

시설물 정밀점검 용역
(범안대교)

제4장

시설물의 상태평가

4.1 개요

4.2 교량의 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과 산정

제4장 시설물의 상태평가

4.1 개요

정밀점검에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전 점검·정밀점검을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검·정밀점검 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

4.2 교량의 상태평가 항목 및 기준

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위

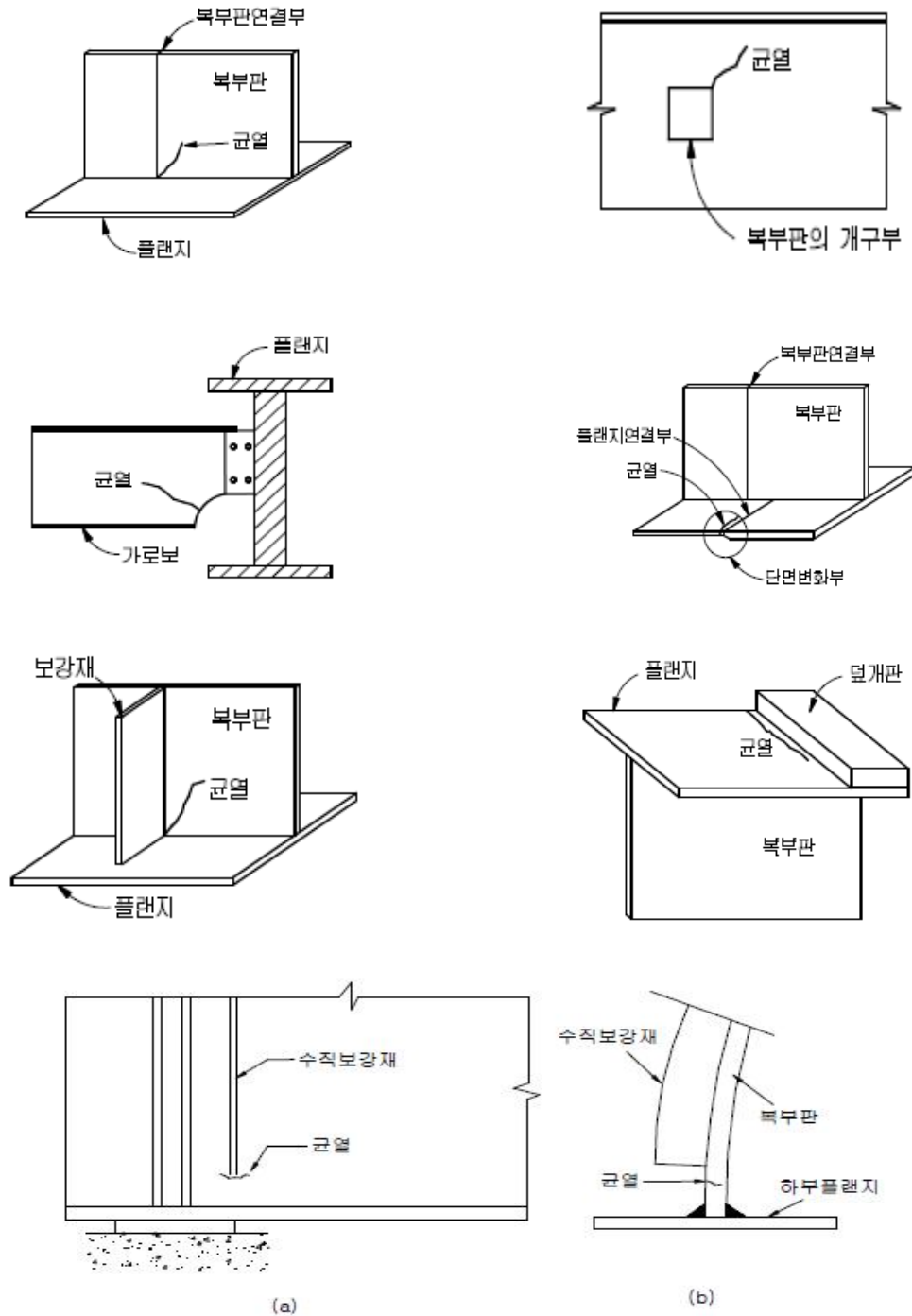
부재별 상태평가 기준은 교량의 부재를 분리하고, 콘크리트의 탄산화에 대한 평가항목을 포함하여 세분화 하였으며, <표 4.2.1>과 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 슬래브, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장은 a~d로 범위를 조정하였다.

