

제 3장 시설물의 상태평가

3.1 개 요

3.2 상태평가 항목 및 기준

3.3 상태평가 결과 산정 방법

제 3장 시설물의 상태평가

3.1 개 요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (2019. 09, 국토교통부/한국시설안전공단)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사방도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

3.2 상태평가 항목 및 기준

가. 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가 기준을 적용하며, 상태변화가 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형(評價類型)별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

1) 평가유형의 구분

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함.

② 국부결함

수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상.

2) 영향계수의 적용

각 부재에서 발생하는 각종 손상 및 결함에 대한 상태평가 시 손상이 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 영향계수를 적용한다.

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요 결함의 상태등급을 기준으로 하여 국부적인 결함의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수이며, 영향계수는 상태평가를 위한 표준기준이며, 책임기술자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

【표 1.3.1】 수문 구조물의 상태변화에 따른 평가유형 및 영향계수

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수			
수문본체, 관리교	○ 변형	중요결함	1.0	a	5			
	○ 구조적 균열			b	4			
	○ 기초 세굴			c	3			
				d	2			
	○ 콘크리트 파손, 박리	국부결함	1.0	a	5			
	○ 철근노출, 박락		1.1	b	4			
	○ 탄산화 진행 깊이		1.2	c	3			
	○ 염화물함유량		1.4	d	2			
	○ 건조수축 균열	일반손상	2.0	e	1			
	○ 누수, 백태		1.0	a	5			
1.1			b	4				
○ 퇴적	1.3		c	3				
	1.7	d	2					
		3.0	e	1				
암거, 날개벽, 물받이	○ 상(하)부 슬래브 처짐	중요결함	1.0	a	5			
	○ 흡관변형			b	4			
	○ 종단균열			c	3			
	○ 기초 세굴			d	2			
	○ 철근노출, 박락	국부결함	1.0	a	5			
				1.1	b	4		
				1.2	c	3		
				1.4	d	2		
				2.0	e	1		
				○ 콘크리트 파손, 박리	일반손상	1.0	a	5
				○ 신축이음부 불량		1.1	b	4
	○ 탄산화 진행 깊이	1.2	c	3				
	○ 염화물함유량	1.4	d	2				
	○ 건조수축 균열	일반손상	2.0	e	1			
	○ 퇴적		1.0	a	5			
	○ 단차		1.1	b	4			
○ 누수, 백태	1.3		c	3				
○ 연결관 돌출	1.7		d	2				
		3.0	e	1				

【표 1.3.2】 문비의 결함 및 손상에 따른 평가유형

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수
문 비	문비의 부식손상	중요결함	1.0	a	5
				b	4
				c	3
				d	2
				e	1
	문비의 변형	국부결함	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.2	c	3
			1.4	d	2
			2.0	e	1
	누 수	일반손상	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.3	c	3
			1.7	d	2
			3.0	e	1

【표 1.3.3】 기계설비의 결함 및 손상에 따른 평가유형

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수
권양기	작동불량	중요결함	1.0	a	5
				b	4
				c	3
				d	2
				e	1
	와이어로프의 손상	국부결함	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.2	c	3
			1.4	d	2
			2.0	e	1
	랙바의 손상	일반손상	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.3	c	3
			1.7	d	2
			3.0	e	1

나. 상태평가 항목 및 기준

1) 수문 구조물

【표 1.3.4】 일반 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적율 5%이하	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	5	0.1mm 미만	a	a	a
b	4	0.1mm ~ 0.2mm 미만	a	a	b
c	3	0.2mm ~ 0.3mm 미만	a	b	c
d	2	0.3mm ~ 0.5mm 미만	b	c	d
e	1	0.5mm 이상	c	d	e

※) 콘크리트의 균열은 일반손상 중 하나로 구조적·비구조적 균열로 구분되나, 현장조사 시 균열의 종류를 구분하기가 어렵기 때문에 균열의 종류를 구분하지 않고, 콘크리트 구조기준(2012)의 수처리 구조물 콘크리트 허용균열 폭 0.15~0.25mm 및 일반 콘크리트 구조물 허용균열 폭 0.3~0.4mm 등을 고려하여 콘크리트 균열 폭 및 면적율에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

