

제3장

현장조사 및 시험

3.1 개요

3.2 외관조사(부산방향)

3.3 외관조사(포항방향)

3.4 콘크리트 내구성조사

3.5 현장조사 및 시험 결과요약

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개요

문수터널(부산, 포항)은 터널시점 울산광역시 울주군 청량면, 터널종점 울산광역시 울주군 범서읍(부산울산선 부산<44.45km>, 포항<44.47km>지점)에 위치하고 있고, 2008년도 12월에 준공되어 약 10년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 위치상으로 영취산(352m)의 동쪽 자락을 남북으로 가로지르게 시공된 편도 3차로 터널이다.

본 터널의 제원은 총연장 536.0m(부산), 1,599.0m(포항)이며, 폭 10.8m, 높이 8.2m이고, 종단구배는 0.500%로 시공되었으며, 터널 본선은 NATM으로 시공된 굴착터널로서 구분되며 개문형식은 벨마우스식(마제형)으로 시공되어 있고, 환기방식은 강제환기(제트펜) 방식이다.

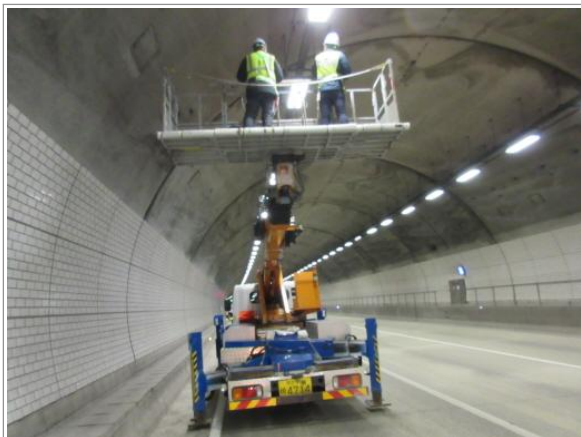
본 시설물에 대한 외관조사는 대상터널의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 터널부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서의 육안조사 실시를 원칙으로 하였다. 따라서, 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근 방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 사전검토 과정에서 기초자료의 수집 및 분석을 통해 주요 손상을 파악한 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침_터널 편(2018.06, 국토교통부/한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는 데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

또한 외관조사 방법은 고소작업차를 이용하여 구조물에 최대한 근접한 상태에서 외관조사를 실시하였다.

본 장에서는 외관조사에서 확인된 결함과 손상에 대하여 터널의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는 데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 터널의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

〈표 3.1〉 부재별 조사항목

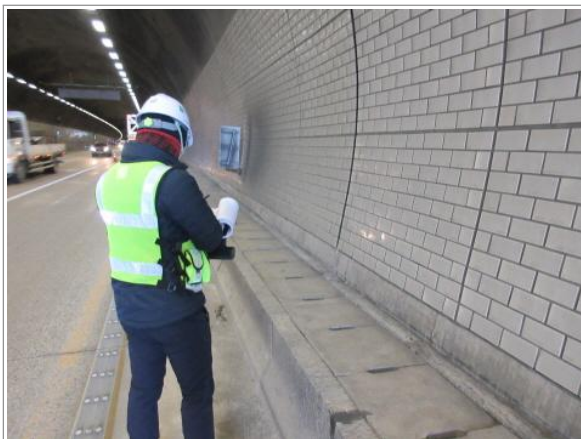
구 분		조 사 항 목	비 고
터널 내부	천장부 측벽부	• 균열, 망상균열, 파손 및 손상, 박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출 • 누수(위치 및 규모) • 시공이음부 박락, 단차, 실링재 열화	
	측벽부 (타일마감)	• 타일균열 • 타일 들뜸 및 탈락, 파손	
	공동구	• 균열, 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 재료분리 • 덮개 파손 및 망실	
	배수시설	• 배수상태 및 퇴적물 상태 • 덮개 파손 및 망실	
	포장면	• 균열, 마모, 박리, 파손, 함몰, 단차 및 요철, 물고임(체수)	
터널 외부	갭문	• 균열, 망상균열, 파손 및 손상, 박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출	
	터널주변	• 수목 및 식생 상태, 사면 유실 및 낙석 유무 • 지하수 용출 유무, 외부 배수로 상태	
터널 부속시설		• 터널 내 방재시설물 설치 상태	



고소작업차를 이용한 조사 전경 ①



고소작업차를 이용한 조사 전경 ②



도보 조사 전경 ①

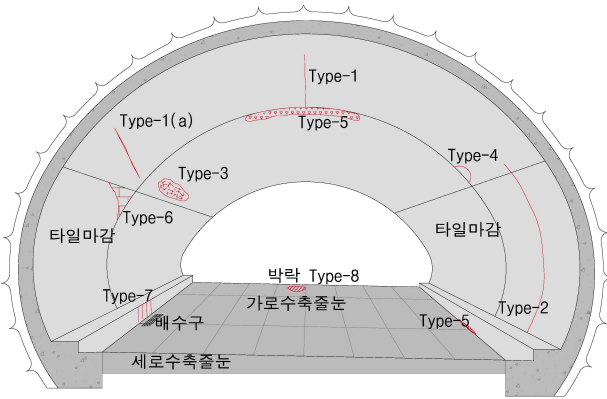


도보 조사 전경 ②

〈사진 3.1〉 외관조사 전경

3.2 외관조사(부산방향)

터널의 대표적인 손상 및 열화현황은 다음 <그림 3.1>과 같다.

균열형상	추정원인	균열형상	추정원인
Type-1 종방향균열	● 구조적인 균열 : 이완토압, 지압작용, 지보공 편중침하 ● 비구조적 균열 : 건조수축, 횡방향 온도변화	Type-2 횡방향균열	● 구조적인 균열 : 부등침하 ● 비구조적 균열 : 종방향구속, 건조수축
Type-1(a) 사방향균열	● 구조적인 균열 : 부등침하 ● 비구조적 균열 : 초기수화열, 건조수축, 온도균열	Type-3 망상균열	● 동결융해 및 화학작용 ● 콘크리트 비비기를 시작하여 타설까지의 시간과다
		Type-4 시공이음부 반원형균열	● 거푸집 조기탈형 및 시공이음부 시공 미진 ● 슬럼프가 큰 콘크리트 타설 ● 천장부 라이닝 두께 부족
		Type-5	● 누수 · 공동구 하부 누수 - 시공이음 경계부에 방수결함
		Type-6	● 타일마감부의 박락 - 시공이음부에 맞닿아 발생
		Type-7	● 공동구 측벽 파손 · 횡방향 균열 - 종방향 구속
		Type-8	● 가로 및 세로수축줄눈부의 줄눈부 박락 및 포장면 재료분리

<그림 3.1> 터널의 주요 손상 및 열화현황

3.2.1 터널 라이닝

- 진단 대상 터널은 터널 라이닝과 숏크리트 사이의 방수막을 설치하여 터널내로 유입되는 물을 배수관으로 도수해서 터널 밖으로 유도하는 배수형 방수(방수막) 형식의 NATM 터널이다.
- 본 터널의 라이닝 콘크리트 두께는 35cm로써 시점(Sp1~11) · 종점(Sp166~171)과 단면 변화부(비상주차대) 구간은 라이닝 철근 보강이 되어 있고, 그 외 구간은 무근으로 설계되었으며, 금차 정밀안전진단시 RC-RADAR를 이용한 철근보강 구간에 대한 철근탐사결과 대체로 설계와 일치하는 것으로 분석 되었다.
- 시설물관리대장에 보수 · 보강이력은 수록되어 있지는 않으나 현장조사 시 일부 보수 흔적을 확인할 수 있었으며, 금차 진단시기가 하자만료 시기(10년차)로 부분적인 보수가 지속적으로 진행되고 있는 것으로 파악된다.