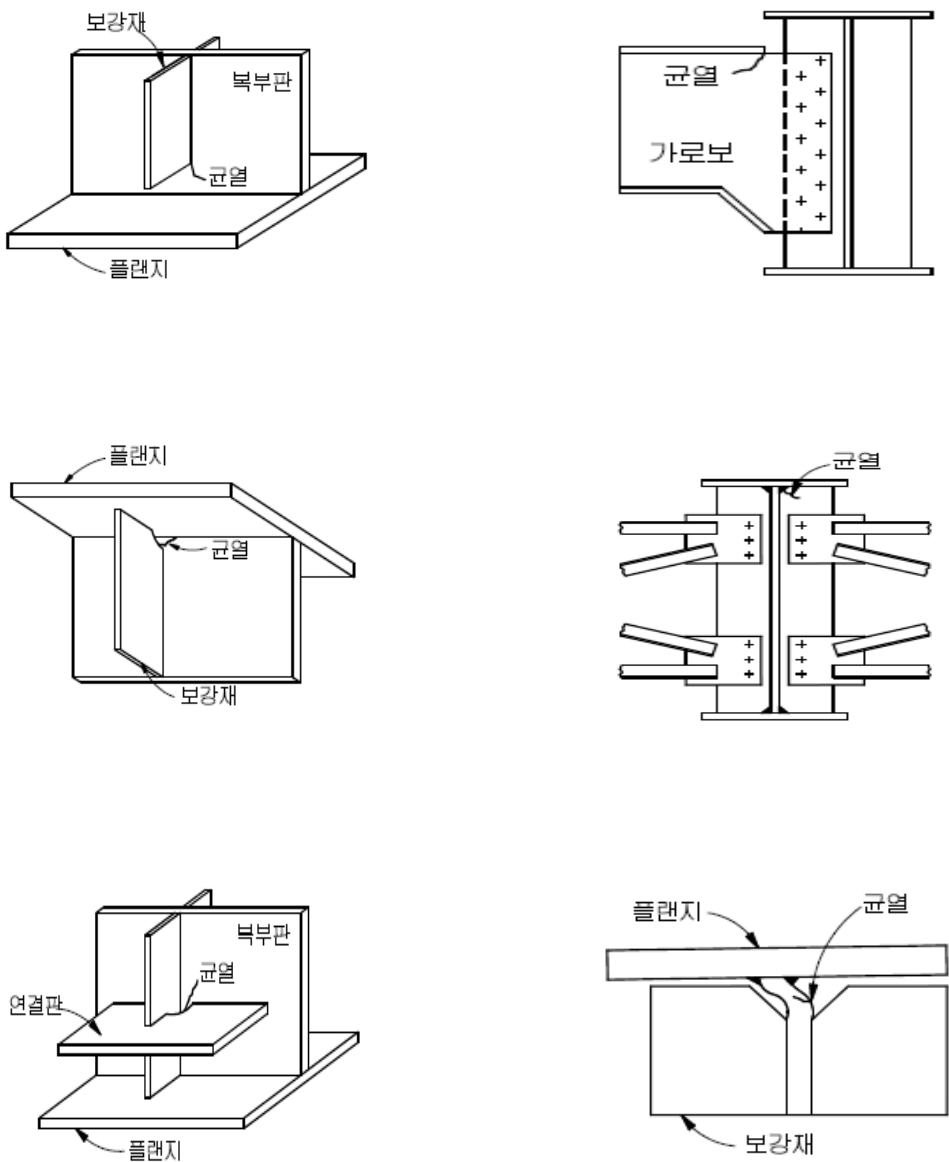
<표 4.2.1> 대상시설물의 실시 범위

부재의 분류		금회 실시범위
상부구조	강바닥판, 강거더	a, b, c, d, e
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.



