1.5 상태평가

1.5.1 상태평가 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여「세부지침」의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 정밀점검 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

정밀점검 수행 책임기술자는「세부지침」의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 각 단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

1.5.2 상태평가 기준

상태평가 기준은 다음 표를 따르는 것을 원칙으로 한다.

<표 1.5.1>상태평가 기준

상태평가 기준	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

1.5.3 교량구조물

가. 교량의 부재별 상태평가 적용범위

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 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 1.5.2>부재별 상태평가 적용범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보, 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,

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

1) 콘크리트 바닥판

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.3>콘크리트 바닥판 점검부위

점 검 부 위		손 상 종 류
• 공통		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 • 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)
• 거더교		• 종방향 균열, 망상균열
• 슬래브, 라멘상부	- 받침부(단부)	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열
• 라멘하부	- 측벽	• 균열(수직, 수평)

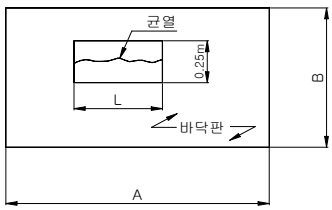
② 상태평가 기준

<표 1.5.4>콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균 열		열화 및 손상
	1방향 균열	2방향 균열	
a	- 균열폭 0.1㎜미만	- 망상균열폭 0.1㎜미만	- 없음
b	- 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만 - 균열율 2%미만	- 망상균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만
c	- 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 - 균열율 2%이상~10%미만	- 망상균열폭 0.3㎜이상	- 표면 손상면적 2%이상~10미만 - 철근부식 손상면적 2%미만 - 데크플레이트 박리 및 누수발생
d	- 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 - 균열율 10%이상~20%미만	- 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상 - 데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식발생
e	- 균열폭 1.0㎜이상 - 균열율 20%이상	- 망상균열에 의한 박리가 심하여 펀칭파괴 발생가능성 있음	- 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

균열율 산정방법

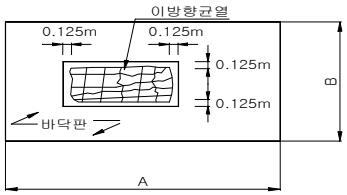
- 1방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 균열길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며, 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = (\%)$$

- 2방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후 점선내 면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(\text{㎡})}{A(m) \times B(m)} \times 100 = (\%)$$

- 표면손상에 대한 면적율 산정방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) = \frac{\text{결함및손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

- 철근부식 손상면적율 산정방법

노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2) 철근콘크리트 거더

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.5>철근콘크리트 거더 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태
• 받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장균열
• 중앙부	• 횡방향균열

② 상태평가 기준

<표 1.5.6>철근콘크리트 거더 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	- 균열폭 0.1㎜미만	- 없음
b	- 균열폭 0.1㎜이상 ~ 0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만
c	- 균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만	- 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만
d	- 균열폭 0.5㎜이상 ~ 1.0㎜미만 - 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상
e	- 균열폭 1.0㎜이상 - 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	- 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

3) 프리스트레스 콘크리트 거더

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.7>프리스트레스 콘크리트 거더 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태(유리석회)
• 받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장균열 • 연속교 상단 휨균열 • 격벽 개구부 모서리 균열
• 중앙부	• 휨균열, 거더처짐 • 쉬스관 노출 및 파손 • 박스내부 및 복부의 강선방향 균열 • 시공이음부 균열 및 누수
• 강선정착부	• 정착부 균열 및 파손
• 누수노출부 - 신축이음 하부, 배수구 주변, 난간하부	• 누수, 물고임, 백태

② 상태평가 기준

<표 1.5.8>프리스트레스 콘크리트 거더 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	- 없음	- 없음
b	- 균열폭 0.2㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만
c	- 균열폭 0.2㎜이상 ~ 0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만
d	- 균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만 - 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상
e	- 균열폭 0.5㎜이상 - 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	- 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안전성저하

4) 강 바닥판, 강거더 및 강교각

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.9>강 바닥판, 강거더 및 강교각(강주탑)거더 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 도장 손상 및 부식 • 현자이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음발생
• 피로강도등급 낮은 용접상세부(D,E급)	• 피로균열
• 받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 받침연결부 부식 • 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
• 중앙부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
• 주탑	• 주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
• 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열
• 부재연결판	• 트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결판의 부식, 균열 및 변형 • 사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형

② 상태평가 기준

<표 1.5.10>강 바닥판, 강거더 및 강교각(강주탑)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 전반적변형 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	• 도장탈락 면적 10%이상 • 부식발생 면적 2%이상~10%미만
d	• 주부재의 전반적 균열	• 주부재의 전반적 변형 및 파단 • 좌굴에 의한 주부재 변형 • 주탑하단부 연결볼트 파단	• 보조부재 10%이상 • 주부재2%이상~10%미만	• 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	• 부식발생 면적 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 용접 연결부 균열진전으로 인해 연결기능 상실	• 부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

