

제4장 상태평가

4.1 개요

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과

제4장 상태평가

4.1 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2026. 01」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

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

안전점검 및 정밀안전진단 수행 책임기술자는 「세부지침」의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다.

정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.2.1 상태평가 기준

가. 기본시설 및 부대시설

방음터널의 기본시설과 부대시설은 다음 【표 4.2.1】과 같다.

금회 정밀안전점검의 실시범위는 기본시설물 및 공중이 이용하는 부위로 한정되어 그에 대해 상태평가를 실시하였다.

【표 4.2.1】 방음터널의 기본시설물과 공중이 이용하는 부위의 종류

기본시설물	공중이 이용하는 부위
· 주골조	· 추락방지시설
· 보조골조	· 도로포장
· 방음판	· 도로부 신축이음부
· 기초콘크리트	· 환기구 등의 덮개
· 기초연결부	-

나. 상태평가 부재별 항목

방음터널의 상태평가는 조골조, 보조골조, 방음판, 기초콘크리트, 기초연결부 상태평가로 구분하여 실시하며 상태평가지 고려해야할 주요 평가항목은 다음과 같다.

【표 4.2.2】 방음터널 부재별 상태평가 항목

구분		조사항목		
주골조 · 보조 골조	내구성	변형(좌굴), 파단		
		용접 접합상태		
		볼트 접합상태		
		강재의 부식도		
주골조	변위 · 변형	기울기		
		처짐		
방음판		부식 또는 변형		
		균열 또는 파손		
기초콘크리트		균열		
		파손 및 손상		
		재질 열화	백태, 박리, 층분리 및 박락	
			철근부식	
탄산화				
기초연결부		볼트 풀림 · 탈락, 부식		

다. 결함지수 산정기준

1) 평가단위별 부재 상태평가 산정

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가결과 중 최저값을 개별부재 상태평가결과로 산정한다.

한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가결과로 산정한다.

2) 전체 시설물의 상태평가결과 결정

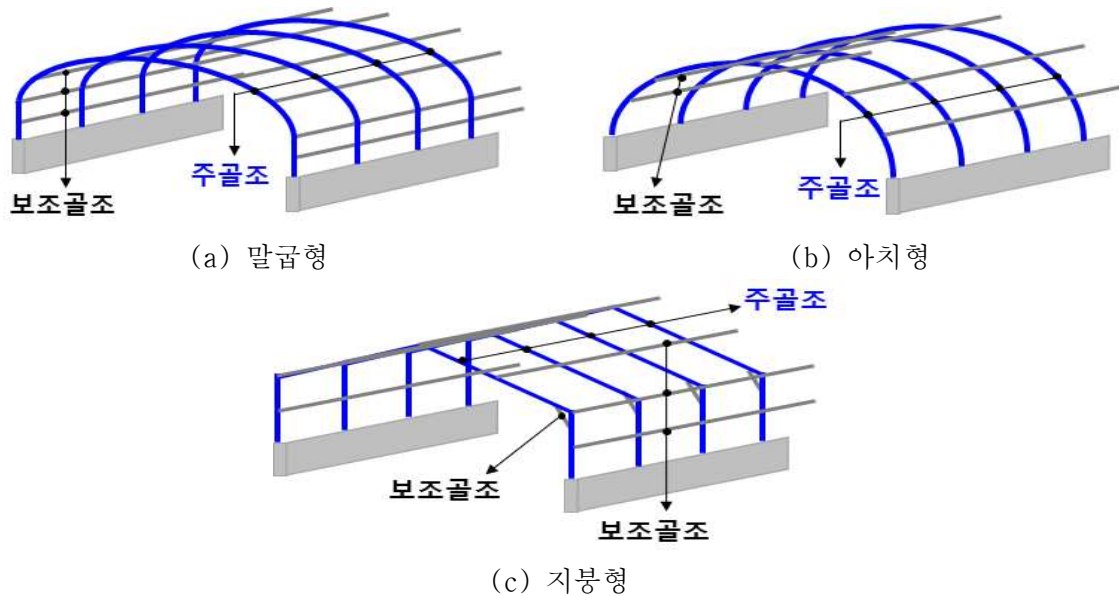
구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, [표 4.2.3], [표 4.2.5]의 등급에 따른 결함도 지수 기준 및 결함도 점수 범위에 따른 안전등급 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

1) 등급에 따른 결함도 지수 기준

【표 4.2.3】 등급에 따른 결함도 지수 기준

기준	a	b	c	d	e
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00

2) 단면형상에 따른 방음터널의 부재별 가중치



【그림 4.2.1】 방음터널 단면형상 별 골조부재 구분

【표 4.2.4】 단면형상에 따른 방음터널의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목	말굽형	지붕형		아치형
			가새있음	가새없음	
골조	주골조	28	28	30	26
	보조골조	12	12	10	9
방음판	방음판	10	10	10	10
기초연결부	기초연결부	15	15	15	20
기초	기초콘크리트	35	35	35	35

3) 방음터널 결함도 점수 범위에 따른 안전등급 기준

【표 4.2.5】 방음터널 결함도 점수 범위에 따른 안전등급 기준

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

4.2.2 상태평가기준 및 방법

가. 상태평가항목 및 기준

1) 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가기준은 방음터널을 골조, 방음판, 기초연결부 및 기초콘크리트로 구분하고, 골조는 주골조와 보조골조로 세분하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가기준을 마련하였다.

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.

【표 4.2.6】 방음터널 부재별 상태평가 기준

구분		조사항목		내 용
주골조 · 보조 골조	내구성	변형(좌굴), 파단		주골조의 변형(좌굴)
		용접 접합상태		용접부 결함(균열, 부식 등)
		볼트 접합상태		볼트 누락, 풀림, 이완 등
		강재의 부식도		강재 부식상태
주골조	변위 · 변형	기울기		주골조의 기울기
		처짐		주골조의 처짐
방음판		부식 또는 변형		불투명방음판의 부식 또는 변형
		균열 또는 파손		투명방음판의 균열 또는 파손
기초콘크리트		균열		기초콘크리트의 균열
		파손 및 손상		기초콘크리트 파손 및 손상
		재질 열화	백태, 박리, 층분리 및 박락	기초콘크리트 표면 백태, 박리, 층분리 및 박락
			철근부식	기초콘크리트 철근 부식
			탄산화	기초콘크리트 탄산화
기초연결부		볼트 풀림 · 탈락, 부식		기초연결부 볼트 풀림 · 탈락, 부식

