

중부내륙선 김천JCT교(내서) 등 11개교
정밀안전진단 용역

제 4장 시설물의 상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과

제 4장 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, 2012. 12」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 항목 및 기준

4.2.1 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, 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, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재 (가로보 및 세로보)	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

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	결함도 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 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 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 염화물항목에 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.

4.2.3 상태평가 결과 결정

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

- 1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최적값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.
- 2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최적값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.
- 3) 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

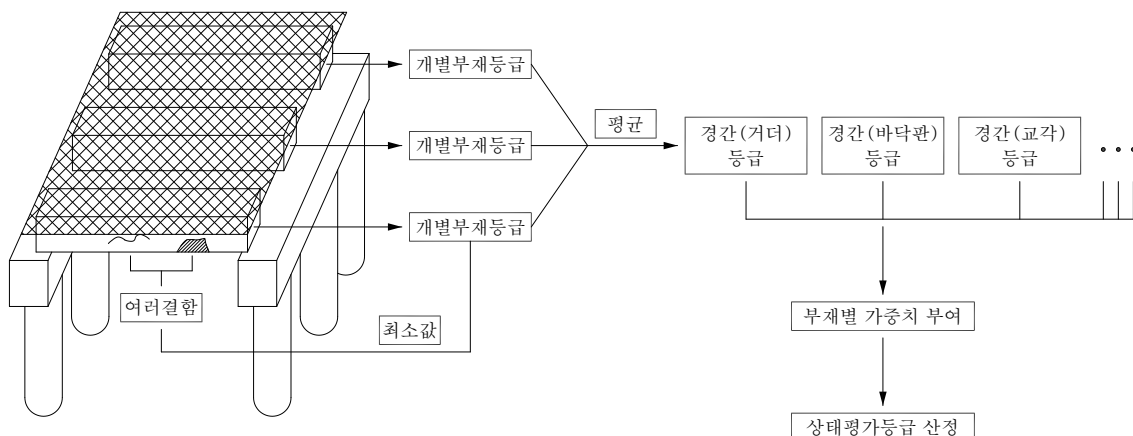
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다.

환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준 값이며, 【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 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$



【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법

4.3 상태평가 결과

4.3.1 내서방향

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

- 봉곡1교(내서) 콘크리트 바닥판에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 전경간 캔틸레버부에 $cw=0.3mm$ 미만의 균열이 조사되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.4】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		균열율(%)		균열폭(mm)		균열율(%)		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	607.25	0.3미만	b	0.30	b	없음	a	없음	a	0.02	b	없음	a	b
S2	728.7	0.3미만	b	1.98	b	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	b
S3	607.25	0.3미만	b	0.59	b	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	b

2) 강 거더

- 봉곡1교(내서) 거더 내·외부에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 분석결과 모재 및 연결부 손상은 S2, S3 경간에서 부분적 용접결함인 기공과 표면열화인 도장박리 및 부식이 2%미만으로 발생되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.5】 거더 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적(m²)	모재 및 연결부 손상								표면열화(%)		평가 결과
		부재균열		변형, 파산		연결볼트 이완 탈락(%)		용접연결부 결함				
S1	810.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S2	972.0	없음	a	0.01	b	없음	a	Pit/기공	b	0.04	b	b
S3	810.0	없음	a	없음	a	없음	a	Pit/기공	b	0.01	b	b

3) 강 가로보

- 봉곡1교(내서) 가로보에 대한 상태평가는 전체적으로 양호한 것으로 판단되어 'a'로 판단되었다.

【표 4.6】 가로보 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화(%)		평가 결과
		부재균열		변형, 파산		연결볼트 이완 탈락(%)		용접연결부 결함				
S1	992.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S2	1364.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	992.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

- 봉곡1교(내서) 교대에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 지점별 평가내용 분석결과 교대에서 cw=0.3mm미만의 균열이 발생하여 'b'로 판단되었다.