5) 강 가로보와 세로보

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.11>강가로보와 세로보 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 도장 손상 및 부식 • 현자이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음발생
• 피로강도등급 낮은 용접상세부(D,E급)	• 피로균열
• 2차부재	• 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 • 하중 집중점, 가로보와 세로부 교차부 균열 • 거세트판 용접부 끝부분 균열
• 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

② 상태평가 기준

<표 1.5.12>강가로보와 세로보 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	• 주부재의 국부적 변형 • 변형 및 충격에 의한 손상 발생	• 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 단면손상면적 2%미만
d	• 주부재의 전반적 균열	• 주부재의 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 단면손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

6) 콘크리트 가로보

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.13>콘크리트 가로보 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태
• 받침부	• 박락(파손), 철근노출 • 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
• 중앙부	• 쉬스관 노출 및 파손 • 정착부 균열 및 파손

② 상태평가 기준

<표 1.5.14>콘크리트 가로보 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	- 균열폭 0.1㎜미만	- 없음
b	- 균열폭 0.1㎜이상 ~ 0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만
c	- 균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만	- 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만
d	- 균열폭 0.5㎜이상	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

7) 교대

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.15>교대 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 교대 회전(기울음), 침하(연직이동) • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
• 두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 균열 및 파손 • 두부와 흉벽 경계부 균열 • 거더와 흉벽 신축유간 부족
• 벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
• 날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴

② 상태평가 기준

<표 1.5.16>교대 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근노출
a	- 구체 균열폭 0.1㎜미만 미세균열	- 없음
b	- 구체 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만 - 앵커블럭 내부 결로 발생
c	- 구체 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 - 교대와 날개벽사이 폭 1.0㎜이상의 균열	- 표면 손상면적 2%이상~10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만 - 앵커블럭 내부 결로의 체수
d	- 구체 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 - 날개벽 기울음 및 손상 심화(배면토유출)	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상
e	- 구체 균열폭 1.0㎜이상 - 날개벽 전도위험 있음 - 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	- 코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 - 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

8) 교각

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.17>교각 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태
• 두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 하부 균열 및 파손
• 구체	• 시공이음부 균열 • 이동 또는 기울음 • 수면접촉부 침식

② 상태평가 기준

<표 1.5.18>교각 상태평가 기준

기준	균열	열화 및 손상, 철근노출
a	- 균열폭 0.1㎜미만	- 없음
b	- 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	- 표면 손상면적 2%미만
c	- 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 - 교대와 날개벽사이 폭 1.0㎜이상의 균열	- 표면 손상면적 2%이상~10%미만 - 철근부식 손상면적 2%미만
d	- 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 -기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	- 표면 손상면적 10%이상 - 철근부식 손상면적 2%이상
e	- 균열폭 1.0㎜이상 - 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	- 코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 - 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

9) 기초

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.19>기초 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 공통	• 박리, 박락, 철근노출, 백태 • 침식, 세굴, 이동, 침하 • 하부구조물 기울음 및 전도
• 직접기초	• 콘크리트 균열 및 파손
• 말뚝기초	• 말뚝 노출 및 침식
• 케이슨기초	• 충돌파손 • 케이슨 노출 및 침식

② 상태평가 기준

<표 1.5.20>기초 상태평가 기준

기준	세굴, 기초손상	침하, 변위
a	- 균열폭 0.1㎜미만	- 없음
b	- 직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜미만의 균열 발생	- 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에의해 노출됨
c	- 직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜이상의 균열 및 단면손상 발생 - 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	- 침하가 20㎜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 20㎜이상 발생 - 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 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 의해 교대/교각이 기울음이 발생하여 상부구조의 단차 및 파손 발생

10) 교량받침

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.21>교량받침 점검부위

점 검 부 위		손 상 종 류
• 본체	• 공통	• 가동받침의 신축유간 부족 • 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 • 받침과 주형의 밀착상태 • 수직보강재와 받침 편기상태 • 받침 물고임 및 부식
	• 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	• 고무받침	• 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
• 받침콘크리트		• 앵커볼트 파손, 절단 • 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 • 교각두부 균열

② 상태평가 기준

<표 1.5.22>교량받침 상태평가 기준

기준	받침본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	-양호	-양호	- 없음
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 0.3㎜이상 균열 발생 - 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상장애
d	-고무재 파손 및 단차, 균열 심화 -받침두께의 0.3배 이상의 전단 변형 -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 불량으로 인하여 거더등 주부재의 파손 발생 -받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 -작동불능 상태	-