나. 상태평가항목별 기준

1) 주골조의 내구성

【표 4.2.7】 주골조의 내구성 상태평가기준

기준	변형 또는 파단	볼트 접합상태	용접 접합상태	강재의 부식
a	○ 없음	○ 결함이 없는 상태	○ 결함이 없는 상태	○ 없음
b	○ 주골조 부재는 변형이 없으나, 보강재*에 경미한 변형 발생	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 1) 5% 미만	○ 용접연결부에 국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	○ 주골조 표면 도금(도장) 일부에 박리 등의 손상발생면적이 10% 미만 ○ 부식발생 면적2) 2% 미만
c	○ 주골조 부재의 국부적 변형	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 5% 이상 10% 미만	○ 용접연결부에 부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	○ 주골조 표면 도금(도장) 일부에 박리 등의 손상발생면적이 10% 이상인 상태 ○ 부식발생 면적 2% 이상 10% 미만 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 미만
d	○ 주골조 부재의 전반적 변형 및 파단 ○ 좌굴에 의한 주골조 부재 변형	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 10% 이상 30% 미만	○ 용접연결부에 광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	○ 부식발생 면적 10% 이상의 광범위한 부식 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 이상 10% 미만
e	○ 좌굴에 의한 과대 변형 및 파단으로 주골조 부재의 안전성 저하	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 30% 이상	○ 용접연결부 전반에 걸쳐 심각한 결함(변형, 단면 손실 등)이 발생하여 연결기능이 상실된 상태	○ 부식에 의한 단면손상 면적 10% 이상

* 주골조(구조부재)의 좌굴 등을 방지하기 위해 장치되는 판 또는 작은 부재(스티프너, 가새, 사이드앵글 등)를 의미함.

$$* \text{볼트 풀림 또는 탈락 발생율}(\%) = \frac{\text{풀림 또는 탈락 발생개소}}{\text{조사단위개소}} \times 100$$

$$* \text{부식 발생 또는 단면손상 면적률}(\%) = \frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

2) 주골조의 기울기

【표 4.2.8】 주골조의 기울기에 대한 상태평가기준

기준	기울기(각변위)	내 용
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계
b	1/500 이내	구조물의 균열발생 한계
c	1/250 이내	구조물의 경사도 감지
d	1/150 이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계
e	1/150 초과	구조물이 위험할 정도

* 시공오차를 제외한 순 기울기

* 상태평가결과가 “d” 이하이면서 균열의 심한 변화를 동반하는 경우 중대한 결함으로 본다.

3) 주골조의 처짐

【표 4.2.9】 주골조의 처짐에 대한 상태평가기준

기준	평가기준 (보 및 슬래브의 처짐, L: 경간길이(cm))
a	L / 480 이하
b	L / 480 이하(경미한 손상)
c	L / 240 이하
d	L / 150 이하
e	L / 150 초과

* 시공오차를 제외한 순 변위·변형

* 상태평가결과가 “d” 이하이면서 과도한 균열을 동반하는 경우 16.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

4) 보조골조의 내구설

【표 4.2.10】 보조골조의 내구성 상태평가기준

기준	변형 또는 파단	볼트 접합상태	용접 접합상태	강재의 부식
a	○ 없음	○ 볼트연결부에 손상이 없는 경우	○ 용접연결부에 결함이 없는 상태	○ 없음
b	○ 보조골조 부재의 경미한 변형	○ 볼트연결부에 경미한 손상이 발생한 상태	○ 용접연결부에 국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	○ 부식발생 면적 2% 미만
c	○ 보조골조 부재의 국부적 변형	○ 볼트연결부에 볼트 이완, 조임 미흡이 일부 발생한 상태	○ 용접연결부에 부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	○ 부식발생 면적* 2%이상 10% 미만 ○ 부식에 의한 단면손상 면적* 2% 미만
d	○ 보조골조 부재의 전반적 변형	○ 볼트연결부에 볼트 풀림이 다수 발생하거나, 볼트 체결 누락 등으로 접합상태가 불량한 상태	○ 용접연결부에 광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	○ 부식발생 면적 10% 이상 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 이상 10% 미만
e	○ 보조골조 부재의 파단	○ 볼트연결부에 심각한 손상이 발생한 상태	○ 용접연결부 전반에 걸쳐 심각한 결함(변형, 단면 손실 등)이 발생하여 연결기능이 상실된 상태	○ 보조골조의 심각한 변형으로 파괴가 임박하거나, 부식에 의한 단면손상 면적 10% 이상인 경우

* 부식 발생 또는 단면손상 면적률(%) = $\frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$

5) 방음판

【표 4.2.11】 방음판의 손상 상태평가기준

기준	불투명방음판의 부식 또는 변형	투명방음판의 균열 또는 파손
a	○ 규격에 맞게 설치·고정되어 있고, 방음판 부식·변형이 없는 경우	○ 방음판에 균열이나 파손이 없는 경우
b	○ 일부 방음판에 부분적인 변형 또는 부식이 발생하였으나, 탈락의 우려 없이 고정되어 있는 상태 ○ 일부 누수방지시설에 경미한 손상이 발생하였으나, 내부 체수 흔적이 없는 상태	○ 경미한 균열이나 부분적으로 파손된 방음판이 일부 있는 상태 ○ 일부 누수방지시설에 경미한 손상이 발생하였으나, 내부 체수 흔적이 없는 상태
c	○ 다수 방음판에 전체적인 변형 또는 부식이 발생하고 부분탈락의 가능성이 있으나, 전체탈락의 가능성은 없는 상태로 기능성 유지를 위해 일부 보수가 필요한 상태 ○ 누수방지시설의 부분적인 손상으로 방음터널 내부에 경미한 누수 흔적 및 백태가 발생한 상태	○ 벽체부 일부 방음판에 전면적인 균열이나 파손이 발생하여 보수가 필요한 상태 ○ 누수방지시설의 부분적인 손상으로 방음터널 내부에 경미한 누수 흔적 및 백태가 발생한 상태
d	○ 심각한 부식 또는 변형으로 일부 방음판이 전체 탈락의 우려가 있어 긴급 보수가 필요한 상태 ○ 탈락한 방음판이 일부 있어 방음터널 내부로 우수가 유입될 수 있는 상태 ○ 누수방지시설의 전반적 손상으로 체수 구간이 다수 발생한 상태	○ 전면적인 균열이 발생하거나 파손된 방음판이 지붕에 다수 있어 긴급한 보수가 필요한 상태 ○ 탈락한 방음판이 일부 있어 방음터널 내부로 우수가 유입될 수 있는 상태 ○ 누수방지시설의 전반적 손상으로 체수 구간이 다수 발생한 상태
e	○ 심각한 변형 등으로 다수 방음판의 전체탈락 발생이 임박하여 방음터널 통과를 즉각 금지하여야 하는 상태	○ 탈락이 임박한 방음판이 지붕에 다수 있어 즉각 방음터널의 통행을 금지하여야 하는 상태

