

제 5 장 상태평가 및 종합평가

5.1 개 요

5.2 상태평가 항목 및 기준

5.3 상태평가등급 산정절차

5.4 상태평가 및 종합평가 결과

제 5 장 상태평가 및 종합평가

5.1 개 요

상수도시설물의 상태평가 및 종합평가 등급은 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침「상수도」”에 의거 개별부재등급과 시설물 전체에 대한 상태평가등급의 결정하였으며, 영향계수, 상태평가지수에 따른 조정계수를 적용하여 평가하였다.

5.2 상태평가 항목 및 기준

5.2.1 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가기준을 적용하며 결함 및 손상이 전체구조물에 미치는 안전성의 영향정도와 구조적 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형(評價類型)별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요결함의 상태등급을 기준으로 하여 국부결함 및 일반손상의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체구조물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수로서 상태평가를 위한 표준적인 기준이며 책임기술자의 판단으로 조정할 수 있다.

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

침하/부상, 경사 및 활동 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 결함.

② 국부결함

기초세굴, 콘크리트 탄산화깊이 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 결함이 진전될 경우 구조물의 안전성에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

콘크리트 균열, 박리, 박락, 파손 및 마모 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향이 없으며 손상이 진전되더라도 구조물의 안전성 영향에 경미한 일반적인 손상.

5.2.2 시설물별 평가유형 및 영향계수(토목구조물)

【표 5.1】 시설물별 평가유형 및 영향계수(토목구조물)

상태변화		평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	비고			
침하/부상		중요결함	1.0	a	5				
경사				b	4				
활동				c	3				
				d	2				
		e	1						
기초세굴		국부결함	1.0	a	5				
탄산화 진행깊이			1.1	b	4				
			1.2	c	3				
			1.4	d	2				
염화물 함유량		2.0	e	1					
콘크리트 균열		일반손상	1.0	a	5				
콘크리트 박리									
콘크리트 박락/충분리									
철근노출									
누수	콘크리트부재						1.1	b	4
	신축이음부위						1.3	c	3
백태							1.7	d	2
							3.0	e	1
콘크리트 파손									
신축이음열화 및 탈락	탈락정도								
	열화정도								

5.2.2 시설물별 평가유형 및 영향계수(토목구조물)

1) 항목별 상태평가기준

(1) 침하/부상

구조물의 침하나 부상은 중요결함의 하나로서 이의 결함정도에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.2】와 같다.

【표 5.2】 침하/부상의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	침하/부상이 발생되지 않은 상태
b	4	부분적으로 경미한 침하/부상이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	침하/부상의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	침하/부상의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	침하/부상의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 위협받고 있는 상태

(2) 경사

구조물이 기울어 경사가 이루어지는 것은 중요결함으로서 경사정도에 상태평가기준은 다음 【표 5.3】과 같다.

【표 5.3】경사의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	경사가 발생되지 않은 상태
b	4	부분적으로 경미한 경사가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	경사의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	경사의 정도가 심각하여 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	경사의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정이 위협받고 있는 위험한 상태

(3) 활동

구조물의 활동이 이루어지는 경우에는 구조물에 매우 심각한 손상을 발생시키는 중요결함으로 활동의 정도에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.4】과 같다.

【표 5.4】활동의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	활동이 발생되지 않은 상태
b	4	부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	활동의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전이 위협받고 있는 위험한 상태

(4) 기초 세굴

구조물의 기초에 발생하는 세굴은 국부적인 결함이나 세굴이 심화되면 중요결함으로 발전되어 구조물의 안전성에 영향을 미치게 되며 기초의 세굴 정도에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.5】와 같다.

【표 5.5】 기초세굴의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	세굴이 없는 상태
b	4	세굴이 경미하게 발생된 상태
c	3	경미한 세굴이 여러 곳에 산재되어 있거나 세굴이 다소 심하게 발생된 상태
d	2	세굴이 심하여 하단부가 크게 들어 나고 구조적인 안전에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	세굴이 아주 심하여 구조적 안전이 심각하게 위협받고 있는 위험한 상태

(5) 콘크리트 탄산화깊이

콘크리트 피복두께를 감안한 탄산화 잔여깊이에 대한 평가는 다음 【표 5.6】과 같다.

