

제4장 시설물의 상태평가

4.1 개요

4.2 상태평가 결과

4.3 상태평가 결과요약

제4장 시설물의 상태평가

4.1 개요

4.1.1 상태평가 항목 및 기준

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021. 12.)’의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

가) 부재별 상태평가 적용범위

- 부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다. 교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 사용성 및 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

<표 4.1> 부재별 상태평가 적용 범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받침	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화, 염화물	a, b, c, d

나) 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표 4.2> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목	슬래브 교량	거더교량							라멘교	
			일반 거더교			바닥판·거더 일체형		아치,트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)
			일 반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판		
상부	바닥판	34	18	18	-	20	20	15		34	20 21
	주 형	-	20	25	37	18	20	23		-	21 23
	2차부재	-	5	-	11	5	3	5		-	5 -
하부	교대/교각	20	13	13	18	13		13		34	22 24
	기초	7	7	7	7	7		7		7	7 7
받침	교량받침	10	9	9	14	9		9		3	3 3
기타	신축이음	10	9	9	-	9		9		3	3 3
	교면포장	7	7	7	-	7		7		7	7 7
	배수시설	3	3	3	-	3		3		3	3 3
	난간/연석	2	2	2	6	2		2		2	2 2
콘크리트	탄산화	상부	2	2	-	-	2	2	-	4	
		하부	2	2	4	4	2	2	4		
	염화물	상부	2	2	-	-	2	2	-	3	
		하부	1	1	3	3	1	1	3		

<해설>

- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목의 가중치에 포함시킨다.
- 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

4.1.2 상태평가등급 산정 절차

가) 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

- 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.
- 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

나) 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, <표 4.3>의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

<표 4.3> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

4.2 상태평가 결과

4.2.1 상태평가

하부구조 일체형 교량으로 상부구조 또한 일체형으로 보고 상태평가 결과를 검토하였다.(부록4.2 참조)

가) 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

균열율은 폭 0.2mm이상의 균열을 대상으로 산정한다.

<표 4.4> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

구분	1방향 균열				2방향 균열		열화 및 손상						평가 결과
	균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		누수 및 백태(%)		표면손상 면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	없음	a	없음	a	a
S2	-	a	-	a	-	a	10% 미만	b	없음	a	없음	a	b
S3	-	a	-	a	-	a	10% 미만	b	2% 미만	b	없음	a	b
S4	-	a	-	a	-	a	10% 미만	b	없음	a	없음	a	b
S5	0.1	b	-	a	-	a	-	a	2% 미만	b	없음	a	b
S6	-	a	-	a	-	a	-	a	없음	a	없음	a	a
S7	0.1	b	-	a	-	a	10% 미만	b	없음	a	없음	a	b
S8	-	a	-	a	-	a	10% 미만	b	없음	a	없음	a	b

2) 거더(강박스거더)

<표 4.5> 거더 상태평가 결과

구분	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
	부재 균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락		용접연결부 결합		도장탈락 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b
S2	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b
S3	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	2% 미만	b	b
S4	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b
S5	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b
S6	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S7	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b
S8	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	10% 미만	b	없음	a	b

3) 가로보

<표 4.6> 가로보 상태평가 결과

구분	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
	부재 균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락		용접연결부 결함		도장손상 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S2	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S4	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S5	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S6	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S7	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S8	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a

4) 교대 및 교각

<표 4.7> 콘크리트 교대 및 교각 상태평가 결과

구분	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (mm)		변위		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
A1	0.2	b	없음	a	2% 미만	b	없음	a	b
P1	0.2	b	없음	a	2% 미만	b	없음	a	b
P2	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
P3	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
P4	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
P5	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
P6	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
P7	0.2	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
A2	-	a	없음	a	2% 미만	b	없음	a	b

5) 기초

기초에 대한 상태평가 결과, 전반적으로 기초가 노출되어 있지 않은 상태로 점검불가인 ‘q’로 평가되었다.

<표 4.8> 기초 상태평가 결과

구분	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상				지반의 안정성				평가 결과
	균열폭 (mm)		단면손상 (파손, 철근노출 등)		세굴 여부		침하 (mm)		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P3	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P4	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P5	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P6	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P7	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q

6) 교량받침

<표 4.9> 교량받침 상태평가 결과

구분	받침 본체		받침 콘크리트				평가 결과
	탄성받침(부식, 파손 등)		균열폭(mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	손상없음	a	없음	a	없음	a	a
P1	도장박리	b	0.3미만	b	없음	a	b
P2	도장박리	b	0.3미만	b	없음	a	b
P3	도장박리	b	0.3미만	b	없음	a	b
P4	손상없음	a	0.3미만	b	없음	a	b
P5	도장박리	b	없음	a	없음	a	b
P6	도장박리	b	0.3미만	b	없음	a	b
P7	손상없음	a	없음	a	없음	a	a
A2	손상없음	a	0.3미만	b	없음	a	b