6) 기초콘크리트

【표 4.2.12】 기초콘크리트 상태평가기준

기준	균열	파손 및 손상	재질열화		
			백태, 박리, 충전리 및 박락	철근노출	탄산화
a	○ 없음	○ 없음	○ 없음	○ 없음	○ 탄산화깊이 ²⁾ 0.25미만
b	○ 균열폭 0.3mm 미만	○ 손상면적 ^{b)} 2%미만	○ 백태면적율 5% 미만 ○ 박리깊이 0.5mm 미만 ○ 박락 및 충전리 깊이 15mm 미만	○ 철근부식 손상면적률 1% 미만	○ 탄산화깊이 0.25 이상 0.5미만
c	○ 균열폭 0.3mm 이상 0.5mm 미만	○ 손상면적 2%이상 10%미만	○ 백태면적율 5%~10% ○ 박리깊이 0.5~1mm ○ 박락 및 충전리 깊이 15~20mm	○ 철근부식 손상면적률 1% 이상 2% 미만	○ 탄산화깊이 0.5 이상 0.75미만
d	○ 균열폭 0.5mm 이상 1.0mm 미만	○ 손상면적 10%이상 20%미만	○ 백태면적율 10%~20% ○ 박리깊이 1~25mm ○ 박락 및 충전리 깊이 20~25mm	○ 철근부식 손상면적률 2% 이상 5% 미만	○ 탄산화깊이 0.75 이상 1.0미만
e	○ 균열폭 1.0mm 이상	○ 손상면적 20%이상	○ 백태면적율 20% 이상 ○ 박리깊이 25mm 이상 ○ 박락 및 충전리 깊이 25mm 이상	○ 철근부식 손상면적률 5% 이상	○ 탄산화깊이 1.0 이상

주1) 손상면적률(%) = $\frac{\text{손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$

(손상은 백태와 철근노출을 포함한다.)

주2) 탄산화깊이는 측정된 철근의 피복두께 대비 비율로 산정(= 탄산화깊이/철근의 피복두께)

7) 기초연결부

【표 4.2.13】 기초연결부 상태평가기준

기준	상태기준 설명
a	○ 결함이 없는 상태
b	○ 볼트 또는 접합판재에 일부 부식이 발생한 상태 ○ 접합부 이격 상태는 양호하나, 기초연결부 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 5% 미만
c	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 5% 이상 10% 미만 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께 평균 감소율 5% 미만 ○ 너트 조임 후 노출된 기초볼트 길이가 10mm 미만 ○ 무수축물탈 손상 등으로 인한 베이스플레이트와 기초콘크리트 간 이격 발생
d	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 10% 이상 30% 미만 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께 평균 감소율 5% 이상 10% 미만
e	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 30% 이상 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께의 평균 감소율 10%이상

다. 공중이 이용하는 부위의 상태평가항목별 기준

1) 추락방지시설

【표 4.2.14】 추락방지시설의 상태평가기준

평가기준	구분
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 보수보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

【표 4.2.15】 도로포장의 상태평가기준

평가기준	구분
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 불쾌감을 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 4.2.16】 도로부 신축이음부의 상태평가기준

평가기준	구분
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 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 4.2.17】 환기구 등의 덮개의 상태평가기준

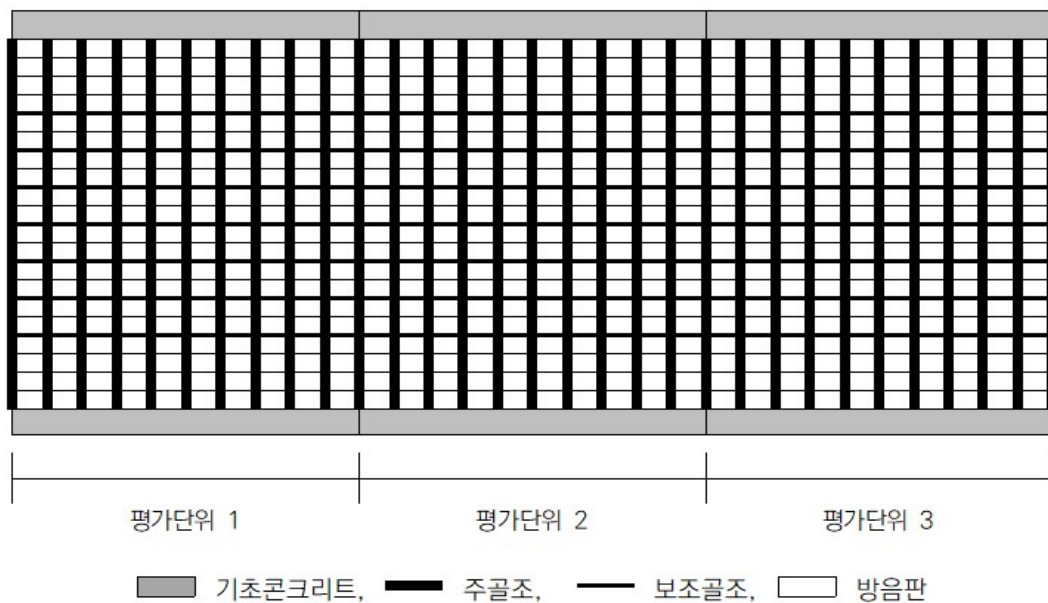
평가기준	구분
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함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

4.2.3 상태평가결과 산정 방법

가. 지붕형 2차로 방음터널에 대한 전체 상태평가결과 산정 사례예시

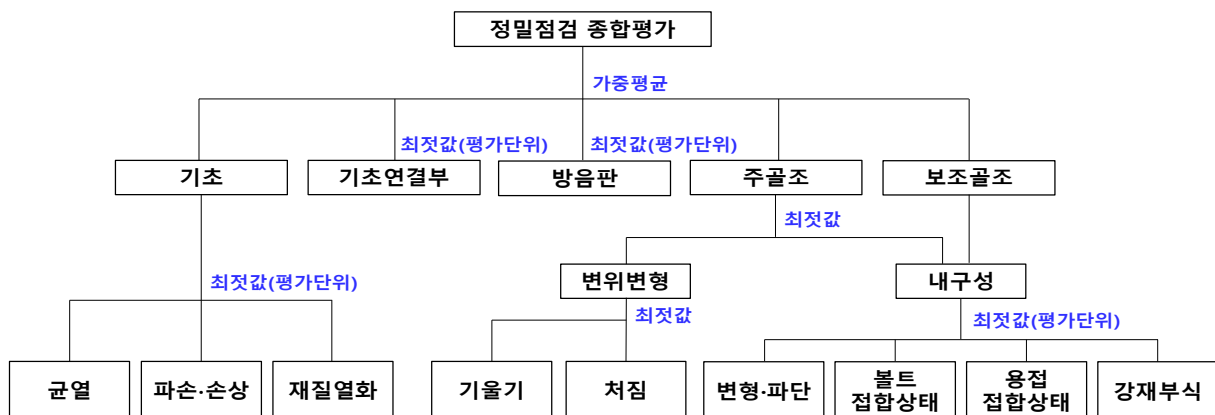
1) 방음터널의 제원

- 단면형 : 지붕형 (가새없음)
- 차로수 : 2차로
- 길이 : 60m
- 폭 : 9.5m
- 방음판 : 지붕 투명형(PMMA), 측벽 흡음형+투명형(PMMA)



