * \sum M / (5 * (N - 2))$ (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값) 2. 개별시설물 구조안전성능 평가지수(Es) = 5.0 3. 개별시설물 구조안전성능 평가 결과 = a			

OO 제방 탄산화 깊이평가

평가항목	세부 부재명	피복두께 (mm)	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간(년)	평가 결과	부재평가 결과
탄산화 깊이	1호배수 통관	51	7.5	3.1	30년초과	a	a

OO 제방 콘크리트 품질평가

평가항목	세부분재	강도추정값	비건전부.건 전부비율	평가결과		부재별 평가 결과
				설계강도	비건전부	
피복콘크 리트의 품질	본체	100	—	a	—	a
	날개벽	103	—	a	—	
	호안블록#1-1	102	—	a	—	
	호안블록#2-2	100	—	a	—	
	호안블록#1-3	106	—	a	—	
	호안블록#2-4	102	—	a	—	
	호안블록#1-5	104	—	a	—	
	호안블록#2-6	100	—	a	—	

OO 제방 염해환경평가 결과

염화환경지표	10년간 최심신적성 평균일수	평가기준	평가결과
염해환경	0.0	강설일수<7	A

OO 제방 동해환경평가 결과

염화환경지표	10년간동결융해 반복 평균일수	평가기준	평가결과
동해환경	2.8	X<3	A

OO 제방 콘크리트 내구성능평가 결과

시설물	세부부재명	가중치(%)	항목별 평가결과			
			탄산화 깊이	피복콘크리 트의 품질	부재별 평가결과	평가결과
제방	콘크리트	100	a	a	a	5.0
합계						5.0
콘크리트 내구성능등급						A

OO 제방 사용성능평가 결과

구분		세부지표 분류	가중치	지표별 평가결과	기표별 평가점수	평가결과
사용성	운영성	배수통관 문짝	0.14	a	5	0.70
		배수압거배수	0.17	a	5	0.85
	방재성	비탈면경사도	0.176	b	4	0.71
기능성	유지관리성	점검시설	0.171	b	4	0.68
	수요및용량	홍수방어	0.343	a	5	1.72
합계						4.66
사용성능등급						A

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	제체 침하	제체	안전 성능	b	0.16	0.47	0.66	0.11	0.005460	3
조치2	10	15	20	300	활동	제체	안전 성능	b	0.14	0.47	0.66	0.11	0.004777	5
조치3	—	—	—	—	누수	제체	안전 성능	a	0.09	0.47	0.66	0.05	0.001396	10
조치4	—	—	—	—	세굴및 침식	제체	안전 성능	a	0.03	0.47	0.66	0.11	0.001024	13
조치5	—	—	—	—	제체 훼손	제체	안전 성능	a	0.05	0.47	0.66	0.05	0.000776	14
조치6	10	15	20	300	수목 식생	제체	안전 성능	c	0.03	0.47	0.66	0.20	0.001861	9
조치7	60	90	40	3,600	호안 기초	호안	안전 성능	b	0.08	0.22	0.66	0.11	0.001278	11
조치8	—	—	—	—	비탈 덮기 활동	호안	안전 성능	a	0.15	0.22	0.66	0.05	0.001089	12
조치9	—	—	—	—	하상부 퇴적	하상부	안전 성능	a	0.07	0.10	0.66	0.05	0.000231	15
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.66	—	—	16
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	뒷비탈	제방	내구 성능	c	1.00	0.20	0.20	0.20	0.008000	1
⋮	—	—	—	—	독마루	제방	내구 성능	a	1.00	0.30	0.20	0.05	0.003000	6
⋮	—	—	—	—	앞비탈	제방	내구 성능	a	1.00	0.50	0.20	0.05	0.005000	4
⋮	—	—	—	—			내구 성능						—	16
⋮													—	16
⋮	100	150	10	1,500	—	수요및 용량	사용 성능	c	1.00	0.344	0.14	0.16	0.007706	2
⋮	10	15	20	300	—	유지 관리성	사용 성능	b	1.00	0.170	0.14	0.10	0.002380	8
⋮	—	—	—	—	—	방재성	사용 성능	b	1.00	0.176	0.14	0.10	0.002464	7
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.8.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치12	100	150	10	1,500	뒹비탈	제방	내구 성능	c	1.00	0.20	0.20	0.20	0.008000	1
조치17	100	150	10	1,500	-	수요및 용량	사용 성능	c	1.00	0.344	0.14	0.16	0.007706	2
조치1	100	150	10	1,500	제체 침하	제체	안전 성능	b	0.16	0.47	0.66	0.11	0.005460	3
조치2	10	15	20	300	활동	제체	안전 성능	b	0.14	0.47	0.66	0.11	0.004777	5
조치18	10	15	20	300	-	유지관 리성	사용 성능	b	1.00	0.170	0.14	0.10	0.002380	8
조치6	10	15	20	300	수목 식생	제체	안전 성능	c	0.03	0.47	0.66	0.20	0.001861	9
조치7	60	90	40	3,600	호안 기초	호안	안전 성능	b	0.08	0.22	0.66	0.11	0.001278	11
합계				9,000										

