

제 4 장 시설물의 상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과

제 4 장 시설물의 상태평가

4.1 개 요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (2010.12)』의 상태평가 기준에 따라 실시하였다.

4.1.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별 부재 상태평가 결과로 산정하였다.

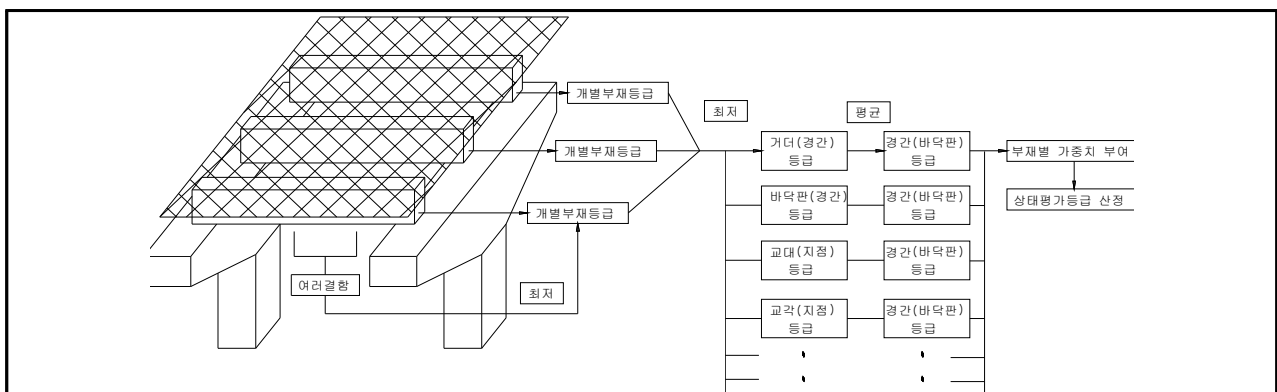
4.1.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

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 4.1】의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구하였다.

【표 4.1】 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

4.1.3 상태평가 결과 산정 방법



【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예

4.1.4 구조형식에 따른 부재별 가중치

시설물 전체의 상태평가를 위한 기준값은 경간별로 평가된 부재의 평균값(결합도지수)에 부재별 가중치를 곱하여 경간별로 결합도점수를 구한 뒤 이 점수를 해당 경간별 가중치의 합으로 나누어 환산결합도 점수를 구한 후 환산 결합도 점수를 평균한 값이 된다. 구조형식에 부재별 가중치 및 결합도점수 범위에 따른 기준범위는 다음과 같다.

【표 4.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결합도 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
	방호벽/중분대	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

주) 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.2.1 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 교량받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

【표 4.3】 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 파악 하여야 한다.

4.2.2 부재별 상태평가 기준

가. 콘크리트 바닥판

【표 4.4】 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 편칭파괴 발생 가능성이 있음	• 부식으로 인한 철근의 단면 감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

나. Steel Box Girder

【표 4.5】 Steel Box Girder 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 용접불 (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 인해 연결 기능 상실	• 부식에 의한 단면 손상 면적 10%이상

다. 철근콘크리트 거더

【표 4.6】 철근콘크리트 상태평가 기준

기준	균열	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 • 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	• 표면 손상면적 10%이상 • 철근부식 손상면적 2%이상
e	• 균열폭 1.0mm이상 • 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	• 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

라. 콘크리트 가로보

【표 4.7】 콘크리트 가로보 상태평가 기준

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

마. 강 가로보, 세로보

【표 4.8】 강 가로보, 세로보 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 용접불량 (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 용접 누락으로 인한 안전성 저하	• 부식발생 면적 10%이상 • 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

바. 교대

【표 4.9】 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

사. 교각

【표 4.10】 교각 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	• 균열폭 0.1mm미만	• 없음
b	• 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	• 표면 손상면적 2%미만 • 앵커블록 내부 결로 발생
c	• 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만	• 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 • 철근부식 손상면적 2%미만
d	• 구체 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