【표 5.6】 콘크리트 탄산화시험 상태평가기준

상태등급	탄산화 잔여깊이	철근부식 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	-	

(6) 콘크리트 염화물함량

콘크리트는 내구성이 가장 중요한 요소로서 구조물내에 염화물이 상당히 존재하면 콘크리트의 내구성을 악화시킨다. 염화물의 근원은 해안 주변으로부터 염해 입자가 콘크리트 표면에 부착하여 침입한 경우와 시멘트, 골재, 혼합수 및 조기강도 발현을 위해 사용한 혼

화재로부터 혼입된 것이 있다. 일본 콘크리트표준시방서 시공편에서는 강재가 부식될 수 있는 부식발생 한계 염화물량은 전염화물량을 기준으로 1.2kg/km²로 규정하고 있다. 따라서 본 과업에서는 경화한 콘크리트의 염화물함유량 평가시 가장 적절한 것으로 판단되는 일본 콘크리트 표준시방서의 기준과 현 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12)을 토대로 다음 【표 5.7】와 같이 콘크리트 염화물함량에 대한 상태평가기준을 설정하였다.

【표 5.7】 콘크리트 염화물함량의 상태평가기준

등급	환산 염화물 이온량	철근부식 가능성
a	염화물 ≤ 0.3 kg/m ³	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	0.3 kg/m ³ < 염화물 < 1.2 kg/m ³	염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음
c	1.2kg/m ³ ≤ 염화물 < 2.5kg/m ³	향후 염화물에 의한 부식 발생 가능성 높음
d	염화물 ≥ 2.5kg/m ³	철근부식 발생
e	-	-

(7) 콘크리트 균열

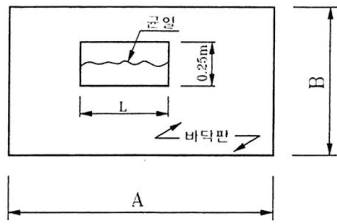
구조물의 콘크리트 균열은 일반손상의 하나로서 구조적 균열과 비구조적 균열로 구분되나 현장조사 시 균열의 종류를 구분하기가 어렵기 때문에 균열의 종류를 구분하지 않고 총체적으로 수밀성을 요구하는 구조물의 콘크리트 허용균열 폭 0.1mm 규정과 누수발생 균열 폭 약 0.2mm를 고려하여 콘크리트 균열 폭 및 면적율에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.8】와 같다.

【표 5.8】 콘크리트 균열의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	균열 폭 0.1mm미만인면서 균열 면적율 10% 미만
b	4	균열 폭 0.1mm 미만인면서 균열 면적율 20% 이상 균열 폭 0.1~0.2mm 미만인면서 균열 면적율 20% 미만
c	3	균열 폭 0.2~0.3mm 미만인면서 균열 면적율 20% 미만 균열 폭 0.1~0.2mm 미만인면서 균열 면적율 20% 이상
d	2	균열 폭 0.3~0.5mm 미만인면서 균열 면적율 20% 미만 균열 폭 0.2~0.3mm 미만인면서 균열 면적율 20% 이상
e	1	균열 폭 0.5mm 이상 균열 폭 0.3~0.5mm 이상인면서 균열 면적율 20% 이상

주) 균열 면적을 산정방법

■ 1방향 균열인 경우

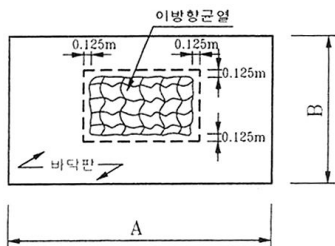


○ 균열발생면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

○ 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 최외측균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후 점선내면면적인 (가로길이 + 0.25m) × (세로길이 + 0.25m)로 구한다.

○ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

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

(8) 콘크리트 박리

구조물에서 발생하는 콘크리트의 박리는 일반손상 중 하나로서 상수도 토목구조물의 철근피복두께가 다양하므로 콘크리트 박리깊이 및 면적을 고려하여 상태평가기준을 설정하면 다음 【표 5.9】과 같다.