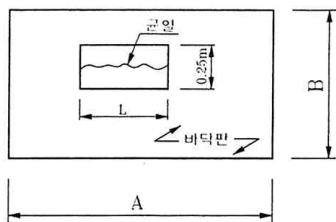
【표 1.3.5】 수처리 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적율 5%이하	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	5	0.1mm 미만	a	a	b
b	4	0.1mm ~ 0.2mm 미만	a	b	c
c	3	0.2mm ~ 0.3mm 미만	b	c	d
d	2	0.3mm ~ 0.5mm 미만	c	d	e
e	1	0.5mm 이상	d	e	e

※) 수처리 구조물 → 하수 접촉 구조물

주) 균열 면적율 산정방법

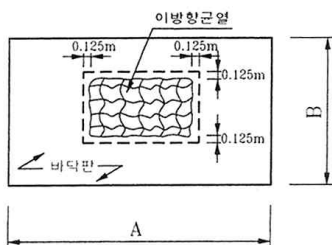
■ 1방향 균열인 경우



- 균열발생면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

■ 2방향 균열인 경우



- 균열발생면적은 균열발생부위를 가로, 세로의 최 외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후 점선내 면면적인 (가로길이+0.25m) × (세로길이+0.25m)로 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

【표 1.3.6】 백태 및 누수에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	면 적 율
a	5	0%
b	4	5% 미만
c	3	5 ~ 10% 미만
d	2	10 ~ 20% 미만
e	1	20% 이상

※) 백태, 박락에 대한 면적율 산정 방법

면적율은 결함 및 손상의 상태평가 기준에 별도로 정하지 않은 경우에 다음을 적용한다.

$$\text{면적율}(\%) = \frac{\text{결함및손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

【표 1.3.7】 박락, 층분리에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	박락, 층분리 깊이	면적율 20% 이하	면적율 20% 이상
a	5	없음	a	a
b	4	15mm 미만	b	c
c	3	15mm ~ 20mm 미만	c	d
d	2	20mm 이상 ~ 25mm 미만	d	e
e	1	25mm 이상이거나, 조골재 손실	e	e

【표 1.3.8】 철근노출에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	철근노출 면적율
a	5	0%
b	4	1% 미만
c	3	1 ~ 3% 미만
d	2	3 ~ 5% 미만
e	1	5% 이상

주) 상태평가 결과가 "e"이고, [표 8.27] (탄산화) 또는 [표 8.28] (염화물)의 상태평가 결과가 "d"이면 8.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※) 철근노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

【표 1.3.9】 파손에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	깊 이	면적을 10% 미만	면적을 10% 이상
a	5	없음	a	—
b	4	5mm 미만	b	c
c	3	5 ~ 10mm 미만	c	d
d	2	10 ~ 20mm 미만	d	e
e	1	20mm 이상	e	e

주) 파손은 박리, 세굴, 재료분리(곰보판), 물탈 탈락 등 여타의 손상을 포함한다.

- * 파손은 콘크리트가 재료적, 환경적, 또는 외부적인 하중조건에 의해 손상을 입은 것을 말한다. 박락 및 층분리는 콘크리트 내에 매입된 철근이 재료적, 환경적인 요인에 의해 손상되어 콘크리트가 탈락되는 상태를 말하며, 철근노출은 시공불량에 의해 피복두께부족이 발생되어 철근이 콘크리트표면에 노출된 상태를 말한다.