<그림 4.2.1> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세



<그림 4.2.1> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세(계속)

4.2.2 부재별 상태평가 기준

가. 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑), 강 가로보와 세로보

<표 4.2.2> 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	.없음	.없음	.없음	.없음	.없음
b	.보 조 부재 의 국부적 균열	.보조부재의 국부적 변형	.보조부재 2%미만	.부분적 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷)	.도장탈락면적 10%미만 .부식발생 면적 2%미만
c	.보 조 부재 의 전반적 균열 .주부재의 국부적 균열	.보조부재의 전반적 변형 및 파단 .주부재의 국부적 변형 .주탑하단부 연결볼트 부식	.보조부재 2%이상~10%미만 .주부재 2%미만	.주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) .부분적 용입부족, 용접누락	.도장탈락면적 10%이상 .부식발생면적 2%이상~10%미만
d	.주부재의 전반적 균열	.주부재의 전반적 변형 및 파단 .좌굴에 의한 주부재 변형 .주탑하단부 연결볼트 파단	.보조부재 10%이상 .주부재 2%이상~10%미만	.인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	.부식발생면적 10%이상 .부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	.균열이 주부재 단면의 20%이상 진전	.좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	.주부재 10%이상	.인장플랜지 용접연결부 균열 진전으로 인해 연결기능 상실	.부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상태평가에 적용한다.
- 강재 거더에 대한 상태평가지 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.
- 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강박스의 경우 상,하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지점부 격벽은 주부재이며, 수평/수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.
- 용접불량의 종류를 내하력저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과내하력저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른평가기준을 적용한다.
- 부식발생면적과 도장탈락면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.
- 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는강 교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가지 보조주탑 및 기초와의 연결부 볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.
- 하중이 집중되는 부재연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재,케이블 교량의 케이블 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

<표 4.2.3> 강 가로보와 세로보 상태평가 기준

항목	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재의 균열	변형, 파단	연결볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	.없음	.없음	.없음	.없음	.없음
b	.보조부재의 국부적 균열	.보조부재의 국부적 변형	.보조부재 미만 2%	.부분적 용접루량 (기공, 슬래그, 언더컷)	.도장손상 면적10%미만 .부식발생 면적2%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	.도장손상 면적 10%이상 .부식발생 면적2%이상~10%미만 .부식에 의한 단면손상 면적 2%미만
d	.주부재의 전반적 균열	.주부재의 압축부좌굴에 의한 변형 .부재의 파단발생	.보조부재 10%이상 .주부재 2%이상	.인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	.부식발생 면적 10%이상 .부식에 의한 단면손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

< 해 설 >

- 본 상태평가 기준은 강거더교, 플레이트거더교, 강박스거더교, 트러스교, 아치교 및케이블교량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우상,하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.
- 용접연결부 결함에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함 (기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식 발생면적과 도장 손상면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

나. 콘크리트 바닥판

<표 4.2.4> 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균 열		열화 및 손상
	1방향 균열	2방향 균열	
a	○균열폭 0.1mm미만	○망상균열 폭 0.1mm미만	○ 없음
b	○균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만 ○균열을 2%미만	○망상균열 폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	○ 표면 손상면적 2%미만
c	○균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 ○균열을 2%이상 ~ 10% 미만	○망상균열 폭 0.3mm이상	○ 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 ○ 철근부식 손상면적 2%미만 ○ 데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	○균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 ○균열을 10%이상 ~ 20%미만	○망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	○ 표면 손상면적 10%이상 ○ 철근부식 손상면적 2%이상 ○ 데크플레이트 박리가 심하고 누수 로 인한 부식 발생
e	○균열폭 1.0mm이상 ○균열을 20%이상	○망상균열에 인한 박리 가 심하여 편칭파괴 발생 가능성 있음	○ 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