【표 5.9】 콘크리트 박리의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	박리발생이 없음
b	4	박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리 면적율 10% 미만
c	3	박리깊이 0.5 ~ 1.0mm 미만이면서 박리 면적율 10% 미만 박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리 면적율 10% 이상
d	2	박리깊이 1.0~25mm 미만이면서 박리 면적율 10% 미만 박리깊이 0.5~10mm 미만이면서 박리 면적율 10% 이상
e	1	박리깊이 1.0~25mm 미만이면서 박리 면적율 10% 이상 박리깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

(9) 콘크리트 박락/충분리

구조물의 콘크리트 박락/충분리는 일반손상으로 손상정도에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.10】과 같다.

【표 5.10】 콘크리트 박락/충분리의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	박락/충분리의 발생이 없음
b	4	박락/충분리 깊이 15mm 미만인면서 면적율 20% 미만
c	3	박락/충분리 깊이 15~20mm 미만인면서 면적율 20% 미만 박락/충분리 깊이 15mm 미만인면서 면적율 20% 이상
d	2	박락/충분리 깊이 20~25mm 미만인면서 면적율 20% 미만 박락/충분리 깊이 15~20mm 미만인면서 면적율 20% 이상
e	1	박락/충분리 깊이 20~25mm미만인면서 면적율 20% 이상 박락/충분리 깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

(10) 철근노출

구조물에서 발생하는 철근노출은 일반손상으로서 손상면적을 기준으로 구조물에 대한 상태평가기준을 설정하면 다음 【표 5.11】과 같으며 여기서 철근노출면적은 철근노출 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하고 철근노출 면적율은 아래 식에 의해 산출한다.

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

【표 5.11】 철근노출면적의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	철근노출 없음
b	4	철근노출 면적율이 1% 미만
c	3	철근노출 면적율이 1~3% 미만
d	2	철근노출 면적율이 3~5% 미만
e	1	철근노출 면적율이 5% 이상

(11) 누수

상수도 구조물에서의 누수는 일반손상 중 하나로서 누수가 과대해지면 지반함몰 및 구조물의 내구성 저하 등의 여러 문제를 야기 시키므로 누수에 대한 구조물의 상태평가는 중요하다. 그러나 누수를 정량적으로 평가하는 것은 어렵기 때문에 누수흔적이나 진행정도를 기준으로 콘크리트 부재와 신축이음부위로 구분한 상태평가기준은 다음 【표 5.12】와 같다.

【표 5.12】 누수의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준	
		콘크리트 부재	신축이음부위
a	5	누수가 없음	누수가 없음
b	4	경미한 흔적(누수부위가 건조한 상태)	누수 흔적이나 토사 등의 오염
c	3	현저한 흔적(누수부위가 습윤한 상태)	파손에 의한 누수발생
d	2	누수의 진행이 관찰가능 상태	누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식발생
e	1	누수의 진행이 확연한 상태	누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식심화

(12) 백태

백태는 콘크리트 내부의 수분에 의하여 용존성분이 표면에 석출되는 현상으로 일반손상의 일종으로 구분되며 백태에 따른 상태평가기준은 다음 【표 5.13】과 같다.

【표 5.13】 백태의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	백태가 없음
b	4	백태 발생 면적율이 5% 미만
c	3	백태 발생 면적율이 5~10% 미만
d	2	백태 발생 면적율이 10~20% 미만
e	1	백태 발생 면적율이 20% 이상

(13) 콘크리트 파손

구조물이 외적인 요인에 의한 손상 및 시공 시 부주의에 의해 발생될 수 있는 재료분리 등의 정도에 따라 구조물의 내구성 및 안전성 저하를 가져올 수 있으므로 콘크리트 파손깊이 및 면적율에 따른 상태평가 기준은 다음 【표 5.14】과 같다.

