

제4장 상태평가

4.1 상태평가 기준

4.2 상태평가 결과 산정 방법

제4장 상태평가

4.1 상태평가 기준

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12.)」의 상태평가 기준에 따라 실시하였다.

4.1.1 부재별 상태평가 적용 범위

부재별 상태평가기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화함으로써 가능한 한 전체 상태평가기준과 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, e

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. 이러한 경우 경간 상태평가 결과는 정량적, 정성적 평가의 최댓값을 기준으로 산정하였다.

4.1.2 부재별 상태평가 기준

가. 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

【표 4.2】콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균열		열화 및 손상		
	1방향 균열	2방향 균열	누수 및 백태	표면손상	철근부식
a	• 균열폭 0.1mm미만	• 망상균열폭 0.1mm미만	• 없음.	• 없음.	• 없음.
b	• 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만 • 균열율 2%미만	• 망상균열폭 0.1mm ~ 0.3mm미만	• 누수 및 백태 면적 10%미만 • 데크플레이트 부식 면적 10%미만	• 표면손상 면적 2%미만	• 없음.
c	• 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 • 균열율 2%이상 ~ 10%미만	• 망상균열폭 0.3mm이상	• 누수 및 백태 면적 10%이상 • 데크플레이트 부식 면적 10%이상	• 표면손상 면적 2%이상 10%미만	• 철근부식 손상 면적 2%미만
d	• 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 • 균열율 10%이상 ~ 20%미만	• 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	• 바닥판 누수로 인한 데크플레이트의 심한 부식으로 탈락 발생	• 표면손상 면적 10%이상	• 철근부식 손상 면적 2%이상
e	• 균열폭 1.0mm이상 • 균열율 20%이상	• 망상균열에 의한 박리가 심하여 편칭파괴 발생 가능성이 있음.	• 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우		

1) 콘크리트 바닥판 상세조사

【표 4.3】콘크리트 바닥판 상세조사 상태평가 기준

기준	캔틸레버부 상면 열화 깊이	그 외 부분의 상면 열화 깊이
a	• 열화 없음.	• 열화 없음.
b	• 포장 들뜸	• 포장 들뜸 • 열화깊이 $\leq c'$
c	• 열화깊이 $\leq \frac{1}{2}c'$	• $c' \leq$ 열화깊이 $\leq \frac{1}{2}h$
d	• $\frac{1}{2}c' \leq$ 열화깊이 $< c'$	• $\frac{1}{2}h \leq$ 열화깊이
e	• $c' \leq$ 열화깊이	• $\frac{1}{2}h \leq$ 열화깊이이고 바닥판 하부에 2방향 균열 발생

주1) 본 상태평가기준은 [표4.2] 콘크리트 바닥판 상태평가 기준이 c이하인 경우(바닥판 하면의 손상이 교면포장 손상 위치와 일치되는 경우, 과다변위 발생부 등) 또는 [표4.11] 교면포장 상태평가 기준이 d이하인 경우(캔틸레버부 상면에 뚜렷한 폭의 균열 발생, 교축방향 연속적인 균열 발생, 교면 포장 보수 또는 재포장 후 기존 손상과 유사한 손상이 지속 발생하는 경우 등) 평가를 실시

주2) c' 는 콘크리트 상부 순피복두께를, h 는 바닥판 두께를 의미

나. 프리스트레스 콘크리트 거더 상태평가 기준

【표 4.4】 프리스트레스 콘크리트 거더 상태평가 기준

기준	거 더		긴 장 재(텐 던)		
	균열	열화 및 손상	강연선 노출 및 손상	시멘트 그라우트 충전 결함	보호관 손상
a	• 없음.	• 없음.	• 노출없음.	• 충전결함 없음.	• 이상없음.
b	• 균열폭 0.2mm미만	• 표면 손상면적 2%미만	• 노출 ¹⁾	• 충전결함	• 손상 ⁵⁾
c	• 균열폭 0.2mm이상 ~ 0.3mm미만	• 표면 손상면적 2%이상 ~ 10% 미만 • 철근부식 손상면적 2%미만	• 표면부식 ²⁾	• 충전결함 시 염화물 함량 ⁴⁾ 1.2kg/m ³ 이상 ~ 2.5kg/m ³ 미만	-
d	• 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 • 내하력 저하로 인한 휨균열 과다 발생	• 표면손상면적 10%이상 • 철근부식 손상면적 2%이상	• 단면손실을 동반한 부식 ³⁾	• 충전결함 시 염화물 함량 2.5kg/m ³ 이상	-
e	• 균열폭 0.5mm이상 • 휨균열 과다발생 및 과대 처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	• 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안정성 저하	• 강연선(소선) 파단(단선)	-	-