3.9. 상수도

3.9.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 관로 / 관로부식(표 9.15)
2. 관로 / 관두께(표 9.16)
3. 관로 / 관체 변형률(표 9.17)
4. 관로 / 관로누수(매설관로)(표 9.18)
5. 관로 / 관로용접부 평가(표 9.19)
6. 관로 / 밸브누수(표 9.20)
7. 토목구조물 / 침하부상(표 9.21)
8. 토목구조물 / 경사(표 9.22)
9. 토목구조물 / 활동(표 9.23)
10. 토목구조물 / 기초세굴(표 9.24)
11. 토목구조물 / 콘크리트 균열(표 9.25)
 - 일반 콘크리트 균열, 수처리 콘크리트 균열
12. 토목구조물 / 콘크리트 박리(표 9.26)
13. 토목구조물 / 콘크리트 박락 및 층분리(표 9.27)
14. 토목구조물 / 콘크리트 철근 노출(표 9.28)
15. 토목구조물 / 콘크리트 누수(표 9.29)
16. 토목구조물 / 콘크리트 백태(표 9.30)
17. 토목구조물 / 콘크리트 파손(표 9.31)
18. 토목구조물 / 신축이음 및 탈락(표 9.32)
19. 강구조물 / 강재변형 및 변위(표 9.33)
20. 강구조물 / 강재부식(표 9.34)
21. 강구조물 / 강재피로균열(표 9.35)
22. 기전설비 / 펌프배드 기초부(표 9.36)
23. 기전설비 / 장내배관 누수(표 9.37)
24. 기전설비 / 기기설비 마찰부 손상(표 9.38)
25. 공중이 이용하는 부위(표 9.39)
 - 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개
26. 구조안전성 평가(표 9.61)
 - 관로시설물, 토목시설물

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 관로(표 9.11)

상태안전성능 평가항목	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	가중치
관로부식	중요결함	1.0	a b c d e	5 4 3 2 1	0.41
관두깨					
관체변형률					
관로누수					
관로용접부 평가	국부결함	1.0	a	5	0.31
		1.1	b	4	
		1.2	c	3	
		1.4	d	2	
		2.0	e	1	
밸브 누수	일반손상	1.0	a	5	0.28
		1.1	b	4	
		1.3	c	3	
		1.7	d	2	
		3.0	e	1	

상태안전성능 평가항목		평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	가중치
침하 / 부상		중요결함	1.0	a	5	0.41
경 사				b	4	
				c	3	
활 동				d	2	
			e	1		
기초세굴		국부결함	1.0	a	5	0.31
			1.1	b	4	
			1.2	c	3	
			1.4	d	2	
			2.0	e	1	
콘크리트 균열		일반손상	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	a b c d e	5 4 3 2 1	0.28
콘크리트 박리						
콘크리트 박락 / 층분리						
철근노출						
누수	콘크리트부재					
	신축이음부위					
백 태						
콘크리트 파손						
신축이음열화 및 탈락	탈락정도					
	열화정도					

상태안전성능 평가항목	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	가중치
강재변형 및 변위	중요결함	1.0	a b c d e	5 4 3 2 1	0.41
강재부식	국부결함	1.0	a	5	0.31
		1.1	b	4	
		1.2	c	3	
강재 피로균열		1.4	d	2	
		2.0	e	1	

4. 기전설비(표 9.14)

상태안전성능 평가항목		평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	가중치
펌프 설비	펌프베드 기초부	일반손상	1.0	a	5	0.28
			1.1	b	4	
			1.3	c	3	
			1.7	d	2	
			3.0	e	1	
장내 배관	관체손상 정도	중요결함	1.0	a	5	0.41
				b	4	
				c	3	
				d	2	
				e	1	
기계 설비	마찰부손상	일반손상	1.0	a	5	0.28
			1.1	b	4	
			1.3	c	3	
			1.7	d	2	
			3.0	e	1	

다. 안전성능 부재별 가중치

1. 토목구조물 개별부재(표 9.54)

개별부재구분	중요도(W)		비 고
	내력구조인 경우	비 내력구조인 경우	
바닥슬래브	20	25	
상부슬래브	10	10	
벽 체	25	10	
기 둥	25	30	
보	20	25	

2. 분야별 시설물(통합 시설물)(표 9.73)

시설물 구분	관로시설물 (관로 및 수로터널)	토목구조물 (콘크리트 및 강구조물)	건축구조물	기전설비
가중치	0.47	0.27	0.13	0.13

라. 성능간 가중치(표 9.168)

성능별 가중치			합계
안전성능	내구성능	사용성능	
0.60	0.25	0.15	1.00

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$4.50 \leq X < 5.00$	$3.50 \leq X < 4.50$	$2.50 \leq X < 3.50$	$1.50 \leq X < 2.50$	$1.00 \leq X < 1.50$
대표점수	4.50 ($1/4.50=0.22$)	3.50 ($1/3.50=0.28$)	2.50 ($1/2.50=0.40$)	1.50 ($1/1.50=0.67$)	1.00 ($1/1.00=1.00$)
등급별 가중치	0.09	0.10	0.16	0.26	0.39

예시) a등급범위($4.50 \leq X < 5.00$) 최솟값(4.50)의 비율: $(1/4.50) / 2.57 = 0.09$

3.9.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 강재 내구성능

- 가) 발청(표면부식, 녹)(표 9.78)
 - 발청 면적, 외관 상태
- 나) 도장박리(표 9.79)
 - 도장 박리 면적, 외관 상태
- 다) 도장균열(표 9.80)
 - 도장 균열 면적, 외관 상태
- 라) 도장부품(표 9.81)
 - 부품 크기, 발생 면적
- 마) 도장 변색 및 백아화(표 9.82)
 - 도장 변색, 도장 백아화
- 사) 도장두께(표 9.83)
 - 지방서 및 지방 기준 대비 허용두께 불만족 비율
- 아) 경과년수(표 9.84)
 - 경과년수
- 자) 누수(표 9.85)
 - 상태
- 차) 관주변 토양종류(표 9.86)
 - 토양종류
- 카) 토양 비저항(표 9.87)
 - 토양비저항
- 타) 토양 ph(표 9.88)
 - 토양 ph
- 파) 황산 및 염산이온(표 9.89)
 - 황산이온 및 연소이온 함량
- 하) 관대지 전위차(표 9.90)
 - 관대지전위차
- 거) 대기환경(표 9.91)
 - 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도

너) 권양기 와이어로프(직경감소)(표 9.92)

- 와이어로프 직경 감소

더) 권양기 와이어로프(소선절단)(표 9.93)

- 와이어로프 소선절단

2. 콘크리트 내구성능

가) 염화물 침투함량(표 9.116)