【표 5.14】 콘크리트 파손의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준
a	5	파손이 없음
b	4	파손깊이 5mm 미만이면서 파손면적율 10% 미만,
c	3	파손깊이 5~10mm 미만이면서 파손면적율 10% 미만 파손깊이 5mm 미만이면서 파손면적율 10% 이상
d	2	파손깊이 10~20mm 미만이면서 파손면적율 10% 미만 파손깊이 5~10mm 미만이면서 파손면적율 10% 이상
e	1	파손깊이 20mm 이상이면서 파손면적율 10% 미만, 파손깊이 10~20mm 이상이면서 파손면적율 10% 이상

(14) 신축이음 탈락 및 열화

상수도의 구조물은 대부분 장대형으로 신축이음이 여러 곳에 설치되어 있으며 이의 신축이음 부재가 탈락하거나 열화가 크게 진행되는 경우에는 누수 등의 발생으로 여러 가지 문제를 야기할 수 있으므로 구조물의 상태평가 시 신축이음의 상태를 고려함이 필요함에 따라 다음 【표 5.15】와 같이 신축이음 탈락 및 열화 정도에 따른 상태평가기준을 설정하였다.

【표 5.15】 신축이음 탈락 및 열화의 상태평가기준

상태등급	평가점수	상태평가기준	
		부재의 탈락정도	부재의 열화정도
a	5	없음	없음
b	4	없음	고무판 마모, 강재의 부식(녹) 발생 등의 경미한 열화
c	3	고정 장치의 이완으로 신축이음 본체 유동	고무판 마모, 강재의 부식(녹) 발생 등의 열화심화
d	2	고정 장치의 파손으로 신축이음 본체 일부 탈락 및 손상	
e	1	신축이음 본체 파손	

5.3 상태평가등급 산정절차

상수도 시설물은 크게 관로시설물, 토목구조물 및 기계·전기설비 및 건축구조물로 구분되며, 시설물들은 다음에 제시되는 상태평가등급 산정예시에 따라 수행한다.

5.3.1 평가단계별 부재 및 시설물 구분

상수도 시설물의 상태평가는 부재나 시설물의 특성 및 상황에 따라 책임기술자가 판단하여 평가단계를 병합 또는 조정 할 수 있다. 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물의 구분(예)은 다음 【표 5.16】과 같다.

【표 5.16】 상수도 시설물의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분(예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분					
평가구분		평가대상						
상태평가	1단계	손상 및 결함 [개별부재(부위) 에 대한 외관조 사망도 작성]	관로1 관로2 ... 밸브실1 밸브실2 ... 등등	블록1 블록2 ...	슬래브 벽체 기둥 보 ... 등등	펌프1,... 전동기1,... 베드1,... 배관1,... 권양와이어 권양레일 등등	건축물 부지침 용	세 적 침 세부지 적용
	2단계	개별부재						
	3단계	복합부재	구간1 구간2 ...	구간1 구간2 ...	취수탑1,... 흡수정1,... 착수정1,... 침전지1,... 여과지1,... 정수지1,... 등등	펌 프 설 비 1,... 배 관 설 비 1,... 권양기1,... 등등		
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설물	계통1 계통2 ...	수로터널1 수로터널2 ...	취수탑 흡수정 착수정 침전지 여과지 정수지 등등	펌프설비 배관설비 기기설비 등등		
종합평가	5단계	복합시설물	관로	수로터널	취수시설 취수장1,... 정수장1,... 가압장1,... 등등	취수장1,... 정수장1,... 가압장1,... 등등		
	6단계	통합시설물	관로시설물		토목구조물	기전설비	건축구조물	수원지시설 (댐)
	7단계	종합시설물	상 수 도					

5.3.2 상태평가등급 산정예시(토목구조물)

1) 부재(部材)별 손상 및 결함상태 조사표 작성 : 1단계 평가

상수도의 토목구조물은 대부분 철근콘크리트 구조로서 슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등으로 구성되며 이러한 구성요소를 개별부재로 본다.

1단계는 상기와 같은 개별부재에 대해 다음 【표 5.17】의 양식에 준하여 개별부재에 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태등급을 표기(알파벳 소문자)한다.

필요에 따라 개별부재를 부위별로 다수의 조사망을 구획하여 외관조사망도를 작성할 수 있으며 이러한 경우 2단계에서 부위별 손상 및 결함을 취합하여 개별부재에 대한 상태평가를 실시토록 한다.

