

제 5 장

상 태 평 가

5.1 일반사항

5.2 상태평가 기준

5.3 상태평가 등급

5.4 안전등급 지정

제 5장 상태평가

5.1 일반사항

각 주요부재 및 보조부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하고, 전술한 재료시험 및 측정결과로부터 부재에 대한 전반적인 내구성 평가 결과를 활용하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

국토해양부에서 제시한 ‘안전점검 및 안전진단 세부지침’에 따라 상태등급을 산정하였다.

<표 5.1.1> 상태평가등급 기준

상태평가등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.2 상태평가 기준

5.2.1 부재별 상태평가 기준

<표 5.2.1> 부재별 상태평가 적용범위

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

가. 상부 구조

(1) 콘크리트 바닥판

☞ 철근콘크리트 바닥판 상태평가 기준

【 상태평가 기준 】

등급	균열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 망상균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만 · 균열율 2%미만	· 망상균열폭 0.1mm이상~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 인 한 콘크리트 박리 발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상 · 데크플레이트 박리가 심하고 누수로인한 부식 발생
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 균열율 20%이상	· 망상균열에 인한 박리가 심하여 편칭파괴 발생 가능성 있음	· 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

(2) 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준

【상태평가 기준】

등급	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 · 주탑하단부 연결 볼트 부식	· 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 국부적 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	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	· 균열이 주부재 단면의 20%이상 진전	· 좌굴에 의한 파대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	· 주부재 10% 이상	· 인장플랜지 용접연결부 균열진전으로 인해 연결기능 상실	· 부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

(3) 철근콘크리트 거더

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 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 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 휨균열 과다발생 및 파대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

(4) 프리스트레스 콘크리트 거더

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상
a	· 없음	· 없음
b	· 균열폭 0.2mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 0.5mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안정성 저하

(5) 콘크리트 가로보

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 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	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상

(6) 강 가로보와 세로보

【 상태평가기준 】

등급	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)	· 도장손상 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, 용접 누락	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%이상 ~ 10%미만 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	· 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

나. 하부 구조

(1) 교대

【 상태평가기준 】

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

(2) 콘크리트 교각

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상, 철근노출
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm 이상 ~ 0.3mm 미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.3mm 이상 ~ 0.5mm 미만	· 표면 손상면적 2% 이상 ~ 10% 미만 · 철근부식 손상면적 2% 미만
d	· 균열폭 0.5mm 이상 ~ 1.0mm 미만 · 기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	· 표면 손상면적 10% 이상 · 철근부식 손상면적 2% 이상
e	· 구체 균열폭 1.0mm 이상 · 부등침하로 인한 교각 안전성 저하	· 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 · 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성 저하됨

(3) 기초

【 상태평가기준 】

등급	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안정성
a	· 없음	· 없음
b	· 집접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	· 집접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm 미만 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 20mm 이상 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

다. 교량받침

【 상태평가기준 】

등급	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, 균열 심화 · 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 · 받침이 밀착되지 않고 떠있 는 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 하부공 동으로 받침의 탈락 및 침하 발 생 가능성 있음
e	· 받침 신축기능 불량으로 인하여 받침본체 및 거더(바닥판) 의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는부분 이 전체면적의 1/2 이상	· 받침 신축기능 불량으로 인 하여 거더 등 주부재의 파손 · 받침이 밀착되지 않고 떠있 는 부분이 전체면적의 1/2 이상 · 작동불능 상태	-

라. 기타부재

(1) 신축이음

【 상태평가기준 】

등급	본체	후타재
a	· 없음	· 양호
b	· 토사, 이물질 퇴적 · 고무판 노화	· 미세균열이 발생
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 · 유간사이 이물질로 기능불량, 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 50cm이하의 간격으로 발생 · 국부적인 박리, 박락, 파손
d	· 강관유동 및 연결불량으로 이상음 발생 · 신축유간이 밀착으로 인한 거동불량 · 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 · 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	· 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량 동행시 충격발생 · 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼

(2) 교면포장

【 상태평가기준 】

등 급	포장불량		배 수
a	· 미세균열	· 없음	· 없음
b	· 포장불량 2% 미만	· 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	· 포장불량 2%이상 ~10%미만	· 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	· 포장불량 10%이상	· 전반적인 재포장이 필요한 상태	· 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

