



제4장

시설물의 상태평가

4.1 상태평가 기준

4.2 상태평가 결과 산정방법

4.3 상태평가 결과

제4장 시설물의 상태평가

4.1 상태평가 기준

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.

4.1.1 부재별 상태평가 적용 범위

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 조정 하였다. 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, 염화물	a, b, c, d

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

4.1.2 부재별 상태평가 기준

가. 콘크리트 바닥판

【표 4-2】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균열		열화 및 손상
	1방향 균열	2방향 균열	
a	■ 균열폭 0.1mm미만	■ 망상균열폭 0.1mm미만	■ 없음
b	■ 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만 ■ 균열율 2%미만	■ 망상균열폭 0.1mm ~ 0.3mm미만	■ 표면 손상면적 2%미만
c	■ 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 ■ 균열율 2%이상 ~ 10%미만	■ 망상균열폭 0.3mm이상	■ 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 ■ 철근부식 손상면적 2%미만 ■ 데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	■ 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 ■ 균열율 10%이상 ~ 20%미만	■ 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	■ 표면 손상면적 10%이상 ■ 철근부식 손상면적 2%이상 ■ 데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	■ 균열폭 1.0mm이상 ■ 균열율 20%이상	■ 망상균열에 의한 박리가 심하여 편침과괴 발생 가능성이 있음	■ 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

나. 강 거더

【표 4-3】 강 거더 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	■ 없음	■ 없음	■ 없음	■ 없음	■ 없음
b	■ 보조부재의 국부적 균열	■ 보조부재의 국부적 변형	■ 보조부재 2%미만	■ 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	■ 도장탈락 면적 10%미만 ■ 부식발생 면적 2%미만
c	■ 보조부재의 전반적 균열 ■ 주부재의 국부적 균열	■ 보조부재의 전반적 변형 및 파단 ■ 주부재의 국부적 변형	■ 보조부재 2%이상~10%미만 ■ 주부재 2%미만	■ 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) ■ 부분적 용입부족, 용접누락	■ 도장탈락 면적 10%이상 ■ 부식발생 면적 2%이상~10%미만
d	■ 주부재의 전반적 균열	■ 주부재의 전반적 변형 및 파단 ■ 좌굴에 의한 주부재 변형 ■ 주탑하단부 연결 볼트 파단	■ 보조부재 10%이상 ■ 주부재 2%이상~10%미만	■ 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	■ 부식발생 면적 10%이상 ■ 부식에 의한 단면 손상 면적 10%미만
e	■ 균열이 주부재 단면의 20% 이상 진전	■ 좌굴에 의한 과대 변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	■ 주부재 10%이상	■ 인장플랜지 용접 연결부 균열진전으로 인하여 연결 기능 상실	■ 부식에 의한 단면 손상 면적 10%이상

다. 강 가로보와 세로보

【표 4-4】 강 가로보와 세로보의 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재의 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	■ 없음	■ 없음	■ 없음	■ 없음	■ 없음
b	■ 보조부재의 국부적 균열	■ 보조부재의 국부적 변형	■ 보조부재 2%미만	■ 부분적 용접불 (기공, 슬래그, 언더컷)	■ 도장탈락 면적 10%미만 ■ 부식발생 면적 2%미만
c	■ 보조부재의 전반적 균열 ■ 주부재의 국부적 균열	■ 주부재의 국부적 변형 ■ 변형 및 충격에 의한 손상발생	■ 보조부재 2%이상~10%미만 ■ 주부재 2% 미만	■ 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) ■ 부분적 용입부족, 용접누락	■ 도장탈락 면적 10%이상 ■ 부식발생 면적 2%이상~10%미만 ■ 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	■ 주부재의 전반적 균열	■ 압축부 좌굴에 의한 변형 ■ 부재의 파단 발생	■ 보조부재 10%이상 ■ 주부재 2%이상	■ 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	■ 부식발생 면적 10%이상 ■ 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	—	—	—	—	—

라. 교대

【표 4-5】 교대 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	■ 구체 균열폭 0.1mm미만	■ 없음
b	■ 구체 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	■ 표면 손상면적 2%미만 ■ 앵커블록 내부 결로 발생
c	■ 구체 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 ■ 교대와 날개벽사이에 폭 1.0mm이상의 균열발생	■ 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 ■ 철근부식 손상면적 2%미만 ■ 앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	■ 구체 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 ■ 날개벽 기울음 및 손상 심화 (배면토 유출) ■ 기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	■ 표면 손상면적 10%이상 ■ 철근부식 손상면적 2%이상
e	■ 구체 균열폭 1.0mm이상 ■ 날개벽 전도 위험 있음 ■ 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	■ 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성이 있음 ■ 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

마. 콘크리트 교각

【표 4-6】 콘크리트 교각 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	■ 균열폭 0.1mm미만	■ 없음
b	■ 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	■ 표면 손상면적 2%미만
c	■ 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만	■ 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 ■ 철근부식 손상면적 2%미만
d	■ 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 ■ 기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	■ 표면 손상면적 10%이상 ■ 철근부식 손상면적 2%이상
e	■ 구체 균열폭 1.0mm이상 ■ 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	■ 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성이 있음 ■ 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