【표 4.7】 콘크리트 교대 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적 (%)		
A1	130.4	0.3미만	b	없음	a	없음	a	없음	a	b
A2	130.4	0.3미만	b	없음	a	0.34	b	없음	a	b

② 콘크리트 교각

- 봉곡1교(내서) 교각에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 분석결과 전 교각에서 0.3mm미만의 균열이 발생하여 'b'로 평가되었으며, 표면손상면적이 2%미만으로 발생하여 'b'로 평가되었다.

【표 4.8】 콘크리트 교각 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적(m ²)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
P1	175.87	0.3미만	b	없음	a	0.034	b	없음	a	b
P2	182.62	0.3미만	b	없음	a	0.00	a	없음	a	b

5) 기초

- 봉곡1교(내서) 기초에 대한 상태평가 결과, 기초가 노출되어 있지 않는 상태로 점검불가인 'q'로 평가되었다.

【표 4.9】 기초 상태평가 결과(내서)

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

6) 교량받침

- 봉곡1교(내서) 교량받침에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 받침본체는 도장박리 및 부식이 발생되어 'b', 받침콘크리트는 0.3mm미만의 균열이 전구간에 발생되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.10】 교량받침 상태평가 결과(내서)

구분	받침 본체		받침 콘크리트				평가 결과
	강재받침		균열폭(mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	상부 Plate 도장박리	b	0.3미만	b	받침 콘크리트 파손	b	b
P1	없음	a	0.3미만	b	없음	a	b
P2	도장박리	b	0.3미만	b	없음	a	b
A2	낙교 방지 장치 부식	b	0.3미만	b	받침 콘크리트 파손	b	b

7) 신축이음

- 봉곡1교(내서) 신축이음(총 2개소)에 대한 상태평가 결과 'c'로 평가되었다.
- 분석결과 신축이음 본체에 신축이음누수가 발생하여 'c'로 평가되었다.

【표 4.11】 신축이음 상태평가 결과(내서)

구분	본 체		후타재				평가 결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
EXP.J1(A1)	신축이음누수	c	0.3이상	b	국부적인 박리	b	c
EXP.J2(A2)	신축이음누수	c	0.3미만	b	국부적인 박리	b	c

8) 교면포장

- 봉곡1교(내서) 교면포장에 대한 상태평가 결과 ‘b’로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 전 경간에 2% 미만의 포장불량 손상이 발생하여 ‘b’로 평가됨.

【표 4.12】 교면포장 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적(m²)	포장불량				배 수		평가 결과
		포장불량 면적(%)		포장손상에 따른주행성 및 통행성				
S1	607.25	0.09	b	없음	a	양호	a	b
S2	728.7	1.24	b	미미함	b	양호	a	b
S3	607.25	1.36	b	미미함	b	양호	a	b

9) 배수시설

- 봉곡1교(내서) 배수시설에 대한 상태평가 결과 전체적으로 양호하여 ‘a’로 평가되었다.

【표 4.13】 배수시설 상태평가 결과(내서)

구 분	평가내용	평가결과
S1	양호	a
S2	양호	a
S3	양호	a

10) 난간 및 연석

- 봉곡1교(내서) 난간 및 연석(차량방호벽, 중앙분리대)에 대한 상태평가 결과, 전 구간 ‘c’로 평가되었다.
- 분석결과 S2, S3 경간의 방호벽에 $cw=0.3mm$ 의 균열이 발생하여 ‘c’로 판단되었다.

【표 4.14】 난간 및 연석 상태평가 결과(내서)

구분	부재 면적(m ²)	콘크리트						평가 결과
		균열폭(mm)		박리, 파손, 철근노출(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	93.75	0.3미만	b	0.26	b	없음	a	b
S2	112.5	0.3이상	c	0.28	b	없음	a	c
S3	93.75	0.3이상	c	0.14	b	없음	a	c

11) 탄산화

- 선산IC3교 탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며, 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 전 개소의 탄산화 잔여깊이가 30.0mm 이상을 확보하고 있는 상태로 “a”로 평가되었다.