< 해 설 >

- 본 상태평가 기준은 모든 교량형식의 RC 및 PC 바닥판과 RC 및 PSC 박스거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.
- 1방향균열의 경우 0.3mm미만의 균열평가 기준을 “b”로 1.0mm이상의 균열과 균열을 20%이상인 상태를 “e”로 평가한다.
- 2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생시 평가기준을 “d”, 편칭파괴의 발생 가능성이 있으면 “e”로 평가한다.
- “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식에 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.
- 표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식 손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열을 폭 0.2mm이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용균열폭을 참고하였다.

다. 교대

<표 4.2.5> 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 균열 발생	·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 가능성 있음 ·심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.
- 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우“e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부구조물 중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.
- 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

라. 콘크리트 교각

<표 4.2.6> 콘크리트 교각 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
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 교각 기울음	·표면 손상면적 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상
e	·균열폭 1.0mm이상 ·부등침하로 인한 교각 안전성 저하	·코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 ·심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

<해설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
- 열화 및 손상의 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

마. 기초

<표 4.2.7> 기초 상태평가 기준

기준	세굴, 기초손상	침하, 변위
a	·없음	·없음
b	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열발생	·매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 ·침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 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 철근노출 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

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
- 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함등이 있으며, 지반의 안정성 항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가 항목이 된다.
- 기초의 침하는 20mm 미만이 발생하면 평가기준은 "c", 20mm 이상이 발생하면 "d"로 평가한다.
- 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 "c"로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 "d"로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 "e"로 평가한다.

바. 교량받침

<표 4.2.8> 교량받침 상태평가 기준

기준	받침 본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	·양호	·양호	·양호
b	·미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	·외부 도장탈락 및 부식 ·도장탈색, 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 지지 단면 감소, 기능상 장애
d	·고무재 파손 및 단차, 균열심화 ·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 하 부공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	·받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파 손 발생 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상	·받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 ·작동불능 상태	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 기타 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 준용한다.
- 받침 본체는 상태평가 기준 범위는 "a~e"를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 "a ~d"로 한다.

사. 신축이음

<표 4.2.9> 신축이음 상태평가 기준

기준	본 체	후 타 재
a	·없음	·양호
b	·토사, 이물질 퇴적 ·고무판 노화	·미세균열 발생
c	·물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 ·유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식등의 열화 ·고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 ·누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	·균열이 50cm 이하의 간격으로 발생 ·국부적인 박리, 박락, 파손
d	·강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 ·신축유간 밀착으로 인한 거동불량 ·신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 ·신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	·신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량 통행시 충격발생 ·파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 “d”로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
- 후타재 균열이 30cm이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하며 평가를 “d”로 한다.

아. 교면포장

<표 4.2.10> 교면포장 상태평가기준

기준	포장불량		배수
a	·미세균열	·없음	·없음
b	·포장불량 2%미만	·포장손상이 미미하여 주행에 영향이 없음	·배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	·포장불량 2%이상~10%미만	·포장파손으로 인하여 차량통행에 영향있음	·배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	·포장불량 10%이상	·전반적인 재포장이 필요한 상태	·배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 평가기준 “d”는 균열율을 포함하여 포장불량이 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
- 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간 면적으로 나눈 비율이다

자. 배수시설

<표 4.2.11> 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 다른 위험 초래
d	·파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 평가기준 “d”는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
- 한 공간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

차. 난간 및 연석

<표 4.2.12> 난간 및 연석 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10% 미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장불량 10% 이상 · 부식으로 인한 단면 손상 10%미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10%미만 · 철근부식손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면 손상 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	-	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 난간과 연석의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 하며, 점검단위는 부재의 길이로 한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.
- 강재의 경우 도장 변색 및 손상 점검길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 “c”로 평가한다.
- 콘크리트는 0.3mm이상의 균열이 발생할 경우 평가기준은 “c”로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.