【표 1.3.10】 배수지장에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	배수 지장 (퇴적, 단차, 연결관 돌출, 지장물)
a	5	양호
b	4	다소의 배수지장물이 있으나, 배수에는 이상 없음
c	3	배수지장물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 부분적 채수현상 발생
d	2	배수지장물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 광범위한 채수현상 발생
e	1	배수지장물로 인해 배수기능을 완전히 상실

【표 1.3.11】 기초세굴에 대한 상태평가 기준

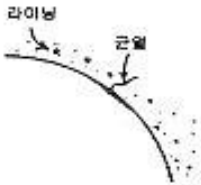
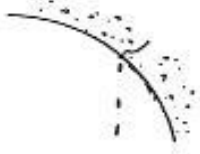
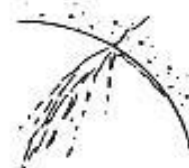
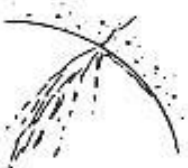
평가기준	평가점수	기초 세굴
a	5	없음
b	4	시공당시 지반과 비교하여 약간의 세굴(기초와 무관)
c	3	시공당시 지반과 비교하여 기초근입 깊이가 반 이상 줄어든 경우
d	2	세굴이 진행하여 기초하부의 국부적 노출
e	1	기초하부 완전 노출

주) 상태평가 결과가 "d" 이하의 경우 8.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

【표 1.3.12】 부재 변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	변형발생 (상·하부 슬래브 처짐, 흠관변형)
a	5	변형이 발생되지 않은 상태
b	4	부분적으로 경미한 변형이 발생한 상태이나, 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	변형의 정도가 보통정도이나, 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	변형의 정도가 국부적으로 심각하여 부분적인 구조적 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	변형의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 상실한 상태

【표 1.3.13】 신축이음불량에 대한 상태평가 기준

평가기준 (점수) 구 분	a (5)	b (4)	c (3)	d (2)	e (1)
신축이음 불량 (이음부 이격, 파손)	신축이음을 통한 누수가 없음	신축이음을 통해 물이 스며들고 있음 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 떨어짐 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 흐름 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 분출됨 (또는 가능성이 있음)
					
	스며있음	떨어짐	흐름	분출	

【표 1.3.14】 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	30mm이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음.
b	10mm이상 ~ 30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음.
c	0mm이상 ~ 10mm미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음.
d	0mm미만	철근부식 발생
e	—	—

【표 1.3.15】 전염화물 이온량의 상태평가 기준

평가기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	○ 염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음.
b	○ $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음.
c	○ $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음.
d	○ 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	철근부식 발생
e	—	—

2) 문비

【표 1.3.16】 부식손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태	비 고
a	5	부식이 없음	클램프 플레이트, 볼트, 너트 등도 동일하게 적용
b	4	전면부식이 조금 발견되거나 건전부 모재두께의 5% 미만의 점부식이 관찰되는 상태	
c	3	가벼운 전면부식이 전단면에 발생되었거나, 건전부 모재두께의 5~20% 미만의 점부식이 관찰되는 상태	
d	2	심화된 전면부식이 전단면에 발생되어 있거나, 건전부 모재두께의 20~50% 미만의 점부식이 관찰되는 상태로 보수가 필요한 상태	
e	1	전면부식과 건전부 모재두께의 50% 이상의 점부식으로 인하여 시급히 보강이 필요한 상태	

【표 1.3.17】 문비변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	변형이 없는 양호한 상태
b	4	변형이 없는 건전한 상태
c	3	부분변형이 있으나 문틀에 밀착되는 상태
d	2	변형으로 문틀에 밀착하지 못하여 잭스크류 등의 별도의 누름 장치를 이용하여야 문틀에 밀착되는 상태
e	1	변형으로 작동이 원활하지 못한 상태로 작동시 접촉, 끼임 발생과 부분적인 두께감소가 1/2이상인 경우

【표 1.3.18】 수밀부 누수에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	누수가 없는 양호한 상태
b	4	누수가능성이 없는 건전한 상태
c	3	미세한 누수가 있는 경미한 상태
d	2	지수고무의 훼손 및 밀착불량 등으로 부분적인 누수가 발생하는 상태
e	1	문비의 변형으로 누수가 다량으로 발생하여 별도 부대설비(모래주머니)를 설치하여야 지수가 가능한 상태