아. 교량받침

【표 4.11】 교량받침 상태평가 기준

기준	받침본체	받침 콘크리트
a	• 양호	• 양호
b	• 외부 도장탈락 및 부식 • 도장도색, 먼지 쌓임	• 부분적 박리, 탈락 등 손상
c	• 미끄럼판 부식 발생 • 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	• 받침 콘크리트에 0.3mm이상 균열 발생 • 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	• 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 불량 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 • 작동불능 상태	-

자. 신축이음

【표 4.12】 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 50cm이하의 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	-	-

차. 교면포장

【표 4.13】 교면포장 상태평가 기준

기준	포장불량		배수
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% 이상	• 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 통행 차량의 안전성 저하
e	-	-	-

카. 배수시설

【표 4.14】 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	-

타. 난간 및 연석

【표 4.15】 난간 및 연석 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	-	-	-

파. 탄산화

【표 4.16】 탄산화 상태평가 기준

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

하. 염화물

【표 4.17】 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	-	-

4.3 상태평가 결과

4.3.1 백운1교(부산)

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

【표 4.18】 백운1교(부산) 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		균열율 (%)		표면손상 면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	544.1	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	1.05	b	없음	a	b
S2	863.7	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	0.64	b	없음	a	b
S3	544.1	없음	a	없음	a	없음	a	없음	a	1.63	b	없음	a	b

2) 거더(Steel Box Girder)

【표 4.19】 백운1교(부산) 거더(Steel Box Girder) 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상						열화 및 손상						평가 결과
		부재 균열		변형, 파단		연결볼트 이완, 탈락(%)		용접연결부 결합		도장손상 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	1610.0	없음	a	없음	a	없음	a	부분적 용접불량	b	0.01	b	0.89	b	b
S2	2576.0	없음	a	없음	a	없음	a	부분적 용접불량	b	0.46	b	1.39	b	b
S3	1610.0	없음	a	없음	a	없음	a	부분적 용접불량	b	0.52	b	0.69	b	b

3) 강 가로보와 세로보

【표 4.20】 백운1교(부산) 강 가로보와 세로보 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	모재 및 연결부 손상							열화 및 손상				평가 결과	
		부재 균열		변형, 파단		연결볼트 이완, 탈락(%)		용접연결부 결합		도장손상 면적(%)		부식발생 면적(%)		
S1	1520.8	없음	a	국부적 (보조부재)	b	없음	a	없음	a	0.02	b	0.73	b	b
S2	2359.1	없음	a	국부적 (보조부재)	b	없음	a	없음	a	0.31	b	1.30	b	b
S3	1520.8	없음	a	국부적 (보조부재)	b	없음	a	없음	a	0.50	b	1.23	b	b

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

【표 4.21】 백운1교(부산) 콘크리트 교대 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		변위		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
A1	98.0	0.2	b	없음	a	4.17	c	없음	a	c
A2	156.2	0.3	c	없음	a	0.83	b	없음	a	c

② 콘크리트 교각

【표 4.22】 백운1교(부산) 콘크리트 교각 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		변위		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
P1	427.9	0.1	b	없음	a	0.37	b	없음	a	b
P2	257.7	0.1	b	없음	a	0.50	b	없음	a	b

5) 기초

【표 4.23】 백운1교(부산) 기초 상태평가 결과

구분	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상				지반의 안정성				평가 결과
	균열폭 (mm)		단면손상 (파손, 철근노출 등)		세굴 여부		침하 (mm)		
A1, A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P1, P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q

6) 교량받침

【표 4.24】 백운1교(부산) 교량받침 상태평가 결과

구분	받침 본체				받침 콘크리트				평가 결과
	탄성받침		강재받침		균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	-	도장부식	b	0.1	b	양호	a	b
P1	-	-	도장부식	b	0.1	b	양호	a	b
P2	-	-	도장부식	b	0.1	b	양호	a	b
A2	-	-	도장부식	b	0.1	b	양호	a	b

7) 신축이음

【표 4.25】 백운1교(부산) 신축이음 상태평가 결과

구분	본체		받침 콘크리트				평가 결과
			균열		박리, 탈락, 파손 등		
Exp.J1(A1)	토사퇴적 및 하부누수	c	미세균열	b	없음	a	c
Exp.J2(A2)	토사퇴적 및 하부누수	c	미세균열	b	국부적 파손	c	c

8) 교면포장

【표 4.26】 백운1교(부산) 교면포장 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	포장불량				배수		평가 결과
		포장불량 면적(%)		포장손상에 따른 주행성 및 통행성				
S1	589.4	없음	a	양호	a	없음	a	a
S2	935.6	없음	a	양호	a	없음	a	a
S3	589.4	없음	a	양호	a	없음	a	a

주) 백운1교 부산방향은 전면재포장(2016.09)을 실시한 상태로 상태평가에 반영함.