11) 신축이음

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.23>신축이음 점검부위

점 검 부 위		손 상 종 류
• 본체	• 공통	• 충격음, 본체유동 및 파손, 누수 • 유간부족 및 유간과다, 오물퇴적
	• 고무재	• 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	• 강재	• 강재 연결부 이완 및 파손
• 후타재		• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손

② 상태평가 기준

<표 1.5.24>신축이음 상태평가 기준

기준	본체	후타재
a	• 없음	• 양호
b	• 토사, 이물질퇴적, 고무판 노화	• 미세균열 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 50cm 이하의 간격으로 발생 • 국부적인 박리, 박락, 파손
d	• 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 • 신축유간이 밀차되어 거동불량 • 신축유간이 넓어 차량통행에 지장초래 • 신축이음 본체 탈락, 피손 및 작동 불능	• 신축이음장치의 심한파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 • 파손범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

12) 배수시설

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.25>배수시설 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
• 배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	• 뚜껑파손 및 주변파손, 누락 • 오물퇴적, 막힘 • 배수구의 설치높이가 높음 • 배수구 설치위치 불량 • 배수구 설치간격 넓음
• 배수관	• 관의 연결부 어긋남, 파손 • 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손 • 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

② 상태평가 기준

<표 1.5.26>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	-

13) 난간, 연석

① 점검부위 및 손상종류

<표 1.5.27>난간, 연석 점검부위

점 검 부 위		손 상 종 류
• 난간 연석	• 강재, 알루미늄	• 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량
	• 철근 콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

② 상태평가 기준

<표 1.5.28>난간, 연석 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	• 양호	• 양호	• 양호
b	• 도장불량 10%미만	• 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	• 경미한 손상, 0.3㎜미만 균열
c	• 도장불량 10%미상 • 부식으로 인한 단면손상 10%미만	• 파손 및 탈락 10%미만	• 0.3㎜이상 균열 • 박리, 파손, 철근노출 10%미만 • 철근부식손상 길이 2%미만
d	• 부식으로 인한 단면손상 10%이상	• 파손 및 탈락 10%이상 • 난석으로 인한 손상발생 • 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	• 박리, 파손, 철근노출 10%이상 • 철근부식손상 길이 2%이상
e	-	-	-

14) 탄산화

① 상태평가 기준

<표 1.5.29>탄산화 상태평가 기준

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

나. 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표 1.5.30>구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교 량	거더교량							라멘교		
				일반 거더교			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
	주형		-	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)			

( ) : 정밀점검 시 적용가중치

<해 설>

1. 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 가중치에 포함시킨다.
2. 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 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 포함 시킨다.

다. 상태평가 산정절차

1) 상태평가 결과 산정방법

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.

② 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

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,<표 1.5.31>의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

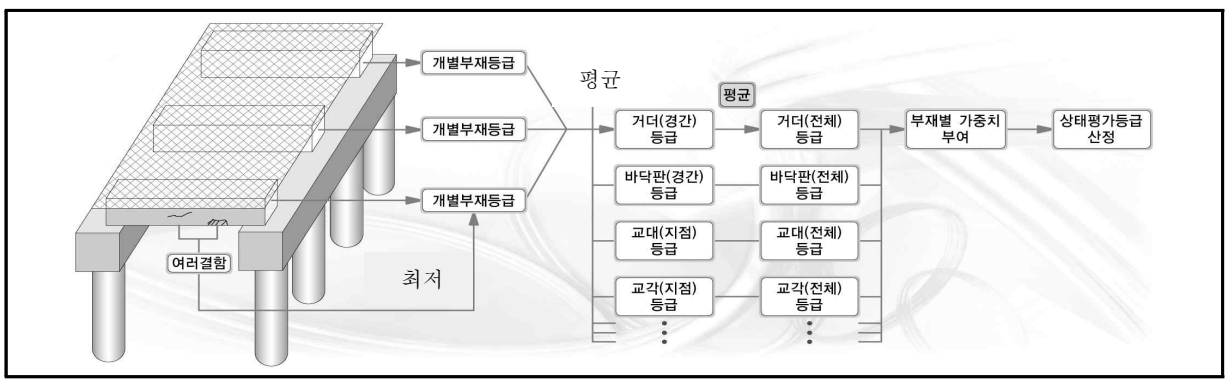
<표 1.5.31>결함도점수 범위에 따른 기준범위

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0
결함도 범위	0≤x<0.13	0.13≤x<0.26	0.26≤x<0.49	0.49≤x<0.79	0.79≤x

- 램프교가 포함된 교량의 경우

본교와 각 램프교에 대해서 각각 상태평가 결과를 산정하며, 길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 상태평가 결과를 산정한다.

또한 경간 및 부재의 상태가 좋지 않은 경우 부가적인 설명을 명시한다.