바. 기초

【표 4-7】 기초 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	■ 없음	■ 없음
b	■ 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열 발생	■ 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴등에 의해 노출됨
c	■ 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 ■ 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 다면손상 발생	■ 침하가 20mm미만 발생 ■ 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	■ 직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근노출 발생 ■ 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 다면손상 발생	■ 침하가 20mm이상 발생 ■ 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨 ■ 기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	■ 기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	■ 기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

사. 교량받침

【표 4-8】 교량받침 상태평가 기준

기준	받침본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	■ 양호	■ 양호	■ 양호
b	■ 미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	■ 외부 도장탈락 및 부식 ■ 도장도색, 먼지 쌓임	■ 부분적 박리, 탈락 등 손상
c	■ 측면 부풀음 ■ 받침두께의 0.3배 미만의 전단변형	■ 미끄럼판 부식 발생 ■ 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	■ 받침 콘크리트에 0.3mm이상 균열 발생 ■ 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	■ 고무재 파손 및 단차, 균열 심화 ■ 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 ■ 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 ■ 받침의 신축기능 불량	■ 받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 ■ 받침 본체 파손 ■ 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만	■ 받침 콘크리트 파손 및 하부공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	■ 받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 ■ 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상	■ 받침 신축기능 불량 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 ■ 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 ■ 작동불능 상태	—

아. 신축이음

【표 4-9】 신축이음 상태평가 기준

기준	본 체	후타재
a	■ 없음	■ 양호
b	■ 토사, 이물질 퇴적 ■ 고무판 노후화	■ 미세균열이 발생
c	■ 물받이 미설치 또는 파손으로 부분적으로 누수 ■ 유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 ■ 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 ■ 누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	■ 균열이 500mm이하의 간격으로 발생 ■ 국부적인 박리, 박락, 파손
d	■ 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 ■ 신축유간 밀착으로 인한 거동 불량 ■ 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 ■ 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	■ 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 ■ 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	—	—

자. 교면포장

【표 4-10】 교면포장 상태평가 기준

기준	포장불량		배수
a	■ 미세균열	■ 없음	■ 없음
b	■ 포장불량 2%미만	■ 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	■ 배수경사 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	■ 포장불량 2% ~ 10%미만	■ 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	■ 배수경사 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	■ 포장불량 10%이상	■ 전반적인 재포장이 필요한 상태	■ 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	—	—	—

차. 배수시설

【표 4-11】 배수시설 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	■ 양호
b	■ 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	■ 배수시설의 상태불량, 길이부족 ■ 많은 퇴적물, 누수 ■ 누수로 인하여 구조물 부식 발생 ■ 배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	■ 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	—

카. 방호벽 및 중앙분리대

【표 4-12】 방호벽 및 중앙분리대 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	■ 양호	■ 양호	■ 양호
b	■ 도장 불량 10%미만	■ 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적으로 발생	■ 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	■ 도장불량 10%이상 ■ 부식으로 인한 단면손상 10%미만	■ 파손 및 탈락 10%미만	■ 0.3mm이상 균열 ■ 박리, 파손, 철근노출, 10%미만 ■ 철근부식손상 길이 2%미만
d	■ 부식으로 인한 단면손상 10%이상	■ 파손 및 탈락 10%이상 ■ 낙석으로 인한 손상발생 ■ 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	■ 박리, 파손, 철근노출, 10%이상 ■ 철근부식손상 길이 2%이상
e	—	—	—

타. 탄산화

【표 4-13】 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	■ 30mm이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	■ 10mm이상 ~ 30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	■ 0mm이상 ~ 10mm미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	■ 0mm미만	철근부식 발생
e	—	—

파. 염화물

【표 4-14】 염화물 상태평가 기준

기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	■ 염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	염화물에 의한 부식발생 우려 없음
b	■ $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음
c	■ $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음
d	■ 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	철근부식 발생
e	—	—

4.1.3 구조형식에 따른 부재별 가중치

【표 4-15】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목	슬래브 교량	거더교량							라멘교		
			일반거더교			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(4)	2(4)		—	—	2(4)	2(4)	—	4(7)	
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)		
	염화물	상부	2(0)	2(0)		—	—	2(0)	2(0)	—	3(0)	
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)		

4.2 상태평가 결과 산정방법

4.2.1 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.
- 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