터널 내부 전경



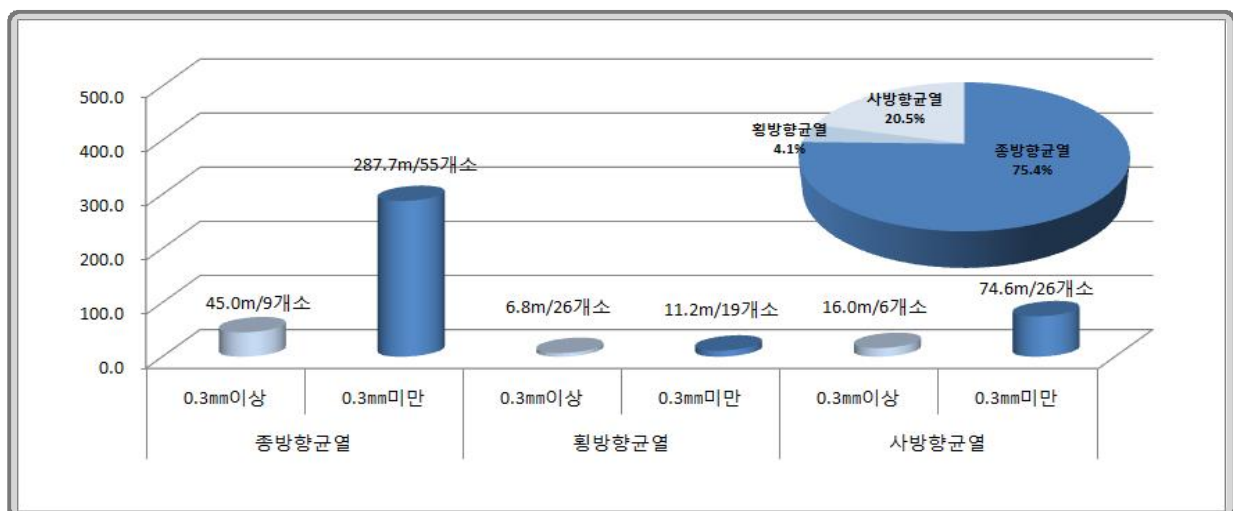
터널 내부 전경

〈사진 3.2〉 터널 내부(부산) 전경

가. 균열

1) 외관조사 결과

- 콘크리트 라이닝에서 조사된 균열의 대부분은 전체 균열의 75.4%를 차지하는 종방향 균열이며 횡방향균열은 4.1%, 사방향균열은 20.5%로 조사되었으며 반원형균열은 조사되지 않았다. 종방향 균열중 폭 0.3mm 미만의 균열은 대부분 보수부 재균열로 균열 폭에 따른 적절한 보수가 이루어지지 않은 것에 기인한 것으로 판단된다.
- 본선 구간에서 발생한 균열은 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 41개소($L=67.8\text{m}$), $cw=0.3\text{mm}$ 미만 100개소($L=373.5\text{m}$)가 각각 조사되었으며, 시·종점측 구간에서 균열 발생빈도가 다소 높으나 그 외 구간에 편중되는 양상은 나타나지 않는다.



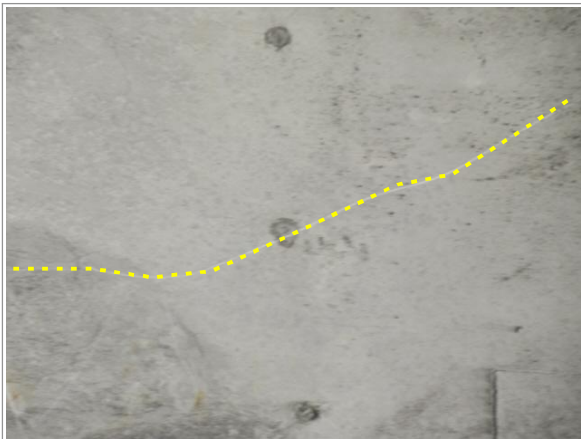
〈그림 3.2〉 터널 라이닝(부산) 균열 발생현황

〈표 3.2〉 터널 라이닝(부산) 균열 외관조사 결과

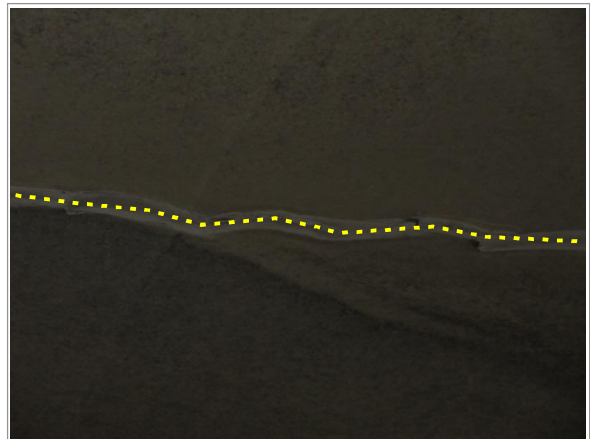
구분	균열(m/개소)	
	cw=0.3mm미만	cw=0.3mm이상
2 SPAN	—	24.5/9
3 SPAN	0.2/1	20.7/9
4 SPAN	—	17/8
13 SPAN	0.3/1	0.6/1
14 SPAN	—	0.2/1
17 SPAN	0.6/2	0.1/1
19 SPAN	0.3/1	—
20 SPAN	0.3/1	—
23 SPAN	0.5/2	—
26 SPAN	0.6/2	—
29 SPAN	—	0.2/1
31 SPAN	—	9/1
32 SPAN	—	9.2/2
33 SPAN	—	9/1
35 SPAN	—	9/1
37 SPAN	—	9/1
38 SPAN	—	7.2/2
39 SPAN	—	0.5/1
42 SPAN	—	9.2/2
43 SPAN	6/2	1/1
44 SPAN	—	9/1
45 SPAN	—	9/1
46 SPAN	—	9/1
47 SPAN	—	4/1
48 SPAN	6/3	—
49 SPAN	—	10/2
50 SPAN	—	1.6/2
51 SPAN	—	9/1
52 SPAN	—	2.5/1
54 SPAN	4/1	9/1
56 SPAN	—	0.9/2
57 SPAN	—	5/1
58 SPAN	12/1	—
59 SPAN	3/1	—
63 SPAN	—	0.2/1

〈표 3.2〉 터널 라이닝(부산) 균열 외관조사 결과(계속)