【표 5.17】 토목구조물의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
A-S2W-3	벽체A-2-3	A-2호침전지	A정수장 침전지	No. SW-1-1
외관조사망도 작성(손상·결함상태 도시 및 주기사항 기록)				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	상태등급
①	침하	부분적 경미한 침하 (보수불필요)	○침하깊이 : 1.5mm ○침하진전 없음	b
②	콘크리트 균열	수직균열 3개소	○균열폭 : 0.15~0.20mm ○균열길이 : 5.6m	b
③	콘크리트 박리	부분적 박리	○박리면적 : 0.40m ² ○박리깊이 : 0.8mm	c
④	누수	신축이음부위에 상당한 누수발생	○누수로 인한 철근부식진행	d
⑤	신축이음 이완 및 열화	고정장치 이완 및 고무판 마모, 철근부식발생	○고정장치 및 고무판의 보수교체가 필요	c
특기사항	○철근콘크리트 구조 및 예폭시방수·방식실시 ○규모 : H = 3.5m, L = 30.0m ○조사단위면적 : 3.5m×30.0m = 105m ²			
조사일자	2003. 10. 23 14:00 ~ 17:00		조사자	홍길동, 김철수

2) 개별부재(個別部材) 상태평가표 작성 : 2단계 평가

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(E_{c1})를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 3째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(E_{c1}) 중 최소값을 개별부재의 상태평가지수(E_{c2})를 산정한 후 앞에서 제시된 상태평가지수 범위에 따른 상태평가등급기준에 의해 개별부재의 상태평가등급(알파벳 소문자)을 부여한다.

표준적인 개별부재의 상태평가표를 작성하는 방법을 다음 【표 5.18】에 예시하였다.

【표 5.18】 토목구조물 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표					
개별부재명	벽체A-2-3	개별부재규모	철근콘크리트 구조 H = 3.5m, L = 30.0m		표번호
복합부재명	A-2호 침전지	개별시설물명	A정수장 침전지		No. SW-2-1
근거(1단계) 표번호	No. SW-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	상태평가기준	상태평가점수 (M)	영향계수 (F)	상태평가지수 (Ec1=M×F)
침하	중요결함	<표 6.2-19>	4	1.0	4.0
콘크리트 균열	일반손상	<표 6.2-25>	4	1.1	4.4
콘크리트 박리	일반손상	<표 6.2-26>	3	1.3	3.9
누수	일반손상	<표 6.2-29>	2	1.7	3.4
신축이음부위 이완 및 열화	일반손상	<표 6.2-32>	3	1.3	3.9
평가의견					
상태평가결과	1. 개별부재의 상태평가지수(Ec2)=상태평가지수(Ec1)값 중 최소값 = 3.4 2. 개별부재(벽체A-2-3)의 상태평가등급 = c 등급				

3) 복합부재(複合部材) 상태평가표 작성 : 3단계 평가

토목구조물의 복합부재는 각각의 개별부재(슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등)로 구성되는 단위 구조물로서 복합부재의 평가는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도(W)를 반영하는 것이 필요하며 이때 각 개별부재의 중요도 합은 100이 되도록 한다. 표준적인 개별부재별 중요도(A)를 설정하면 아래 【표 5.19】와 같다.

【표 5.19】 개별부재별 중요도(A) 기준

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

중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우에는 그 개별부재의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분하며 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 개별부재가 없는 경우에는 그 중요도를 나머지 개별부재에 배분한다. 책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다. 복합부재의 상태평가지수(E_{c3}) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(E_{c2})별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하 하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자 함에 있다.

복합부재의 상태평가는 개별부재의 상태평가지수(E_{c2})에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E_{c3})를 산출하고 상태평가등급(알파벳 소문자)을 결정한다.

다음 【표 5.20】에 토목구조물의 복합부재에 대한 표준적인 상태평가표 작성 예를 제시하였다.