【표 4.15】 탄산화 상태평가 결과(내서)

구분		탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1 좌측 캔틸레버	42.5	< 탄산화 잔여 깊이 > .a : 30mm이상 .b : 10mm이상~30mm미만 .c : 0mm이상~10mm미만 .d : 0mm미만	a
	S2 좌측 캔틸레버	39.5		a
	S3 바닥판 하면	33.8		a
하부 구조	A1 구체	97.5		a
	P1 기둥부	68.7		a
	P2 기둥부	62.0		a

12) 염화물

- 봉곡1교(내서) 시험은 총 3개소(상부구조 1개소, 하부구조 2개소)에서 실시하여 깊이별 시험을 실시하였다.
- 시험결과 'b'로 염화물이 함유되어 있으나 부식 발생 가능성은 낮음으로 평가되어 염화물에 의한 철근부식의 영향은 없을 것으로 판단된다.
- 봉곡1교(내서) 염화물시험은 철근깊이에서의 염분함유량을 근거로 상태평가를 실시하였으며, 'a'로 평가되었다.

【표 4.16】 염화물 상태평가 결과(내서)

구분			전염화물 이온량(kg/m³)	평가기준	평가결과
상부 구조	S2 좌측캔틸레버	0~20mm	0.246	< 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
하부 구조	A1 구체	0~30mm	0.200		a
	P2 기둥부		0.168		a

나. 시설물 전체 상태평가 결과

봉곡1교(내서)의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠 만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B”로 산정되었다.

다만 바닥판하면(S1, S3)의 망상균열과 난간 및 연석(S2, S3)의 $cw=0.3mm$ 이상의 균열이 확인되어, 해당 부재에 대한 평가가 “c”로 산정되었으며 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 요구된다.

【표 4.17】 상태평가 결과표(내서)

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STBG	b	a	a	b	a	b	c	b	b	q	x	a	x	a
S2 (P1)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
S3 (P2)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STBG							c	b	b	q	x	a		x
평균		0.200	0.167	0.100	0.200	0.100	0.333	0.400	0.200	0.200	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.033	0.005	0.014	0.003	0.007	0.036	0.018	0.040	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.199	
														B	

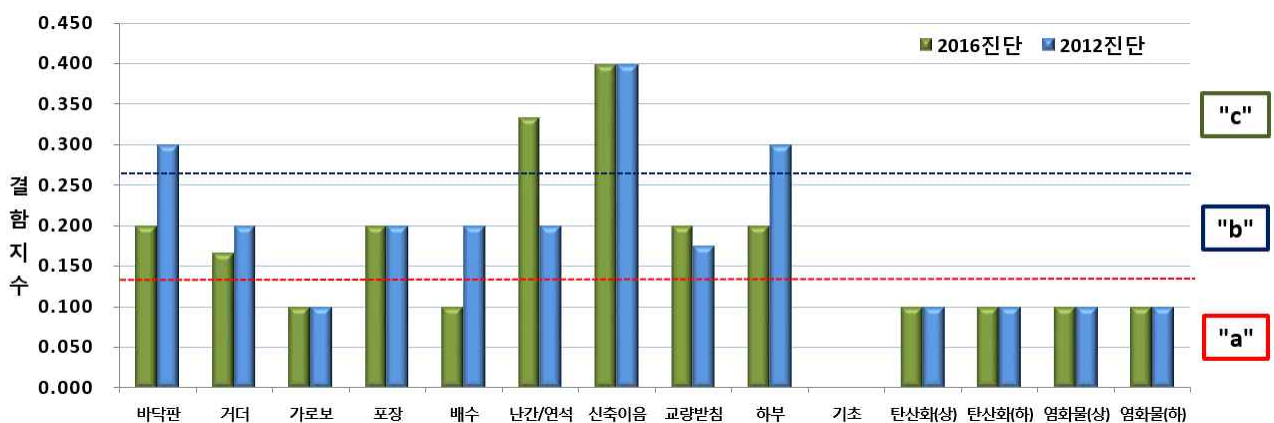
- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.199) \leq 0.260$

다. 기 점검결과와의 비교

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으며, S1, S3 바닥판 하면 망상균열 손상이 전체적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 이로 인하여 환산결함도 점수가 0.242 ⇨ 0.199로 감소한 것으로 분석되었다.