- 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점

나) 탄산화 깊이(표 9.117)

- 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간

다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 9.118, 표 9.119)

- 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우

라) 동해환경(표 9.120)

- 동결융해 반복지수(수분접촉시)

마) 토양환경(표 9.121)

- 토양환경

나. 내구성능 손상별 가중치

1. 발칭 및 도장열화(표 9.94)

구분	발칭	박리	균열	부품	변색	비고
관로	0.53	0.21	0.10	0.16	—	
강구조물	0.50	0.20	0.10	0.15	0.05	
기전설비	1.00	—	—	—	—	권양와이어

2. 토양환경(표 9.95)

구분	관주변 토양종류	토양 비저항	토양 pH	황산 및 염소이온	관대지전위차
관로	0.17	0.29	0.15	0.17	0.22

3. 강재(표 9.97)

구분		발청 및 도장열화	도장 두께	경과년수	누수	환경	
						토양	대기
관로	매설관로	0.26	0.21	0.36	—	0.17	—
	노출관로	0.29	0.23	0.37	—	—	0.11
강구조물	내부	0.36	0.23	—	0.29	—	0.12
	외부	0.37	0.27	—	0.18	—	0.18

4. 강재 기전설비(표 9.98)

구분	발청	대기환경	직경감소	소선절단
권양와이어	0.25	0.20	0.20	0.35

5. 강재 관로 개별(표 9.99)

세부시설	가중치
관로	0.80
밸브실	0.20

다. 내구성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.9.3 사용성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 사용성능 평가항목

1. 운영성 / 수질(표 9.143)
2. 운영성 / 관로사고이력(표 9.144)
3. 운영성 / 밸브(장관밸브)의 손상(표 9.145)
4. 유지관리성 / 펌프의 소음(표 9.146)
5. 유지관리성 / 펌프의 진동(표 9.147)
6. 유지관리성 / 전기설비의 절연 및 접지(표 9.148)
7. 유지관리성 / 전기설비의 상태(표 9.149)
8. 수요 및 용량 / 가동률(표 9.150)

나. 사용성능 손상별 가중치

1. 세부지표 평가항목별 가중치(표 9.151)

	수질	관로사고 이력	밸브의 손상	펌프의 소음	펌프의 진동	전기설비 의 절연 및 접지	전기설비 상태	가동률
가중치	0.274	0.155	0.203	0.057	0.057	0.096	0.085	0.073

다. 사용성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.9.4 상수도 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
상수도	안전 성능	표 9.11, 표 9.12 표 9.13, 표 9.14	표 9.54, 표 9.73	표 9.168	등급 가중치
	내구 성능	표 9.94, 표 9.95 표 9.97, 표 9.98 표 9.99	1		
	사용 성능	표 9.151	1		

3.9.5 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 상수도 시설물(개별부재 손상 및 결함상태 조사표)

조사망번호	개별부재명	복합부재명	개별시설물명	표번호
NO 0+0~4+15	도수-A	도수-A	도수계통	관로-1-1
번호	손상종류	조사내용	손상(결합) 정도	평가 결과
1	배관의부식	관상세조사	점부식 관찰	b
2	잔존관두께	관 노후도 조사	0.8~1.0미만	b
3	관체변형률	관상세조사	없음	a
4	배관의누수	누수탐사	-	-
5	관로사고이력	사고및정비기록	0건/KM/년	a
6	관대지전위차	부식환경조사	(-)650~(-)850 미만	b
7	관내외방식도막	관상세조사	-	-
8	사용년수	매설환경조사	10~20년 미만	b

조사망번호	개별부재명	복합부재명	개별시설물명	표번호
NO 4+15~10+15	도수-B	도수-B	도수계통	관로-1-2
번호	손상종류	조사내용	손상(결합) 정도	평가 결과
1	배관의부식	관상세조사	점부식 관찰	b
2	잔존관두께	관 노후도 조사	-	-
3	관체변형률	관상세조사	없음	a
4	배관의누수	누수탐사	-	-
5	관로사고이력	사고및정비기록	0건/KM/년	a
6	관대지전위차	부식환경조사	(-)400~(-)650 미만	c
7	관내외방식도막	관상세조사	-	-
8	사용년수	매설환경조사	10~20년 미만	b

OO 상수도 개별부재(토목) 상태평가표

개별부재명 :바닥슬라브		규모 :RC조(H=8.5, L=79.1)			표번호
복합부재명 : 취수펌프실1		개별시설물명 : 취수펌프실			1-B-01-02
근거(1단계)표번호		1-B-01-02			
평가항목	평가항목	평가결과	평가점수	영향계수	평가지수
침하/부상, 경사, 활동	중요결함	a	5	1	5
콘크리트 균열	일반손상	b	4	1.1	4.4
백태	일반손상	b	4	1.1	4.4
평가의견					
평가결과	상태평가지수 = 4.4		상태평가결과 = b		최소값

개별부재명 : 벽체		규모 :RC조(H=11.3, L=79.1)			표번호
복합부재명 : 취수펌프실1		개별시설물명 : 취수펌프실			1-B-01-03
근거(1단계)표번호		1-B-01-03			
평가항목	평가항목	평가결과	평가점수	영향계수	평가지수
침하/부상, 경사, 활동	중요결함	a	5	1	5
콘크리트 균열	일반손상	b	4	1.1	4.4
백태	일반손상	b	4	1.1	4.4
탄산화잔여깊이	국부결함	a	5	1	5
연화물함유량	국부결함	a	5	1	5
평가의견					
평가결과	상태평가지수 = 4.4		상태평가결과 = b		최소값

개별부재명 : 보		규모 :RC조(B=2, L=8.51)			표번호
복합부재명 : 취수펌프실1		개별시설물명 : 취수펌프실			1-B-01-04
근거(1단계)표번호		1-B-01-04			
평가항목	평가항목	평가결과	평가점수	영향계수	평가지수
침하/부상, 경사, 활동	중요결함	a	5	1	5
누수	일반손상	b	4	1.1	4.4
평가의견					
평가결과	상태평가지수 = 4.4		상태평가결과 = b		최소값