<그림 1.5.1>전체 교량의 상태평가 결과 산정과정의 예

1.5.4 터널

가. 상태평가 항목

터널의 상태평가는 라이닝 상태평가와 터널주변 상태평가로 구분하여 실시하며 상태평가 시 고려해야할 주요 평가항목은 다음과 같다.

<표 1.5.32>터널 주요 평가항목

구 분		평 가 항 목
터널 상태 평가	라이닝 상태	• 균열 • 누수 • 파손 및 손상 • 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출, 재료분리, 탄산화, 염화물)
	터널주변 상태 등	• 배수상태 • 지반상태 • 공동구상태 • 특수조건 : 추가점수 부여
부대시설 상태평가		• 균열 • 누수 • 파손 및 손상 • 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)

나. 터널 상태평가 결과 기준

터널의 상태평가 결과를 산정하는 구성요소는 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 주요구조부에 대한 재료시험에서 조사된 상태에 대한 평가를 포함하며 각 부재로부터 발견된 결함을 근거로 하여 결함의 범위 및 정도에 따라 A, B, C, D, E의 5가지 단계로 상태평가 결과를 매긴다.

<표 1.5.33>시설물의 상태평가 기준(터널)

상태평가 기준	결함지수(F)	시설물의 상태
A	0.00≤F<0.15	문제점이 없는 최상의 상태
B	0.15≤F<0.30	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	0.30≤F<0.55	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	0.55≤F<0.75	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	0.75≤F	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

다. 터널별 결함점수 및 결함지수 산정기준

터널분류에 따른 터널별 상태평가를 위한 평가항목별등급 및 결함점수와 결함지수 산출방법 중 대상구조물에 적용되는 사항은 다음과 같다.

1) NATM터널(무근콘크리트 라이닝, 철근콘크리트 라이닝)

NATM터널 시공법으로 시공되는 무근, 철근콘크리트 라이닝구조의 결함점수 및 결함지수 산정기준은 다음과 같다.

<표 1.5.34>NATM터널(무근콘크리트 라이닝) 결함지수 산정기준

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">평가기준</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th><th>e</th></tr>
<tr><th>0≤f<0.15</th><th>0.15≤f<0.30</th><th>0.30≤f<0.55</th><th>0.55≤f<0.75</th><th>0.75≤f</th></tr>
<tr><td rowspan="6">라이닝</td><td colspan="2">균열</td><td>0~2</td><td>3~5</td><td>6~8</td><td>9~11</td><td>12~13</td></tr>
<tr><td colspan="2">누수</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4~5</td></tr>
<tr><td colspan="2">파손 및 손상</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="4">재질열화</td><td>박리</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>층분리 및 박락</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>백 태</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>재료분리</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="6">터널 주변</td><td rowspan="2">배수상태</td><td colspan="5">오 염 됨 : 1</td></tr>
<tr><td colspan="5">배수불량 또는 막힘 : 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지반상태</td><td rowspan="2">풍화변질 및 단층파쇄대</td><td colspan="4">영향범위 내 : 2~3</td></tr>
<tr><td colspan="4">영향범위 외 : 1</td></tr>
<tr><td>갱문상태</td><td colspan="5">손 상 : 0.5~1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">공동구 상태</td><td colspan="5">덮개파손 및 오염됨 : 0.5</td></tr>
<tr><td colspan="5">이물질 퇴적 및 침수 : 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">특수조건</td><td colspan="5">도심지 토사터널, 전력구 터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험(추가점수) : 1~3</td></tr>
<tr><td colspan="8">라이닝 결함점수(f) = $\frac{\sum 결함점수}{27}$, 터널결함지수(F) = $\frac{\sum 결함점수}{34}$</td></tr>
</table>

<표 1.5.35>NATM터널(철근콘크리트 라이닝) 결함지수 산정기준

평가기준			a	b	c	d	e
			0≤f<0.15	0.15≤f<0.30	0.30≤f<0.55	0.55≤f<0.75	0.75≤f
라이닝	균열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
	누수		0	1	2	3	4~5
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질열화	박리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄 산 화	0	1	2	3	-
		염 화 물	0	1	1	2	-
터널 주변	배수상태		오 염 됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2~3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손 상 : 0.5~1				
	공동구 상태		덮개파손 및 오염됨 : 0.5				
			이물질 퇴적 및 침수 : 1				
특수조건			도심지 토사터널, 전력구 터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험(추가점수) : 1~3				

라이닝 결함점수(f) = $\frac{\sum 결함점수}{36}$, 터널결함지수(F) = $\frac{\sum 결함점수}{43}$

2) 개착식터널(철근콘크리트 구조물)