【그림 4.2.2】 전체 방음터널의 상태평가결과 산정 방법 예

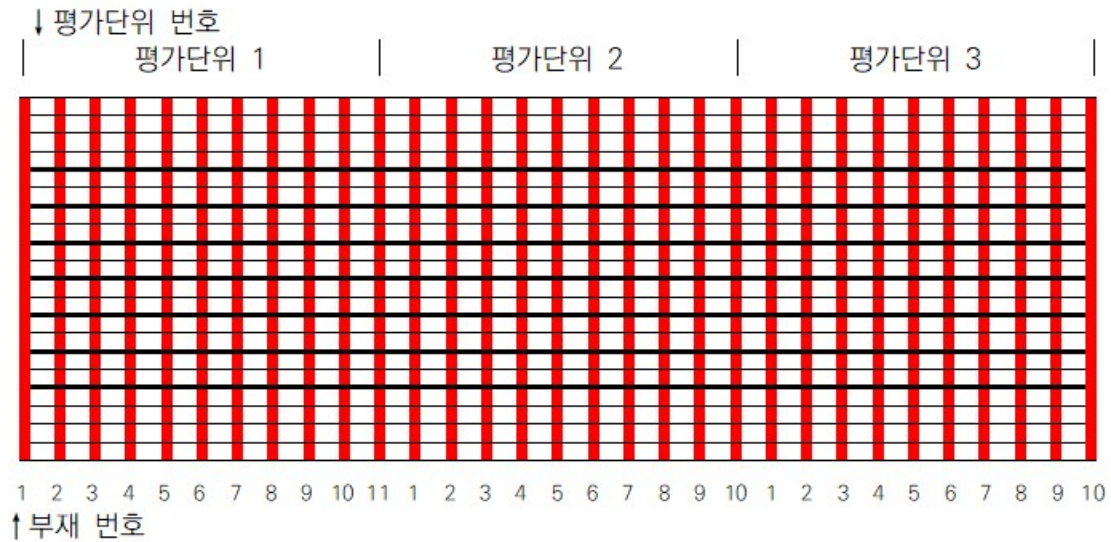
2) 방음터널의 상태평가 체계



【그림 4.2.3】 방음터널의 상태평가 체계

3) 주골조의 내구성 평가

주골조의 내구성 평가는 단위 주골조에 대한 결함도점수 중 최댓값으로 평가단위별 상태 평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 주골조에 대한 결함도 점수를 산정한다.



【그림 4.2.4】 주골조 전개도

【표 4.2.18】 주골조에 대한 내구성 평가 결과

(변형: 변형 또는 파단, 볼트: 볼트 접합상태, 용접: 용접 접합상태, 부식: 강재의 부식)

부재번호	평가단위														
	1					2					3				
	변형	볼트	용접	부식	결과	변형	볼트	용접	부식	결과	변형	볼트	용접	부식	결과
1	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b
2	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a
4	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
11	a	a	a	a	a										
평가단위 결과	0.2					0.2					0.2				
주골조 평균 ^㉓	0.2														
주골조 평가결과	b (0.2)														

※ 주골조 평균 = 0.2×11/31(평가단위 1) + 0.2×10/31(평가단위 2) + 0.2×10/31(평가단위 3)

[표 4.2.18]는 [표 4.2.7]의 평가기준에 따른 주골조 31개(평가단위 1: 11개, 평가단위 2: 10개, 평가단위 3: 10개)에 대한 상태평가결과이다. [표 16.10]의 평가기준에 따라 각 주골조별로 평가된 등급별로 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최댓값으로 각 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 주골조에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 값을 주골조의 개수를 고려한 평균값으로 산정한다.

4) 주골조의 변위·변형 평가

주골조의 변위·변형 평가는 주골조 중 3개소 이상에서 측정된 기울기 및 처짐 측정 결과 중 최댓값으로 처짐과 기울기에 대한 결함도점수를 결정하고, 이 중 최댓값으로 주골조의 변위·변형에 대한 결함도 점수를 산정한다.

【표 4.2.19】 주골조의 변위·변형 평가 결과

	측정 결과	평가 결과	결함도점수
처짐	7.2	a	0.10
기울기	0.0009	a	0.10
변위·변형 평가결과		a	0.10

5) 주골조에 대한 상태평가

주골조에 대한 상태평가 결과는 주골조에 대한 내구성평가와 변위·변형 평가 결과 중 최댓값으로 산정한다.

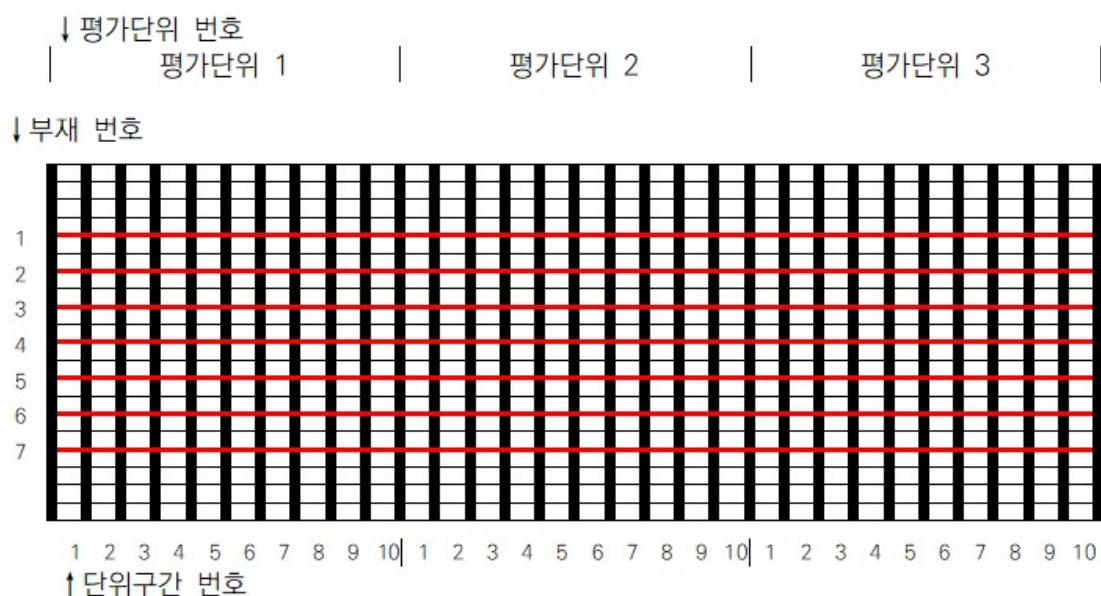
【표 4.2.20】 주골조에 대한 상태평가 결과

	주골조		비고
	내구성	변위·변형	
결함도점수	0.200	0.100	
부재별 평가 결과	b	a	
주골조별 평가 결과	b		

6) 보조골조의 내구성 평가

보조골조의 내구성 평가는 각 평가단위 내 보조골조에 대한 결함도점수 중 최솟값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 보조골조에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 4.2.5]은 보조골조 전개도이다. 그림에서 보조골조는 빨간색으로 표시하였으며, 상단에는 평가단위 번호, 좌측에는 부재번호, 하단에는 단위구간 번호가 제시되어 있다.