주1) 노출 : 강연선이 그라우트 충전결함으로 피복되지 않은 상태

주2) 표면부식 : 강연선 표면에 녹이 발생한 상태

주3) 부식 : 표면부식이 진전되어 단면손실이 발생한 상태, 국부부식 등

주4) 염화물함량 : 전 염화물 이온량 기준

주5) 손상 : 누수, 백태, 단차, 파손 등

다. 콘크리트 가로보 상태평가 기준

【표 4.5】 콘크리트 가로보 상태평가 기준

기준	균열	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	• 표면 손상면적 10%이상 • 철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

라. 교대 상태평가 기준

【표 4.6】 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 날개벽 사이에 폭 1.0mm이상의 균열 발생	- 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만 - 앵커블록 내부 결로에 의한 물고임
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.

마. 콘크리트 교각 상태평가 기준

【표 4.7】 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 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 가능성 있음. - 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨.

바. 기초 상태평가 기준

【표 4.8】기초 상태평가 기준

기준	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상	지반의 안정성
a	• 없음.	• 없음.
b	• 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열 발생	• 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의하 노출됨.
c	• 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 • 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 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	• 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 상태평가 기준

【표 4.9】교량받침 상태평가 기준

기준	받침 본체		받침 콘크리트 등
	탄성받침	강재받침	
a	• 외관상태 양호	• 외관상태 양호	• 외관상태 양호
b	• 미세균열 등 경미한 열화	• 외부 도장탈락 및 부식 • 도장탈색, 먼지 쌓임.	• 부분적 박리, 탈락 등 손상
c	• 균열이 심화되어 고무재가 갈라짐. • 전단변형량이 받침고무 두께의 0.7배(사용한계상태) 이상	• 미끄럼판 부식 발생 • 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	• 받침 콘크리트에 0.3mm이상 균열 발생 • 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	• 고무 본체의 보강 철판에 부식이 진행됨. • 측면 부풀어 고무재에 균열이 발생함. • 전단변형량이 받침고무 두께의 1.5배(극단상황한계상태) 이상 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2미만 • 받침의 신축기능 불량	• 받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 • 받침 본체 파손 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체 면적의 1/2미만	• 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 전체면적의 1/2이상	• 받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상 • 작동불능 상태	-

아. 신축이음 상태평가 기준

【표 4.10】 신축이음 상태평가 기준

기준	본체	후타재
a	• 없음.	• 양호
b	• 토사, 이물질 퇴적 • 고무판 노화	• 미세균열 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 • 설계온도 범위에서 허용신축유간 초과시	• 균열이 50cm이하의 간격으로 발생 • 국부적인 박리, 박락, 파손
d	• 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 • 신축유간의 밀착으로 인한 거동불량 • 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 • 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	• 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행 시 충격발생 • 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼.
e	-	-

자. 교면포장 상태평가 기준

【표 4.11】 아스팔트 콘크리트 교면포장 상태평가 기준

기준	포장불량		배수
a	• 없음.	• 없음.	• 없음.
b	• 포장불량률 5%미만	• 포장손상이 미미하여 차량 주행에 영향이 없는 상태	• 배수경사 및 배수시설 불량에 의한 부분적인 물고임이 발생한 상태
c	• 포장불량률 5%이상~10%미만	• 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향을 미치는 상태	• 배수경사 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성을 저하시키는 상태
d	• 포장불량률 10%이상	• 포장손상이 심하여 전반적인 보수가 필요하거나 재포장을 고려해야하는 상태	• 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성이 저하되는 상태
e	-	-	-