<표 1.5.36>개착식터널(철근콘크리트 구조물) 결함지수 산정기준

평가기준			a	b	c	d	e
			0≤f<0.15	0.15≤f<0.30	0.30≤f<0.55	0.55≤f<0.75	0.75≤f
개착식 터널 (BOX형 철근 콘크리트 구조물)	균열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
	누수		0	1	2	3	4~5
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질열화	박 리	0	0	1	1	1
		박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄산화	0	1	2	3	-
		염화물	0	1(0)	1(0)	2(0)	-
터널주변	배수상태		오 염 됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2~3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손 상 : 0.5~1				
	공동구 상태		덮개파손 및 오염됨 : 0.5				
			이물질 퇴적 및 침수 : 1				
특수조건			도심지 토사터널, 전력구 터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험(추가점수) : 1~3				
라이닝 결함점수(f) = $\frac{\sum 결함점수}{36}$, 터널결함지수(F) = $\frac{\sum 결함점수}{43}$							

라. 상태평가 항목 및 기준

터널 평가항목은 기존의 국내 세부지침 기준과 같이 5단계로 세분하였고, 평가항목별 상태평가기준은 터널 상태평가 결과와의 차이를 두기 위하여 소문자 a, b, c, d, e 로 표기한다. 세부기준은 기존 국내기준과 국외기준을 참고하여 결정하였으며, 설문조사를 통한 실무자들의 의견과 현실적인 여건을 고려하여 정하였다. 또한, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하도록 하며, 여러 개소에서 조사될 경우에는 하향평가 한다. 터널 라이닝의 상태평가 단위길이는 일반적으로 30m 를 기준으로 한다. 상태평가 단위길이는 터널 라이닝의 신축이음(약 20~30m)을 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 조정할 수 있다.

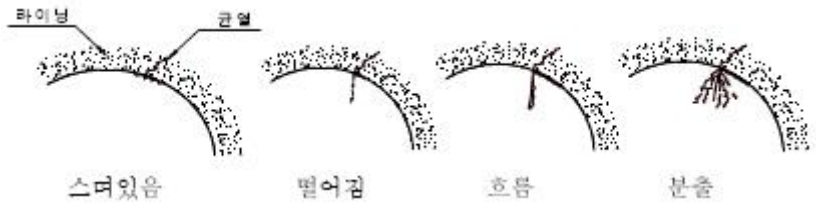
1) 균열

<표 1.5.37>균열의 상태등급 산정

구 분 \ 평가기준		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	무근(균열)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 이상 0.3㎜ 미만	0.3㎜ 이상 1.0㎜ 미만	1.0㎜ 이상 3.0㎜ 미만	3.0㎜ 이상
	철근(균열)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 이상 0.3㎜ 미만	0.3㎜ 이상 0.5㎜ 미만	0.5㎜ 이상 0.7㎜ 미만	0.7㎜ 이상
개착터널	BOX(균열)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 이상 0.3㎜ 미만	0.3㎜ 이상 0.5㎜ 미만	0.5㎜ 이상 0.7㎜ 미만	0.7㎜ 이상
조적식 라이닝	줄눈균열	없음	아주 경미한 줄눈깨짐	벽돌 2개소 이하	벽돌 2~5개소	벽돌 5개소 이상

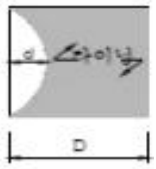
2) 누수

<표 1.5.38>누수의 상태등급 산정

구 분 \ 평가기준	a	b	c	d	e
누 수	없 음	스며 있음	떨 어 짐	흐 름	분 출
					
해 설	1) 누수발생부위는 아치부와 측벽부, 노면으로 구분하며, 아치부에 누수가 발생하여 차량통행에 지장을 주는 경우 평가는 하향조정하도록 한다. 2) 아치부에 발생된 누수가 얼어 고드름이 형성된 경우와 측벽부에 발생된 누수가 얼어서 시설한계를 초과하여 차량통행에 지장을 주는 경우에는 평가는 하향조정 하도록 한다. 3) 노면에 토사유출 또는 동결이 발생되어 차량통행에 지장이 될 경우에는 평가는 하향조정하고, 그 원인을 정밀 조사하도록 한다. 4) 누수가 배수공과 시공이음, 신축이음의 결함, 균열, 배면공동, 수맥 등의 영향으로 인하여 발생될 경우에는 수압 등에 의한 구조적 결함을 유발 시킬 수 있는지의 여부 등을 검토할 수 있다. 5) 누수는 건기시와 우기시에 따라 계절별로 차이가 발생할 수 있으므로 계절적요인을 반영하여 평가할 수 있다. 6) 보수·보강부위는 누수상태(수질, 수량, 물흐름)의 변화 유무 등을 주기적인점검(정기정검)결과를 활용하여 평가할 수 있다.				