카. 탄산화

<표 4.2.13> 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	-	-

※ 일본구조물진단기술협회『비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼』(2003년)

<해 설>

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 탄산화 조사는 상·하부구조로 구분하여 [공통편] 부록 1의 콘크리트 탄산화 깊이 측정 따라 시행하며, 시험 개소별로 평가한다.
- 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

4.2.3 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표 4.2.14> 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	
	거더	-	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)		

주) () : 정밀점검 시 적용 가중치

<표 4.2.15> 범안대교 상태평가지 가중치 적용

구분		결함도 평가항목	일반 거더교	비고
상부		바닥판	18	
		거더	20	
		2차부재	5	
하부		교대/교각	20	
		기초	-	
받침		교량받침	9	
기타		신축이음	9	
		교면포장	7	
		배수시설	3	
		난간/연석	2	
콘크리트	탄산화	상부	4	
		하부	3	
가중치 합계			100	

- 1) 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목의 가중치에 포함시킨다.
- 2) 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등분배하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 3) 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.
- 4) 교량받침이 없는 라멘교의 경우 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.
- 5) 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 6) 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

4.2.4 상태평가 결과 산정 방법

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.

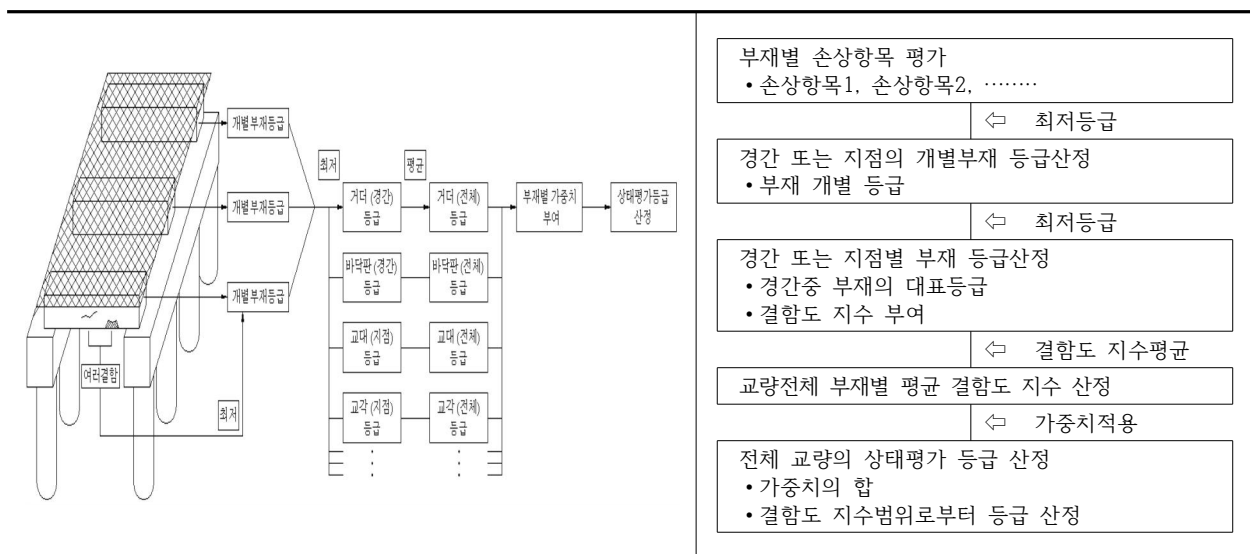
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 산정

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, 아래의 결함도 점수범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

<표 4.2.16> 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	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