【표 4.18】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(내서)

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.300	b	0.200	.일부 보수
	거더	b	0.200	b	0.167	.일부 보수
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	배수	b	0.200	a	0.100	.일부 보수
	난간, 연석	b	0.200	c	0.333	.균열(cw=0.3mm이상) 증가
	신축이음	c	0.400	c	0.400	.변화 없음
받침	교량받침	b	0.175	b	0.200	.거의 변화 없음
하부구조	하부	c	0.300	b	0.200	.일부 보수
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.242	B	0.199	



【그림 4.3】 기 진단 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(내서)

4.3.2 여주방향

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

- 봉곡1교(여주) 콘크리트 바닥판에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 S1, S3에 철근부식이 발생하여 'c'로 판단되었으며, S2 경간에 $cw=0.3mm$ 미만의 균열이 조사되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.19】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		균열율 (%)		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
S1	607.25	0.3미만	b	0.07	b	없음	a	없음	a	0.08	b	0.06	c	c
S2	728.7	0.3미만	b	1.98	b	없음	a	없음	a	0.01	b	없음	a	b
S3	607.25	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	0.10	b	0.02	c	c

2) 강 거더

- 봉곡1교(여주) 거더 내·외부에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 분석결과 모재 및 연결부 손상은 S3 경간에서 부분적 용접결함인 기공이 발생하여 'b'로 평가되었으며, S1 경간에서 표면열화 면적을 2%미만의 도장박리가 발생하여 'b'로 평가되었다.

【표 4.20】 거더 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화(%)		평가 결과
		부재균열		변형, 파산		연결볼트 이완 탈락(%)		용접연결부 결함				
S1	810.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	0.001	b	b
S2	972.0	없음	a	0.01	b	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	810.0	없음	a	없음	a	없음	a	Pit/기공	b	0.01	b	b

3) 강 가로보

- 봉곡1교(여주) 가로보에 대한 상태평가는 S1 경간에서 기공이 발생하여 'b'로 평가되었으며, 나머지 경간은 양호한 것으로 판단되었다.

【표 4.21】 가로보 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화(%)		평가 결과
		부재균열		변형, 파산		연결볼트 이완 탈락(%)		용접연결부 결함				
S1	992.0	없음	a	없음	a	없음	a	Pit/기공	b	없음	a	b
S2	1364.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	992.0	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	a

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

- 봉곡1교(여주) 교대에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 지점별 평가내용 분석결과 A1 교대에서 cw=0.3mm이상의 균열이 발생하여 'c'로 평가되었다.

【표 4.22】 콘크리트 교대 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적(㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
A1	130.4	0.3이상	c	없음	a	없음	a	없음	a	c
A2	130.4	0.3미만	b	없음	a	0.00	b	없음	a	b

② 콘크리트 교각

- 봉곡1교(여주) 교각에 대한 상태평가 결과 'b'로 평가되었다.
- 분석결과 P1 교각에서 cw=0.3mm 이상의 균열이 발생하여 'c'로 판단되었다.

【표 4.23】 콘크리트 교각 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적(m²)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
P1	175.87	0.3이상	c	없음	a	없음	a	없음	a	c
P2	182.62	0.3미만	b	없음	a	없음	a	없음	a	b

5) 기초

- 봉곡1교(여주) 기초에 대한 상태평가 결과, 기초가 노출되어 있지 않는 상태로 점검불가인 'q'로 평가되었다.

【표 4.24】 기초 상태평가 결과(여주)

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

6) 교량받침

- 봉곡1교(여주) 교량받침에 대한 상태평가 결과 'a~c'로 평가되었다.
- 받침본체는 도장박리 및 탄성고무 파손이 발생되어 'b', 받침콘크리트는 P1 받침장치에서 cw=0.3mm이상의 균열이 발생되어 'c'로 판단되었으며, A2 받침장치는 양호한 것으로 판단되어 'a'로 판단되었다.