9) 배수시설

【표 4.27】 백운1교(부산) 배수시설 상태평가 결과

구분	평가내용	평가 결과
S1	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음	b
S2	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음	b
S3	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음	b

10) 난간 및 연석

【표 4.28】 백운1교(부산) 난간 및 연석 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	콘크리트						강재				평가 결과
		균열폭 (mm)		박리, 파손, 철근노출(%)		철근부식 손상면적(%)		도장불량 면적(%)		부식손상 면적(%)		
S1	260.0	0.3	c	경미한손상	b	양호	a	-	-	-	-	c
S2	412.6	0.3	c	경미한손상	b	양호	a	-	-	-	-	c
S3	260.0	0.3	c	경미한손상	b	양호	a	-	-	-	-	c

11) 탄산화

【표 4.29】 백운1교(부산) 탄산화 상태평가 결과

구분		탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가 결과
상부 구조	S1	39.0	- a : 30mm 이상 - b : 10mm이상~30mm미만 - c : 0mm이상~10mm미만 - d : 0mm 미만	a
	S2	41.0		a
하부 구조	A1	95.0		a
	P1	82.0		a
	P2	74.0		a
	A2	82.0		a

12) 염화물

【표 4.30】 백운1교(부산) 염화물 상태평가 결과

구분		전염화물 이온량(kg/㎡)	평가기준	평가 결과
상부 구조	S2	0.106	- a : 염화물 $\leq 0.3\text{kg/㎡}$ - b : $0.3\text{kg/㎡} < \text{염화물} < 1.2\text{kg/㎡}$ - c : $1.2\text{kg/㎡} \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/㎡}$ - d : 염화물 $\geq 2.5\text{kg/㎡}$	a
하부 구조	A1	0.581		b
	P1	0.158		a

나. 시설물 전체 상태평가 결과

1) 상태평가 결과표

【표 4.31】 백운1교(부산) 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더		포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1 (A1)	강아치교	b	b	b	a	b	c	c	b	c	q	a	a	×	b
S2 (P1)	강아치교	b	b	b	a	b	c	×	b	b	q	a	a	a	a
S3 (P2)	강아치교	b	b	b	a	b	c	×	b	b	q	×	a	×	×
A2	강아치교							c	b	c	q	×	a	×	×
평균		0.200	0.200	0.200	0.100	0.200	0.400	0.400	0.200	0.300	0.000	0.100	0.100	0.100	0.150
가중치		15	23	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균×가중치) /가중치 합		0.030	0.046	0.010	0.007	0.006	0.008	0.036	0.018	0.060	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002

기준	a	b	c	d	e	환산결함도점수	0.229
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$	상태평가 결과	b

2) 상태평가 결과

본 교량에 대한 종합평가는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침[교량편](2010.12, 국토교통부/한국시설안전공단)』을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과 『기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태』인 “b”로 평가되었다.



【그림 4.2】 백운1교(부산) 상태평가 결과

다. 전회 점검 및 진단 결과와의 비교

【표 4.32】 백운1교(부산) 상태평가 전회 점검 및 진단 결과와의 비교·분석

구분	일자	전체		바닥판		거더		2차 부재		교면포장		배수시설		난간/연석		신축이음	
		결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과
안전진단	2011.11	0.235	b	0.200	b	0.200	b	0.200	b	0.400	c	0.200	b	0.200	b	0.400	c
안전진단	2016.12	0.229	b	0.200	b	0.200	b	0.200	b	0.100	a	0.200	b	0.400	c	0.400	c