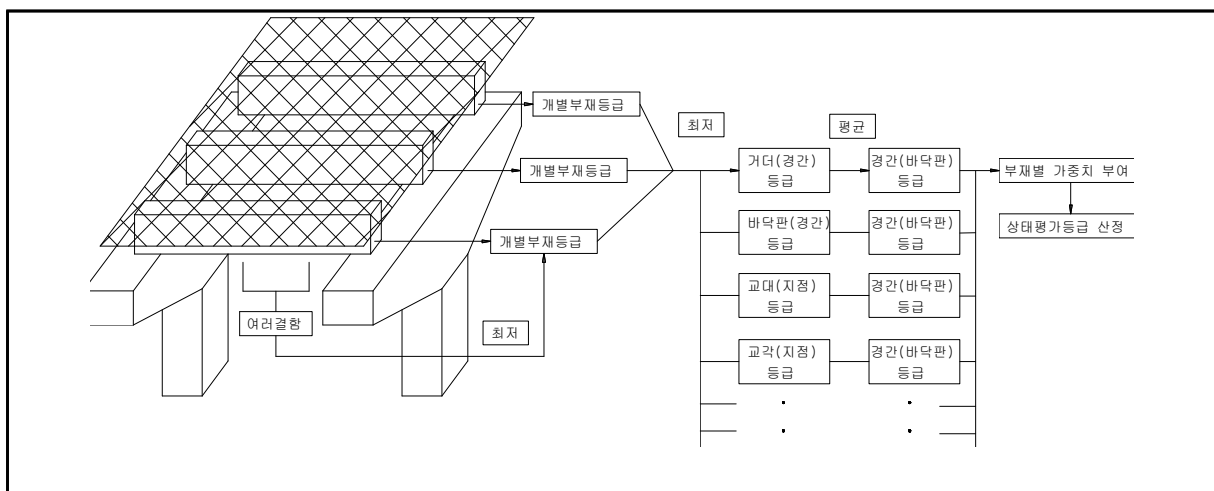
4.2.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 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 4-16】의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

【표 4-16】 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	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$

4.2.3 상태평가 결과 산정 방법



【그림 4-1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예

4.3 상태평가 결과

4.3.1 마산방향

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

【표 4-17】 콘크리트 바닥판 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		균열율 (%)		표면손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
S1	360.0	0.2	b	1.31	b	－	a	－	a	0.18	b	－	a	b
S2	360.0	－	a	－	a	－	a	－	a	0.40	b	－	a	b

2) 강 거더

【표 4-18】 강 거더 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
		부재균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락		용접연결부 결합		도장탈락 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	2,312.7	－	a	보조부재의 국부적인 변형	b	－	a	부분적 용접불량	b	0.05	b	0.02	b	b
S2	2,298.8	－	a	－	a	－	a	부분적 용접불량	b	0.01	b	0.01	b	b

3) 강 가로보와 세로보

【표 4-19】 강 가로보와 세로보 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
		부재균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락(%)		용접연결부 결함		도장손상 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	269.0	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	a
S2	269.0	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	a

4) 하부구조(교대 및 교각)

【표 4-20】 하부구조 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면손상 면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
A1	116.0	－	a	－	a	－	a	－	a	a
P1	301.3	0.2	b	－	a	－	a	－	a	b
A2	88.3	0.1	b	－	a	1.79	b	－	a	b

5) 기초

【표 4-21】 기초 평가결과

구분	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상				지반의 안정성				평가 결과
	균열폭(㎜)		단면손상 (파손, 철근노출 등)		세굴여부		침하(㎜)		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q

6) 교량받침

【표 4-22】 교량받침 평가결과

구분	받침 본체		받침 콘크리트				평가 결과
	강재받침		균열폭(mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	도장박리	b	—	a	—	a	b
P1	—	a	—	a	—	a	a
A2	—	a	—	a	파손	c	c

7) 신축이음

【표 4-23】 신축이음 평가결과

구분	본 체		후타재				평가 결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	신축유간 밀착으로 거동불량	d	0.2	b	－	a	d
A2	신축유간 밀착으로 거동불량	d	0.2	b	－	a	d

8) 교면포장

【표 4-24】 교면포장 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	포장불량				배 수		평가 결과
		포장불량 면적 (%)		포장손상에 따른 주행성 및 통행성				
S1	628.1	9.016	c	주행 영향 없음	a	양호	a	c
S2	628.1	16.080	d	주행 영향 없음	a	양호	a	d

주) 교면포장에 대한 평가결과, 일부 구간에서 정량적으로 평가하는 포장불량의 면적비가 d로 평가되었으나, 발생한 손상 대부분이 소성변형에 의한 손상으로 변형량이 적어 차량 주행성의 영향이 미미한 것으로 판단되어, 정성적으로 평가하는 포장상태는 “주행 영향 없음” 으로 평가함

9) 배수시설

【표 4-25】 배수시설 평가결과

구분	평가내용	평가결과
S1, A1	—	a
S2, P1	—	a
A2	—	a

10) 방호벽 및 중앙분리대

【표 4-26】 방호벽 및 중앙분리대 평가결과

구분	콘크리트 부재면적 (㎡)	콘크리트						평가 결과
		균열폭(mm)		표면손상율(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	194.7	0.3	c	0.06	c	0.55	c	c
S2	194.7	0.3	c	0.03	c	—	a	c

11) 탄산화

【표 4-27】 탄산화 평가결과

구분	탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1	< 탄산화 잔여깊이 > · a : 30mm이상 · b : 10mm이상~30mm미만 · c : 0mm이상~10mm미만 · d : 0mm미만	a
	S1		a
	S2		a
하부 구조	A1		a
	P1		a
	A2		a

12) 염화물

【표 4-28】 염화물 평가결과

구분		염화물 함유량(kg/m ³)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1	0.158	< 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
하부 구조	A1	1.647		c
	A2	0.280		a

※ 염화물 함유량에 대한 상태평가는 철근 위치에서는 전염화물 이온량을 기준으로 실시함.