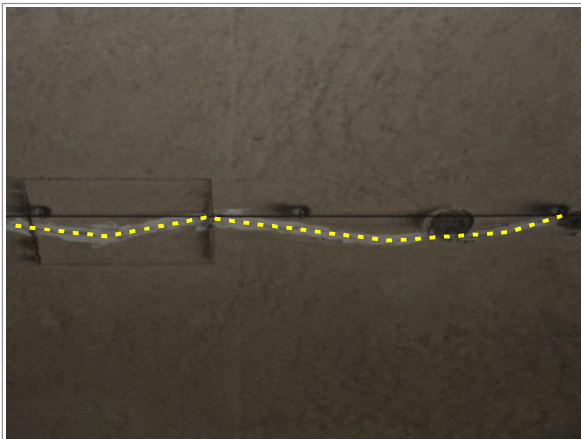
구분	균열(m/개소)	
	cw=0.3mm미만	cw=0.3mm이상
68 SPAN	—	9/1
70 SPAN	—	9/1
71 SPAN	—	6.2/2
73 SPAN	0.2/1	9/1
74 SPAN	8.7/3	—
76 SPAN	—	9/1
77 SPAN	0.3/1	5/1
80 SPAN	0.3/1	—
83 SPAN	—	9/2
89 SPAN	—	9/1
90 SPAN	—	9/1
92 SPAN	—	9/1
93 SPAN	—	3.4/5
95 SPAN	0.2/1	0.6/1
98 SPAN	—	9/1
99 SPAN	—	9/1
100 SPAN	—	7/1
101 SPAN	—	9/1
102 SPAN	—	9/1
105 SPAN	—	9/1
112 SPAN	0.4/2	—
113 SPAN	0.2/1	—
114 SPAN	0.4/2	—
115 SPAN	0.3/1	—
116 SPAN	0.2/1	0.2/1
117 SPAN	—	0.2/1
118 SPAN	0.3/1	—
123 SPAN	0.2/1	—
136 SPAN	—	2.5/1
140 SPAN	0.3/1	—
154 SPAN	9/1	—
163 SPAN	8/3	—
167 SPAN	—	2.5/1
168 SPAN	—	6/2
169 SPAN	5/2	27.3/13



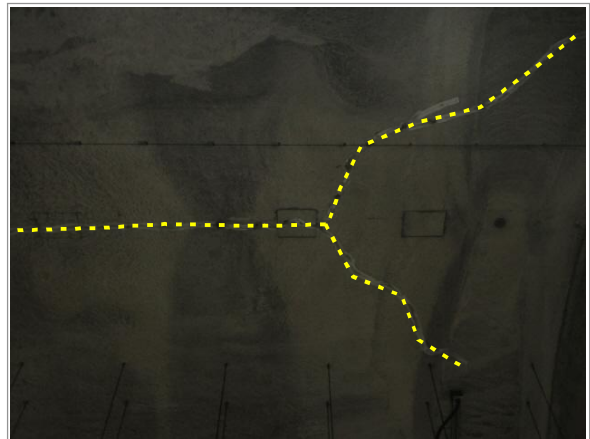
Span2 천단부 사균열(cw=0.2mm/4.0m)



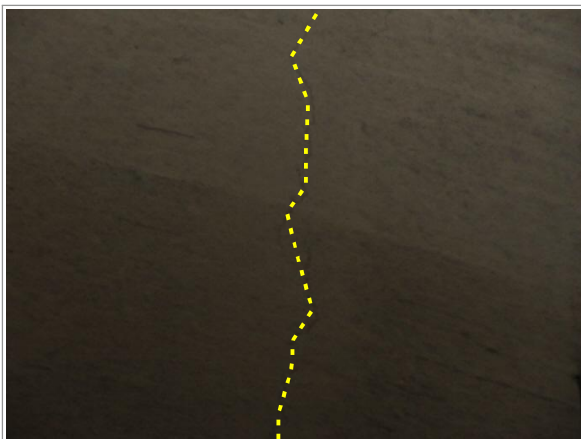
Span32 천단부 종균열(cw=0.2mm/9.0m, 보수부 재균열)



Span49 천단부 종균열(cw=0.2mm/7.5m, 보수부 재균열)



Span58 천단부 균열(cw=0.3mm/12.0m, 보수부 재균열)

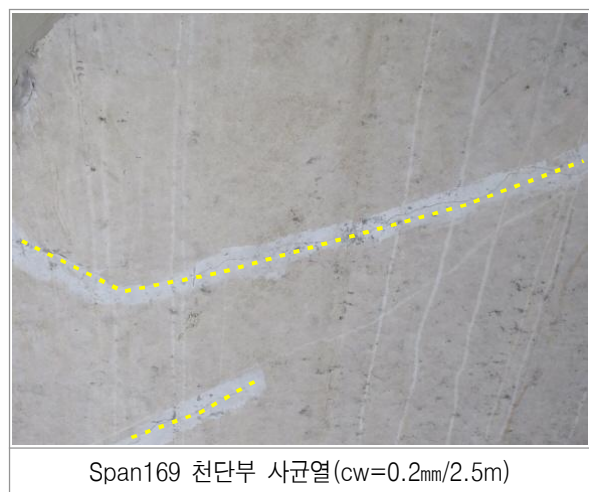
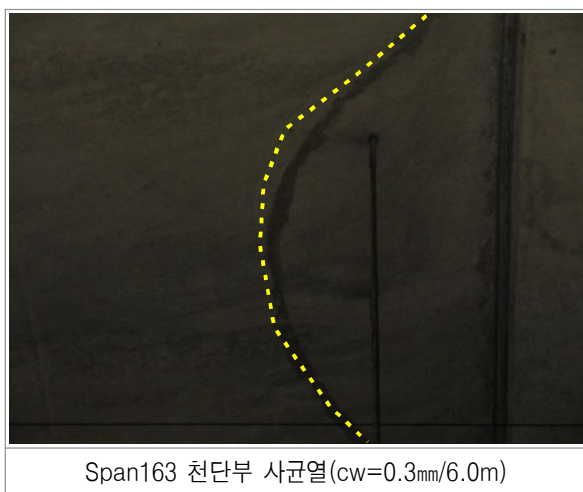
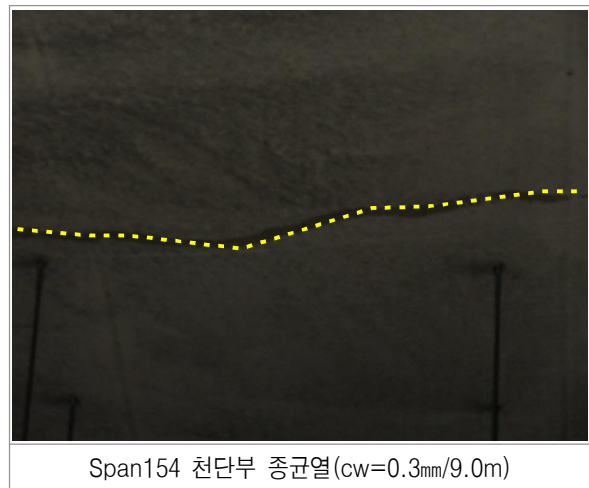


Span59 천단부 종균열(cw=0.3mm/3.0m)



Span90 천단부 종균열(cw=0.2mm/9.0m, 보수부 재균열)

〈사진 3.3〉 터널 라이닝(부산) 균열 외관조사 현황

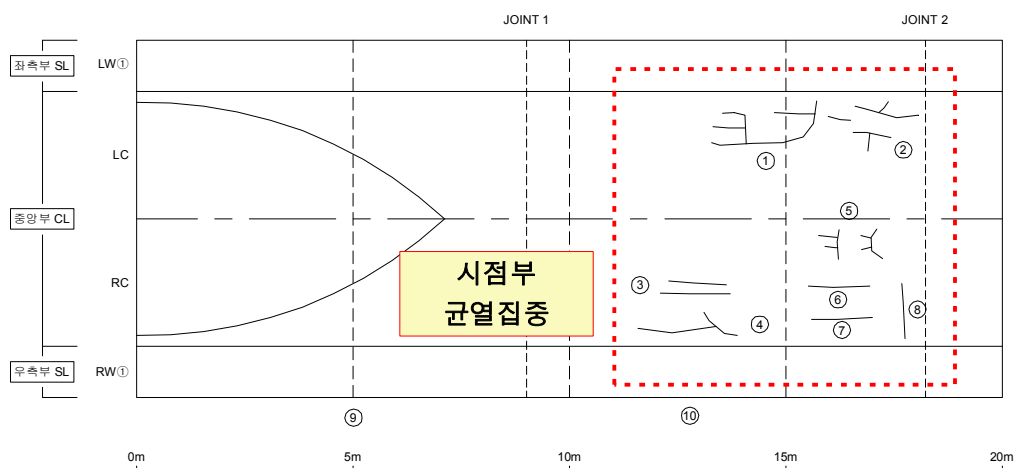


〈사진 3.3〉 터널 라이닝(부산) 균열 외관조사 현황(계속)