7) 신축이음

<표 4.10> 신축이음 상태평가 결과

구분	본 체 (이물질, 파손, 누수 등)		후타재				평가 결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	없음	a	미세균열	b	없음	a	b
A2	없음	a	미세균열	b	파손	c	c

8) 교면포장

<표 4.11> 교면포장 상태평가 결과

구분	포장불량				배 수 (물고임 등)		평가 결과
	포장불량율 (%)		포장손상에 따른 주행 및 통행 영향				
S1	없음	a	없음	a	없음	a	a
S2	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	없음	a	없음	a	없음	a	a
S4	없음	a	없음	a	없음	a	a
S5	없음	a	없음	a	없음	a	a
S6	없음	a	없음	a	없음	a	a
S7	없음	a	없음	a	없음	a	a
S8	없음	a	없음	a	없음	a	a

9) 배수시설

<표 4.12> 배수시설 상태평가 결과

구 분	평가내용	평가결과
S1	양호	a
S2	양호	a
S3	양호	a
S4	양호	a
S5	양호	a
S6	양호	a
S7	양호	a
S8	양호	a

10) 난간 및 연석

<표 4.13> 난간 및 연석 상태평가 결과

구분	콘크리트						평가 결과
	균열폭(mm)		박리, 파손, 철근노출(%)		철근부식 손상길이(%)		
S1	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S2	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S3	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S4	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S5	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S6	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S7	0.2	b	양호	a	양호	a	b
S8	0.2	b	양호	a	양호	a	b

11) 탄산화

<표 4.14> 탄산화 상태평가 결과

구분		탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가결과
상부 구조	바닥판 S3(범물)	31.0	< 탄산화 잔여 깊이 > · a : 30mm이상 · b : 10mm이상~30mm미만 · c : 0mm이상~10mm미만 · d : 0mm미만	a
	바닥판 S6(범물)	33.0		a
	바닥판 S2(안심)	32.0		a
	바닥판 S4(안심)	33.0		a
	바닥판 S6(안심)	32.0		a
	바닥판 S7(안심)	30.0		a
하부 구조	교각 P1	79.0		a
	교각 P2	75.0		a
	교각 P3	84.5		a
	교각 P5	82.0		a
	교각 P7	82.0		a

12) 염화물

<표 4.15> 염화물 상태평가 결과

구분			전염화물 이온량(kg/m³)	평가기준	평가결과
상부 구조	바닥판 S6(범물)	20~30mm	0.0226	< 전염화물 이온량 > · a : 염화물 ≤ 0.3kg/m³ · b : 0.3kg/m³ < 염화물 < 1.2kg/m³ · c : 1.2kg/m³ ≤ 염화물 < 2.5kg/m³ · d : 염화물 ≥ 2.5kg/m³	a
	바닥판 S7(안심)	20~30mm	0.0339		a
하부 구조	교각 P2	40~60mm	0.0339		a

13) 공중이 이용하는 부위(추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개)

공중이 이용하는 부위 중 도로포장의 경우 교면포장, 도로부 신축이음부의 경우 교량 신축이음 외관조사 자료를 참고하여 작성하였으며, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 것으로 확인되었다.

<표 4.16> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구분	공중이 이용하는 부위							
	추락방지시설		도로포장		도로부 신축이음부		환기구 등의 덮개	
S1 (A1)	-	-	양호	a	미세균열	b	-	-
S2 (P1)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S3 (P2)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S4 (P3)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S5 (P4)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S6 (P5)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S7 (P6)	-	-	양호	a	-	-	-	-
S8 (P7)	-	-	양호	a	-	-	-	-
(A2)	-	-	양호	a	미세균열, 파손	c	-	-

나) 시설물 전체 상태평가 결과

연호고가교의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않았으나, 내구성 차원의 손상에 따라 “B”로 평가되었다.

<표 4.17> 상태평가 결과

개별교량명 : 연호고가교																
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				지점 번호	받침	하부구조		내구성요소			
구분	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	STB	a	b	a	a	a	b	b	A1	a	b	q	x	x	x	x
S2	STB	b	b	a	a	a	b	x	P1	b	b	q	a	a	x	x
S3	STB	b	b	a	a	a	b	x	P2	b	b	q	a	a	x	a
S4	STB	b	b	a	a	a	b	x	P3	b	b	q	a	a	x	x
S5	STB	b	b	a	a	a	b	x	P4	b	b	q	x	x	x	x
S6	STB	a	a	a	a	a	b	x	P5	b	b	q	a	a	a	x
S7	STB	b	b	a	a	a	b	x	P6	b	b	q	a	x	a	x
S8	STB	b	b	a	a	a	b	x	P7	a	b	q	x	a	x	x
								c	A2	b	b	q	x	x	x	x
평균		0.18	0.19	0.10	0.10	0.10	0.20	0.30		0.18	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	0	2	2	2	1
(평균×가중치)/가중치합		0.032	0.038	0.005	0.007	0.003	0.004	0.027		0.016	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
1. 환산결함도 점수 =															0.178	
2. 상태평가 결과 =															B	