【표 1.3.19】 마찰부 손상(문비)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	회전이 원활한 양호한 상태
b	4	약간의 부식이 있으나 작동이 원활한 건전한 상태
c	3	고착으로 회전 및 작동이 불량하나 문비의 작동에는 이상이 없는 상태
d	2	고착으로 회전이 불량(마찰음 발생 등)하여 문비작동이 불량한 상태
e	1	고착으로 회전이 불량(마찰음 발생 등)하여 작동이 불가능한 상태

3) 기계설비

【표 1.3.20】 문비 작동여부에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	전동 및 수동 상승·하강에 이상이 없는 양호한 상태이며, 상하한 자동정지도 양호한 상태
b	4	작동 시 이음발생이 없으며, 상승 및 하강에 이상이 없는 건전한 상태
c	3	작동 시 구동부에 다소간의 이상 진동 및 이음발생 등이 있으나, 상승·하강은 원활한 상태
d	2	전동 작동이 원활하지 않고, 비상점검 등의 임시조치 후에 제한 작동 가능한 상태
e	1	전혀 작동되지 않는 상태

【표 1.3.21】 와이어로프 손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	와이어로프의 손상이 없는 양호한 상태
b	4	와이어로프의 손상이 없는 건전한 상태
c	3	와이어로프 표면의 그리스 도포가 불량한 상태
d	2	와이어로프 표면에 산화부식이 발생한 경우
e	1	와이어로프의 직경감소가 7%이상, 하나의 꼬임에서 소선 절단이 10% 이상, 꺾임 및 심한 킁크가 있는 경우

【표 1.3.22】 랙바 손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	랙바에 손상이 없는 양호한 상태
b	4	랙바에 손상이 없는 건전한 상태
c	3	랙바의 마모가 허용범위 이내의 정상적이나 구리스 도포가 불량하거나 부식이 발생한 상태
d	2	랙바의 직경감소가 10%이내이나 편마모가 발생한 경우
e	1	랙바의 최대 직경감소가 10%이상 발생한 경우

【표 1.3.23】 마찰부(베어링, 크러치, 커피링)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	작동이 원활한 양호한 상태
b	4	작동이 원활한 건전한 상태
c	3	이음 등의 발생이 있으나 작동에는 이상이 없는 상태
d	2	이상 진동으로 소음이 과다하게 발생하고 고착으로 회전이 불량한 상태
e	1	진동이 과다하게 발생하여 작동이 불가능한 상태

3.3 상태평가 결과 산정 방법

가. 수문 시설물 평가 단계별 절차

수문 시설물은 크게 수문 구조물, 문비 및 기계설비 등으로 구분되며, 다음에 제시되는 상태평가 결과 산정 방법에 따라 수행한다.

외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고, 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다.



Note ; $E_1 \sim E_7$, E_c , E_s : 평가지수, M : 상태평가 점수, F : 영향계수, A : 조정계수, W : 중요도

【그림 1.3.1】 수문 시설물 평가 단계별 절차

나. 수문 구조물

○ 수문 구조물 상태평가

수문 구조물을 복합시설물로 보고 이를 하위단계인 개별시설, 복합부재, 개별부재로 구분한 후 개별부재부터 평가를 실시한다.

평가의 최초단계인 손상상태 평가표에 대한 외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다. 시설물의 상태를 평가하기 위하여 시설물을 평가단계별로 구분하여 다음 표와 같이 평가단계별 구분표를 작성하고 본 보고서에 수록한다.

【표 1.3.24】 수문 구조물의 평가단계별 구분표 (예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분				
평가구분		평가대상					
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	조작대 문기둥 보기둥 문틀 기초상판	블록1 블록2 ...	블록1 블록2 ...	구간1 구간2 ...	-상부구조 경간슬래브1 경간슬래브2 ...
	2단계	개별부재	(좌측면, 우측면,...)			(좌측면, 우측면,...)	-하부구조 교대1,... 교각1,...
	3단계	복합부재	본체1 본체2 ...	상류측 하류측	좌안상류측 좌안하류측 우안상류측 우안하류측	암거1 암거2 ...	상부구조 하부구조
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	수문본체	물받이공	날개벽	암거	관리교량
종합평가	5단계	복합시설	수문 구조물, <문비>				
	6단계	통합시설	수 문				
	7단계	종합시설	-				

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

○ 육갑문 구조물 상태평가

육갑문 구조물은 문비를 지지하는 수문본체, 날개벽, 제방을 관통하는 암거로 구분하여 각각을 개별시설로 평가한다.

