

제4장

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 「세부지침」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.

4.2 상태평가 항목 및 기준

가. 상태평가 항목

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

【표 4.1】 터널 상태평가 항목

구 분		평 가 항 목
터널상태 평 가	라이닝 상 태	• 균 열 • 누 수 • 파손 및 손상 • 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)
	터널주변 상 태	• 배수상태 • 지반상태 • 갱문상태 • 공동구상태 • 특수조건: 도심지 토사터널, 전력구터널, 전차선을 설치한 터널(추가점수 부여)

나. 터널 상태평가 결과 기준

터널의 상태평가등급을 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 상태평가등급을 매긴다.

【표 4.2】 시설물의 상태평가등급 기준

상태평가 등 급	결함지수(F)	시설물의 상태
A	$0.00 \leq F < 0.15$	문제점이 없는 최상의 상태
B	$0.15 \leq F < 0.30$	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	$0.30 \leq F < 0.55$	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	$0.55 \leq F < 0.75$	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	$0.75 \leq F$	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 4.3】 NATM터널(무근콘크리트 라이닝) 결함지수 산정기준

평가기준		a	b	c	d	e	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	
라 이 닝	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	
	재 질 열 화	박리	0	0	1	1	1
		층분리 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
터 널 주 변	배수상태		오염됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2~3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손상 : 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) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{27}$, 터널결함지수(F) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{34}$							

【표 4.4】 NATM터널(철근콘크리트 라이닝) 결함지수 산정기준

평가기준		a	b	c	d	e	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	
라 이 닝	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	
	재 질 열 화	박리	0	0	1	1	1
		층분리	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	—	
터 널 주 변	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					
$\text{라이닝 결함점수}(f) = \frac{\sum \text{결함점수}}{36}, \text{터널결함지수}(F) = \frac{\sum \text{결함점수}}{43}$							

라. 상태평가 항목 및 기준

터널 평가항목은 기존의 국내 세부지침 기준과 같이 5단계로 세분화하였고, 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 30m를 기준으로 한다. 상태평가 단위길이는 터널 라이닝의 신축이음(약 20~30m)을 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 조정할 수 있다.

1) 균열

【표 4.5】 균열의 상태등급 산정

평가기준 구 분		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	무균(균열)	0.1mm 미만	0.1mm 이상 0.3mm 미만	0.3mm 이상 1.0mm 미만	1.0mm 이상 3.0mm 미만	3.0mm 이상
	철근(균열)	0.1mm 미만	0.1mm 이상 0.3mm 미만	0.3mm 이상 0.5mm 미만	0.5mm 이상 0.7mm 미만	0.7mm 이상
개착터널	BOX(균열)	0.1mm 미만	0.1mm 이상 0.2mm 미만	0.2mm 이상 0.3mm 미만	0.3mm 이상 0.5mm 미만	0.5mm 이상
조적식 라이닝	줄눈균열	없음	아주 경미한 줄눈깨짐	벽돌 2개소 이하	벽돌 2~5개소	벽돌 5개소 이상

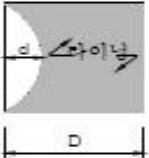
2) 누수

【표 4.6】 누수의 상태등급 산정

평가기준 구 분	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 차량 통행에 지장을 주는 경우 평가는 하향조정하도록 한다. 2) 아치부에 발생된 누수가 얼어 고드름이 형성된 경우와 측벽부에 발생된 누수가 얼어서 건축한계를 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 발생할 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 계절적 요인을 반영하여 평가할 수 있다. 6) 보수·보강부위는 누수상태(수질, 수량, 물흐름)의 변화 유무 등을 주기적인 점검(정기 점검)결과를 활용하여 평가할 수 있다.				