(3) 배수시설

【 상태평가기준 】

등 급	상태등급 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

(4) 난간·연석

【 상태평가기준 】

등 급	강재	콘크리트
a	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장 불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면손상 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10% 미만 · 철근부식손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면손상 10%이상	· 박리, 파손, 철근노출 10% 이상 · 철근부식손상 길이 2%이상

마. 콘크리트 재료

(1) 탄산화

【 상태평가기준 】

등급	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	-	-

(2) 염화물

【 상태평가기준 】

기준	전 염화물 이온량	철근부식 가능성
a	염화물 $< 0.3kg/m^3$	염화물에 의한 부식발생 우려 없음
b	$0.3kg/m^3 \leq$ 염화물 $< 1.2kg/m^3$	염화물이 함유되어 있으나 부식발생 가능성 낮음
c	$1.2kg/m^3 \leq$ 염화물 $< 2.5kg/m^3$	향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음
d	염화물 $\geq 2.5kg/m^3$	철근부식 발생
e	-	-

5.2.2 상태평가 등급 산정절차

상태평가등급 산정과정은 외관조사 결과 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가등급을 산정하는 과정으로 되어 있다. 이외에 내구성과 관련된 요소로서 탄산화 및 염화물함량에 대한 등급을 구한 후 일반 부재와 같이 가중치를 부여하여 교량 전체의 상태평가항목으로 반영하였다. 등급사용의 혼란을 방지하기 위하여 부재별 등급은 소문자(a-e)로 표시하고 전체 상태평가등급은 대문자(A-E)로 등급을 표기하였다.

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

(1) 개별부재등급의 산정방안

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.

(2) 경간(지점)별 부재등급의 산정방안

한 경간 내에서 부재가 여러 개 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

(3) 복개구조물 부재등급의 산정방안

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

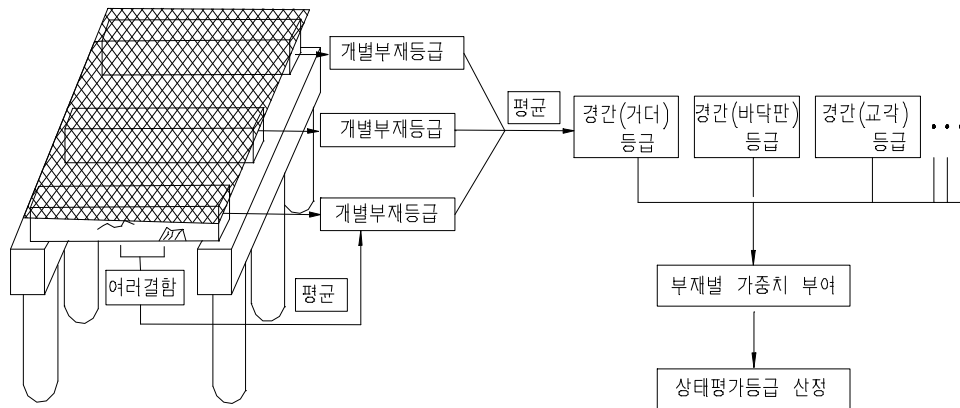
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

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

<표 5.2.2> 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

다. 상태평가 결과 산정 방법



<그림 5.2.1> 상태평가등급 산정과정의 예

- 본교 : 같은 구조 형식별로 분류한 후 부재별로 평균한다. 구조형식에 따른 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다.
- 램프교 : 각 램프에 대해 별도로 평가하며, 램프교 전체를 대표하는 상태평가 결과는 산정하지 않는다.
- 전체교량 : 길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 상태평가 결과를 산정한다.

<표 5.2.3> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

결함도 평가항목			슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반거더교			바닥판,거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더 있음 (복개 구조물)	
				일 반	2차 부재 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)			