【그림 4.2.5】 보조골조 전개도

【표 4.2.21】 보조골조에 대한 내구성 평가 결과

단위구간 번호	보조골조 부재																											
	평가단위 1								평가단위 2								평가단위 3											
	1	2	3	4	5	6	7	결과	1	2	3	4	5	6	7	결과	1	2	3	4	5	6	7	결과				
1	a	b	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
2	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b			
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b			
평가단위 결과	0.2								0.1								0.2											
보조골조 평균	0.167																											
보조골조 평가결과	b (0.167)																											

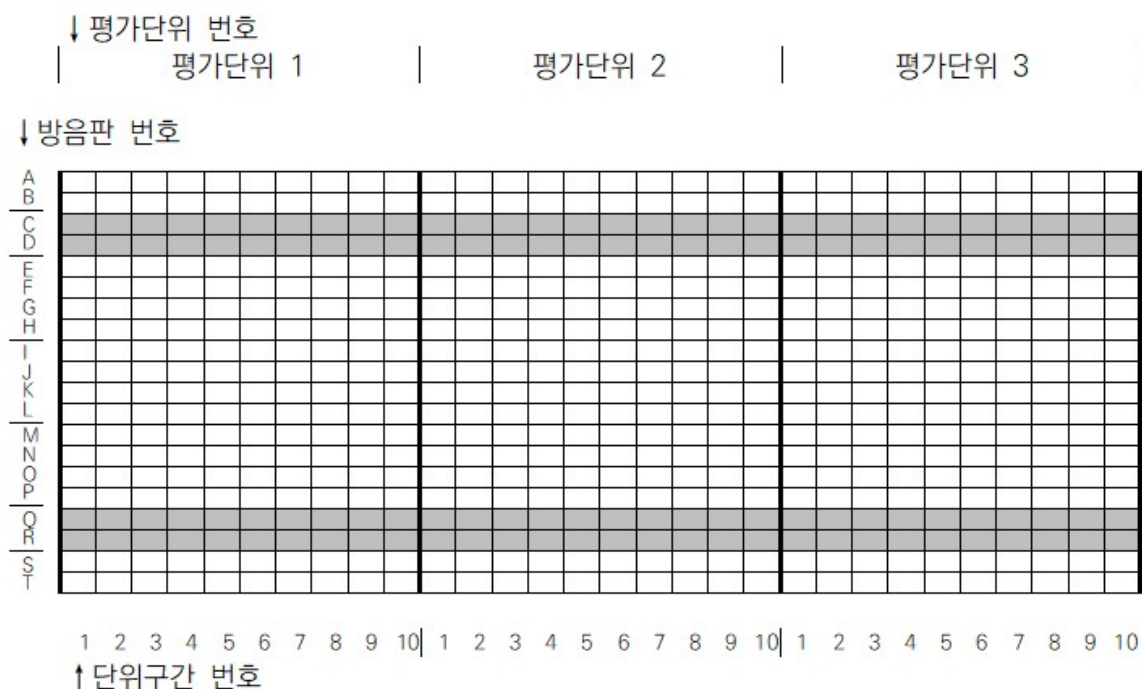
[표 4.2.21]은 [표 4.2.10]의 평가기준에 따른 보조골조 210개(각 평가단위 단 70개)에 대한 상태평가결과이다. [표 4.2.10]의 평가기준에 따라 각 보조골조 부재별로 평가된 등급별로 [표 4.2.3]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최저값으로 각 단위구간 및 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 보조골조에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.2, 평가단위 2: 0.1, 평가단위 3: 0.2)으로 산정한다.

보조골조평가결과 = $(0.2 + 0.1 + 0.2)/3 = 0.167$

7) 방음판 평가

방음판 평가는 각 평가단위 내 방음판에 대한 결함도점수 중 최댓값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 방음판에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 4.2.6]은 방음판 전개도이다. 그림에서 투명형은 백색, 불투명형은 회색으로 표시하였으며, 상단에는 평가단위 번호, 좌측에는 방음판번호, 하단에는 단위구간 번호가 제시되어 있다.



(☐ 투명형, ☒ 불투명형)

【그림 4.2.6】 방음판 전개도

【표 4.2.22】 방음판에 대한 평가 결과

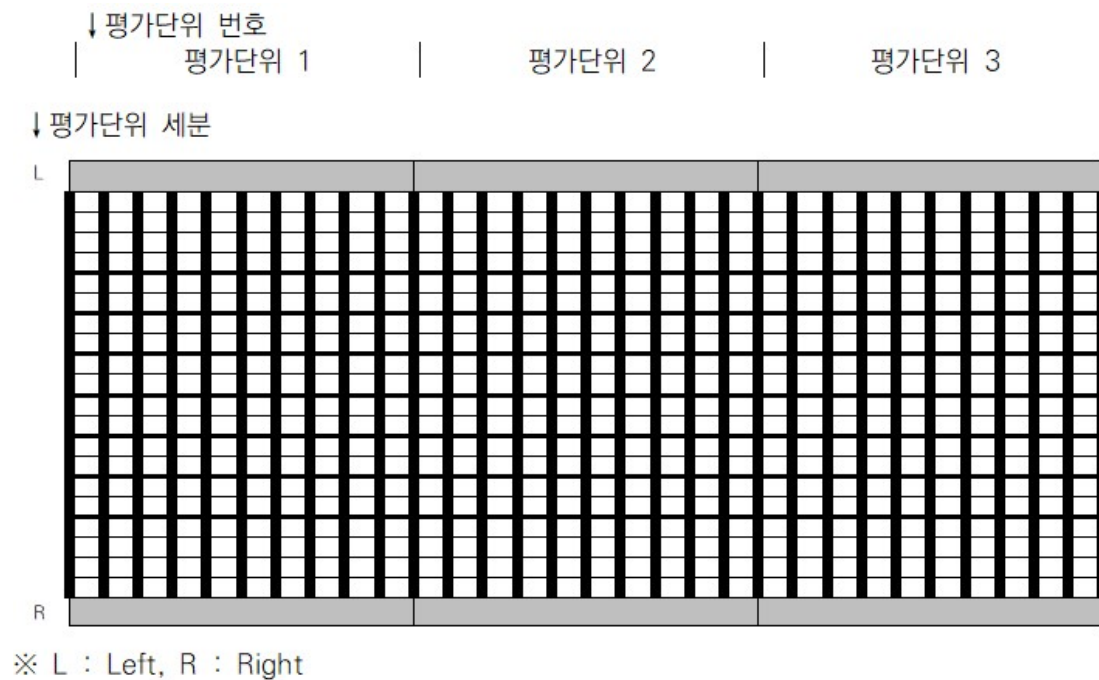
평가단위 번호	1	2	3
결함도점수	0.40	0.40	0.40
전체평균(등급)	0.40 (c)		

[표 4.2.22]는 [표 4.2.11]의 평가기준에 따른 방음판 600개(각 평가단위 단 200개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 4.2.11]의 평가기준에 따른 각 방음판 등급별로 [표 4.2.3]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최댓값으로 각 단위구간 및 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 방음판에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.4, 평가단위 2: 0.4, 평가단위 3: 0.4)으로 산정한다.

$$\text{방음판 평가결과} = (0.4 + 0.4 + 0.4)/3 = 0.4$$

8) 기초콘크리트 평가

기초콘크리트 평가는 각 평가단위 별 상태평가 결과를 평균하여 결함도 점수를 산정한다. [그림 4.2.7]은 기초콘크리트 전개도이다. 그림의 상단에는 평가단위 번호가 제시되어 있으며, 그림을 기준으로 상단 측벽의 기초콘크리트는 L, 하단 측벽의 기초콘크리트는 R로 표시하였다.