나. 각 부재별 상태평가 결과 분석

상태평가는 세부지침에 의거 부재별로 평가하였으며, 산정시 도출방법은 다음과 같이 실시하였다.

【표 4-29】 각 부재별 상태평가 결과 분석

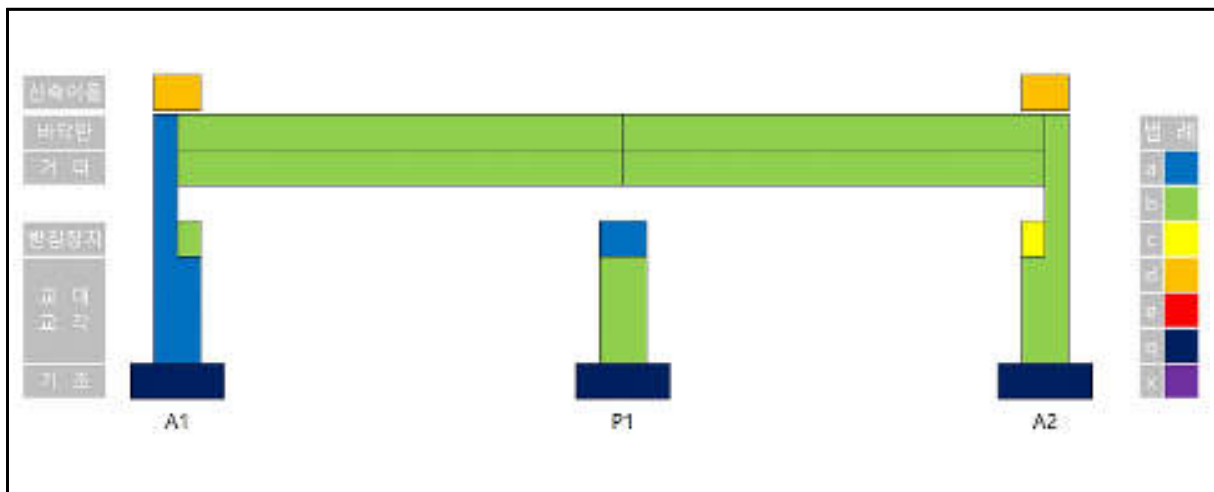
구 분	손상항목 및 도출방법	평가 결과	결함도 점수
바닥판	■ 1방향 균열율, 1방향 균열폭, 열화 및 손상 면적비, 철근부식손상 면적비 등에 대한 평가결과 중 최저값	c	0.40
Steel Box Girder	■ 모재 및 연결부 손상, 표면열화 등에 대한 평가결과 중 최저값	b	0.20
가로보 및 세로보	■ 모재 및 연결부 손상, 표면열화 등에 대한 평가결과 중 최저값	a	0.10
교대 및 교각	■ 균열폭, 변위, 표면손상 면적비, 철근부식손상 면적비 등에 대한 평가결과 중 최저값	a~b	0.17
교량받침	■ 받침본체, 받침콘크리트 등에 대한 평가결과 중 최저값	a~c	0.30
신축이음	■ 신축이음 본체, 후타재 등에 대한 평가결과 중 최저값	d	0.70
교면포장	■ 포장불량 면적비, 포장상태, 배수 등에 대한 평가결과 중 최저값	c~d	0.55
배수시설	■ 배수시설 손상에 대한 평가결과	a	0.10
난간	■ 균열폭, 표면 손상율, 철근부식 손상율 등에 대한 평가결과 중 최저값	c	0.40
탄산화	■ 탄산화 잔여 깊이, 철근부식의 가능성 등에 대한 평가결과 중 최저값	a	0.10
염화물	■ 전염화물 이온량, 철근부식의 가능성 등에 대한 평가결과 중 최저값	a~c	0.10~0.25
평가자 소견	■ 부재별 평가 결과가 a~d로 나타났고, 부재별 결함도 점수 범위가 0.10~0.70으로 나타남. ■ 부재별 상태평가 결과, 일부 부재에 손상 및 결함이 발생한 상태로서 발생한 손상은 별도의 보강은 필요치 않으나, 내구성, 기능성 저하방지를 위해 일부부재에 대한 보수가 필요한 상태로 판단됨.		