【표 4.25】 교량받침 상태평가 결과(여주)

구분	받침 본체		받침 콘크리트				평가 결과
	강재받침		균열폭(mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	탄성고무 파손	b	0.3미만	b	없음	a	b
P1	도장박리	b	0.3이상	c	없음	a	c
P2	도장박리	b	0.3미만	b	받침 콘크리트 파손	b	b
A2	없음	a	없음	a	없음	a	a

7) 신축이음

- 봉곡1교(여주) 신축이음(총 2개소)에 대한 상태평가 결과 'c'로 평가되었다.
- 분석결과 신축이음 본체에 국부적인 부식이 발생하였지만 정도가 경미하여 'b'로, 후타재는 균열이 발생하여 'b'로 판단되었다.

【표 4.26】 신축이음 상태평가 결과(여주)

구분	본 체		후타재				평가 결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
EXP.J1(A1)	국부적인 부식	b	0.3이상	b	없음	a	b
EXP.J2(A2)	국부적인 부식	b	0.3미만	b	없음	a	b

8) 교면포장

- 봉곡1교(여주) 교면포장에 대한 상태평가 결과 ‘b’로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 S2, S3 경간에 포장불량 면적이 10%이상으로 ‘d’ 등급으로 평가되어야 하나, 재포장이 필요하거나 통행성엔 문제가 없는 손상이므로 ‘c’ 등급으로 판단하였다.

【표 4.27】 교면포장 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적(m ²)	포장불량				배 수		평가 결과
		포장불량 면적(%)		포장손상에 따른주행성 및 통행성				
S1	607.25	0.44	b	없음	a	양호	a	b
S2	728.7	26.42	c	미미함	b	양호	a	c
S3	607.25	28.82	c	미미함	b	양호	a	c

9) 배수시설

- 봉곡1교(여주) 배수시설에 대한 상태평가 결과 배수구 막힘으로 인하여 ‘b’로 판단하였다.

【표 4.28】 배수시설 상태평가 결과(여주)

구 분	평가내용	평가결과
S1	막힘	b
S2	막힘	b
S3	막힘	b

10) 난간 및 연석

- 봉곡1교(여주) 난간 및 연석(차량방호벽, 중앙분리대)에 대한 상태평가 결과, ‘c~b’로 평가되었다.
- 분석결과 S1, S2 경간의 방호벽에 cw=0.3mm의 균열이 발생하여 ‘c’로 판단되었다.

【표 4.29】 난간 및 연석 상태평가 결과(여주)

구분	부재 면적(m²)	콘크리트						평가 결과
		균열폭(mm)		박리, 파손, 철근노출(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	93.75	0.3이상	c	0.04	b	없음	a	c
S2	112.5	0.3이상	c	없음	a	없음	a	c
S3	93.75	0.3미만	b	0.03	b	없음	a	b

11) 탄산화

- 봉곡1교(여주) 탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며, 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 전 개소의 탄산화 잔여깊이가 30.0mm 이상을 확보하고 있는 상태로 “a”로 평가되었다.

【표 4.30】 탄산화 상태평가 결과(여주)

구분		탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1 바닥판 하면	39.0	< 탄산화 잔여 깊이 > .a : 30mm이상 .b : 10mm이상~30mm미만 .c : 0mm이상~10mm미만 .d : 0mm미만	a
	S2 우측 캔틸레버	31.8		a
	S3 바닥판 하면	33.9		a
하부 구조	A1-구체	100.9		a
	P1 기둥부	69.5		a
	P2 기둥부	57.7		a

12) 염화물

- 봉곡1교(여주) 시험은 총 3개소(상부구조 1개소, 하부구조 2개소)에서 실시하여 깊이별 시험을 실시하였다.
- 시험결과 'a'로 부식 발생 가능성이 낮음으로 평가되어 염화물에 의한 철근부식의 영향은 없을 것으로 판단된다.
- 봉곡1교(여주) 염화물시험은 철근깊이에서의 염분함유량을 근거로 상태평가를 실시하였으며, 'a'로 평가되었다.