육갑문의 수문본체는 문비가 설치되어 있는 구조물로서 기초슬래브, 좌측벽체, 우측벽체, 상부슬래브 등의 개별부재로 구분하고 그 중요도는 동일하게 적용한다. 관리교량 평가 시 복합부재 및 개별부재 등의 중요도는 동일하게 적용한다.

1) 1단계 평가 : 부재별 손상상태 평가표 작성

시설물 평가단계별 구분표에 따라 개별부재를 1개 외관조사망도 또는 필요에 따라 부위별로 다수의 외관조사망도로 구분하여 개략도에 손상 및 결함상태를 도시하고, 조사결과표에 개별부재에 대한 손상내용을 상세히 기록한 후, 그 손상 정도에 대하여 5단계(a~e) 상태평가 결과 및 평가점수를 부여한다.

손상상태 평가표에는 평가항목에 없는 손상 및 결함이라 할지라도 모두 기록하는 것을 원칙으로 한다. 각 손상 및 결함에 대한 상태평가 결과가 c, d, e 일 경우 보수 우선순위에 따라 보수·보강을 한다.

【표 1.3.25】 부재(부위)별 손상상태 평가표 (예)

부위(망번호) / 개별부재		복합부재 / 개별시설		표번호	
조작대1 / 조작대		본체1 / 수문본체		No. 1-1	
※ 개략도 작성 시 규격용지를 횡으로 사용할 경우 또는 부위별로 여러 장일 경우는 손상에 일련 번호를 매기고, 별도의 용지에 아래의 조사결과표를 개별부재에 대하여 작성한다.					
※ 평가 근거가 되는 부재의 치수, 크기, 면적 등을 반드시 기입한다.					
조 사 결 과 표					
번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과
①	균열	건조수축균열	폭(mm)*길이(cm)	0.2*150	b
②	균열	구조적균열	폭(mm)*길이(cm)	0.3*230	c
③	박락	배력철근을 따라 발생	면적(m²)	15.0	d
④	기초세굴	보기동하부세굴	면적(m²)*깊이(m)	8.5*0.08	d
조사일자 : 2008. 7. 19			조사자 : 홍길동, 김철수		

2) 2단계 평가 : 개별부재 평가표 작성

암거의 특정구간이 긴 경우 이 구간을 1개의 개별부재로 평가할 경우 일부에 발생한 손상이 개별부재의 평가결과에 미치는 영향이 크다.

따라서 그 손상이 부재에 영향을 미칠 수 있는 범위(길이 10~30m) 또는 수축이음부를 기준으로 다수의 외관조사망도로 구분하고 각각을 개별부재로서 평가한다. 개별부재별로 작성된 외관조사망도에 나타난 손상 및 결함을 평가유형별로 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분한다.

개별부재의 평가는 각각의 손상 및 결함에 대한 평가기준에 따른 평가점수(M)에 손상 및 결함이 부재의 안전에 미치는 영향을 반영한 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 산출한다. 산출된 결함 및 손상의 상태평가지수(E1) 중 최솟값을 개별부재의 상태평가지수(E2) 및 상태평가 결과로 결정한다.

【표 1.3.26】 평가기준별 평가지수 및 평가유형별 영향계수

평가기준별 평가지수 범위		구 분		영 향 계 수				
평가기준	평가지수 (E ₁ ~7, E _s , E _c)	평가기준에 따른 평가점수		a:5	b:4	c:3	d:2	e:1
a	4.5 ≤ E ₁ ≤ 5.0	평 가 유 형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
b	3.5 ≤ E ₁ < 4.5		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
c	2.5 ≤ E ₁ < 3.5		일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
d	1.5 ≤ E ₁ < 2.5							
e	1.0 ≤ E ₁ < 1.5							

$$\text{결함 및 손상의 상태평가지수}(E_1) = M \times F$$

여기서, M : 평가점수, F : 영향계수

$$\text{개별부재의 상태평가지수}(E_2) = \text{Min (다수의 } E_1 \text{ 값)}$$

평가결과를 결정하기 위한 평가지수 값은 소수3째 자리를 반올림하여 사용한다.