다. 전체 시설물 상태평가 결과

【표 4-30】 마산방향 - 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조			하부구조		받침	기타부재				탄산화		염화물	
번호	형식	바닥판	거더	가로보/세로보	교대 교각	기초	교량 받침	신축 이음	교면 포장	배수 시설	난간	상부	하부	상부	하부
1	강박스	b	b	a	a	q	b	d	c	a	c	a	a	a	c
2	강박스	b	b	a	b	q	a	—	d	a	c	a	a	—	—
					b	q	c	d		a			a		a
평균		0.20	0.20	0.10	0.17	0.00	0.23	0.70	0.55	0.10	0.40	0.10	0.10	0.10	0.25
가중치		18	20	5	20	0	9	9	7	3	2	2	2	2	1
(평균X가중치/가중치합)		0.036	0.040	0.005	0.034	0.000	0.021	0.063	0.039	0.003	0.008	0.002	0.002	0.002	0.003
												결함도 환산점수		0.257	
												상태평가 결과		B	

주) 감곡IC교(마산)은 기초가 매립된 상태로 해당 가중치는 교대, 교각의 가중치에 포함시켜 평가함



【그림 4-2】 마산방향 - 전체시설물 상태평가 결과

라. 상태평가 결과 분석

【표 4-31】마산방향 - 상태평가 결과 분석

구 분	상태평가 결과 분석																																																																		
외관조사 결과분석	■금회 상태평가 결과에 영향을 미친 손상은 신축이음 협착(d)으로 나타남																																																																		
시험 및 측정 결과분석	■상부구조 3개소, 하부구조 3개소에서 탄산화 잔여깊이 측정을 실시한 결과, 잔여피복 깊이가 51.8~80.0mm로 나타나, “a” 로 평가됨 ■상부구조 1개소, 하부구조 2개소에서 염화물함유량 시험을 실시한 결과, 철근배근 깊이에서 염화물 함유량이 0.158~1.647kg/m³로 나타나, “a~c” 로 평가됨																																																																		
기진단 비교	<table><tr><th colspan="2">2012년 정밀안전진단</th></tr><tr><td>결 함 도 수</td><td>0.231</td></tr><tr><td>상태평가 결 과</td><td>B</td></tr></table> ➡ <table><tr><th colspan="2">2016년 정밀안전진단</th></tr><tr><td>결 함 도 수</td><td>0.257</td></tr><tr><td>상태평가 결 과</td><td>B</td></tr></table> <table><tr><th>기준</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr><tr><th>결함도 범위</th><td>0 ≤ X < 0.13</td><td>0.13 ≤ X < 0.26</td><td>0.26 ≤ X < 0.49</td><td>0.49 ≤ X < 0.79</td><td>0.79 ≤ X</td></tr></table> 2012년 진단 2016년 진단 <table><thead><tr><th>부재</th><th>2012년 진단</th><th>2016년 진단</th></tr></thead><tbody><tr><td>바닥판</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr><tr><td>거더</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr><tr><td>가로보</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>교대, 교각</td><td>0.20</td><td>0.17</td></tr><tr><td>교량받침</td><td>0.20</td><td>0.23</td></tr><tr><td>신축이음</td><td>0.55</td><td>0.70</td></tr><tr><td>교면포장</td><td>0.15</td><td>0.55</td></tr><tr><td>배수시설</td><td>0.40</td><td>0.10</td></tr><tr><td>난간</td><td>0.40</td><td>0.40</td></tr><tr><td>상부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>하부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>상부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>하부</td><td>0.55</td><td>0.25</td></tr></tbody></table> <기진단(12)과 금회진단 부재별 결함도 점수 결과 비교> ■기진단(2012) 및 금회진단은 정량적 평가를 실시하여 결함도 점수를 산정하였으며, 환산 결함도 점수를 비교한 결과 0.231에서 0.257로 금회 0.026 증가되었으며 평가등급은 B 등급으로 기진단(2012)와 동일한 것으로 분석됨 ■기진단에 비해 결함도 점수가 다소 증가된 사유는 다음과 같음 공용연수 증가에 따른 노후화 ➡하부구조 받침 도장박리, 신축이음 누수, 교면포장 소성변형 등 조사용 접근장비(교량점검차, 고소점검차)를 운용한 근접조사 ➡바닥판 균열, Steel Box 거더 외부 부식 및 도장박리 기용역 시 누락된 손상 추가 조사	2012년 정밀안전진단		결 함 도 수	0.231	상태평가 결 과	B	2016년 정밀안전진단		결 함 도 수	0.257	상태평가 결 과	B	기준	A	B	C	D	E	결함도 범위	0 ≤ X < 0.13	0.13 ≤ X < 0.26	0.26 ≤ X < 0.49	0.49 ≤ X < 0.79	0.79 ≤ X	부재	2012년 진단	2016년 진단	바닥판	0.20	0.20	거더	0.20	0.20	가로보	0.10	0.10	교대, 교각	0.20	0.17	교량받침	0.20	0.23	신축이음	0.55	0.70	교면포장	0.15	0.55	배수시설	0.40	0.10	난간	0.40	0.40	상부	0.10	0.10	하부	0.10	0.10	상부	0.10	0.10	하부	0.55	0.25
	2012년 정밀안전진단																																																																		
	결 함 도 수	0.231																																																																	
	상태평가 결 과	B																																																																	
2016년 정밀안전진단																																																																			
결 함 도 수	0.257																																																																		
상태평가 결 과	B																																																																		
기준	A	B	C	D	E																																																														
결함도 범위	0 ≤ X < 0.13	0.13 ≤ X < 0.26	0.26 ≤ X < 0.49	0.49 ≤ X < 0.79	0.79 ≤ X																																																														
부재	2012년 진단	2016년 진단																																																																	
바닥판	0.20	0.20																																																																	
거더	0.20	0.20																																																																	
가로보	0.10	0.10																																																																	
교대, 교각	0.20	0.17																																																																	
교량받침	0.20	0.23																																																																	
신축이음	0.55	0.70																																																																	
교면포장	0.15	0.55																																																																	
배수시설	0.40	0.10																																																																	
난간	0.40	0.40																																																																	
상부	0.10	0.10																																																																	
하부	0.10	0.10																																																																	
상부	0.10	0.10																																																																	
하부	0.55	0.25																																																																	