문수터널(부산) - 0.0m ~ 20.0m

← 부 산

울 산 →



2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 기 정밀점검 결과를 토대로 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 정밀점검 이후 하자보수를 실시하였으며 공용증가에 따른 신규손상이 일부 추가되었고, 기 정밀점검시 보수부의 재균열로 라이닝 균열의 손상물량은 증가하였다.
- 16년 정밀점검에서 조사된 폭 0.3mm 균열은 일부 보수가 되었지만, 금회 진단에서 재균열이 확인되었고, 일부구간에서 폭 0.2~0.3mm 균열이 신규로 조사되었다.

〈표 3.3〉 터널 라이닝(부산) 균열 기 점검 결과 비교

결합 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
라이닝	균열(cw=0.3mm이상)	109.2	m	67.8	m	▲ 39.8	
	균열(cw=0.3mm미만)	129.6	m	373.5	m	▲ 439.3	

3) 검토의견

- 본선 구간에서 조사된 균열을 손상 유형별로 도식화 하면 다음 그림과 같다.



〈그림 3.3〉 본선 콘크리트 라이닝(부산) 유형별 균열 분포현황

(가) 종방향균열

- 콘크리트 라이닝에 발생한 종방향 균열은 측벽부 보다는 천단부에서 주로 발생한 상태로 조사되었다. 조사된 종방향 균열은 대부분 폭 0.3mm미만의 균열이며, 폭 0.3mm 이상의 균열은 기 정밀점검시 확인된 폭 0.3mm 이상의 균열에 대한 보수공법의 미흡에 따른 보수부 재균열이 다수 조사되었다. 균열부 주변으로 박락, 층분리, 처짐 등의 추가 변상은 관찰되지 않았다.
- 조사된 종방향 균열은 Sp30~Sp105 구간에서 균등하게 조사되었으며, 손상의 원인은 시공초기 건조수축 및 라이닝 콘크리트 타설 후 슛크리트면과 라이닝 콘크리트 내면과의 온도차이에 따른 응력 불균형에 의해 발생한 비구조적 균열로 판단되나 이들 손상은 라이닝 자중 또는 횡방향 온도 신축으로 균열이 확대될 가능성도 배제할 수 없으며, 배수기능 저하로 인한 예기치 못한 잔류수압 또는 암반 이완하중에 의해 라이닝에 국부적인 압력이 작용할 개연성도 염두에 두어야 하므로, 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(나) 횡방향균열

- 본 터널에서 조사된 횡방향균열은 벽체부에서 국부적으로 관찰되며, 한 구간에 집중되는 양상은 나타나지 않는다. 조사된 대부분의 균열은 연장성이 짧은 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열로써 금회 현장조사 시 점검망치를 이용한 타격음 조사 결과 공동 및 층분리와 같은 특이 변상은 조사되지 않았다.
- 횡방향균열은 터널의 부등침하에 의한 구조적 균열과 종방향구속 및 건조수축과 온도 변화에 의해 발생하는 비구조적 균열로 횡방향 균열은 주로 터널 중심선에 직교하여 횡방향으로 발생하는 균열 형태이며, 공동구 상면과 타일사이 콘크리트부와 터널 어깨부, 천단부에서 주로 발생하며, 터널내 전체 균열의 손상중 약 4~5% 정도를 차지하는 경향으로 알려져 있다. 횡방향 균열은 슛크리트 정리가 불충분 한 경우에 집중하중이 작용하여 발생하는 경우가 많으므로 시공당시 면정리를 할 때 철저히 해야 하는 것이 중요하며, 장기적인 내구성 확보를 위하여 균열 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(다) 사방향균열

- 본 터널에서 조사된 사방향균열은 폭 0.3mm 균열 6개소 16.0m, 폭 0.2mm 균열 26개소 74.6m가 조사되었으며 지보패턴이 양호한 구간에서도 조사되어 거푸집 제거 및 이동시 충격과 터널 라이닝의 신축량 차이에 의해 발생한 것으로 판단된다. 조사된 균열은 장기적인 내구성 확보를 위하여 균열 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입 보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 누수 및 백태

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과 별도의 누수 및 백태가 조사되지 않은 양호한 상태로, 이는 콘크리트 라이닝과 숏크리트 사이에 설치된 방수막이 손상없이 방수와 배수기능을 원활하게 수행하는 것으로 판단된다.

2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

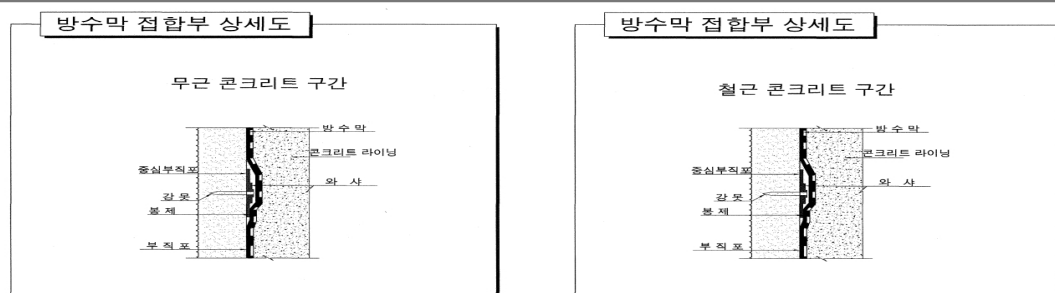
- 기 정밀점검 결과를 토대로 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 정밀점검과 동일하게 금회 진단시 누수 및 백태가 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.4〉 터널 라이닝(부산) 누수 및 백태 기 점검 결과 비교

결합 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
라이닝	상태양호	-	-	-	-	-	

3) 검토의견

- 터널 콘크리트 라이닝과 숏크리트 사이에 방수막을 설치하여 누수를 방지하도록 하였고, 기 진단 결과, 라이닝 구간에 누수 및 백태가 조사되지 않은 것으로 보아 현재 방수막은 손상없이 제기능을 원활히 수행하고 있다고 판단된다.



〈그림 3.4〉 터널 방수막 접합부 상세도

다. 단면손상(박락, 철근노출 등)

1) 외관조사 결과

- 터널내 라이닝 천단부 및 벽체에 대하여 단면손상 발생 여부에 대한 외관조사를 실시한 결과 철근구간에서 철근노출 손상이 조사되었다.