OO 상수도 기전설비 손상조사표

점검항목	조사사항	결함내용	평가결과
전기설비	절연열화로인한 시설물 운영상 문제점 발생여부(청문조사)	양호한상태	b
	접지불량으로 인한 시설물 운영상 문제점 발생여부(청문조사)	양호한상태	b
	전기설비의 불량으로인한 설비의 기중 및 운전상 문제점 발생 여부(청문조사)	양호한상태	b
	배선상태(제어반 내부의 전선, 케이블의 단발처리 및 배선상태, 부착 및 조임상태, 단선 및 단락, 열화, 변색 유무 등)	양호한상태	b

OO 상수도 관로시설물 내구성능평가 결과

구분	항목별 평가결과						평가결과	
	강재 내구성능평가			콘크리트 내구성능평가				
	점수	등급	규모(m)	점수	등급	규모(m)	점수	등급
관로	3.69	b	4.066	5.00	a	4.066	4.35	b

OO 상수도 토목구조물 내구성능평가 결과

구분	항목별 평가 결과		평가 결과	
	콘크리트평가 결과			
	점수	등급	점수	등급
토목	5.00	a	5.00	a

OO 상수도 기전설비 내구성능평가 결과

분류	세부분류	평가등급	평가점수	비고
기전설비	권양기	a	5.00	

OO 상수도 내구성능 종합평가 결과

분류	세부 분류	평가결과	평가점수	계산값	가중치	계산값
관로시설물	관로	b	4.35	4.35	52	2.26
토목구조물	콘크리트 구조물	a	5.	5.00	31	1.55
기전설비	펌프 및 운영설비	a	5	5.00	17	0.85
산식						4.66
내구성능 평가 결과						A

OO 상수도 사용성능평가 결과

성능 구분			평가결과	평가점수	가중치	계산값
사용성	운영성	수질	a	5	0.274	1.37
		관로사고이력	a	5	0.155	0.78
		밸브의 손상	a	5	0.203	1.02
기능성	유지관리성	펌프의 소음 및 진동	a	4.89	0.114	0.56
		전기설비의 절연 및 접지	a	5	0.096	0.48
		전기설비의 상태	a	5	0.085	0.43
	수요및용량	가동률	a	5	0.073	0.37
산식	사용성능평가 결과 = A					4.99

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	배관 부식	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치2	10	15	20	300	잔존 관두께	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치3	—	—	—	—	관체 변형률	관로	안전 성능	a	0.41	0.47	0.60	0.05	0.005781	8
조치4	10	15	20	300	관로 누수	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치5	—	—	—	—	용접부	관로	안전 성능	a	0.31	0.47	0.60	0.05	0.004371	10
조치6	10	15	20	300	밸브 누수	관로	안전 성능	c	0.28	0.47	0.60	0.20	0.015792	1
조치7	60	90	40	3,600	침하 부상	토목 구조물	안전 성능	b	0.41	0.27	0.60	0.11	0.007306	6
조치8	—	—	—	—	경사	토목 구조물	안전 성능	a	0.41	0.27	0.60	0.05	0.003321	13
조치9	—	—	—	—	활동	토목 구조물	안전 성능	a	0.41	0.27	0.60	0.05	0.003321	13
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.60	0.11	—	17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	발청 도장 열화	관로	내구 성능	b	0.26	1.00	0.25	0.10	0.006500	7
⋮	—	—	—	—	도장 두께	관로	내구 성능	a	0.21	1.00	0.25	0.09	0.004725	9
⋮	—	—	—	—	경과 년수	관로	내구 성능	a	0.36	1.00	0.25	0.09	0.008100	5
⋮	—	—	—	—	토양	관로	내구 성능	a	0.17	1.00	0.25	0.09	0.003825	11
⋮														
⋮	—	—	—	—	수질	관로	사용 성능	a	0.274	1.00	0.15	0.09	0.003699	12
⋮	—	—	—	—	관로 사고 이력	관로	사용 성능	a	0.155	1.00	0.15	0.09	0.002093	16
⋮	—	—	—	—	밸브의 손상	관로	사용 성능	a	0.203	1.00	0.15	0.09	0.002741	15
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.9.6 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (<i>PI</i>)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	밸브 누수	관로	안전 성능	c	0.28	0.47	0.60	0.20	0.015792	1
조치1	100	150	10	1,500	배관 부식	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치2	10	15	20	300	잔존 관두깨	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치4	10	15	20	300	관로 누수	관로	안전 성능	b	0.41	0.47	0.60	0.11	0.012718	2
조치7	60	90	40	3,600	침하 부상	토목구 조물	안전 성능	b	0.41	0.27	0.60	0.11	0.007306	6
조치12	100	150	10	1,500	발청도 장열화	관로	내구 성능	b	0.26	1.00	0.25	0.10	0.006500	7
합계				7,500										

3.10. 용벽

3.10.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 콘크리트 용벽 / 침하(표 10.17)
 - 비진행성, 진행성
2. 콘크리트 용벽 / 활동(표 10.18)
 - 비진행성, 진행성
3. 콘크리트 용벽 / 배수공(표 10.19)
 - 상태
4. 콘크리트 용벽/ 계획선행오차(표 10.20)
 - 비진행성, 진행성
5. 콘크리트 용벽 / 파손 및 손상(재료분리)(표 10.21)
 - 깊이
6. 콘크리트 용벽 / 균열(표 10.22)
 - 최대균열폭
7. 콘크리트 용벽 / 표면열화(마모/침식, 박리, 박락 및 층분리)(표 10.23)
 - 마모/침식, 박리, 박락 및 층분리
8. 콘크리트 용벽 / 백태(표 10.24)
 - 조사된 상태
9. 콘크리트 용벽 / 철근노출(표 10.25)
 - 철근노출 면적율
10. 콘크리트 용벽 / 세굴(표 10.26)
 - 조사된 상태
11. 보강토 용벽 / 침하(표 10.27)
 - 비진행성, 진행성
12. 보강토 용벽/ 계획선행오차(표 10.28)
 - 비진행성, 진행성
13. 보강토 용벽 / 활동(표 10.29)
 - 비진행성, 진행성
14. 보강토 용벽 / 전면부 진행성 배부름(표 10.30)
 - 조사된 상태