4.3.2 양평방향

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

【표 4-32】 콘크리트 바닥판 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		균열율 (%)		표면손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
S1	545.6	0.2	b	0.22	b	0.1	b	1.85	b	0.52	b	－	a	b
S2	409.2	－	a	－	a	－	a	－	a	0.16	b	－	a	b

2) 강 거더

【표 4-33】 강 거더 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
		부재균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락		용접연결부 결함		도장탈락 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	3,424.0	－	a	－	a	－	a	부분적용 접불량	b	0.001	b	0.013	b	b
S2	3,430.9	－	a	－	a	－	a	부분적용 접불량	b	0.031	b	0.014	b	b

3) 강 가로보와 세로보

【표 4-34】 강 가로보와 세로보 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상								표면열화				평가 결과
		부재균열		변형, 파단		연결 볼트 이완, 탈락(%)		용접연결부 결함		도장손상 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	443.4	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	a
S2	615.0	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	—	a	a

4) 하부구조(교대 및 교각)

【표 4-35】 하부구조 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		변위		표면손상 면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
A1	196.6	0.1	b	－	a	3.11	c	－	a	c
P1	382.0	0.2	b	－	a	0.03	b	－	a	b
A2	115.7	0.2	b	－	a	0.28	b	－	a	b

5) 기초

【표 4-36】 기초 평가결과

구분	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상				지반의 안정성				평가 결과
	균열폭(㎜)		단면손상 (파손, 철근노출 등)		세굴여부		침하(㎜)		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q

6) 교량받침

【표 4-37】 교량받침 평가결과

구분	받침 본체		받침 콘크리트				평가 결과
	강재받침		균열폭(mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	부식	b	0.1	b	－	a	b
P1	부식	b	0.1	b	박락	b	b
A2	부식	b	－	a	－	a	b

7) 신축이음

【표 4-38】 신축이음 평가결과

구분	본 체		후타재				평가 결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	신축유간 밀착으로 거동불량	d	0.2	b	파손	c	d
A2	신축유간 밀착으로 거동불량	d	0.2	b	파손	c	d

8) 교면포장

【표 4-39】 교면포장 평가결과

구분	부재면적 (㎡)	포장불량				배 수		평가 결과
		포장불량 면적 (%)		포장손상에 따른 주행성 및 통행성				
S1	943.3	1.59	b	양호	a	양호	a	b
S2	877.3	1.39	b	양호	a	양호	a	b

9) 배수시설

【표 4-40】 배수시설 평가결과

구분	평가내용	평가결과
S1, A1	—	a
S2, P1	—	a
A2	—	a

10) 방호벽 및 중앙분리대

【표 4-41】 방호벽 및 중앙분리대 평가결과

구분	콘크리트 부재면적 (㎡)	콘크리트						평가 결과
		균열폭(mm)		표면손상율(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	180.0	0.3	c	0.089	c	0.006	c	c
S2	194.7	0.3	c	0.041	c	—	a	c

11) 탄산화

【표 4-42】 탄산화 평가결과

구분	탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1	< 탄산화 잔여깊이 > · a : 30mm이상 · b : 10mm이상~30mm미만 · c : 0mm이상~10mm미만 · d : 0mm미만	a
	S1		a
	S2		a
하부 구조	A1		a
	P1		a
	A2		a

12) 염화물

【표 4-43】 염화물 평가결과

구분		염화물 함유량(kg/m ³)	평가기준	평가결과
상부 구조	S1	0.468	< 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	b
하부 구조	A1	0.153		a
	A2	0.219		a

※ 염화물 함유량에 대한 상태평가는 철근 위치에서는 전염화물 이온량을 기준으로 실시함.

나. 각 부재별 상태평가 결과 분석

상태평가는 세부지침에 의거 부재별로 평가하였으며, 산정시 도출방법은 다음과 같이 실시하였다.