3) 파손 및 손상

【표 4.7】 파손 및 손상의 상태등급 산정

평가기준 구 분		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 (10cm×10cm미만)	중간 손상 (10cm×10cm이상, 30cm×30cm미만)	극심한 손상 (30cm×30cm이상)
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 4.8】재질열화의 상태등급 산정

평가기준 구분	a	b	c	d	e
박리	없음	0.5mm 미만	0.5mm 이상 1.0mm 미만	1.0mm 이상 25mm 미만	25mm 이상 이거나 조골재 손실
층분리 및 박락	없음	깊이 12mm미만 또는 직경 75mm미만	깊이 12~25mm미만 또는 직경 75~150mm미만	깊이 25mm이상 또는 직경 150mm이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
백 태, 재료분리	없음	면적을 5%미만	면적을 5~10%	면적을 10~20%	면적을 20%이상
철근노출	없음	면적을 1%미만	면적을 1~3%미만	면적을 3~5%미만	면적을 5%이상
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 ~ 30mm 미만	0mm 이상 ~ 10mm 미만	0mm 미만	-
전염화물 이온량	0.3kg/m ² 이하	0.3kg/m ² 초과 ~ 1.2kg/m ² 미만	1.2kg/m ² 이상 ~ 2.5kg/m ² 미만	2.5kg/m ² 이상	-
해 설	1) 박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리는 콘크리트의 재질에 대한 평가로서 경년이나 주변 환경영향 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(10mm또는 20mm)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 하향조정할 수 있다.				

5) 배수상태

【표 4.9】 배수상태의 상태등급 산정

구 분	오염됨	배수불량 및 막힘(배수시설 작동불량)
결함점수	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 정밀조사 하도록 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 4.10】 지반상태의 상태등급 산정

구 분	풍화변질 및 단층파쇄대			
	풍화변질	단 층 파 쇄 대		
		영향범위 외	영향범위 내	
			중·소규모 단층	대규모 단층
결함점수	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) 갯문(접속부)상태

【표 4.11】 갯문(접속부)의 상태등급 산정

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

8) 공동구 상태

【표 4.12】 공동구의 상태등급 산정

구 분	뒤편파손 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, 뒤편파손, 이물질의 퇴적이나 침수 등을 조사하여 상태를 평가하도록 한다.	

9) 특수조건(추가점수)

【표 4.13】 특수조건(추가점수)의 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

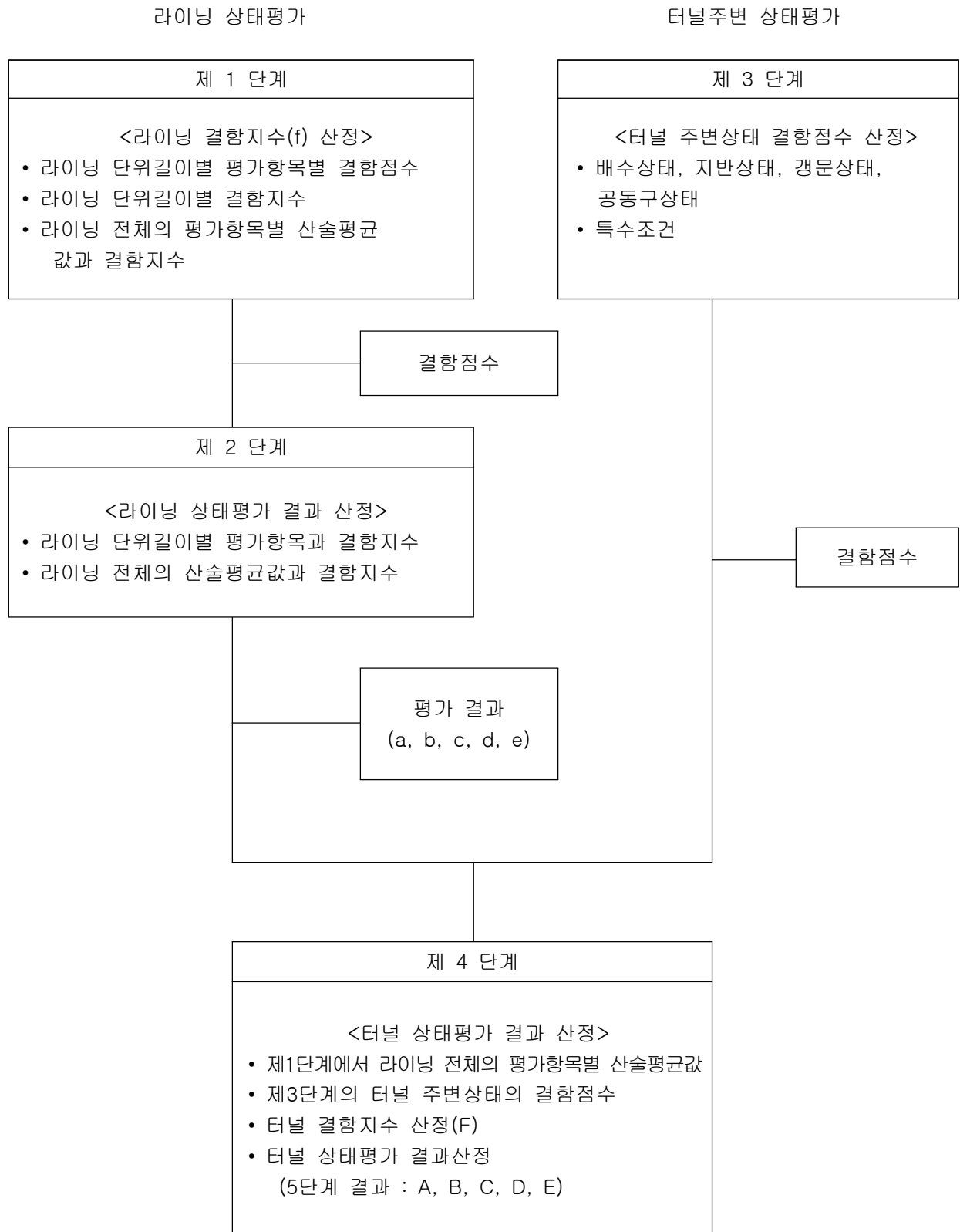
- ① 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- ② 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