15. 보강토 옹벽 / 파손 및 손상, 균열(표 10.31)
 - 조사된 상태
16. 보강토 옹벽 / 유실(표 10.32)
 - 조사된 상태
17. 보강토 옹벽 / 이격(표 10.33)
 - 조사된 상태
18. 보강토 옹벽 / 세굴(표 10.34)
 - 조사된 상태
19. 석축 / 침하(표 10.35)
 - 비진행성, 진행성
20. 석축 / 계획선형오차(전도/경사)(표 10.36)
 - 비진행성, 진행성
21. 석축 / 활동(표 10. 37)
 - 비진행성, 진행성
22. 석축 / 전면부 진행성 배부름(표 10.38)
 - 조사된 상태
23. 석축 / 배수공상태(표 10.39)
 - 조사된 상태
24. 석축 / 파손 및 손상, 균열(표 10.40)
 - 조사된 상태
25. 석축 / 유실(표 10.41)
 - 조사된 상태
26. 석축 / 이격(표 10.42)
 - 조사된 상태
27. 석축 / 채움콘크리트(표 10.43)
 - 조사된 상태
28. 석축 / 세굴(표 10.44)
 - 조사된 상태
29. 돌망태 옹벽 / 침하(표 10.45)
 - 비진행성, 진행성
30. 돌망태 옹벽 / 활동(표 10.46)
 - 비진행성, 진행성
31. 돌망태 옹벽 / 채움재유실(표 10.47)
 - 조사된 상태

- 32. 돌망태 옹벽 / 와이어메쉬 파손 및 손상(표 10.48)
 - 조사된 상태
- 33. 돌망태 옹벽 / 진행성 변형발생(표 10.49)
 - 조사된 상태
- 34. 돌망태 옹벽 / 철망결속 상태(표 10.50)
 - 조사된 상태
- 35. 돌망태 옹벽 / 세굴(표 10.51)
 - 조사된 상태
- 36. 공중이 이용하는 부위(표 10.52)
 - 추락방지시설, 도로포장파손, 도로 신축이음부, 환기구 등의 덮개
- 37. 내적안전성 평가(표 10.58)
 - 콘크리트 옹벽(설계전단강도, 설계휨강도), 보강토 옹벽(인발 파괴에 대한 안정, 보강재 파단에 대한 안정), 석축(벽체의 평균폭)
- 38. 외적안전성 평가(표 10.59, 표 10.60)
 - 콘크리트 옹벽, 석축, 보강토 옹벽, 돌망태 옹벽

나. 안전성능 손상별 가중치

1. 콘크리트 옹벽(표 10.53)

평가기준		a	b	c	d	e	가중치			
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	철근		중력식	
							①	②	①	②
침 하		0	2	4	6	8	8/68	8/58	8/65	8/55
활 동		0	2	5	8	10	10/68	10/58	10/65	10/55
배수공상태		0	2	5	8	11	11/68	11/58	11/65	11/55
계획선행오차 (전도/경사)		0	1	2	3	5	5/68	5/58	5/65	5/55
파손 및 손상 (재료분리)		0	1	2	3	5	5/68	5/58	5/65	5/55
균 열		0	2	3	5	7	7/68	7/58	7/65	7/55
표면 열화	마모/침식	0	0	1	1	1	1/68	1/58	1/65	1/55
	박리	0	0	1	1	1	1/68	1/58	1/65	1/55
	박락 및 층분리	0	0	1	1	1	1/68	1/58	1/65	1/55
백태		0	0	1	1	2	2/68	2/58	2/65	2/55
철근노출		0	1	1	2	3	3/68	3/58	—	—
세 굴		0	2	5	8	10	10/68	—	10/65	—
주변영향 인자*	배수 시설	배수시설이 양호할 경우 : 0 , 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1					1/68	1/58	1/65	1/55
	사면 조사	사면구배	적절	0	부적절	1	1/68	1/58	1/65	1/55
		낙석흔적	미발생	0	발생	1	1/68	1/58	1/65	1/55
		침출수	무	0	유	1	1/68	1/58	1/65	1/55
철근콘크리트 옹벽 결함지수 (f)		①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{68}$			②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{58}$			
중력식 옹벽 결함지수 (f)		①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{65}$			②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{55}$			

* 주변영향인자인 배수시설 및 사면조사는 양호(적절, 미발생, 무) 0점 또는 불량(부적절, 발생, 유) 1점으로 평가하며 세부지침상 a~e까지의 평가기준이 없으므로 등급별 평가기준 적용 시 양호(적절, 미발생, 무)의 경우 a, 불량(부적절, 발생, 유)의 경우 e에 해당하는 등급별 가중치를 부여한다. 이하, 보강토 옹벽, 석축, 돌망태 옹벽 또한 같은 기준으로 가중치를 부여한다.