【표 1.3.27】 개별부재 평가표 (예)

개 별 부 재 :	조작대 / 본체1				표번호
1단계 표번호 :	1-1, 1-2				2-1
조사항목	평가유형	평가기준	평가점수 M	영향계수 F	평가지수 E ₁ =M*F
균열	중요결함	표 -	3	1.0	3.0
박락	국부결함	표 -	4	1.1	4.4
누수	일반손상	표 -	3	1.3	3.9
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂) = 상태평가지수 E ₁ 중 최솟값 =					3.0
2. 개별부재의 상태평가 결과 =					c

3) 3단계 평가 : 복합부재 평가표 작성

복합부재는 개별부재의 집합으로 주요부재와 보조부재로 구분할 수 있다.

복합부재의 평가는 개별부재가 구조체의 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도를 반영한다. 이때 개별부재의 중요도의 합이 100이 되도록 한다. 이때, 중요도를 규정하지 않은 기타의 다른 복합부재에 속하는 개별부재들은 부재숫자에 따라 균등배분하거나 면적 등의 규모 비율을 적용하여 중요도의 합이 100이 되도록 한다.

책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다. 또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응한 보정을 하기 위하여 조정계수를 사용한다.

복합부재의 평가지수(E3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 평가지수(E2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재 전체의 안전성을 평가절하 한다. 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출한다. 복합부재의 평가는 개별부재의 평가지수(E2)에 중요도 및 조정계수를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E3)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다.

$$\text{복합부재의 상태평가지수}(E3) = \sum(E2 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E2 : 개별부재의 상태평가지수

A : 조정계수

W : 중요도

【표 1.3.28】 평가지수에 따른 조정계수

평가지준	a	b	c	d	e
평가지수 (E ₁ ~7, E _s , E _c)	5.0 ~ 4.5이상	4.5미만 ~ 3.5이상	3.5미만 ~ 2.5이상	2.5미만 ~ 1.5이상	1.5미만 ~ 1.0이상
조정계수(A)	1	2	3	6	6

【표 1.3.29】 개별부재의 중요도 조정 방법 (예)

구 분	조작대	문기둥	문틀	보기둥	기초상판	비 고
중요도	20	25	15	25	15	20+25+15+25+15 ⇒ 100
중요도 (조정 후)	—	25*100/80 =31.2 ⇒ 31	15*100/80 =18.8 ⇒ 19	25*100/80 =31.2 ⇒ 31	15*100/80 =18.8 ⇒ 19	31+19+31+19 ⇒ 100

* 중요도 조정 방법은 특정한 부재가 추가되거나 제외되는 경우에

복합부재의 중요도를 100으로 환산하는데 이용하는 방법임

【표 1.3.30】 복합부재 평가표 (예)

복 합 부 재 :	본체1/수문본체					표번호
2단계 표번호 :	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5					No. 3-1
개별부재	평가결과	평가지수 E ₂	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E ₂ *A*W
조작대	c	3.0	3	20	60.0	180.0
문기둥	b	3.6	2	25	50.0	180.0
문틀	b	3.6	2	15	30.0	108.0
보기둥	b	3.6	2	25	50.0	180.0
기초상판	b	3.6	2	15	30.0	108.0
합계 (Σ)				100	220.0	756.0
<조사자 의견>						
1. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) = Σ(E ₂ *A*W)/Σ(A*W) = 756.0/220.0 =						3.44
2. 복합부재의 상태평가 결과 =						c

* 기타 구조물의 중요도는 부재숫자에 따라 균등하게 부여하거나 면적 등에 따라 책임기술자가 정한다.

4) 4단계 평가 : 개별시설 평가표 작성

수문 구조물의 개별시설은 동일기능을 수행하는 복합부재의 집합으로 구성되어 있다.