【그림 4.2.7】 기초콘크리트 전개도

【표 4.2.23】 기초콘크리트에 대한 평가 결과

(균열: 균열, 파손: 파손 및 손상, 열화: 재질열화)

평가단위 평가단위 세분	기초콘크리트											
	1				2				3			
	균열	파손	열화	결과	균열	파손	열화	결과	균열	파손	열화	결과
L	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
R	b	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	b
Span 평가	0.2				0.1				0.2			
주골조 평균	0.167											
내구성평가	b (0.167)											

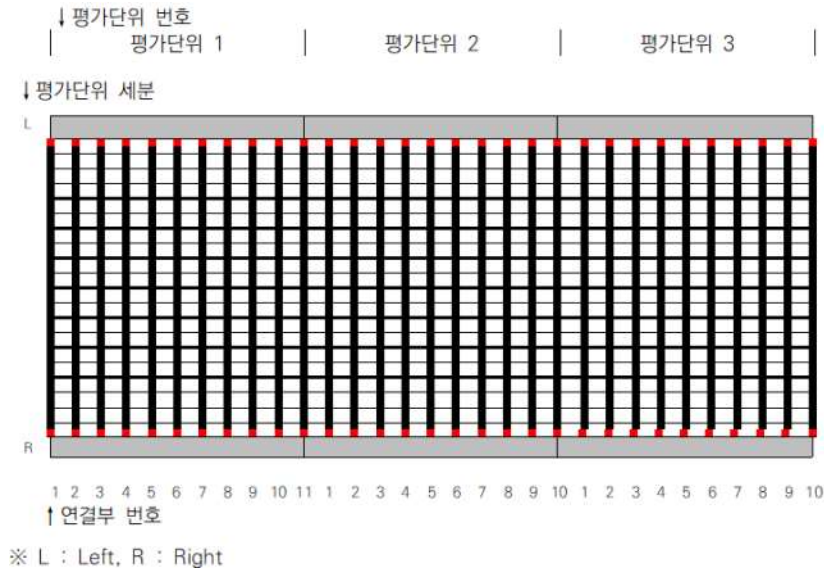
[표 4.2.23]은 [표 4.2.12]의 평가기준에 따른 기초콘크리트(각 평가단위별 2개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 4.2.12]의 평가기준에 따라 각 기초콘크리트 부재별로 평가된 등급에 따라 [표 4.2.3]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, L과 R 기초콘크리트 중 최저값으로 각 평가단위에 대한 결함도 점수를 구한다. 기초콘크리트에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.2, 평가단위 2: 0.1, 평가단위 3: 0.2)으로 산정한다.

$$\text{기초콘크리트 평가결과} = (0.2 + 0.1 + 0.2)/3 = 0.167$$

9) 기초연결부 평가

기초연결부 평가는 각 평가단위 내 기초연결부에 대한 결함도 점수 중 최저값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 기초연결부에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 4.2.8]는 기초연결부 전개도이다. 그림에서 각 기초연결부는 빨간색으로 표시하였다. 또한 상단에는 평가단위 번호, 하단에는 연결부 번호가 제시되어 있다. 참고로 그림을 기준으로 상단 측벽은 L, 하단 측벽은 R로 표시하였다.



【그림 4.2.8】 기초연결부 전개도

【표 4.2.24】 기초연결부에 대한 평가 결과

평가단위 연결부 번호	기초연결부					
	1		2		3	
	L	R	L	R	L	R
1	b	a	a	a	a	a
2	b	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a
11	a	a				
평가단위 결과	0.2		0.1		0.1	
기초연결부 평균	0.135					
평가결과 _{III}	0.135 (b)					

※ 기초연결부 평균 = $0.2 \times 11/31$ (평가단위 1) + $0.1 \times 10/31$ (평가단위 2) + $0.1 \times 10/31$ (평가단위 3)

[표 4.2.24]는 [표 4.2.13]의 평가기준에 따른 기초연결부 62개(평가단위 1: 22개, 평가단위 2: 20개, 평가단위 3: 20개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 4.2.13]의 평가기준에 따라 각 기초연결부별로 평가된 등급별로 [표 4.2.3]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최저값으로 각 평가단위에 대한 결함도 점수를 구한다. 기초연결부에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 값을 기초연결부의 개수를 고려한 평균값으로 산정한다.

10) 종합평가

주골조, 보조골조, 기초, 기초연결부 및 방음판의 평가결과를 [표 4.2.25]의 결함도 점수와 가중평균하여 종합평가점수를 [표 4.2.27과 같이 산정하며, 종합평가점수에 따라 [표 4.2.26]의 결함도 범위에 따른 안전등급 기준을 적용하여 종합평가결과(안전등급)를 산정한다. 참고로 가중값은 지붕형(가새없음)에 대한 가중값을 적용하였다.

【표 4.2.25】 등급에 따른 결함도 점수 기준

기준	a	b	c	d	e
결함도 점수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00

【표 4.2.26】 결함도 범위에 따른 안전등급 기준

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

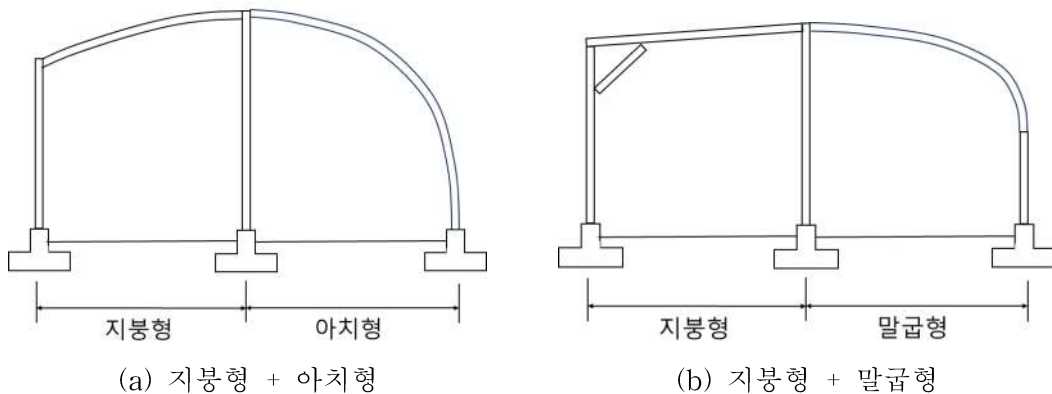
【표 4.2.27】 방음터널에 대한 종합평가 결과

	주골조	보조골조	방음판	기초연결부	기초
상태평가	b	b	c	b	b
결함도점수	0.20	0.167	0.400	0.135	0.167
가중치	0.30	0.10	0.100	0.150	0.350
종합평가점수	0.060	0.017	0.040	0.020	0.058
종합평가결과	B(0.195)				