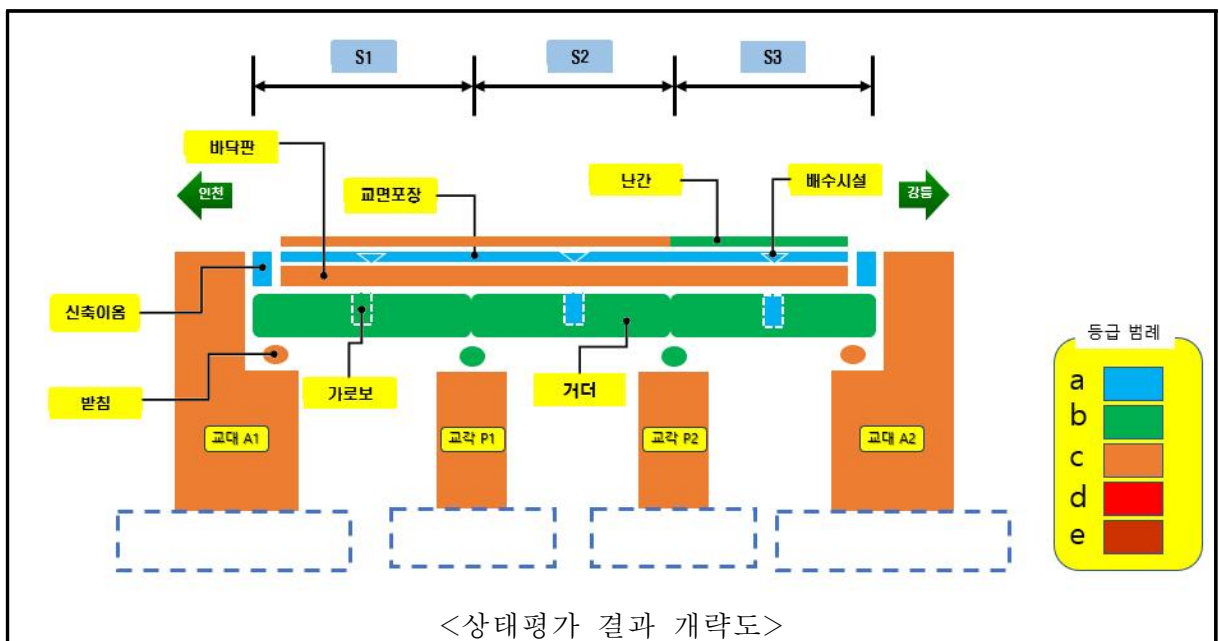
5.3 상태평가 등급

5.3.1 구조별 상태평가

- 상태평가 결함도 점수= 0.258 'B' 등급 (결함도 범위 : $0.13 \leq x < 0.26$)
- 상태평가 결과, 교량의 부재에 손상 및 결함이 일부 발생하여 내구성 유지를 위하여 부분 보수가 필요한 상태임.

<표 5.3.1> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부 구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	신축이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STB	c	b	b	a	a	c	a	c	c	q	a	a
2	STB	c	b	a	a	a	c		b	c	q	a	a
3	STB	c	b	a	a	a	b		b	c	q	a	a
								a	c	c	q		a
평균		0.400	0.200	0.133	0.100	0.100	0.333	0.100	0.300	0.400	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.072	0.040	0.007	0.007	0.003	0.007	0.009	0.027	0.080	0.000	0.004	0.003
환산결함도 점수		0.258											
상태평가 결과		B											



5.3.2 전차용역 결과 비교 검토

<표 5.3.2> 상태평가 비교 검토 (전차 용역과 비교)

평가 년도	결함도 점수	상태평가 결과
전차 (2015년)	0.163	B
금회 (2017년)	0.258	B
• 금회 교량의 일부 부재(재포장, 거더 도장, 신축이음 교체)에 대한 보수 공사가 진행되었으나 부재의 열화 및 면밀한 조사를 통해 신규 손상이 다수 확인됨에 따라 환산결함도 점수는 증가하였음. 결함도 점수 범위에 따른 기준에 의하면 교량은 B등급의 범위에 포함되며 2015년 상태평가 결과와 비교 시 등급을 유지하고 있음. • 상태평가 등급 유지 (B 등급 → B 등급) • 결함도 점수 변화 원인 ① 공용기간 경과에 따른 부재의 열화 ② 점검차를 이용한 면밀한 조사에 따른 신규 손상 수량 증가 • 교량 등급 관리 시 중점 관리 필요한 손상내용 ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락) ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 박리, 박락, 부재의 변형 ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속 확인 ④ 받침 본체와 플레이트 부식 ⑤ 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리		

5.4 안전등급 지정

금회는 대상 교량에 대한 정밀점검을 실시하였으며, 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가만을 실시하여 평가된 등급의 결과를 구조물의 안전등급으로 지정하도록 한다.

- ▶ 구조물 안전등급 지정 : B등급