다. 상태평가 결과 산정 방법



<그림 4.2.2> 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예

라. 전체 교량에 대한 상태평가 결과 산정 순서도

1) 부재별 개별부재의 정의

구분	부재분류	정의 단위	분할단위	예시	비고
1	콘크리트 바닥판	경간	경간	1경간 바닥판 2경간 바닥판 3경간 바닥판 ⋮	-
2	강바닥판	경간	경간	경간 ①의 바닥판 경간 ②의 바닥판 경간 ③의 바닥판 ⋮	
3	강거더	경간	부재	경간①의 거더 1 거더 2 경간②의 거더 1 거더 2	경간의 다수개의 거더는 각각 개별부재가 됨
4	강교각	지점	지점	지점①의 교각 1 지점②의 교각 2 지점③의 교각 3 ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
5	철근콘크리트 거더	경간	부재	경간①의 거더 1 거더 2	경간의 다수개의 거더는 각각 개별부재가 됨
6	프리스트레스 콘크리트 거더			경간②의 거더 1 거더 2	
7	콘크리트 가로보	경간	경간	경간①의 가로보 또는 세로보 경간②의 가로보 또는 세로보 경간③의 가로보 또는 세로보 ⋮	다수개의 가로보에 대한 한 경간의 가로보(세로보)를 모두 묶어 개별부재로 정의함
8	강가로보				
9	강세로보				
10	교대	지점	지점	지점①의 교대(교각,기초) 지점②의 교대(교각,기초) 지점③의 교대(교각,기초) ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
11	콘크리트 교각				
12	기초				
13	교량받침	지점	지점	지점①의 받침(신축이음) 지점②의 받침(신축이음) 지점③의 받침(신축이음) ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
14	신축이음				
15	교량포장	경간	경간	경간①의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) 경간②의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) 경간③의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) ⋮	-
16	배수시설				
17	난간 및 연석				
18	탄산화	경간	경간	⋮	-
19	염화물				

4.3 상태평가 결과 산정

4.3.1 상태평가 결과(범물방향)

가. 상태평가 결과

<표 4.3.1> 상태평가 결과(범물방향-SPG구간)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강판형교	b	b	a	b	b	b	b	a	b	q	-	a
평균			0.200	0.200	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	0.100	0.200	-	-	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	-	7
(평균X가중치)/ 가중치합			0.036	0.040	0.005	0.014	0.006	0.004	0.018	0.009	0.040	-	-	0.007
1. 환산결함도 점수 =												0.179		
2. 상태평가 결과 =												B		

<표 4.3.2> 상태평가 결과(범물방향-STB구간)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S2	P1	강상자형교	b	a	a	b	b	a	b	a	b	q	-	a
S3	P2	강상자형교	b	a	a	a	b	c	-	a	b	q	b	-
S4	P3	강상자형교	b	a	a	a	a	c	-	a	c	q	-	-
S5	P4	강상자형교	a	a	a	a	a	b	a	a	b	q	b	-
S6	P5	강상자형교	b	a	a	a	a	c	-	a	b	q	-	-
S7	P6	강상자형교	a	a	a	b	a	b	-	a	a	q	-	-
S8	P7	강상자형교	a	a	a	a	a	c	-	a	b	q	-	-
S9	P8	강상자형교	a	a	a	a	a	b	c	a	a	q	-	-
S10	P9	강상자형교	a	a	a	a	a	b	-	a	a	q	a	-
S11	P10	강상자형교	b	a	a	a	a	b	-	a	a	q	-	a
-	A2	강상자형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	q	-	-
평균			0.150	0.100	0.100	0.120	0.120	0.270	0.225	0.100	0.182	-	0.167	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.027	0.020	0.005	0.008	0.004	0.005	0.020	0.009	0.036	-	0.007	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.145		
2. 상태평가 결과 =												B		

4.3.2 상태평가 결과(안심방향)

가. 상태평가 결과

<표 4.3.3> 상태평가 결과(안심방향-SPG구간)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강판형교	a	a	a	a	a	b	b	a	b	q	-	a
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.100	0.200	-	-	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	-	7
(평균X가중치)/ 가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.004	0.018	0.009	0.040	-	-	0.007
1. 환산결함도 점수 =												0.131		
2. 상태평가 결과 =												B		