나. 복합 방음터널의 상태평가 방법

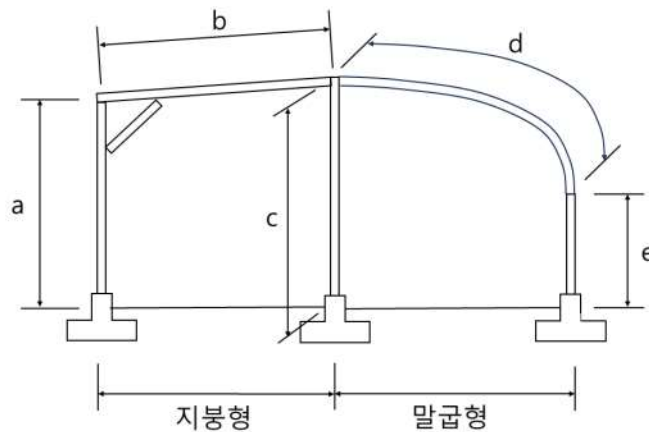
본 세부지침에서 방음터널은 단면의 종류별로 부재에 대한 중요도를 달리하고 있으므로, 하나의 방음터널이 이종의 단면으로 구성되거나(단면비균일), 종방향으로 서로 다른 형식(길이비균일)으로 구성된 경우의 상태평가 방법은 다음과 같다.

1) 단면비균일에 대한 상태평가 방법



【그림 4.2.9】 단면비균일 방음터널

단면비균일 방음터널에 대한 상태평가는 다른 형식을 갖는 부분에 대하여 각각 해당하는 방법으로 안전등급을 산정하고, 유효둘레를 이용한 가중값으로 최종 안전등급을 결정한다.



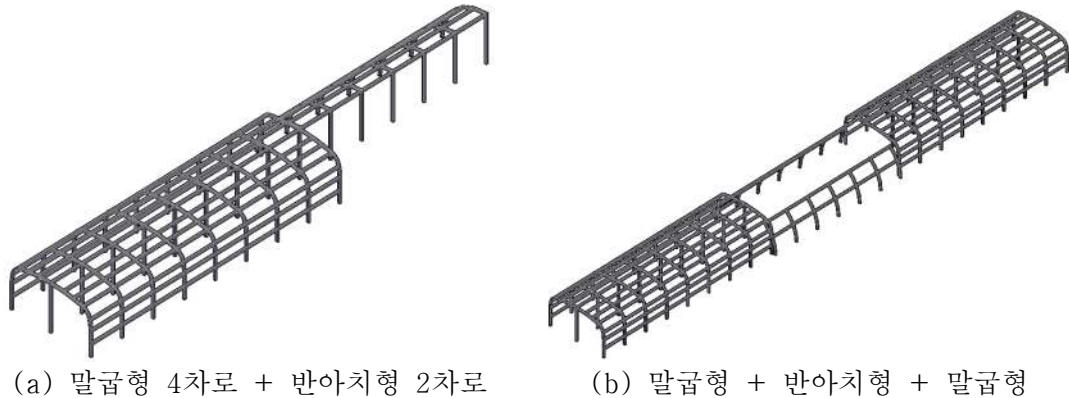
【그림 4.2.10】 방음터널의 유효둘레

○ 예시

구분	좌측(지붕형)	우측(아치형)
유효둘레	측벽높이(a) 5m + 폭(b) 6m + 중간기둥 높이(c) 1) 6m = 17m	리브길이(d+e) 10m = 10m
가중치	0.630 (= 17/(11+10+6))	0.370 (= 10/(11+10+6))