【표 4.31】 염화물 상태평가 결과(여주)

구분			전염화물이온량(kg/m ³)	평가기준	평가결과
상부 구조	S2 우측 캔틸레버	0~20mm	0.227	< 전염화물 이온량 > .a : 염화물 ≤ 0.3kg/m ³ .b : 0.3kg/m ³ < 염화물 < 1.2kg/m ³ .c : 1.2kg/m ³ ≤ 염화물 < 2.5kg/m ³ .d : 염화물 ≥ 2.5kg/m ³	a
		0~30mm	0.194		a
하부 구조	P2 기둥부		0.211		a

나. 시설물 전체 상태평가 결과

봉곡1교(여주)의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠 만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B”로 산정되었다.

다만 바닥판하면(S1, S3)의 철근부식과 교대(A1)에 균열(cw=0.3mm이상)의 균열이 발생하여 해당 부재에 대한 평가가 “c”로 산정되었으며 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 요구된다.

【표 4.32】 상태평가 결과표(여주)

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STB	c	b	b	b	b	c	b	b	c	q	x	a	x	a
S2 (P1)	STB	b	a	a	c	b	c	x	c	c	q	a	a	a	x
S3 (P2)	STB	c	b	a	c	b	b	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STB	-	-	-		-	-	b	a	b	q	x	x	x	x
평균		0.333	0.167	0.133	0.333	0.200	0.333	0.200	0.225	0.300	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치합		0.060	0.033	0.007	0.023	0.006	0.007	0.018	0.020	0.060	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.232	
														B	

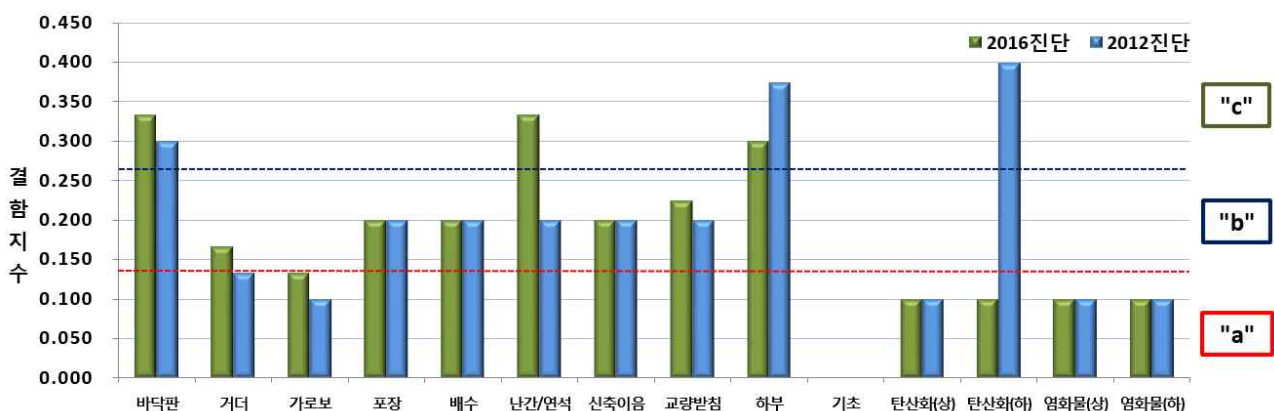
- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.232) \leq 0.260$

다. 기 점검결과와의 비교

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2011년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 캔틸레버 하면에 기존손상인 철근부식이 조사되어 바닥판 S1, S3가 ‘c’로 평가되었지만, 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 이로 인하여 환산결함도 점수가 0.234 ⇨ 0.232로 감소한 것으로 분석되었다.

【표 4.33】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(여주)

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.300	c	0.333	.거의 변화 없음
	거더	b	0.133	b	0.167	.거의 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	b	0.133	.거의 변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	배수	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	난간, 연석	b	0.200	c	0.333	.균열(cw=0.3mm이상) 증가
	신축이음	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
받침	교량받침	b	0.200	b	0.225	.거의 변화 없음
하부구조	하부	c	0.375	c	0.300	.일부 보수
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	탄산화(하부)	c	0.400	a	0.100	.일부 보수
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.234	B	0.232	



【그림 4.3】 기 진단 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(여주)