【표 4-44】 각 부재별 상태평가 결과 분석

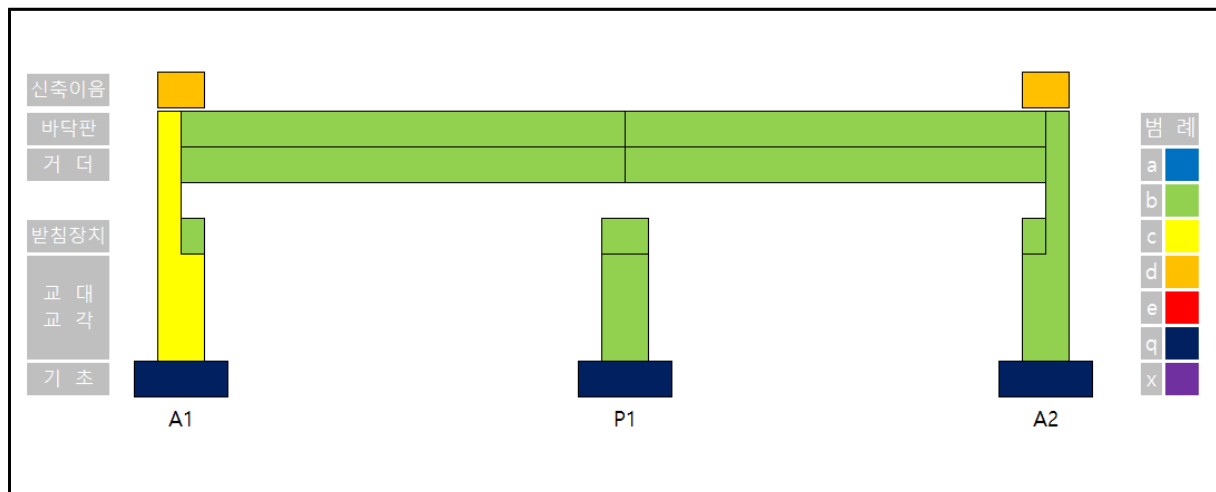
구 분	손상항목 및 도출방법	평가 결과	결함도 점수
바닥판	■ 1방향 균열율, 1방향 균열폭, 열화 및 손상 면적비, 철근부식손상 면적비 등에 대한 평가결과 중 최저값	b	0.20
Steel Box Girder	■ 모재 및 연결부 손상, 표면열화 등에 대한 평가결과 중 최저값	b	0.20
가로보 및 세로보	■ 모재 및 연결부 손상, 표면열화 등에 대한 평가결과 중 최저값	a	0.10
교대 및 교각	■ 균열폭, 변위, 표면손상 면적비, 철근부식손상 면적비 등에 대한 평가결과 중 최저값	b~c	0.27
교량받침	■ 받침본체, 받침콘크리트 등에 대한 평가결과 중 최저값	b	0.20
신축이음	■ 신축이음 본체, 후타재 등에 대한 평가결과 중 최저값	d	0.70
교면포장	■ 포장불량 면적비, 포장상태, 배수 등에 대한 평가결과 중 최저값	b	0.20
배수시설	■ 배수시설 손상에 대한 평가결과	a	0.10
난간	■ 균열폭, 표면 손상율, 철근부식 손상율 등에 대한 평가결과 중 최저값	c	0.40
탄산화	■ 탄산화 잔여 깊이, 철근부식의 가능성 등에 대한 평가결과 중 최저값	a	0.10
염화물	■ 전염화물 이온량, 철근부식의 가능성 등에 대한 평가결과 중 최저값	a~b	0.10~0.20
평가자 소견	■ 부재별 평가 결과가 a~d로 나타났고, 부재별 결함도 점수 범위가 0.10~0.70으로 나타남. ■ 부재별 상태평가 결과, 일부 부재에 손상 및 결함이 발생한 상태로서 발생한 손상은 별도의 보강은 필요치 않으나, 내구성, 기능성 저하방지를 위해 일부부재에 대한 보수가 필요한 상태로 판단됨.		

다. 전체 시설물 상태평가 결과

【표 4-45】 양평방향 - 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조			하부구조		받침	기타부재				탄산화		염화물	
번호	형식	바닥판	거더	가로보/세로보	교대교각	기초	교량받침	신축이음	교면포장	배수시설	난간	상부	하부	상부	하부
1	강박스	b	b	a	c	q	b	d	b	a	c	a	a	b	a
2	강박스	b	b	a	b	q	b	—	b	a	c	a	a	—	—
					b	q	b	d		a			a		a
평균		0.20	0.20	0.10	0.27	0.00	0.20	0.70	0.20	0.10	0.40	0.10	0.10	0.20	0.10
가중치		18	20	5	20	0	9	9	7	3	2	2	2	2	1
(평균X가중치/가중치합)		0.036	0.040	0.005	0.054	0.000	0.018	0.063	0.014	0.003	0.008	0.002	0.002	0.004	0.001
												결함도 환산점수		0.250	
												상태평가 결과		B	