3) 파손 및 손상

<표 1.5.39>파손 및 손상의 상태등급 산정

구 분 \ 평가기준		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	손상도	없음	1/6미만	1/6이상 1/3미만	1/3이상 1/2미만	1/2이상
	손상 면적	없음	아주 경미한 상태	경미한 손상 (10㎝×10㎝미만)	중간 손상 (10㎝×10㎝이상, 30㎝×30㎝미만)	극심한 손상 (30㎝×30㎝이상)
조적식 라이닝	손상 두께	없음	벽돌부분 손상	벽돌 1개 이하	벽돌 1~2개	벽돌 2개 이상
해 설		1) 손상도는 콘크리트 라이닝에 대한 것으로 라이닝 두께에 대한 손상된 두께를 말하며, 일반적으로 라이닝 설계두께를 기준으로 하고, 라이닝 측정두께가 있는 경우 이를 기준으로 한다. ※ 손상도 = d (파손 및 손상두께) / D(라이닝두께)  2) 조적식 라이닝에서 파손 및 손상두께는 벽돌두께를 기준으로 적용한다. 3) 조적식 라이닝인 경우 파손 및 손상면적은 벽돌크기를 기준으로 하여 산정 하도록 한다. 4) 지반탐사 등으로 측정된 라이닝 두께가 설계두께에 못 미치는 경우에는 이를 손상으로 평가 할 수 있다. 5) 파손 및 손상발생부위는 아치부와 측벽부로 구분하며, 아치부에 파손 및 손상이 발생하여 낙하위험이 있는 경우 평가는 하향조정한다. 6) 면적율이 20% 이하일 경우는 해당 상태평가결과를 기재하고, 면적율이 20% 이상일 경우의 평가는 a→a, b→c, c→d, d→e, e→e로 하향 조정할 수 있다.				

4) 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)

<표 1.5.40>재질열화의 상태등급 산정

평가기준 / 구분	a	b	c	d	e
박리	없음	0.5㎜ 미만	0.5㎜ 이상 1.0㎜ 미만	1.0㎜ 이상 25㎜ 미만	25㎜ 이상 이거나 조골재 손실
층분리 및 박락	없음	깊이 12㎜미만 또는 직경 75㎜미만	깊이 12~25㎜미만 또는 직경 75~150㎜미만	깊이 25㎜이상 또는 직경 150㎜이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
백 태, 재료분리	없음	면적율 5%미만	면적율 5~10%	면적율 10~20%	면적율 20%이상
철근노출	없음	면적율 1%미만	면적율 1~3%미만	면적율 3~5%미만	면적율 5%이상
탄산화 잔여깊이	30㎜ 이상	10㎜ 이상 ~ 30㎜ 미만	0㎜ 이상 ~ 10㎜ 미만	0㎜ 미만	-
전염화물 이온량	0.3kg/㎥이하	0.3kg/㎥ 초과 ~ 1.2kg/㎥ 미만	1.2kg/㎥ 이상 ~ 2.5kg/㎥ 미만	2.5kg/㎥ 이상	-
해 설	1) 박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리는 콘크리트의 재질에 대한 평가로서 경년이나 주변환경영향 등에 따라 열화되는 특성을 나타낸다. 2) 박리는 콘크리트 라이닝의 박리된 깊이를 기준으로 하며, 층분리 및 박락은 콘크리트 박락된 깊이, 직경, 상태 등을 고려하여 판단하도록 한다. 3) 박리 층분리 및 박락이 심한 경우에는 다른 변상조건들과 비교 검토하여 그 원인을 조사하도록 한다. 4) 백태 및 재료분리의 경우 발생범위와 정도로부터 판단하도록 한다. 5) 철근노출은 철근콘크리트 라이닝인 경우에 적용하며, 심한 부식이 우려되는 경우에는 부식도를 측정하여 철근의 부식상태를 평가하도록 한다. 또한, 철근노출 발생 면적은 철근 노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 한다. 6) 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용하며, 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다. 평가는 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다. <일본구조물진단기술협회「비파괴시험을이용한토목콘크리트구조물의건전도진단매뉴얼」(2003년)> 7) 채취 코어의 전염화물 이온 시험결과에서 염화물에 의한 강재부식 가능성을 평가하며, 염화물 함유량은 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다. 염화물 함유량 분석은 철근 깊이까지 깊이별(10㎜또는 20㎜)로 단계를 구분하여 염화물 분포를 파악함을 원칙으로 하며,염화물 이온농도의 분포를 도시한다. <일본구조물진단기술협회「비파괴시험을이용한토목콘크리트구조물의건전도진단매뉴얼」(2003년)> 8) 박리, 층분리 및 박락의 면적율이 20% 이하일 경우는 해당 상태평가결과를 기재하고, 면적율이 20% 이상일 경우의 평가는 a→a, b→c, c→d, d→e, e→e로 하향 조정할 수 있다.				