주1) 중간기둥을 공유하고 있는 경우 좌측 또는 우측에 포함하여 평가하며, 없는 경우 제외

2) 길이비균일에 대한 상태평가 방법

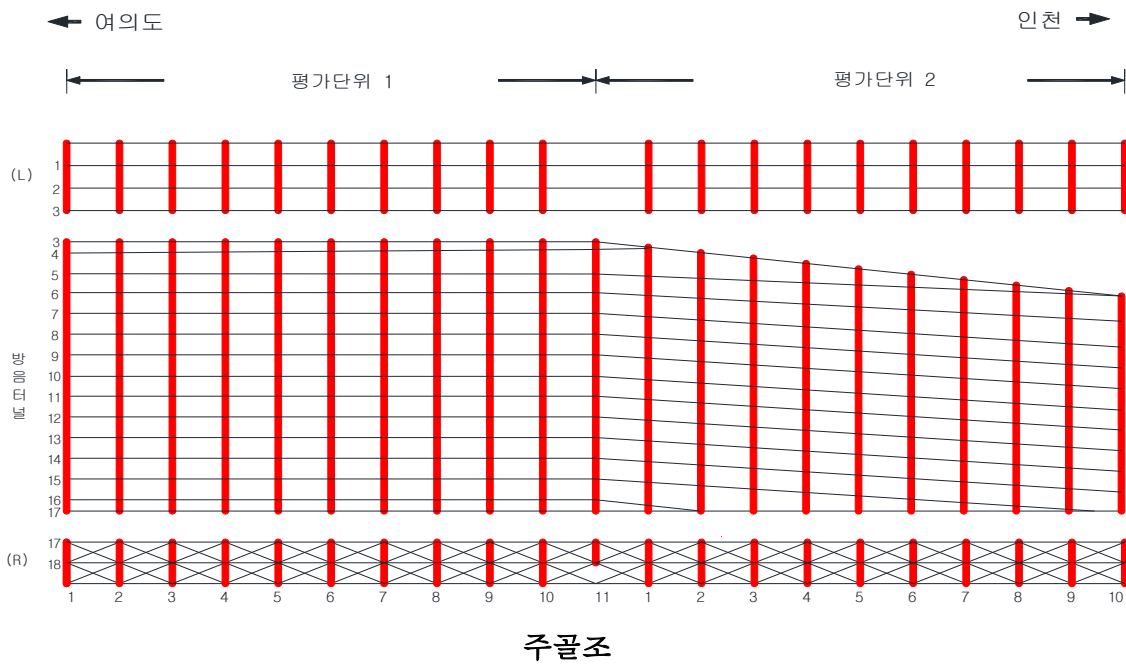


【그림 4.2.11】 길이비균일 방음터널

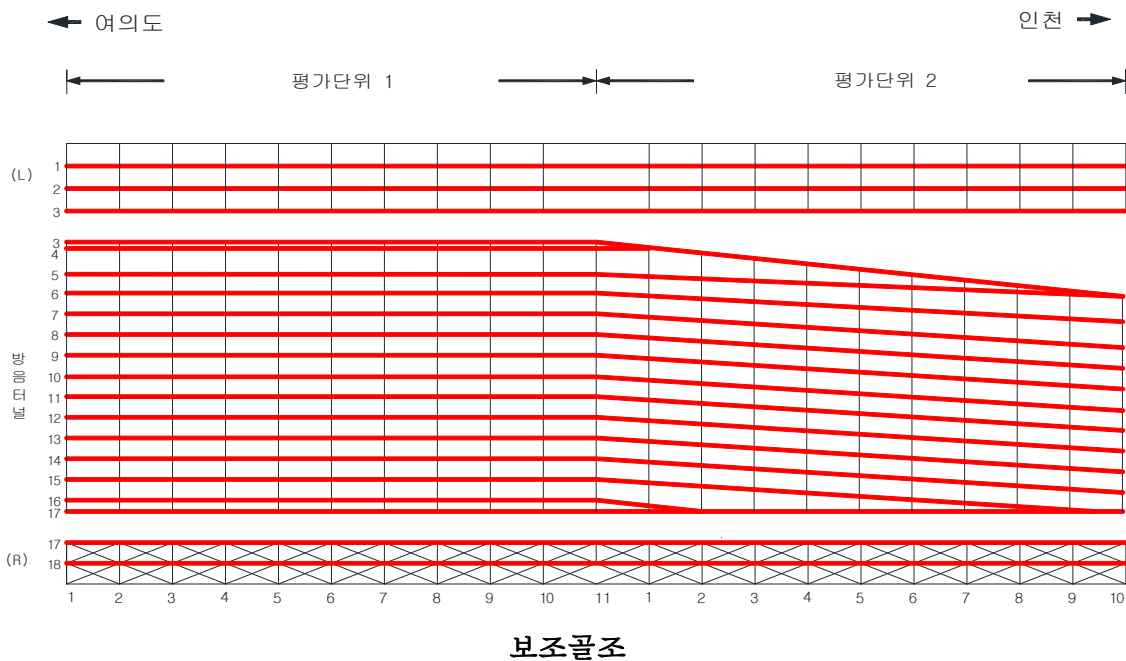
길이비균일 방음터널의 경우 각 형식의 길이에 따른 가중치를 적용하여 최종 안전등급을 결정할 수 있다. 예를 들어, [그림 4.2.11](a)에서 말굽형 구간의 길이가 500m, 유효둘레가 30m이고, 반아치형 구간의 길이가 200m, 유효둘레가 20m일 경우 가중치는 말굽형 구간 $0.789(= 30 \times 500 / (30 \times 500 + 20 \times 200))$, 반아치형 구간 $0.211(= 20 \times 200 / (30 \times 500 + 20 \times 200))$ 으로 산정할 수 있다.

4.2.4 급회 상태평가 평가단위 내구성평가 대상 도면

가. 주골조



나. 보조골조



4.3 상태평가 결과

4.3.1 구간분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 각종 내구성조사 및 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위해서는 구조형식별 분류 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이며, 금회 점검시 실시한 구간분할의 결과는 제3장 현장조사 및 시험 - 3.2 방음터널 측점분할에 수록하였다.

4.3.2 상태평가 결과

상태평가 결과는 부재별로 각각 나누어 결과를 산정하였으며, 세부산정 내용은 부록에 수록하였다.

가. 기본시설물 평가 결과

1) 주골조에 대한 내구성 평가 결과

【표 4.3.1】 주골조에 대한 내구성 평가 결과

부재번호	평가단위									
	1					2				
	변형	볼트	용접	부식	결과	변형	볼트	용접	부식	결과
1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
11	a	a	a	a	a	-	-	-	-	-
최저값	0.10					0.10				
평가단위결과	a					a				
주골조 평균	0.100									
주골조 평가결과	A									

2) 주골조의 변위, 변형 평가 결과

【표 4.3.2】 주골조의 변위, 변형 평가 결과

구분	처짐		기울기	비고(경간길이cm)
Point 01	0.00		0.00	985.9
Point 02	0.00		0.00	1231.9
Point 03	0.00		0.00	1231.9
구분	측정 결과	평가 결과	결합도 점수	비고
처짐	0	a	0.10	
기울기	0	a	0.10	
변위, 변형 평가결과	-	A	0.100	

3) 주골조에 대한 상태평가 결과

【표 4.3.3】 주골조에 대한 상태평가 결과

구분	주골조		비고
	내구성	변위, 변형	
결합도 점수	0.10	0.10	
부재별 평가 결과	A	A	
주골조별 평가 결과	0.100		점수
	A		등급

4) 보조골조에 대한 내구성 평가결과

【표 4.3.4】 보조골조에 대한 내구성 평가결과

부재 번호	평가단위																																					
	1																		2																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	결과	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	결과
1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
최저값	0.10																		0.10																			
평가단위 결과	a																		a																			
보조골조 평균	0.100																																					
보조골조 평가결과	A																																					

5) 방음판에 대한 평가결과

【표 4.3.5】 방음판에 대한 내구성 평가결과

부재번호	평가단위	
	1	2
최저값 점수	0.10	0.10
최저값 등급	a	a
방음판 평균	0.100	
방음판 평가결과	A	

6) 기초콘크리트에 대한 상태평가 결과

【표 4.3.6】 기초콘크리트에 대한 상태평가 결과

부재번호	평가단위							
	1				2			
	균열	파손	열화	결과	균열	파손	열화	결과
L	a	a	a	a	a	a	a	a
R	a	a	a	a	a	a	a	a
최저값	0.10				0.10			
평가단위결과	a				a			
기초콘크리트 평균	0.100							
기초콘크리트 평가결과	A							

7) 기초연결부에 대한 상태평가 결과

【표 4.3.7】 기초연결부에 대한 상태평가 결과

부재번호	평가단위					
	1			2		
	L	R	결과	L	R	결과
1	a	a	a	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a
11	a	a	a	-	-	-
최저값	0.10			0.10		
평가단위결과	a			a		
기초연결부 평균	0.100					
기초연결부 평가결과	A					

나. 상태평가 결과

1) 종합평가

【표 4.3.8】종합평가

구분	주골조	보조골조	방음판	기초연결부	기초
상태평가	A	A	A	A	A
결합도 점수	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치	0.28	0.12	0.10	0.15	0.35
종합평가 점수	0.028	0.012	0.010	0.015	0.035
종합평가 결과 점수	0.100				
종합평가 결과 등급	A				

다. 공중이 이용하는 부위 평가결과

1) 추락방지시설

평가기준	평가내용
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 보수보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

평가기준	평가내용
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 불쾌감을 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

평가기준	평가내용
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

평가기준	평가내용
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

5) 평가결과

【표 4.3.9】 공중이 이용하는 부위 평가결과

추락방지시설	도로포장	도로부 신축이음부	환기구 등의 덮개
A	A	A	A

4.3.3 기 점검결과와의 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 4.3.10】 기 점검결과와의 상태평가 결과 비교

구 분	전회점검		2026년 정밀안전점검	
	등급	결합지수	등급	결합지수
상태평가 결과	-	-	A	0.100