주) 감곡IC교(양평)은 기초가 매립된 상태로 해당 가중치는 교대, 교각의 가중치에 포함시켜 평가함



【그림 4-3】 양평방향 - 전체시설물 상태평가 결과

라. 상태평가 결과 분석

【표 4-46】양평방향 - 상태평가 결과 분석

구 분	상태평가 결과 분석																																														
외관조사 결과분석	■금회 상태평가 결과에 영향을 미친 손상은 강거더 도장박리 및 부식(b), 하부구조 표면손상(b), 신축이음 협착(d) 등으로 나타남																																														
시험 및 측정 결과분석	■상부구조 3개소, 하부구조 3개소에서 탄산화 잔여깊이 측정을 실시한 결과, 잔여피복 깊이가 42.8~82.2mm로 나타나, “a” 로 평가됨 ■상부구조 1개소, 하부구조 2개소에서 염화물함유량 시험을 실시한 결과, 철근배근 깊이에서 염화물 함유량이 0.153~0.468kg/m³로 나타나, “a~b” 로 평가됨																																														
기진단 비교	<table><tr><th colspan="2">2012년 정밀안전진단</th></tr><tr><td>결 함 도 수</td><td>0.252</td></tr><tr><td>상태평가 결과</td><td>B</td></tr></table>		2012년 정밀안전진단		결 함 도 수	0.252	상태평가 결과	B	➔	<table><tr><th colspan="2">2016년 정밀안전진단</th></tr><tr><td>결 함 도 수</td><td>0.250</td></tr><tr><td>상태평가 결과</td><td>B</td></tr></table>		2016년 정밀안전진단		결 함 도 수	0.250	상태평가 결과	B																														
	2012년 정밀안전진단																																														
	결 함 도 수	0.252																																													
	상태평가 결과	B																																													
2016년 정밀안전진단																																															
결 함 도 수	0.250																																														
상태평가 결과	B																																														
<table><tr><th>기준</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr><tr><td>결함도 범위</td><td>0 ≤ X < 0.13</td><td>0.13 ≤ X < 0.26</td><td>0.26 ≤ X < 0.49</td><td>0.49 ≤ X < 0.79</td><td>0.79 ≤ X</td></tr></table>						기준	A	B	C	D	E	결함도 범위	0 ≤ X < 0.13	0.13 ≤ X < 0.26	0.26 ≤ X < 0.49	0.49 ≤ X < 0.79	0.79 ≤ X																														
기준	A	B	C	D	E																																										
결함도 범위	0 ≤ X < 0.13	0.13 ≤ X < 0.26	0.26 ≤ X < 0.49	0.49 ≤ X < 0.79	0.79 ≤ X																																										
기진단 결과 2012년 진단 2016년 진단 <table border="1"><caption>기진단(12)과 금회진단 부재별 결함도 점수 결과 비교</caption><thead><tr><th>부재</th><th>2012년 진단</th><th>2016년 진단</th></tr></thead><tbody><tr><td>바닥판</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr><tr><td>거더</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr><tr><td>거더보</td><td>0.15</td><td>0.10</td></tr><tr><td>교대, 교각</td><td>0.25</td><td>0.27</td></tr><tr><td>교량받침</td><td>0.27</td><td>0.20</td></tr><tr><td>신축이음</td><td>0.55</td><td>0.70</td></tr><tr><td>교면도랑</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr><tr><td>배수시설</td><td>0.40</td><td>0.20</td></tr><tr><td>난간</td><td>0.40</td><td>0.40</td></tr><tr><td>상부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>하부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>상부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr><tr><td>하부</td><td>0.10</td><td>0.10</td></tr></tbody></table>						부재	2012년 진단	2016년 진단	바닥판	0.20	0.20	거더	0.20	0.20	거더보	0.15	0.10	교대, 교각	0.25	0.27	교량받침	0.27	0.20	신축이음	0.55	0.70	교면도랑	0.20	0.20	배수시설	0.40	0.20	난간	0.40	0.40	상부	0.10	0.10	하부	0.10	0.10	상부	0.10	0.10	하부	0.10	0.10
부재	2012년 진단	2016년 진단																																													
바닥판	0.20	0.20																																													
거더	0.20	0.20																																													
거더보	0.15	0.10																																													
교대, 교각	0.25	0.27																																													
교량받침	0.27	0.20																																													
신축이음	0.55	0.70																																													
교면도랑	0.20	0.20																																													
배수시설	0.40	0.20																																													
난간	0.40	0.40																																													
상부	0.10	0.10																																													
하부	0.10	0.10																																													
상부	0.10	0.10																																													
하부	0.10	0.10																																													
<기진단(12)과 금회진단 부재별 결함도 점수 결과 비교> ■기진단(2012) 및 금회진단은 정량적 평가를 실시하여 결함도 점수를 산정하였으며, 환산 결함도 점수를 비교한 결과 0.252에서 0.250으로 금회 0.002 미미하게 감소되었으며 평가등급은 B등급으로 기진단 등급과 동일한 것으로 분석됨 ■기진단에 비해 결함도 점수가 다소 증가된 사유는 다음과 같음 - 공용년수 증가에 따른 노후화 ➔ 하부구조 박리, 신축이음 누수 등 - 조사용 접근장비(교량점검차, 고소점검차)를 운용한 근접조사 ➔ 바닥판 균열, Steel Box 거더 외부 부식 및 도장박리 - 기 용역 시 누락된 손상 추가 조사																																															