2. 보강토 옹벽(표 10.54)

평가기준		a	b	c	d	e	가중치	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	①	②
침 하		0	0	1	2	3	3/52	3/44
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	2	3	3/52	3/44
활 동		0	2	4	6	8	8/52	8/44
전면부 진행성 배부름		0	2	5	8	10	10/52	10/44
파손, 손상 및 균열		0	1	2	4	6	6/52	6/44
유 실		0	1	2	4	6	6/52	6/44
이 격		0	1	2	3	4	4/52	4/44
세 굴		0	2	4	6	8	8/52	－
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0 , 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1					1/52	1/44
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1	1/52	1/44
		낙석흔적	미발생	0	발생	1	1/52	1/44
		침출수	무	0	유	1	1/52	1/44
보강토 옹벽 결함지수 (f)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{52}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{44}$	

3. 석축(표 10.55)

평가기준		a	b	c	d	e	가중치	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	①	②
침하		0	1	2	3	4	4/72	4/64
계획선형오차 (전도/경사)		0	1	2	3	4	4/72	4/64
활동		0	1	3	5	7	7/72	7/64
전면부 진행성 배부름		0	3	6	9	12	12/72	12/64
배수공상태		0	1	3	5	7	7/72	7/64
파손, 손상 및 균열		0	2	4	6	8	8/72	8/64
유실		0	1	3	5	7	7/72	7/64
이격		0	1	2	3	4	4/72	4/64
채움콘크리트 상태		0	1	3	5	7	7/72	7/64
세굴		0	2	4	6	8	8/72	－
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0 , 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1					1/72	1/64
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1	1/72	1/64
		낙석흔적	미발생	0	발생	1	1/72	1/64
		침출수	무	0	유	1	1/72	1/64
석축 결함지수 (f)			①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수 }}{72}$		②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수 }}{64}$	

4. 돌망태 옹벽(표 10.56)

평가기준		a	b	c	d	e	가중치	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	①	②
침하		0	0	1	2	3	3/46	3/40
활동		0	1	2	3~4	5~6	6/46	6/40
채움재 유실		0	1	2	3~4	5~6	6/46	6/40
와이어메쉬 파손 및 손상		0~1	2	3	4~5	6~7	7/46	7/40
진행성 변형 발생		0~1	2~3	4~5	6~7	8~9	9/46	9/40
결속철망상태		0	1	2	3	4~5	5/46	5/40
세굴		0	1	2	3~4	5~6	6/46	—
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0 , 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1					1/46	1/40
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1	1/46	1/40
		낙석흔적	미발생	0	발생	1	1/46	1/40
		침출수	무	0	유	1	1/46	1/40
돌망태 옹벽 결함지수 (f)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{46}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{40}$	

5. 안전성능(구조안전) 가중치(표 10.58~표 10.60)

구 분	내적안전성			외적안전성								
	콘크리트 옹벽	보강토 옹벽	석축	콘크리트옹벽, 석축				보강토옹벽, 돌망태옹벽				
가중치	1.0	1.0	1.0	활동	전도	지지력	침하	저면 활동	원호 활동	전도	지지력	침하
				0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 10.105)

구분		성능항목 가중치(W_n)	
		안전성능	내구성능
콘크리트옹벽		0.70	0.30
보강토 옹벽	일반 블록 및 패널	0.80	0.20
	특수공법(철근포함)	0.70	0.30
석축		0.70	0.30
돌망태옹벽		1.00	—

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.30$	$0.30 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$
대표점수	0.14	0.29	0.54	0.74	0.99
등급별 가중치	0.05	0.11	0.20	0.27	0.37

예시) a등급범위($0 \leq X < 0.15$) 최소값(0.14)의 비율: $0.14 / 2.70 = 0.05$

3.10.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 콘크리트 내구성능

가) 염화물 침투함량(표 10.67)

- 철근부 전염화물 침투량, 2.5kg/m^3 이 되는 시점

나) 탄산화 깊이(표 10.68)

- 잔여피복두께가 모두 탄산화되는 시간

다) 피복(표면부) 콘크리트의 품질(표 10.69, 표 10.70)

- 설계기준강도값과 비교할 경우, 건전부/비건전부를 비교할 경우

라) 염해환경(표 10.71)(표 10.72)

- 해안으로부터 거리, 강설횟수(제설제)

마) 동해환경(표 10.73)

- 동결융해 반복지수(수분접촉시)

바) 견치돌 추정강도(표 10.74)

- 견치돌/블럭 추정강도

사) 견치돌 풍화도(표 10.77)

- 풍화진행도

2. 강재 내구성능

가) 발청(표 10.95)

- 녹 길이

나) 변색(표 10.96)

- 부재표면색

다) 도막(도금)두께(표 10.98)

- 도막(도금)두께

나. 내구성능 손상별 가중치(표 10.99, 표 10.100)

구분		결함도 평가항목	가중치(%)
보강토 옹벽 강재 보강재	강재 열화	발청	0.90
		변색	0.10
	강재 내구성능	강재 열화(발청/변색)	0.75
		도막(도금)두께	0.25

다. 내구성은 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.10.3 용벽 가중치 분류

구 분		손상별	부재별	성능간	등급별
용벽	안전 성능	표 10.53, 표 10.54 표 10.55, 표 10.56 표 10.58, 표 10.59 표 10.60	1	표 10.105	등급 가중치
	내구 성능	표 10.99, 표 10.100	1		
	사용 성능	평가하지않음	평가하지않음		

3.10.4 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 옹벽 상태안전성능평가 결과표

시설물명			○○ 보강토 옹벽						표번호					
근거표번호									1. 8					
구간	침하	계 획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변변형인자				평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사				
										사면 구배	낙석 흔적	침출 수		
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0.038	A
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A
3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.038	A
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.038	A
6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0.058	A
7	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.058	A
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.019	A
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.019	A
평균	0	0	0	0	1.11	0	0	0	0.44	0	0	0	0.058	A

OO 옹벽 구조안전성능평가 결과표

구조안전성능 평가 결과 산정표				
시설물명		OO 보강토 옹벽		
평가항목구분		안전율	평가결과	비고
외적안정	활동	2.204	a	평상시 안정율 적용
	전도	2.167	a	평상시 안정율 적용
	지지력	7.804	a	평상시 안정율 적용
	침하	1.200	a	평상시 안정율 적용
내적안정	파단	2.460	a	평상시 안정율 적용
	인발	11.636	a	평상시 안정율 적용
구조안전성능평가결과		평가등급 = a	결함지수=0.14	