〈표 3.5〉 터널 라이닝(부산) 단면손상 외관조사 결과

구 분	철근노출 (㎡/개소)	파손 (㎡/개소)
56 SPAN	0.04/2	—
81 SPAN	—	0.02/1
116 SPAN	0.01/1	—
128 SPAN	0.2/4	—



Span56 벽체부 철근노출(0.1×0.3)

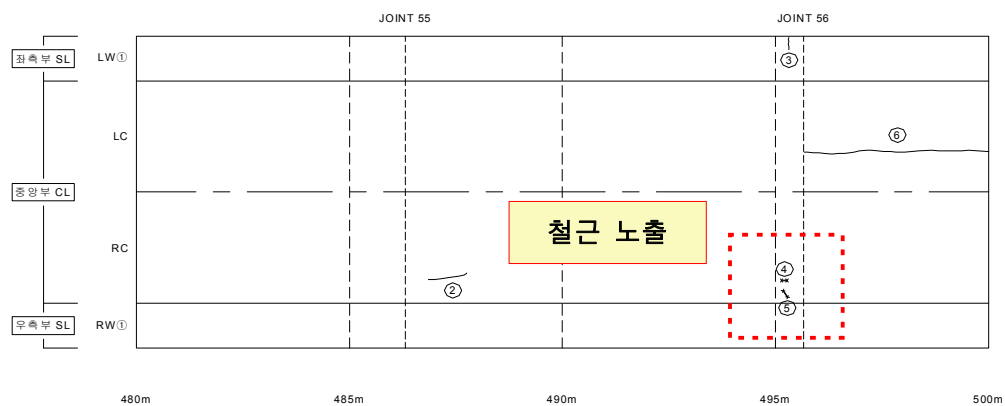


Span128 천단부 철근노출(0.1×0.5)

문수터널(부산) - 480m ~ 500m

← 부 산

울 산 →



〈사진 3.4〉 터널 라이닝(부산) 단면손상 외관조사 현황

2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 콘크리트 라이닝의 단면손상에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과 기 정밀점검 시 단면손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 진단 시 철근노출이 발생하였다. 이는 신규 발생이라기 보다는 조사자의 견해 차이나 조사 누락에 의한 손상으로 판단된다.

〈표 3.6〉 터널 라이닝(부산) 단면손상 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
라이닝	철근노출	—	—	0.25	m ²	▲ 0.25	
	파손	0.06	m ²	0.02	m ²	▼ 0.04	

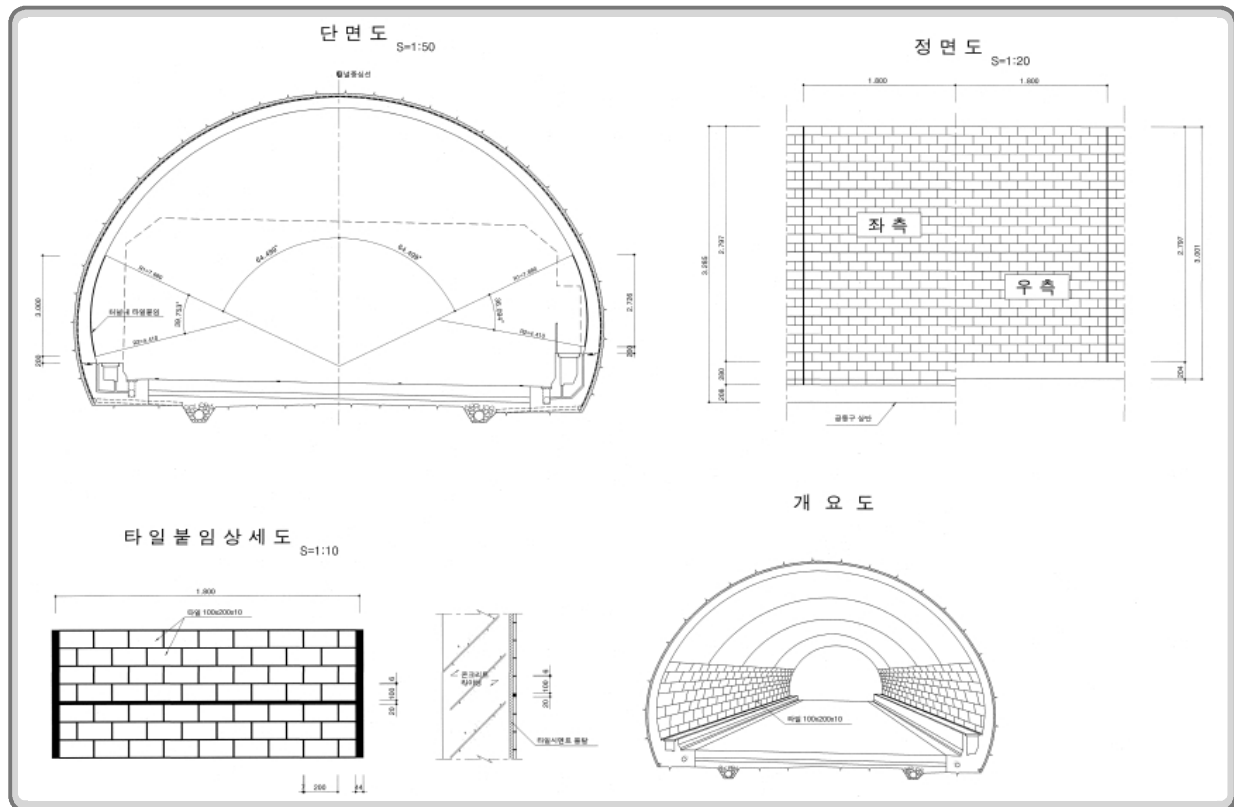
3) 검토의견

- Sp56, Sp128 구간에서 조사된 철근노출은 시공 초기 콘크리트를 타설하는 과정에서 콘크리트량의 부족 또는 철근위치의 오류 등으로 라이닝 콘크리트를 타설한 후 양생하는 과정에서 기준 피복보다 얇게 콘크리트 라이닝이 타설되어 철근노출이 발생된 것으로 판단되며, 공용기간의 증가에 따른 철근의 부식에 의한 부피 팽창으로 Pop out 상태인 것으로 추정되며, 방치시 부식의 진전에 따른 손상의 확대가 우려되므로, 노출된 철근을 방청처리하고, 단면 복구를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

라. 측벽부 타일마감

1) 부재의 개요

- 터널 좌·우측 측벽부에는 터널내부의 조명을 균등히 분산시켜 조명효과를 개선하고 터널 벽면의 위치를 운전자에게 쉽게 인식시켜 통행 안전성 증진, 터널내 구조적 조형미 증진 등을 위하여 자기질 타일(100×200×10)로 마감처리 되어 있다.



〈그림 3.5〉 본선 타일붙임 상세도



측벽부 타일마감 전경(추월선)



측벽부 타일마감 전경(주행선)

〈사진 3.5〉 측벽부 타일마감(부산) 전경

2) 외관조사 결과

- 외관조사 결과 대체적으로 양호한 것으로 조사되었으나, 공용기간 증가에 따른 차량통행에 의한 진동 및 교통사고 등에 의한 외부충격 등에 의한 발생된 것으로 추정되는 타일탈락 및 타일파손의 손상이 약 10여개가 조사되었다.

〈표 3.7〉 측벽부 타일마감(부산) 외관조사 결과

구 분	타일탈락 (개소)	타일파손 (개소)
93 SPAN	1/1	—
94 SPAN	1/1	—
102 SPAN	1/1	—
103 SPAN	1/1	—
119 SPAN	1/1	—
142 SPAN	1/1	—
144 SPAN	3/3	—
158 SPAN	—	1/1



Span93 측벽부 타일 파손



Span102 측벽부 타일 탈락



Span119 측벽부 타일 탈락



Span142 측벽부 타일 탈락



Span144 측벽부 타일 탈락



Span158 측벽부 타일 파손

〈사진 3.6〉 측벽부 타일마감(부산) 외관조사 현황

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 측벽부 타일마감 손상부에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 비교 검토한 결과 기 정밀점검시 타일탈락, 타일파손에 대한 보수는 별도로 실시하지 않은 것으로 확인되며, 공용기간 증가 및 차량의 충격 등에 의하여 손상이 전회 대비 증가한 것으로 분석되었다.