3) 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

- ① 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갯문, 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) 산정시 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) $0.00 \leq F < 0.15$
 - B등급(양호) : 터널 결함지수(F) $0.15 \leq F < 0.30$
 - C등급(보통) : 터널 결함지수(F) $0.30 \leq F < 0.55$
 - D등급(미흡) : 터널 결함지수(F) $0.55 \leq F < 0.75$
 - E등급(불량) : 터널 결함지수(F) $0.75 \leq F$



【그림 4.1】 상태평가 결과 산정절차

4.3 상태평가 결과

본 구조물에 대한 상태평가 결과 B등급으로 이는 “기능발휘에 지장은 없으며, 내구성 증진을 위한 일부 보수가 필요한 상태”로 평가된다.

4.3.1 상태평가 결과 산정

가. 결함지수 산정

【표 4.14】 라이닝 상태등급 산정표

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						결함 점수 합계	구조물 결함 지수
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화		
S1	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S2	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S3	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S4	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S5	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S6	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S7	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S8	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S9	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S10	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S11	무근콘크리트	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.04
S12	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S13	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S14	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S15	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S16	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S17	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S18	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S19	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S20	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S21	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S22	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S23	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S24	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S25	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S26	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S27	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S28	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S29	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S30	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

【표 4.14】 라이닝 상태등급 산정표(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						결함 점수 합계	구조물 결함 지수
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화		
S31	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S32	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S33	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S34	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S35	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S36	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S37	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S38	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S39	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S40	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S41	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S42	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S43	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S44	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S45	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S46	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S47	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S48	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S49	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S50	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S51	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S52	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S53	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S54	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S55	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S56	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S57	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S58	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S59	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S60	무근콘크리트	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.04

【표 4.14】 라이닝 상태등급 산정표(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						결함 점수 합계	구조물 결함 지수
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화		
S61	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S62	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S63	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S64	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S65	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S66	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S67	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S68	무근콘크리트	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.19
S69	무근콘크리트	9	4	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0.19
S70	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S71	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S72	무근콘크리트	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.04
S73	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S74	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S75	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S76	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S77	무근콘크리트	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.04
S78	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S79	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S80	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S81	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S82	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S83	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S84	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S85	무근콘크리트	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.26
S86	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S87	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S88	무근콘크리트	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
S89	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S90	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22