OO 옹벽 열화진전항목평가 결과

대상시설물	항목별 평가결과			
	염화물 침투량	탄산화깊이	피복콘크리트품질	평가등급
OO보강토옹벽	—	—	a	a(0.08)
	최저 등급제			

OO 옹벽 열화환경지표평가 결과

열화환경지표	평가등급
제설제 염해환경	a
비래염분 염해환경	a
동해환경	a

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	—	—	—	—	침하		안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.002400	10
조치2	—	—	—	—	계획 선형 오차		안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.002400	10
조치3	—	—	—	—	활동		안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.006000	7
조치4	—	—	—	—	세굴		안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.006000	7
조치5	60	90	40	3,600	파손및 손상		안전 성능	c	0.11	1.00	0.80	0.20	0.017600	2
조치6	10	15	20	300	이격		안전 성능	e	0.07	1.00	0.80	0.37	0.020720	1
조치7	—	—	—	—	유실		안전 성능	a	0.11	1.00	0.80	0.05	0.004400	9
조치8	—	—	—	—	진행성 변형		안전 성능	a	0.19	1.00	0.80	0.05	0.007600	6
조치9	—	—	—	—	배수 시설		안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.000800	12
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.80	0.05	—	13
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮					염화물		내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.010000	3
⋮	—	—	—	—	탄산화		내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.010000	3
⋮	—	—	—	—	피복 강도		내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.010000	3
⋮							내구 성능							
⋮														
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.10.5 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (<i>PI</i>)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치6	10	15	20	300	이격		안전 성능	e	0.07	1.00	0.80	0.37	0.020720	1
조치5	60	90	40	3,600	파손및 손상		안전 성능	c	0.11	1.00	0.80	0.20	0.017600	2
합계				3,900										

3.11. 절토사면

3.11.1. 안전성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 안전성능 평가항목

1. 집수지형(표 11.30)
 - 사면내외 집수지형 개수
2. 불안전지질(표 11.31)
 - 규모 및 상태
3. 불연속면 특성(표 11.32)
 - 불연속면의 상태
4. 지반변형(표 11.34)
 - 포행, 단차, 배부름 등
5. 지하수(표 11.35)
 - 누수상태 및 위치
6. 배수조건(표 11.36)
 - 배수조건
7. 붕괴이력(표 11.37)
 - 붕괴이력
8. 낙석(표 11.38, 표 11.39)
 - 발생규모, 예상 낙석 에너지
9. 사면의 상부상태(표 11.40)
 - 상부 자연사면 경사
10. 인장균열(표 11.41)
 - 인장균열 유무 및 진행성
11. 공중이 이용하는 부위(표 11.42)
 - 추락방지시설, 도로포장 파손, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개
12. 구조안전성능 성능 기준(표 11.50)
 - 건기, 우기/내진

나. 안전성능 손상별 가중치(표 11.43~표 11.45)

평가항목	가중치		
	토사사면	암반사면	혼합사면
① 집수지형	0.12	0.06	0.07
② 불안정 지질	—	0.15	0.14
③ 불연속면의 특성	—	0.24	0.08
④ 지반변형	0.24	0.09	0.11
⑤ 지하수	0.18	0.08	0.12
⑥ 배수조건	0.10	0.11	0.10
⑦ 붕괴이력	0.22	0.10	0.11
⑧ 낙석	—	0.17	0.12
⑨ 사면상부상태	0.14	—	0.15
합계	1	1	1

다. 안전성능 부재별 가중치: 1.0

라. 성능간 가중치(표 11.79)

구분	분류	성능항목	
		안전성능	내구성능
성능간 가중치(W_n)	일반도로 사면 고속도로 사면 일반철도 사면 고속철도 사면	0.8	0.2

마. 등급별 가중치

1. 등급 산정을 위한 결함도 지수 범위의 최솟값 비율을 가중치로 선정

등급	a	b	c	d	e
등급범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.30$	$0.30 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$
대표점수	0.14	0.29	0.54	0.74	0.99
등급별 가중치	0.05	0.11	0.20	0.27	0.37

예시) a등급범위($0 \leq X < 0.15$) 최소값(0.14)의 비율: $0.14 / 2.70 = 0.05$

3.11.2 내구성능 우선순위지수(PI) 적용 가중치

가. 내구성능 평가항목

1. 토사사면의 지반상태(표 11. 56, 표 11.57)
 - 지반상태(토사), 토양경도계 측정
2. 암반사면의 지반상태(표 11.58, 표 11.59)
 - 지반상태(암반), 암종별 압편 내압강도
3. 표면보호공(표 11.60)
 - 표면보호공
4. 사면보강공(표 11.61)
 - 사면보강공
5. 암반의 절리상태 및 풍화진행도(표 11.62)
 - 길이, 틈새, 거칠기, 충전물, 풍화진행도

나. 내구성능 손상별 가중치: 1.0

다. 내구성능 부재별 가중치;(표 11.64)

사면구분		지표명	지표별 가중치(%)			
			기본	가중치 보정		
토사사면		지반상태(토질)	0.40	0.53	0.62	0.10
		표면보호공	0.25	—	0.38	—
		사면보강공	0.35	0.47	—	—
암반사면		지반상태(암반)	0.25	0.28	0.33	0.38
		절리상태 및 풍화진행도	0.40	0.44	0.53	0.62
		표면보호공	0.10	—	0.14	—
		사면보강공	0.25	0.28	—	—
혼합사면	토질	지반상태(토질)	0.40	0.53	0.62	0.10
		표면보호공	0.25	—	0.38	—
		사면보강공	0.35	0.47	—	—
	암반	지반상태(암반)	0.25	0.28	0.33	0.38
		절리상태 및 풍화진행도	0.40	0.44	0.53	0.62
		표면보호공	0.10	—	0.14	—
		사면보강공	0.25	0.28	—	—