구분	일자	교량반침		교대/교각		기초		탄산화(상부)		탄산화(하부)		염화물(상부)		염화물(하부)	
		결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과
안전진단	2011.11	0.175	b	0.225	b	N	Q	0.200	b	0.200	b	0.200	b	0.200	b
안전진단	2016.12	0.200	b	0.300	c	N	Q	0.100	a	0.100	a	0.100	a	0.150	b

상태평가 결과 분석

- 백운1교(부산)은 정밀안전진단(2011)을 시행하였으며, 상태평가 결과 “b”로 분류된 교량으로 금회 실시된 정밀안전진단에서도 상태평가 “b”로 평가됨.
- 금회 정밀안전진단 시 신규손상이 조사되었지만 구조물의 안전성에 영향을 미치는 손상이 아니므로 신규손상에 따른 결함도 영향은 미미함
- 금회 정밀안전진단 결함도 점수의 증감 사유는 다음과 같다.
 - 결함도 점수 증가 사유
 - ⇒ 공용연수 증가에 따른 신규손상 발생 및 배수시설 고정핀 파손 및 탈락 발생
 - 결함도 점수 감소 사유
 - ⇒ 2016.09 교면포장(전면 재포장) 실시로 인해 결함도 점수 감소

4.3.2 백운1교(춘천)

가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

【표 4.33】 백운1교(춘천) 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	1방향 균열				2방향 균열				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		균열율 (%)		균열폭 (mm)		균열율 (%)		표면손상 면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	445.0	0.2	b	0.04	b	0.2	b	0.63	b	1.36	b	없음	a	b
S2	1001.0	0.1	b	없음	a	없음	a	없음	a	0.21	b	없음	a	b
S3	445.0	0.2	b	0.17	b	0.1	b	0.07	b	0.91	b	없음	a	b

2) 철근콘크리트 거더

【표 4.34】 백운1교(춘천) 철근콘크리트 거더 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열		열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	1820.0	0.7	c	1.79	b	없음	a	c
S2	5160.0	0.7	c	0.56	b	없음	a	c
S3	1820.0	0.5	c	1.15	b	없음	a	c

주) 아치리브 복부(시공이음부)에 균열폭 0.5mm 이상의 균열이 발생하였으나, 선타설부와 후타설부와의 건조수축 및 구속력에 의한 비구조적인 균열로 판단되어 “c”로 상향 평가함.

3) 콘크리트 가로보

【표 4.35】 백운1교(춘천) 콘크리트 가로보 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열		열화 및 손상				평가 결과
		균열폭(mm)		표면 손상면적(%)		철근부식 손상면적(%)		
S1	238.0	없음	a	없음	a	없음	a	a
S2	557.0	없음	a	없음	a	없음	a	a
S3	238.0	없음	a	없음	a	없음	a	a

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

【표 4.36】 백운1교(춘천) 콘크리트 교대 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		변위		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
A1	92.0	0.2	b	없음	a	1.11	b	없음	a	c
A2	91.0	0.2	b	없음	a	0.22	b	없음	a	c

② 콘크리트 교각

【표 4.37】 백운1교(춘천) 콘크리트 교각 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	균열, 변위				열화 및 손상				평가 결과
		균열폭 (mm)		변위		표면 손상면적 (%)		철근부식 손상면적 (%)		
P1	259.0	0.2	b	없음	a	0.37	b	없음	a	b
P2	195.0	0.2	b	없음	a	0.04	b	없음	a	b

5) 기초

【표 4.38】 백운1교(춘천) 기초 상태평가 결과

구분	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상				지반의 안정성				평가 결과
	균열폭 (㎜)		단면손상 (파손, 철근노출 등)		세굴 여부		침하 (㎜)		
A1, A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q
P1, P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	q

6) 교량받침

【표 4.39】 백운1교(춘천) 교량받침 상태평가 결과

구분	받침 본체				받침 콘크리트				평가 결과
	탄성받침		강재받침		균열폭 (mm)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	-	도장부식 및 변형	b	0.1	b	부분적 손상	b	b
P1	-	-	양호	a	양호	a	양호	a	a
P2	-	-	도장부식	b	0.1	b	부분적 손상	b	b
A2	-	-	도장부식	b	0.2	b	부분적 손상	b	b