【표 4.14】 라이닝 상태등급 산정표(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						결함 점수 합계	구조물 결함 지수
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화		
S91	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S92	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S93	무근콘크리트	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S94	무근콘크리트	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S95	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S96	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S97	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S98	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S99	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S100	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S101	무근콘크리트	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S102	무근콘크리트	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.15
S103	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S104	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S105	무근콘크리트	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.22
S106	무근콘크리트	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
산술평균			2.21	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.08

나. 상태평가등급 산정

【표 4.15】 상태평가 등급산정

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						라이닝 등급
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	
S1	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S2	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S3	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S4	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S5	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S6	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S7	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S8	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S9	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S10	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S11	무근콘크리트	9	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a
S12	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S13	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S14	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S15	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S16	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S17	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S18	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S19	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S20	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S21	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S22	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S23	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S24	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S25	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S26	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S27	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S28	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S29	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S30	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

【표 4.15】 상태평가 등급산정(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						라이닝 등급
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	
S31	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S32	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S33	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S34	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S35	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S36	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S37	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S38	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S39	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S40	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S41	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S42	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S43	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S44	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S45	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S46	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S47	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S48	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S49	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S50	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S51	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S52	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S53	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S54	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S55	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S56	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S57	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S58	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S59	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S60	무근콘크리트	9	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a

【표 4.15】 상태평가 등급산정(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						라이닝 등급
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	
S61	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S62	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S63	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S64	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S65	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S66	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S67	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S68	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S69	무근콘크리트	9	b	a	a	c	a	a	a	a	a	b
S70	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S71	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S72	무근콘크리트	9	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a
S73	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S74	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S75	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S76	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S77	무근콘크리트	9	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a
S78	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S79	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S80	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S81	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S82	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S83	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S84	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S85	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S86	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S87	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S88	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S89	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S90	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b

【표 4.15】 상태평가 등급산정(계속)

Span			균열	누수	파손 손상	재질열화						라이닝 등급
No	형식	연장				박리	충분리 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	
S91	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S92	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S93	무근콘크리트	9	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S94	무근콘크리트	9	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S95	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S96	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S97	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S98	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S99	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S100	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S101	무근콘크리트	9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S102	무근콘크리트	5	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S103	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S104	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
S105	무근콘크리트	4	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
S106	무근콘크리트	4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
산술평균			b	a	a	b	a	a	a	a	a	a

다. 터널주변상태 결함점수 산정

【표 4.16】 터널주변상태 결함점수 산정

항목	배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건	공동구 상태	합 계
결함점수	1	1	1	0	0.5	3.5

라. 터널 종합상태평가등급 산정

【표 4.17】 터널 상태평가 결과표

항목	라이닝									터널주변				공동구 상태	합계
	균열	누수	손상	재질열화						배수 상태	지반 상태	갱문 상태	특수 조건		
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화						
결함 점수	2.21	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.0	1.0	0.0	0.5	5.8

결함지수	0.169
터널상태 평가결과	b

4.3.2 결과분석

군자2터널(서울)에 대한 상태평가 결과 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.169로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

【표 4.18】 터널 종합상태평가 결과

구 분		형 식	2016년 정밀점검		
			결함 지수	상태평가 결과	
군자2터널(서울)		NATM	0.169	b	
기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq F < 0.15$	$0.15 \leq F < 0.30$	$0.30 \leq F < 0.55$	$0.55 \leq F < 0.75$	$0.75 \leq F$

4.3.3 기존 결과와 비교분석

【표 4.19】 상태평가 결과 비교·분석

구 분	2014년 정밀점검	2016년 정밀점검
결함지수	0.239	0.169
상태평가결과	b	b
총 평	’14년 정밀점검과 비교·분석한 결과, 기 점검 시 조사된 손상의 보수가 실시되어 결함지수가 경감한 것으로 판단된다.	