〈표 3.8〉 측벽부 타일마감(부산) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
측벽부 타일마감	타일파손 및 탈락	3	EA	10	EA	▲ 7	

4) 검토의견

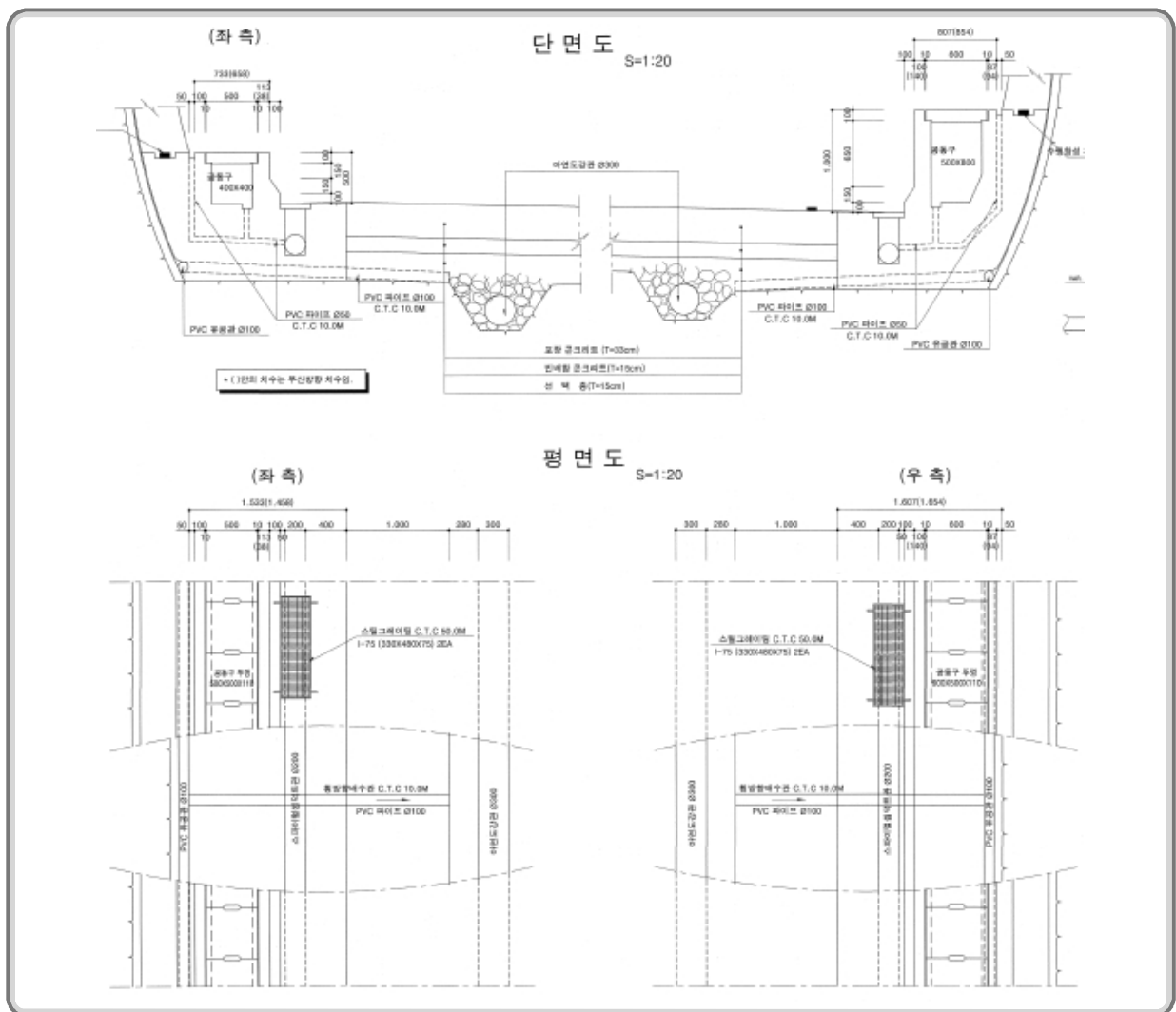
- 타일 파손은 횡방향 균열을 동반한 라이닝의 반사균열(Reflection crack) 또는 불임물탈의 건조수축, 부속시설 설치를 위한 충격 등에 의해 나타나게 되며, 금회 조사된 균열은 불임물탈의 건조수축에 의한 비교적 소규모의 경미한 손상으로서 보수가 요구되지는 않는다.
- 타일 탈락은 온도변화에 따른 라이닝의 신축작용과 불임물탈 열화로 인해 타일과 라이닝의 부착력 저하, 주행차량의 충격으로 인해 발생한 손상이다. 이들 손상은 터널의 안전성과 구조물의 내구성에 미치는 영향은 없겠으나 주행차량의 미관 확보를 위하여 재설치를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.2.2 터널 주변

가. 공동구 및 배수시설

1) 부재의 개요

- 공동구 및 배수로는 터널 좌·우측에 설치되어 있으며, 공동구는 기계 전비설비를 고려하여 좌측(400mm×400mm), 우측(500mm×800mm) 크기로 시공되었고, 우측 공동구는 도보점 검을 위해 난간을 설치하고 좌측공동구 보다 높게 시공하였다.
- 터널의 배수방식은 측벽하부 배수방식으로써 종방향으로 설치된 유공관(Φ100)으로 슛크리트면과 라이닝 콘크리트 사이로 유입된 배면 침투수를 10m마다 설치된 PVC Pipe (Φ100)로 유공관과 종배수로(아연도강관, Φ300)를 연결시켜 집수하고, 터널 내 유입수와 함께 외부(갱구부)로 배출시킨다. 또한 배수로에는 50m간격으로 집수정이 시공되어 있으며 스틸그레이팅 덮개가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



〈그림 3.6〉 공동구 및 배수시설 상세도



공동구 및 배수로 전경(추월선측)



공동구 및 배수로 전경(주행선측)

〈사진 3.7〉 공동구 및 배수시설(부산) 전경

2) 외관조사 결과

- 문수터널(부산)의 공동구에 대한 외관조사를 실시한 결과 공동구 벽체에서 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열, 파손, 파손(철근노출), 굽힘 등의 손상이 조사되었으며, 또한 공동구 덮개 파손, 난간파손이 다수 조사되었다.