5) 배수상태

<표 1.5.41>배수상태의 상태등급 산정

구 분	오염됨	배수불량 및 막힘(배수시설 작동불량)
결함 점수	1(1~2)	2(3~4)
해 설	1) 배수상태는 지하수를 유도하여 배수를 허용하는 배수형 터널의 경우에 한하며, 배수형 터널이 아닌 경우에는 전문가의 판단에 따라 별도로 적용하도록 한다. 2) 배수된 물의 함유성분에 의한 오염이 우려되는 경우에는 수질을 조사하여 오염의 원인을 평가하도록 한다. 3) 배수된 물에 토사가 섞여 나오는 경우에는 계속적인 토사유출로 라이닝 배면에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 토사유출량과 터널안정성에 대해 정밀조사하도록 한다. 4) 집수정이 설치된 경우 배수시설(펌프설비 등)의 작동유무, 정착상태, 전원설비상태 등을 점검하고 작동이 안되거나 정착이 불량한 경우 관리주체에 통보하여 교체 또는 수리 등의 조치가 가능하도록 하여야 한다.	

6) 지반상태

<표 1.5.42>지반상태의 상태등급 산정

구 분	풍화변질 및 단층파쇄대			
	풍화변질	단 층 파 쇄 대		
		영향범위 외	영향범위 내	
			중·소규모 단층	대규모 단층
결함 점수	1	1	2	3
해 설	1) 기 시공된 터널에서는 주변지반상태를 육안으로 확인하는 것이 쉽지 않으므로 설계 및 시공자료를 참고하여 판단하도록 하며, 안전성 평가시 지반조사를 실시하여 지반상태를 평가하도록 한다. 2) 지반상태가 터널에 영향을 미치는 범위는 0.5D를 기준으로 한다. 3) 지반의 풍화변질상태는 육안으로 확인할 수 있는 갱구부 주변의 지반이나 노출된 암반으로부터 평가하도록 한다. 4) 터널에 직접적인 영향을 주는 지질구조(단층, 습곡, 선구조선)의 영향은 지질도나 시공자료, 지표지질조사결과 그리고 필요시 인공위성사진, 항공사진 등을 이용하여 검토하도록 한다. 5) 이완토압, 편토압, 소성압 등으로 인하여 내공변위가 발생한 경우에는 단층파쇄대의 영향범위 내에 해당하는 점수를 부여한다. 6) 도심지 터널의 경우 낮은 심도로 인하여 불량지반, 복합지반에 위치하는 경우에 지반상태를 평가하고 영향범위에 따른 점수를 부여한다.			

7) 갱문(접속부) 상태

<표 1.5.43>갱문(접속부)의 상태등급 산정

구 분	손 상	
	보통인 상태	불량한 상태
결함점수	0.5(1)	1(2)
해 설	1) 갱구부는 터널의 입출구부로서 차량의 통행에 직접적인 영향을 주기 때문에 갱문(접속부)상태를 반영하여 손상여부를 평가한다. 2) 갱문(접속부)의 평가방법은 일반 콘크리트구조물에서의 평가방법에 준하며, 특히 주변지반의 변화상태 등에 유의하여야 한다. 3) 갱문(접속부)에 심각한 손상이 발생한 경우, 주변 지반조사를 실시하여 손상원인을 규명 하도록 한다.	

8) 공동구 상태

<표 1.5.44>공동구의 상태등급 산정

구 분	덮개파손 및 오염됨	이물질 퇴적 및 침수
결함점수	0.5	1
해 설	1) 통신케이블, 신호용케이블, 전기케이블 등의 보호를 위해 터널내에 설치되는 공간을 가리키며, 일반적으로 배수구와 병행하여 시공된다. 2) 공동구의 오염상태, 덮개파손, 이물질의 퇴적이나 침수 등을 조사하여 상태를 평가하도록 한다.	

9) 특수조건(추가점수)

<표 1.5.45>특수조건의 상태등급 산정

구 분	도심지 토사터널		전력구터널, 전차선을 설치한 터널		
	주의범위 (1D~2D)	제한범위 (1D미만)	측벽부 낙수	아치부 낙수	동결위험
결함점수	1	2	1	2	3
해 설	1) 도심지 토사터널은 터널심도, 인접시설물(건축물, 철도, 도로 등)과의 거리 등을 검토·분석하고 터널에 영향을 미치는 범위를 고려하여 이를 반영한다. 2) 전력구터널, 전차선을 설치한 터널은 전기를 사용하므로 누전문제에 대한 위험성을 상태평가에 추가 반영하도록 하고, 특히 전차선을 설치한 터널은 동결시 차량운행에 지장을 초래할 수 있으므로 이를 반영한다. 3) 기타 일반적인 터널조건과 다른 특수터널인 경우, 조사자의 판단에 따라 상태평가에 특수조건을 부과하여 가점하도록 한다.				

마. 상태평가 결과 산정 방법

1) 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

① 라이닝 단위길이별 평가항목에 대해 최저의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.