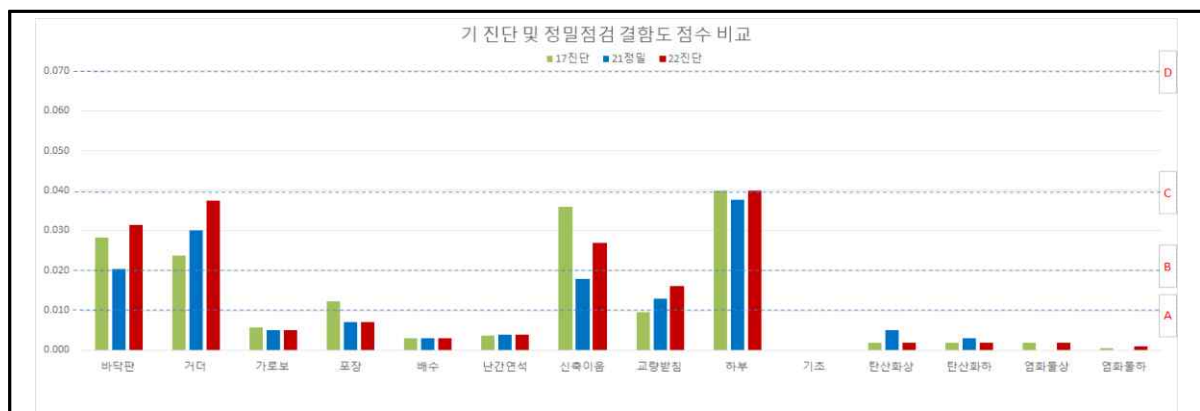
4.2.2 기 진단 및 정밀안전점검 결과와의 비교

상태평가 결과, 기준 “B”로 평가되었으며 2017년 정밀안전진단 이후 일부 부재에 대한 보수가 완료되었으나, 금회 진단까지 기간동안 신규손상이 추가적으로 발생된 것으로 조사되었으며, 중대한 결함에 해당되는 손상은 없는 것으로 평가되었다.

기 진단 이후 일부 균열, 도장박리, 파손 등에 대한 보수 및 재포장이 실시되었으나, 부재별 균열, 백태, 박리, 파손, 도장손상, 볼트부식 등의 손상이 증가됨에 의해 환산결함도 점수가(0.169 ⇨ 0.178) 소폭 증가된 것으로 검토되었다.

<표 4.18> 기 진단 및 정밀안전점검 상태평가 결함도 점수 비교

구 분		2017년 진단		2021년 정밀		금회 진단		결함도 점수 변화요인
		등급	평균	등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	a~b	0.028	a~b	0.020	a~b	0.032	· 균열, 백태 증가 → 결함도 점수 증가
	거더	a~b	0.024	a~b	0.030	a~b	0.038	· 일부 도장박리 보수실시, 도장손상, 볼트부식 증가 → 결함도 점수 증가
2차부재	가로보	a~b	0.006	a	0.005	a	0.005	· 변동없음(손상 거더외부 포함)
기타부재	포장	a~c	0.012	a	0.007	a	0.007	· 재포장 실시 → 결함도 점수 감소
	배수	a	0.003	a	0.003	a	0.003	· 변동없음
	난간, 연석	a~c	0.004	b	0.004	b	0.004	· 변동없음
	신축이음	c	0.036	b	0.018	b~c	0.027	· 일부 손상보수 → 결함도 점수 감소
받침	교량받침	a~b	0.009	a~b	0.013	a~b	0.016	· 균열, 부식 증가 → 결함도 점수 증가
하부구조	하부	b	0.040	a~b	0.038	a~b	0.040	· 변동없음
	기초	q	0.000	q	0.000	q	0.000	· 변동없음
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.002	a~b	0.005	a	0.002	· 변동없음
	탄산화(하부)	a	0.002	a	0.003	a	0.002	· 변동없음
	염화물(상부)	b	0.002	X	-	a	0.002	· 변동없음
	염화물(하부)	a	0.001	X	-	a	0.001	· 변동없음
합 계		B	0.169	B	0.145	B	0.178	· (결함도 점수 평균 × 가중치) / 가중치합



<그림 4.1> 기 진단 및 정밀안전점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교

4.3 상태평가 결과 요약

4.3.1 상태평가 결과 요약

<표 4.19> 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
연호고가교	0.178	B	
검토의견	연호고가교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		