〈표 3.9〉 공동구(부산) 외관조사 결과

구 분	균열(m/개소)		망상균열 (m²/개소)	파손 (m²/개소)	파손 및 철근노출 (m²/개소)	굽힘 (m²/개소)	덮개파손 (개소)	난간파손 (개소)	난간지주 탈락 (개소)
	cw=0.3mm 이상	cw=0.3mm 미만							
1 SPAN	0.8/2	4.8/7	—	—	—	—	—	—	—
2 SPAN	0.2/1	4.2/4	—	—	—	—	—	—	—
3 SPAN	0.4/1	4.6/5	—	—	—	—	—	—	—
4 SPAN	—	1.8/2	1.2/1	—	—	—	—	—	—
5 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	5	—	—
6 SPAN	0.3/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
7 SPAN	—	3.2/6	—	—	—	—	—	—	—
8 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
9 SPAN	2.4/2	—	—	0.05/1	—	—	—	—	—
10 SPAN	—	2/2	—	0.02/1	—	—	—	—	—
11 SPAN	—	2/2	—	0.02/1	—	—	—	—	—
12 SPAN	2.4/2	1.5/2	—	0.03/1	—	—	1	—	—
13 SPAN	2.5/3	0.5/1	—	—	—	—	—	—	—
14 SPAN	—	3.1/5	—	—	—	—	—	—	—
15 SPAN	—	4.5/6	—	—	—	—	—	—	—
16 SPAN	—	2/2	—	0.12/1	—	—	1	—	—
17 SPAN	0.2/2	4/5	—	—	—	—	—	—	—

〈표 3.9〉 공동구(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	파손 (㎡/개소)	파손 및 철근노출 (㎡/개소)	굽힘 (㎡/개소)	뒹개파손 (개소)	난간파손 (개소)	난간지주 탈락 (개소)
	cw=0.3mm 이상	cw=0.3mm 미만							
18 SPAN	—	5/7	—	—	—	—	—	—	—
19 SPAN	—	3/3	—	0.01/1	—	—	—	—	—
20 SPAN	0.1/1	3.6/4	—	—	—	—	—	—	—
21 SPAN	0.4/1	2.5/3	—	0.12/1	—	—	—	—	—
22 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	1	—	—
23 SPAN	1/1	3.8/5	—	—	—	—	—	—	—
24 SPAN	—	2.3/3	—	—	—	—	—	—	—
25 SPAN	2.9/3	—	—	—	—	—	—	—	—
26 SPAN	1.4/3	2/2	—	—	—	—	1	—	—
27 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	1	—	—
28 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
29 SPAN	1/1	2/2	—	—	—	—	1	—	—
30 SPAN	1.2/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
31 SPAN	0.8/1	2/2	—	—	—	—	1	—	—
32 SPAN	—	3.1/4	—	—	—	—	—	—	—
33 SPAN	—	2.5/3	—	—	—	—	—	—	—
34 SPAN	1.2/1	3.7/5	—	—	—	—	—	—	—
35 SPAN	—	3.6/5	—	0.01/1	—	—	—	—	—
36 SPAN	1.2/1	2/2	—	—	—	—	1	—	—
37 SPAN	—	3/3	—	0.05/2	—	—	—	—	—
38 SPAN	—	3/4	—	—	—	—	—	—	—
39 SPAN	—	5/7	—	—	—	—	—	—	—
40 SPAN	—	3.5/5	—	—	—	—	—	—	—
41 SPAN	0.7/1	4/5	—	0.02/1	—	—	—	—	—
42 SPAN	—	4/5	—	—	—	—	—	—	—
43 SPAN	1/1	1.5/2	—	—	—	—	—	—	—
44 SPAN	2/2	0.5/1	—	—	—	—	—	—	—
45 SPAN	—	4/5	—	—	—	—	—	—	—
46 SPAN	—	2/2	—	0.04/1	—	—	1	—	—
47 SPAN	—	4.5/6	—	—	—	—	—	—	—
48 SPAN	—	3/4	—	0.06/1	—	—	—	—	—
49 SPAN	—	3/4	—	—	—	—	—	—	—
50 SPAN	—	4.2/6	—	0.03/1	—	—	—	—	—
51 SPAN	—	3/3	—	0.17/2	—	—	1	—	—
52 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
53 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—

〈표 3.9〉 공동구(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		망상균열 (m²/개소)	파손 (m²/개소)	파손 및 철근노출 (m²/개소)	굽힘 (m²/개소)	덮개파손 (개소)	난간파손 (개소)	난간지주 탈락 (개소)
	cw=0.3mm 이상	cw=0.3mm 미만							
62 SPAN	—	2.3/4	—	0.03/1	—	—	—	—	—
63 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
64 SPAN	—	2.5/3	—	0.03/1	—	—	—	—	—
65 SPAN	—	3/4	—	—	—	—	2	—	—
66 SPAN	—	2.8/4	—	—	—	—	—	—	—
67 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
68 SPAN	—	4/4	—	—	—	—	—	—	—
69 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
70 SPAN	—	2/2	—	0.02/1	—	—	—	—	—
71 SPAN	—	3.1/5	—	—	—	—	—	—	—
72 SPAN	—	2/2	—	0.02/1	—	—	—	—	—
73 SPAN	1.2/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
74 SPAN	0.1/1	2.5/3	—	—	—	—	—	—	—
75 SPAN	—	2/2	—	0.04/1	—	—	—	—	—
76 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	6	—	—
77 SPAN	1.3/2	2.6/3	—	—	0.75/1	—	4	—	—
78 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
79 SPAN	—	2.4/3	—	0.04/2	—	—	—	—	—
80 SPAN	0.1/1	3/3	—	—	—	—	—	—	—
81 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
82 SPAN	—	2/2	—	0.04/1	—	—	1	—	—
83 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
84 SPAN	—	2/2	—	0.02/1	—	—	1	—	1
85 SPAN	—	2.5/3	—	—	—	—	—	—	—
86 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
87 SPAN	1/1	—	—	—	—	—	1	—	—
88 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
89 SPAN	0.1/1	3/3	—	—	—	—	—	—	—
90 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	2	—	—
91 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
92 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
93 SPAN	0.5/2	—	—	—	—	—	—	—	—
94 SPAN	0.1/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
96 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
97 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	1/	—	—

〈표 3.9〉 공동구(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	파손 (㎡/개소)	파손 및 철근노출 (㎡/개소)	굽힘 (㎡/개소)	뒹개파손 (개소)	난간파손 (개소)	난간지주 탈락 (개소)
	cw=0.3mm 이상	cw=0.3mm 미만							
98 SPAN	2.5/3	—	—	—	—	—	1	—	—
99 SPAN	1.2/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
100 SPAN	—	3.2/3	—	—	—	—	—	—	—
101 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
102 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
103 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
104 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
105 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	1	—	—
106 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
107 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
108 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
109 SPAN	—	3.2/3	—	—	—	—	2	—	—
110 SPAN	—	3.2/3	—	—	—	—	1	—	—
111 SPAN	0.1/1	3/3	—	—	—	—	1	—	—
112 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	3	—	—
113 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	1	—	—
114 SPAN	1.2/1	1/1	—	—	—	—	1	—	—
115 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
116 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
117 SPAN	0.6/1	2.5/3	—	0.09/2	—	—	—	—	—
118 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—
119 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
121 SPAN	1.2/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
122 SPAN	1.2/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
123 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
124 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
125 SPAN	0.1/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
126 SPAN	0.1/1	—	—	—	—	—	—	—	—
127 SPAN	1/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
128 SPAN	1.5/1	—	—	—	—	—	2	—	—
130 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
131 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
132 SPAN	—	0.3/1	—	—	—	—	—	—	—
133 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	2	—	—
134 SPAN	1.2/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
135 SPAN	0.1/1	2/2	—	—	—	—	—	—	—