【표 5.20】 토목구조물 복합부재의 상태평가표 예

복합부재 상태평가표						
복합부재명	A-2호침전지		개별시설물명	A정수장 침전지		표번호
복합부재규모	철근콘크리트 구조, H=3.5m, W=12.0m, L=30.0m					No. AS-3-2
근거(2단계) 표번호	No. BS-2-1, No. US-2-1, No. SW-2-1, No. CL-2-1, No. BM-2-1					
개별부재구분	상태평가 등급	상태평가지수(Ec2)	조정계수 (A)	중요도 (W, %)	조정값 (P=A×W)	계산값 (Ec2×P)
바닥슬래브	b	3.7	2	20	40	148.0
상부슬래브	c	3.1	3	10	30	93.0
벽 체	c	3.4	3	25	75	255.0
기 둥	a	4.7	1	25	25	117.5
보	a	4.8	1	20	20	96.0
합계(Σ)				100	190	709.5
평가의견						
상태평가결과	1. 복합부재 상태평가지수(Ec3)=Σ(Ec2×P) / ΣP = 709.5/190.0 = 2. 복합부재(A-2호 침전지) 상태평가등급 =					3.73 b 등급

4) 개별시설물(個別施設物) 상태평가표 작성 : 4단계 평가

토목구조물의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위구조물들의 복수계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가등급기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가등급(알파벳 소문자)을 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성 평가를 수행하고 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다. 개별시설물에 대한 표준적인 상태평가표의 작성방법을 예시하면 다음 【표 5.21】과 같다.

【표 5.21】 토목구조물의 개별시설물 상태평가표 예

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	A정수장 침전지	개별시설물규모	철근콘크리트구조(H3.5m × W12.0m × L=30.0m × 4지)	표번호
근거(3단계) 표번호	No. AS-3-1, No. AS-3-2, No. AS-3-3, No. AS-3-4			No. AS-4-1
복합부재구분	상태평가등급	상태평가지수(Ec3)	규모(S, m3)	계산값(Ec3 × S)
A-1호침전지	c	3.38	1,260	4,258.8
A-2호침전지	b	3.73	1,260	4,699.8
A-3호침전지	b	3.85	1,260	4,851.0
A-4호침전지	c	3.14	1,260	3,956.4
합계(Σ)			5,040	17,766.0
평가의견				
상태평가결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최소값(Min) = 3.14 2. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최대값(Max) = 3.85 3. $V1 = 0.3 \times (Max - Min) = 0.3 \times (3.85 - 3.14) = 0.213$ 4. $V2 = \Sigma (Ec3 \times S) / 5 \times \Sigma S = 17,766.0 / 5 \times 5,040.0 = 0.705$ 5. 개별시설물(A정수장 침전지)의 상태평가지수(Ec4) = $Min + V1 \times V2 = 3.14 + 0.213 \times 0.705 = 3.29$ 6. 개별시설물(A정수장 침전지)의 상태평가등급 = c 등급			

5.4 상태평가 및 종합평가 결과

여주 상수도시설에 대한 각 시설물별 상태평가 및 복합시설물 종합평가를 종합한 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(4.41)”으로 평가되었다.

본 5.4절에는 여주상수도시설 종합평가 결과를 수록하였고, 상태평가에 대한 중간과정은 부록편에 수록하였다.

종합시설물 종합평가표						
종합시설물명	상수도시설	종합시설물 규모		시설용량(Q) = 52,500m³/일		표번호
근거(5단계)	-					-
통합시설물구분	종합평가 등급	종합평가 지수(Et2)	조정 계수 (A)	중요도 (W)	조정 값 (P=A ×W)	계산값 (Et2 ×P)
토목시설물	b	4.29	2	60	120	515.0
건축시설물	b	4.48	2	20	40	179.0
기전설비	a	5.00	1	20	20	100.0
합계(Σ)				100.0	180.0	794.0
평가건						
종합평가결과	1. 종합시설물의 종합평가지수(Et4) = Σ(Et2 ×P)/ ΣP = 794/180 = 2. 종합시설물의 종합평가등급 =					4.41 B 등급

【정수장 종합평가 기준】

평가등급	A	B	C	D	E
평가지수(Et)	$5.0 \geq Et \geq 4.5$	$4.5 > Et \geq 3.5$	$3.5 > Et \geq 2.5$	$2.5 > Et \geq 1.5$	$1.5 > Et \geq 1.0$

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태