

제 4 장 시설물의 상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 기준

4.3 상태평가 결과

제 4 장 시설물의 상태평가

4.1 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2019.1」의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전진단의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

4.2 상태평가 기준

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위

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

【표 4.1】 부재별 상태평가 적용 범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더	a, b, c, d, e
	2차부재 (가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초	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	a, b, c, d

부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치

【표 4.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결합도 평가항목	슬래브 교량	거더교량							라멘교	
			일반 거더교			바닥판·거더 일체형		아치,트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)
			일반	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		

<해 설>

- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목의 가중치에 포함시킨다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타 시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

4.2.3 상태평가 결과 결정

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

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

3) 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

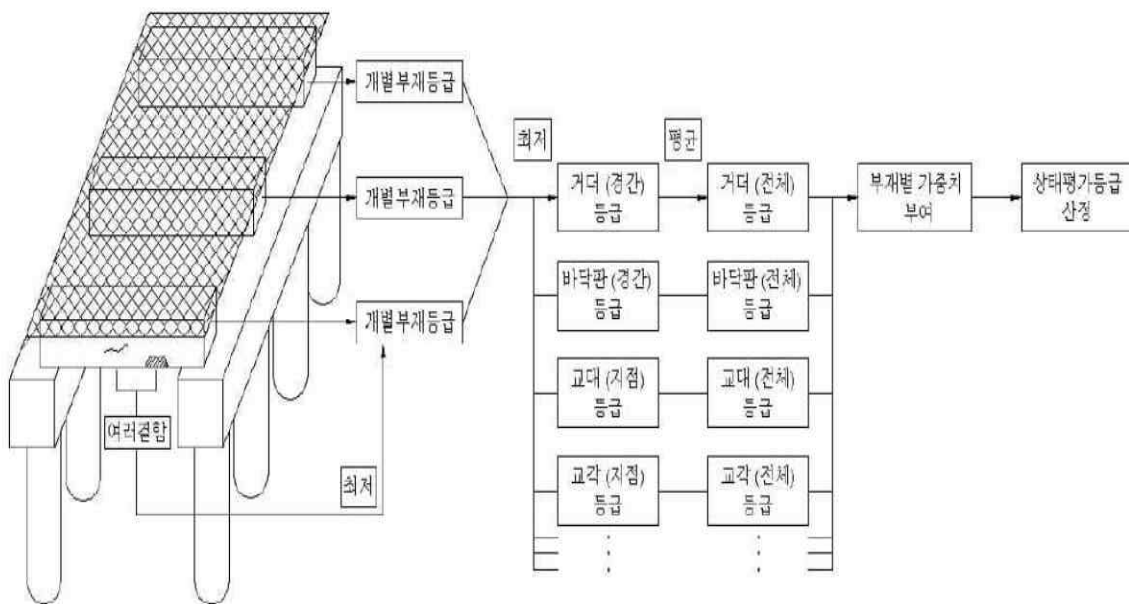
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 다른 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
결함도지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$



【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법

4.3 상태평가 결과

4.3.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 인천방향

속사천6교(인천)의 현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B등급'으로 산정되었다.

【표 4.4】 상태평가 결과표(인천)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	b	b	a	b	b	a	c	b	b	q	a	a
S2	P1	STB	b	b	a	b	a	a	-	b	c	q	a	a
S3	P2	STB	b	b	a	b	b	a	-	b	c	q	a	a
S4	P3	STB	b	b	a	c	b	a	-	b	b	q	a	a
S5	P4	STB	b	b	a	c	b	a	-	b	c	q	a	a
	A2	STB	-	-	-	-	-	-	c	b	b	q	-	a
평균			0.200	0.200	0.100	0.280	0.180	0.100	0.400	0.200	0.300	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.040	0.005	0.020	0.005	0.002	0.036	0.018	0.060	-	0.004	0.003
													0.229	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.229) < 0.260$

나. 강릉방향

속사천6교(강릉)의 현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B등급'으로 산정되었다.

【표 4.5】상태평가 결과표(강릉)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	c	b	a	a	b	b	c	b	c	q	a	a
S2	P1	STB	b	b	a	b	b	b	-	b	c	q	a	a
S3	P2	STB	b	b	a	a	a	a	-	b	c	q	a	a
S4	P3	STB	c	b	a	a	a	b	-	c	c	q	a	a
S5	P4	STB	b	b	a	b	a	b	-	b	c	q	a	a
	A2	STB	-	-	-	-	-	-	c	b	b	q	-	a
평균			0.280	0.200	0.100	0.140	0.140	0.180	0.400	0.233	0.367	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.050	0.040	0.005	0.010	0.004	0.004	0.036	0.021	0.073	-	0.004	0.003
													0.250	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.250) < 0.260$

4.3.2 기 정밀안전점검 결과와의 비교

가. 인천방향

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 2017년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 증감되었다.
- 기 정밀안전점검시 확인된 하부구조 및 바닥판의 일부 손상 균열보수, 표면보수 및 단면보수와 교면포장 등 일부 부재의 상태등급을 기술자 판단에 의해 상향 평가 되어 속사천6교(인천)의 환산결함도 점수는 $0.250 \rightarrow 0.229$ 으로 감소한 것으로 분석되었다.

【표 4.6】기 정밀안전점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(인천)

구분		2017년 정밀안전진단		금회 점검		결함도 점수 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.360	b	0.200	데크플레이트 일부 보수됨
	거더	b	0.140	b	0.200	부식 및 백태오염 발생
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	변화없음
기타부재	포장	d	0.520	c	0.280	기술자 판단에 의한 상향 평가
	배수	b	0.180	b	0.180	변화없음
	난간, 연석	a	0.120	a	0.100	기술자 판단에 의한 상향 평가
	신축이음	b	0.200	c	0.400	후타재 균열에 의한 하향 평가
받침	교량받침	b	0.183	b	0.200	받침 부식 발생
하부구조	하부	c	0.333	c	0.300	일부 보수됨
	기초	-	-	-	-	-
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	변화없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	변화없음
합 계		B	0.250	B	0.229	

나. 강릉방향

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 2017년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 증감되었다.
- 기 정밀안전점검 이후 바닥판, 거더, 교량받침 등 일부부재에 추가 발생한 손상으로 인해 일부 부재의 상태등급 및 결함도 점수가 하향 평가 되어 속사천6교(강릉)의 환산결함도 점수는 0.215 → 0.250으로 증가한 것으로 분석되었다.

【표 4.6】기 정밀안전점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(강릉)

구분		2017년 정밀안전진단		금회 점검		결함도 점수 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.260	c	0.280	박리, 박락 등 손상 발생
	거더	a	0.100	b	0.200	부식, 도장박락 등 손상 발생
2차부재	가로보/세로보	a	0.120	a	0.100	기술자 판단에 의한 상향 평가
기타부재	포장	a	0.120	b	0.140	일부 구간 추가 손상 발생
	배수	b	0.160	b	0.140	일부 보수로 인한 상향 평가
	난간, 연석	b	0.180	b	0.180	변화없음
	신축이음	c	0.300	c	0.400	본체 부식 등 추가 손상 발생
받침	교량받침	b	0.200	b	0.233	무수축물탈 들뜸 발생
하부구조	하부	c	0.367	c	0.367	변화없음
	기초	-	-	-	-	-
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	변화없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	변화없음
합 계		B	0.215	B	0.250	