라. 성능간 가중치: 안전성능 성능간 가중치 참조

마. 등급별 가중치: 안전성능 등급별 가중치 참조

3.11.3 절토사면 가중치 분류

구분		손상별	부재별	성능간	등급별
절토 사면	안전성능	표 11.43, 표 11.44 표 11.45	1	표 11.79	등급 가중치
	내구성능	1	표 11.64		
	사용성능	평가하지않음	평가하지않음		

3.11.4 성능별 평가표 확인 참조

가. 평가표 작성 “예시”

OO 절토사면 상태안전성능평가 결과 산정

시설물명	△△	근거표번호	표4.28~표4.38	
비탈면종류	절토사면	구성재료	혼합	
평가요소				
평가항목	세부평가항목	결합점수	결합점수선정	평가등급
집수지형	비탈면 내	2	2	b
	비탈면 외	—		
불안정 지질		3	3	b
불연속면의 특성		6.7	6.7	c
지반변형		0	0	a
지하수		8	8	d
배수조건		2	2	b
붕괴이력		0	0	a
낙석	규모	0	0	a
	예상낙석에너지	0		
사면의 상부상태		0	0	a
총점			21.7	
결합지수			0.217	
인장균열		8	8	a
총점		8	8	
결합지수			0.08	
상태안전성능 평가 결과			b	

OO 절토사면 구조안전성능평가 결과 산정

구조안전성능 평가결과 산정표						
시설물명		△△비탈면				근거표번호
구성재료	파괴유형	평사투영 해석	한계평형해석			비고
			안전율		평가결과	
암반	평면파괴	가능성있음	건기시	1.52	a	완전건조시
			우기시	1.20		HW=1/2H
	썰기파괴	가능성있음	건기시	—	a	
			우기시	—		
	전도파괴	가능성있음	건기시	—	a	
			우기시	—		
토사	원호파괴	—	건기시	1.62	a	
			우기시	1.36		침투해석
지진시						필요시
평가결과		A				

OO 절토사면 토사구간 내구성능등급

평가항목	등급	등급점수(a)	가중치(b)	결합지수(a*b)
지반상태	D	0.65	0.62	0.403
표면보호공	A	0.08	0.38	0.031
사면보강공	—	—	—	—
결합도 지수				0.434
등급				C

OO 절토사면 암반구간 내구성능등급

평가항목	등급	등급점수(a)	가중치(b)	결합지수(a*b)
지반상태	B	0.23	0.38	0.087
표면보호공	—	—	—	—
사면보강공	—	—	—	—
절리상태 및 풍화진행도	C	0.43	0.62	0.267
결합도 지수				0.354
등급				C

나. 보수·보강 우선순위지수 산출 “예시”

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	침수 지형		안전 성능	b	0.07	1.00	0.80	0.11	0.006160	9
조치2	10	15	20	300	불안전 지질		안전 성능	b	0.14	1.00	0.80	0.11	0.012320	5
조치3	70	150	466	70,000	불연속 면특성		안전 성능	c	0.08	1.00	0.80	0.20	0.012800	4
조치4	—	—	—	—	지반 변형		안전 성능	a	0.11	1.00	0.80	0.11	0.009680	6
조치5	60	90	40	3,600	지하수		안전 성능	d	0.12	1.00	0.80	0.27	0.025920	2
조치6	10	15	20	300	배수 조건		안전 성능	b	0.10	1.00	0.80	0.11	0.008800	7
조치7	—	—	—	—	붕괴 이력		안전 성능	a	0.11	1.00	0.80	0.05	0.004400	12
조치8	—	—	—	—	낙석		안전 성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.004800	11
조치9	—	—	—	—	사면 상부 상태		안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.006000	10
조치10	—	—	—	—		구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.80	미평 가	—	14
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	100	150	10	1,500	지반 상태		내구 성능	d	1.00	0.62	0.20	0.27	0.033480	1
⋮	—	—	—	—	표면 보호공		내구 성능	a	1.00	0.38	0.20	0.05	0.003800	13
⋮	10	15	20	300	지반 상태		내구 성능	b	1.00	0.38	0.20	0.11	0.008360	8
⋮	10	15	20	300	전리및 풍화도		내구 성능	c	1.00	0.62	0.20	0.20	0.024800	3
⋮														
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮							사용 성능		해	당	없	음		
⋮														

* 조치10: 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변환경을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

3.11.5 유지관리전략 제안

가. 우선순위지수에 따른 보수·보강 비용 산출 “예시”

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (<i>PI</i>)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치12	100	150	10	1,500	지반 상태		내구 성능	d	1.00	0.62	0.20	0.27	0.033480	1
조치5	60	90	40	3,600	지하수		안전 성능	d	0.12	1.00	0.80	0.27	0.025920	2
조치15	10	15	20	300	전리및 풍화도		내구 성능	c	1.00	0.62	0.20	0.20	0.024800	3
조치3	70	150	466	70,000	불연속 면특성		안전 성능	c	0.08	1.00	0.80	0.20	0.012800	4
조치2	10	15	20	300	불안전 지질		안전 성능	b	0.14	1.00	0.80	0.11	0.012320	5
조치6	10	15	20	300	배수 조건		안전 성능	b	0.10	1.00	0.80	0.11	0.008800	7
조치14	10	15	20	300	지반 상태		내구 성능	b	1.00	0.38	0.20	0.11	0.008360	8
조치1	100	150	10	1,500	집수 지형		안전 성능	b	0.07	1.00	0.80	0.11	0.006160	9
합계				77,800										

투자우선순위 지수(PI) 산정 가이드

발행 국토안전관리원

2022년 9월 일 초판

* 본 매뉴얼의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은
국토안전관리원으로 연락하여 주시기 바랍니다.

국토안전관리원 (http://www.kalis.or.kr)
(우) 52852 경상남도 진주시 예나로 128번길 24 대표전화 1588-8788

본 투자우선순위 지수(PI) 산정 가이드 내용은
관리원 홈페이지에서 다운로드 받으실 수 있습니다.