차. 배수시설 상태평가 기준

【표 4.12】 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. 난간 및 연석 상태평가 기준

【표 4.13】 난간 및 연석 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	• 양호	• 양호	• 양호
b	• 도장불량 10%미만	• 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	• 경미한 손상, 0.3mm미만 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.	• 박리, 파손, 철근노출 10%이상 • 철근부식손상 길이 2%이상
e	-	-	-

타. 탄산화 상태평가 기준

【표 4.14】 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 있음.
d	• 0mm미만	• 철근부식 발생 조건 만족
e	• 0mm미만	• 철근부식도 조사 등을 통해 철근부식 발생 확인

파. 공중이 이용하는 부위 상태평가 기준

1) 추락방지시설

【표 4.15】 추락방지시설 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	• 손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	• 추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	• 추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	• 고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	• 추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있으 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

【표 4.16】 도로포장 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	• 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	• 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	• 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	• 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 • 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	• 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

3) 도로부 신축이음부

【표 4.17】 도로부 신축이음부 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	• 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	• 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능 발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	• 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	• 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 • 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	• 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

4) 환기구 등의 덮개

【표 4.18】 환기구 등의 덮개 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	• 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	• 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 • 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	• 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	• 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	• 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

4.1.3 구조형식에 따른 부재별 가중치

【표 4.19】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량							라멘교			금회 적용
				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	18	
	주형	-	20	25	37	18	20	23		-	21	23	20	
	2차부재	-	5	-	11	5	3	5		-	5	-	5	
하부	교대/교각	20	13	13	18		13	13		34	22	24	13	
	기초	7	7	7	7		7	7		7	7	7	7	
받침	교량받침	10	9	9	14		9	9		3	3	3	9	
기타	신축이음	10	9	9	-		9	9		3	3	3	9	
	교면포장	7	7	7	-		7	7		7	7	7	7	
	배수시설	3	3	3	-		3	3		3	3	3	3	
	난간/연석	2	2	2	6		2	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)			4
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)				3
	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 산정 방법

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 산정하였다.

한 경간 내에서 여러부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정하였다.

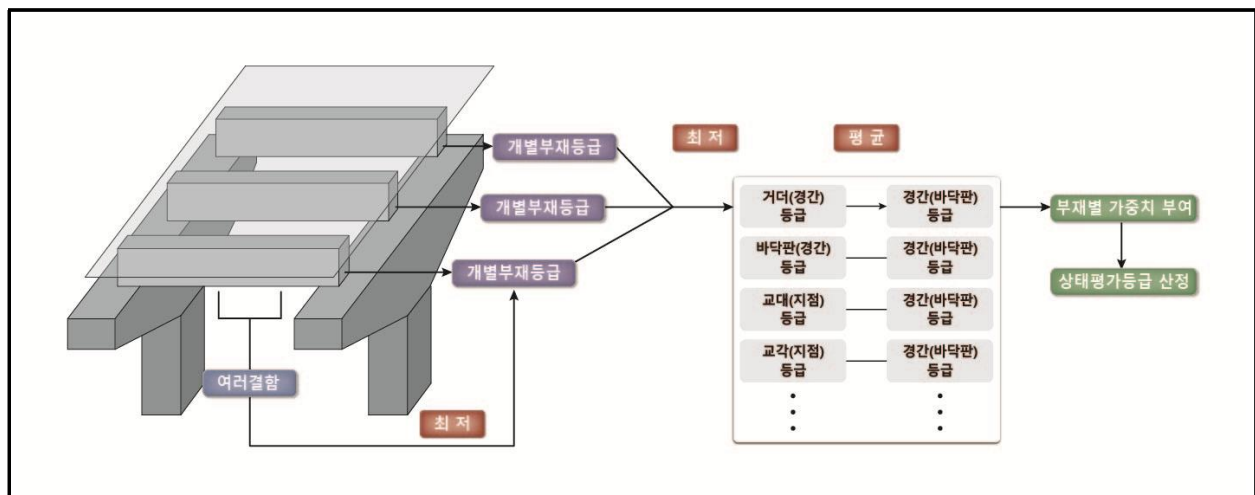
4.2.2 전체 시설물 상태평가 결과 결정

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

【표 4.20】 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