7) 신축이음

【표 4.40】 백운1교(춘천) 신축이음 상태평가 결과

구분	본체		받침 콘크리트				평가 결과
			균열		박리, 탈락, 파손 등		
Exp.J1(A1)	토사퇴적	c	미세균열	b	표면마모	b	b
Exp.J2(A2)	토사퇴적	c	미세균열	b	표면마모	b	b

8) 교면포장

【표 4.41】 백운1교(춘천) 교면포장 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	포장불량				배수		평가 결과
		포장불량 면적(%)		포장손상에 따른 주행성 및 통행성				
S1	445.0	0.79	b	주행 영향 없음	b	없음	a	b
S2	1001.0	1.01	b	주행 영향 없음	b	없음	a	b
S3	445.0	없음	a	양호	a	없음	a	a

9) 배수시설

【표 4.42】 백운1교(춘천) 배수시설 상태평가 결과

구분	평가내용	평가 결과
S1	양호	a
S2	양호	a
S3	양호	a

10) 난간 및 연석

【표 4.43】 백운1교(춘천) 난간 및 연석 상태평가 결과

구분	부재 면적 (㎡)	콘크리트						강재				평가 결과
		균열폭 (mm)		박리, 파손, 철근노출(%)		철근부식 손상면적(%)		도장불량 면적(%)		부식손상 면적(%)		
S1	183.7	0.3	c	0.01	b	양호	a	-	-	-	-	c
S2	412.8	0.3	c	0.02	b	양호	a	-	-	-	-	c
S3	183.7	0.5	c	0.05	b	양호	a	-	-	-	-	c

11) 탄산화

【표 4.44】 백운1교(춘천) 탄산화 상태평가 결과

구분		탄산화 잔여 깊이(mm)	평가기준	평가 결과
상부 구조	S2	31.5	- a : 30mm 이상 - b : 10mm이상~30mm미만 - c : 0mm이상~10mm미만 - d : 0mm 미만	a
	S3	34.9		a
하부 구조	P1	86.0		a
	A2	86.7		a

12) 염화물

【표 4.45】 백운1교(춘천) 염화물 상태평가 결과

구분		전염화물 이온량(kg/m³)	평가기준	평가 결과
상부 구조	S3	4.378	- a : 염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$ - b : $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$ - c : $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$ - d : 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	d
하부 구조	P1	0.321		b
	A2	4.338		d