② 라이닝 단위길이별 결함지수를 구한다.

③ 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

2) 2단계 : 라이닝 상태평가 결과 산정

① 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

② 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

2) 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

① 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갱문, 공동구상태의 결함점수를 부여한다.

② 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정 시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

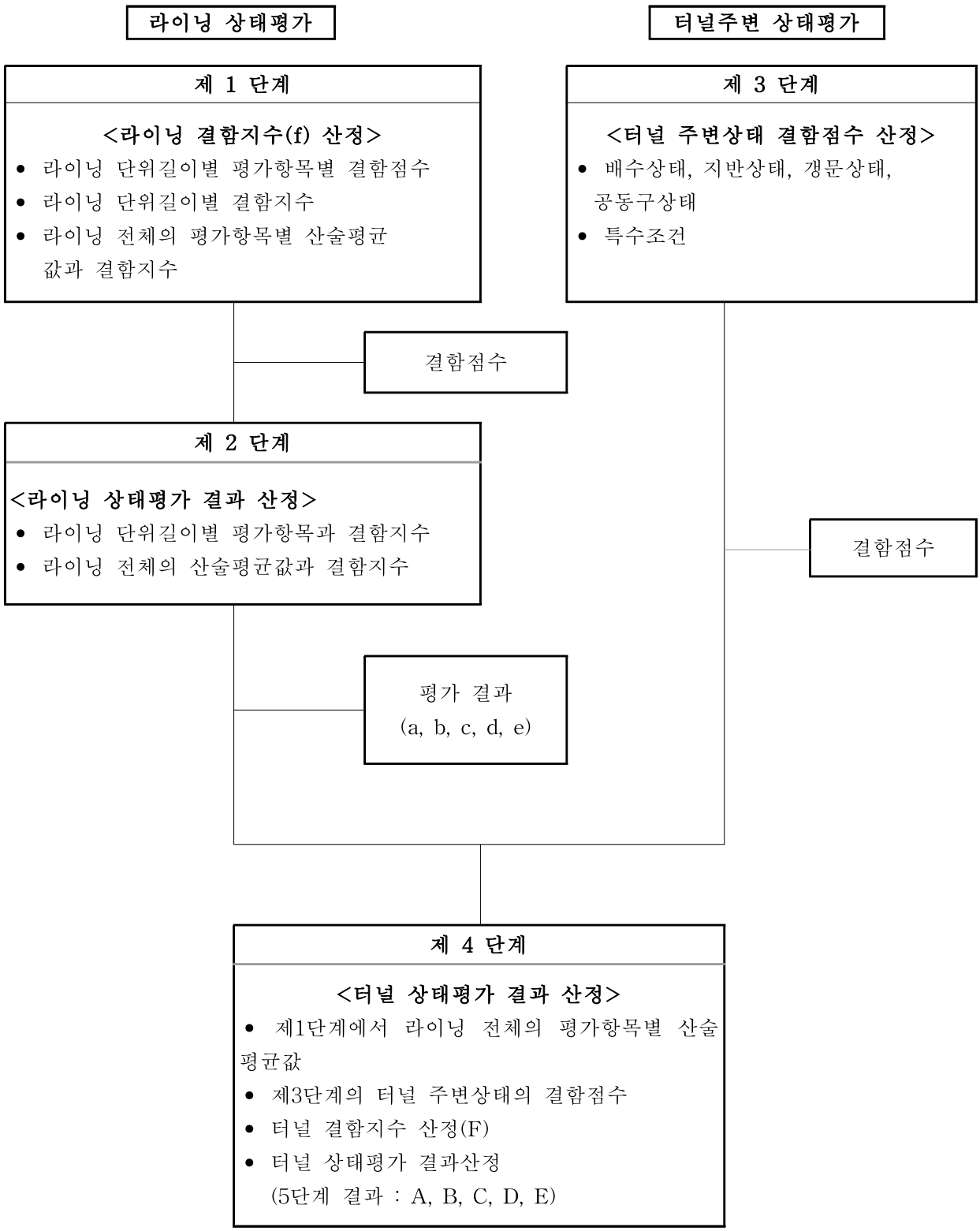
4) 제4단계 : 터널 상태평가 결과 산정

① 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정 시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.

② 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

③ 터널 상태평가 결과 산정

- A등급(우수) : 터널 결함지수(F) 0.00 $F \leq 0.15$
- B등급(양호) : 터널 결함지수(F) 0.15 $F \leq 0.30$
- C등급(보통) : 터널 결함지수(F) 0.30 $F \leq 0.55$
- D등급(미흡) : 터널 결함지수(F) 0.55 $F \leq 0.75$
- E등급(불량) : 터널 결함지수(F) 0.75 F



<그림 1.5.2>상태평가 결과 산정절차