개별시설의 평가는 복합부재의 중요도는 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(E₃)에 규모(길이, 면적, 부피, Capacity 등)를 반영하여 개별시설의 상태평가지수(E_c)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다. 또한 개별시설의 평가단계에서는 안전성평가를 수행하여 종합평가 결과를 결정한다.

$$\text{개별시설의 상태평가지수}(E_c) = \text{Min} + V1 \times V2$$

$$\text{여기서, } V1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min})$$

$$V2 = \Sigma(E3 \times S) / (5 \times \Sigma S)$$

S : 규모

Max : 복합부재의 상태평가지수(E₃) 최댓값

Min : 복합부재의 상태평가지수(E₃) 최솟값

【표 1.3.31】 개별시설 평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

개 별 시 설 :	수문본체			
3단계 표번호 :	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7			
복합부재명	평가결과	평가지수 E_3	규 모(m) S	계산값 $E_3 \cdot S$
본체1	c	3.44	15	51.6
본체2	b	3.50	15	52.5
본체3	b	3.77	15	56.6
본체4	b	3.67	15	55.1
본체5	c	3.02	15	45.3
본체6	c	3.19	15	47.9
본체7	b	3.59	15	53.9
합계(Σ)			105.0	362.9
<조사자 의견>				
1. 상태평가지수(E_3) 최댓값 (Max. Value) = 3.77 2. 상태평가지수(E_3) 최솟값 (Min. Value) = 3.02 3. $V_1 = 0.3 \cdot (\text{Max.} - \text{Min.}) = 0.3 \cdot (3.77 - 3.02) = 0.23$ 4. $V_2 = \Sigma(E_3 \cdot S) / (5 \cdot \Sigma S) = 362.9 / (5 \cdot 105.0) = 0.69$ 5. 개별시설의 상태평가지수(E_c) = $\text{Min.} + V_1 \cdot V_2 = 3.02 + 0.23 \cdot 0.69 = 3.18$ 6. 개별시설의 상태평가 결과 = c				

다. 문비 및 기계설비

문비 및 기계설비의 상태를 평가하기 위한 평가단계별 구분은 단경간(1련) 수문에 있는 문비 및 기계설비를 개별시설에 해당하는 것으로 하고, 이를 권양기, 문비로 구분하여 복합부재로 평가한다. 또한 각각의 복합부재를 다음 표와 같이 개별부재로 분류하고, 설치되어 있는 개별부재의 중요도는 동일하게 적용한다.

권양기 등 기계설비를 선택과업으로 조사한 경우 4단계 평가시 규모는 복합부재의 중요도로써 정한다. 복합부재의 중요도는 권양기 40%, 문비 60%를 적용한다. 책임기술자는 현장 여건에 따라 중요도를 20% 범위 내에서 조정할 수 있다.

문비의 손상상태평가표는 복합부재에 대하여 작성하며, 주로 손상상태를 기록하고 필요한 경우에만 개략도를 포함하여 작성한다.

문비 및 기계설비에 대한 상태평가 절차는 수문본체 구조물과 같은 방법 및 절차로 수행한다. 시설물의 상태를 평가하기 위하여 시설물을 단계별로 구분하여 다음 표와 같이 평가단계별 구분표를 작성하고 본 보고서에 수록한다.

【표 1.3.32】 문비 및 기계설비의 평가단계별 구분표 (예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 단계별 구분		
평가구분		평가대상			
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	-권양기 로프 드럼 감속기 제동장치	-권양기 로프 드럼 감속기 제동장치	...
	2단계	개별부재	-문비 외판 보강재 수밀부 롤러부(가이드 플레이트포함)	-문비 외판 보강재 수밀부 롤러부(가이드 플레이트포함)	
	3단계	복합부재	(부위1, 부위2 ...)	(부위1, 부위2 ...)	...
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	권양기1 문비1	권양기2 문비2	...
	5단계	복합시설	문비 및 기계설비 1	문비 및 기계설비 2	...
종합평가	6단계	통합시설	문비, 기계설비, <수문 구조물>		
	7단계	통합시설	-		
	8단계	종합시설	-		

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