<표 4.3.4> 상태평가 결과(안심방향-STB구간)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S2	P1	강상자형교	a	b	a	a	b	c	b	b	b	q	-	a
S3	P2	강상자형교	b	b	a	a	b	c	-	a	b	q	b	-
S4	P3	강상자형교	b	a	a	a	a	c	-	a	b	q	-	-
S5	P4	강상자형교	b	a	a	b	a	c	a	a	b	q	-	-
S6	P5	강상자형교	b	b	a	b	a	c	-	a	a	q	b	-
S7	P6	강상자형교	b	a	a	b	b	b	-	b	b	q	-	-
S8	P7	강상자형교	a	a	a	b	b	b	-	a	a	q	-	-
S9	P8	강상자형교	b	a	a	b	a	c	c	a	c	q	-	-
S10	P9	강상자형교	a	a	b	b	a	c	-	a	c	q	b	-
S11	P10	강상자형교	a	a	a	a	a	b	-	a	b	q	-	a
-	A2	강상자형교	-	-	-	-	-	-	b	a	c	q	-	-
평균			0.160	0.130	0.110	0.160	0.140	0.340	0.225	0.118	0.236	-	0.200	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.029	0.026	0.006	0.011	0.004	0.007	0.020	0.011	0.047	-	0.008	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.172		
2. 상태평가 결과 =												B		

4.3.3 전체 교량상태 평가

<표 4.3.5> 범안대교 범물방향 상태평가 결과

구분	구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
범안대교 (범물방향)	강판형교	0.179	B	30.0	0.055	0.010
범안대교 (범물방향)	강상자형교	0.145	B	515.0	0.945	0.137
1. 환산결함도 점수 =						0.147
2. 상태평가 결과 =						B

<표 4.3.6> 범안대교 안심방향 상태평가 결과

구분	구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
범안대교 (안심방향)	강판형교	0.131	B	30.0	0.055	0.007
범안대교 (안심방향)	강상자형교	0.172	B	515.0	0.945	0.162
1. 환산결함도 점수 =						0.169
2. 상태평가 결과 =						B

<표 4.3.7> 범안대교 상태평가 결과

구분	구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
범안대교 (범물방향)	SPG+STB	0.147	B	545.0	0.500	0.073
범안대교 (안심방향)	SPG+STB	0.169	B	545.0	0.500	0.085
1. 환산결함도 점수 =						0.158
2. 상태평가 결과 =						B

기준	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

※ 범안대교 상태평가 결과 : $0.130 \leq 0.158 < 0.260$, 『 B 』로 평가됨.

4.3.4 기 진단 결과와 비교

가. 부재별 환산결함도 점수 비교

전회차 진단 이후 교면포장 아스콘 재포장 및 거더외부 도장 보수 등의 보수로 인해 손상이 감소하였다. 따라서 기 진단과 비교시 환산결함도 점수가 소폭 하향한 것으로 분석되었으며, 상태평가 등급은 B등급 동일한 상태로 확인되었다.

나. 결과분석

<표 4.3.8> 기 진단결과 및 금회점검 결과

구 분	정밀안전진단(2017년)	정밀점검(2019년)	비고
평가 지수	0.187	0.158	
상태평가 결과	B	B	

0	보수 불필요	0.13	부분 보수	0.26	보수	0.49	보강	0.79	재가설
A(최상)		B(양호)		C(보통)		D(불량)		E(위험)	
B등급 (0.158)				금회 정밀점검 상태평가 등급					
B등급 (0.187)				전차(2017년 정밀안전진단) 상태평가 등급					

- 환산결함도 점수가 0.158로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 『B등급($0.130 \leq 0.158 < 0.260$)』으로 평가되었다.
- 2017년 정밀안전진단과 금회 정밀점검의 환산결함도 점수를 비교한 결과, 기 진단 이후 일부 부부재에 대한 보수를 실시하였으며, 이로 인해 결함지수가 0.029 감소하였다.