나. 시설물 전체 상태평가 결과

1) 상태평가 결과표

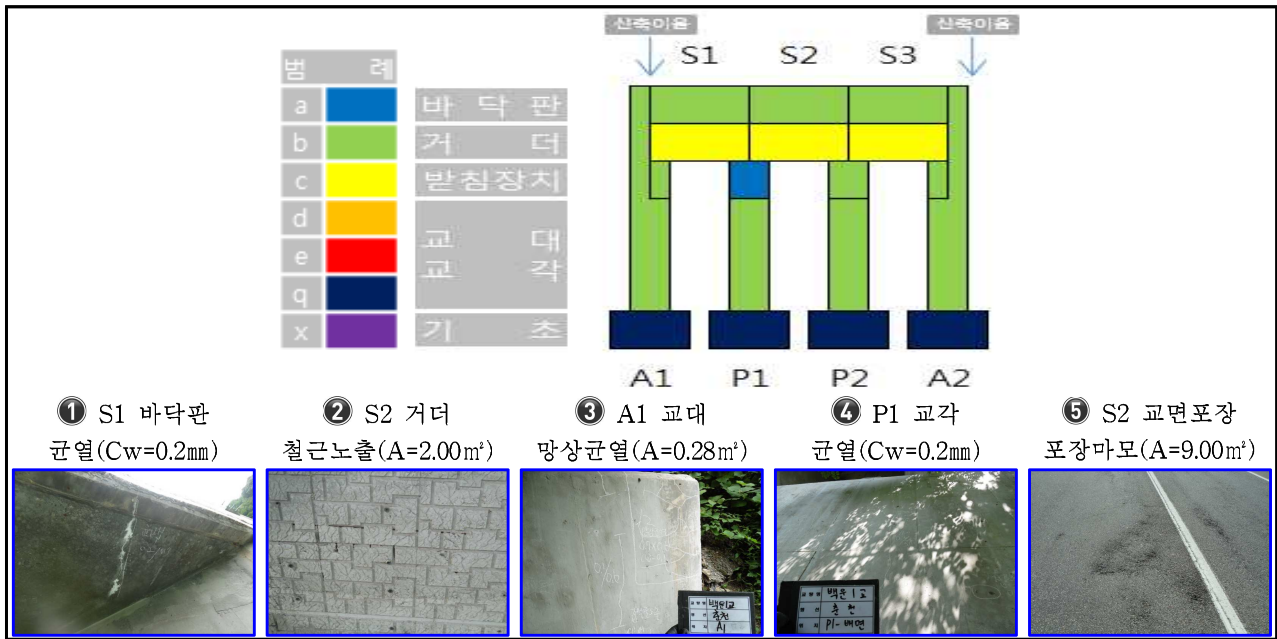
【표 4.46】 백운1교(춘천) 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더		포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1 (A1)	AR 거더	b	c	a	b	a	c	b	b	b	q	×	×	×	×
S2 (P1)	AR 거더	b	c	a	b	a	c	×	a	b	q	a	a	×	b
S3 (P2)	AR 거더	b	c	a	a	a	c	×	b	b	q	a	×	d	×
A2	AR 거더							b	b	b	q	×	a	×	d
평균		0.200	0.400	0.100	0.167	0.100	0.400	0.200	0.175	0.200	0.000	0.100	0.100	0.700	0.450
가중치		15	23	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균×가중치) /가중치 합		0.030	0.092	0.005	0.012	0.003	0.008	0.018	0.016	0.040	0.000	0.002	0.002	0.014	0.005

기준	a	b	c	d	e	환산결함도점수	0.247
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$	상태평가 결과	b

2) 상태평가 결과

본 교량에 대한 종합평가는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침[교량편](2010.12, 국토교통부/한국시설안전공단)』을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과 『기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태』인 “b”로 평가되었다.



【그림 4.3】 백운1교(춘천) 상태평가 결과

다. 전회 진단 결과와의 비교

【표 4.47】 백운1교(춘천) 상태평가 전회 진단 결과와의 비교·분석

구분	일자	전체		바닥판		거더		2차 부재		교면포장		배수시설		난간/연석		신축이음	
		결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과
안전진단	2013.12	0.257	b	0.200	b	0.400	c	0.100	a	0.270	c	0.400	c	0.400	c	0.200	b
안전진단	2016.12	0.247	b	0.200	b	0.400	c	0.100	a	0.167	b	0.100	a	0.400	c	0.200	b

구분	일자	교량받침		교대/교각		기초		탄산화(상부)		탄산화(하부)		염화물(상부)		염화물(하부)	
		결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과	결합 점수	평가 결과
안전진단	2013.12	0.180	b	0.250	b	N	Q	0.150	b	0.100	a	0.100	a	0.100	a
안전진단	2016.12	0.175	b	0.200	b	N	Q	0.100	a	0.100	a	0.700	d	0.450	c

상태평가 결과 분석

- 백운1교(춘천)는 정밀안전진단(2008, 2013)을 시행하였으며, 상태평가결과 “b”로 분류된 교량으로 금회 실시된 정밀안전진단에서는 상태평가 “b”로 평가됨.
- 금회 정밀안전진단시 상세조사에 따른 주요부재(하부구조)의 신규손상 발생 및 신축이음 하부누수 반영으로 상태저하가 발생된 것으로 판단됨.
- 금회 정밀안전진단 결함도 점수의 증감 사유는 다음과 같음.
 - 결함도 점수 증가 사유
 - ⇒ 교대(A1), 교각(P1) 신규손상 발생, 철근콘크리트구간 전염화물량 증가.
 - 결함도 점수 감소 사유
 - ⇒ 2016.10 : 교면포장(부분 재포장) 실시 및 배수구 막힘(청소), 2016.12 : 교각 0.3mm 균열, 교각 철근노출, 교대 백태, 신축이음부 유도배수관, 후타재 균열의 보수로 인해 결함도 점수 감소.