〈표 3.9〉 공동구(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		망상균열 (m²/개소)	파손 (m²/개소)	파손 및 철근노출 (m²/개소)	굽힘 (m²/개소)	뒹개파손 (개소)	난간파손 (m/개소)	난간지주 탈락 (개소)
	cw=0.3mm 이상	cw=0.3mm 미만							
136 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
137 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
138 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
139 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
140 SPAN	0.1/1	3/3	—	—	—	—	—	—	—
141 SPAN	—	3/3	—	—	—	—	—	—	—
142 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	1	—	—
143 SPAN	—	1/1	—	0.03/1	—	—	—	—	—
144 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
145 SPAN	—	2/2	—	0.03/1	—	0.6/1	1	—	—
146 SPAN	—	1/1	—	1.2/1	—	—	—	—	—
147 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
148 SPAN	1.2/1	1/1	—	—	—	—	61	40/1	—
149 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
150 SPAN	—	1/1	—	0.6/1	—	—	—	—	—
151 SPAN	—	1/1	—	0.06/1	—	—	1	—	—
152 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
153 SPAN	—	2/2	—	—	—	—	—	—	—
154 SPAN	2.7/2	—	—	0.72/4	—	—	—	6/1	—
158 SPAN	1.2/1	—	—	—	—	—	—	—	—
161 SPAN	—	—	—	—	—	—	1	—	—
162 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
163 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	1	—	—
164 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
165 SPAN	0.1/1	1/1	—	—	—	—	—	—	—
166 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
167 SPAN	—	—	—	0.04/1	—	—	—	—	—
168 SPAN	—	1/1	—	—	—	—	—	—	—
169 SPAN	3.6/3	4.9/5	—	—	—	—	—	—	—

- 배수시설에 대한 외관조사를 실시한 결과 배수로 상면의 콘크리트에서 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 공용기간 증가에 따라 배수구 본체의 토사퇴적 및 배수구 스틸 그레이팅의 부식이 다수 확인되었다.

〈표 3.10〉 배수시설(부산) 외관조사 결과

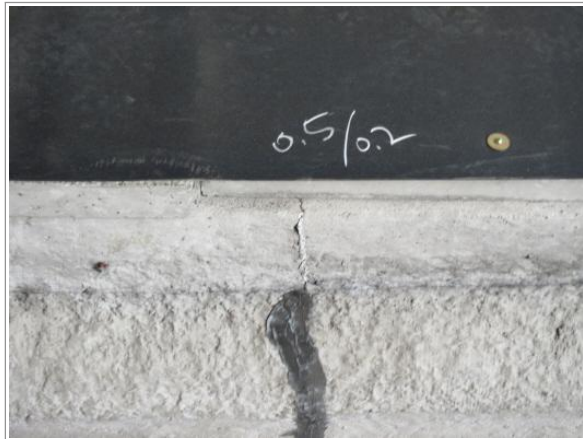
구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
1 SPAN	6.6/11	—	—	—	—
2 SPAN	0.6/1	3.6/6	—	—	—
3 SPAN	4.8/8	—	—	—	—
4 SPAN	1.4/3	0.6/1	—	2	0.6/2
5 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
6 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
7 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
8 SPAN	1.2/2	0.6/1	—	—	—
9 SPAN	—	1.8/3	—	—	—
10 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
11 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
13 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
14 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
16 SPAN	—	0.3/1	—	2	2.6/2
17 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
18 SPAN	—	1.8/3	—	—	—
21 SPAN	0.6/1	—	—	2	0.6/2
22 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
23 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
24 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
25 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
26 SPAN	1.2/2	—	—	—	—
27 SPAN	—	0.2/1	—	2	0.6/2
29 SPAN	—	1.8/3	—	—	—
30 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
31 SPAN	0.6/1	1.2/2	—	—	—
32 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
35 SPAN	1.8/3	—	—	—	—
36 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
37 SPAN	0.6/1	1.2/2	—	—	—
38 SPAN	—	0.4/2	—	2	0.6/2

〈표 3.10〉 배수시설(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
39 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
40 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
41 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
42 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
43 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
44 SPAN	1.2/2	—	—	2	0.6/2
45 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
46 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
47 SPAN	—	1.8/3	—	—	—
48 SPAN	0.6/1	—	0.03/1	—	—
49 SPAN	0.6/1	—	—	2	0.6/2
50 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
51 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
53 SPAN	—	0.6/2	—	—	—
55 SPAN	0.6/1	—	—	1	0.45/2
57 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
58 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
59 SPAN	1.2/2	—	—	—	—
60 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
61 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
62 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
65 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
66 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
67 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
68 SPAN	—	1.2/2	—	2	0.6/2
72 SPAN	—	0.5/1	—	—	—
73 SPAN	0.3/1	—	—	2	0.6/2
74 SPAN	1.2/2	—	—	—	—
75 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
76 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
77 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
79 SPAN	—	0.6/1	—	2	0.6/2
84 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
88 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
89 SPAN	1.2/2	0.6/1	—	—	—
90 SPAN	—	0.8/2	—	2	0.6/2

〈표 3.10〉 배수시설(부산) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
91 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
92 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
93 SPAN	0.8/1	—	—	—	—
95 SPAN	0.6/1	1.2/2	—	—	—
96 SPAN	0.6/1	—	—	2	0.6/2
97 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
98 SPAN	0.6/1	1.2/2	—	—	—
99 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
100 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
101 SPAN	—	0.6/1	—	2	0.6/2
102 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
103 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
104 SPAN	—	1.2/2	—	—	—
106 SPAN	0.6/1	—	—	—	—
107 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
108 SPAN	1.2/2	—	—	—	—
110 SPAN	1.2/2	—	—	—	—
112 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
113 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
114 SPAN	0.6/1	—	0.02/1	—	—
115 SPAN	0.1/1	1.2/2	—	—	—
118 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
123 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
128 SPAN	—	—	0.09/1	—	—
135 SPAN	—	—	—	2	0.6/2
137 SPAN	—	—	0.18/1	—	—
138 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
141 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
143 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
146 SPAN	—	—	0.18/1	1	0.3/1
152 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
158 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
163 SPAN	—	—	—	1	0.3/1
165 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
168 SPAN	—	0.6/1	—	—	—
169 SPAN	—	—	—	1	0.3/1



Span2 공동구 벽체 균열(0.5mm/0.2m)



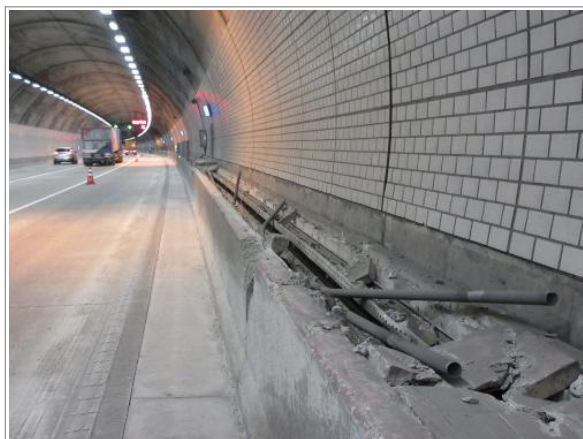
Span3 공동구 벽체 파손(0.1×0.2)



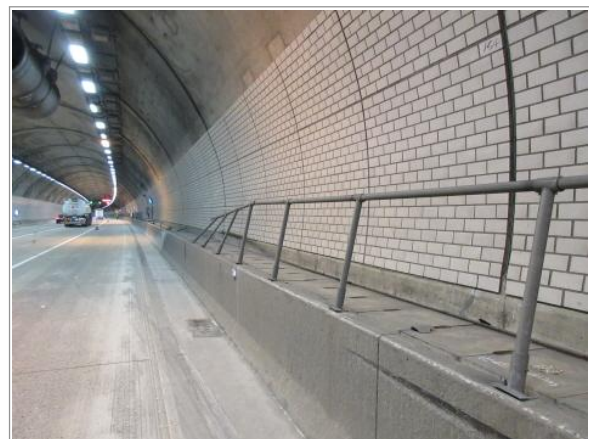
Span29 공동구 벽체 균열(0.3mm/1.0m)



Span77 공동구 벽체 균열(0.5mm/1.2m)



Span148~151 공동구 덮개 파손

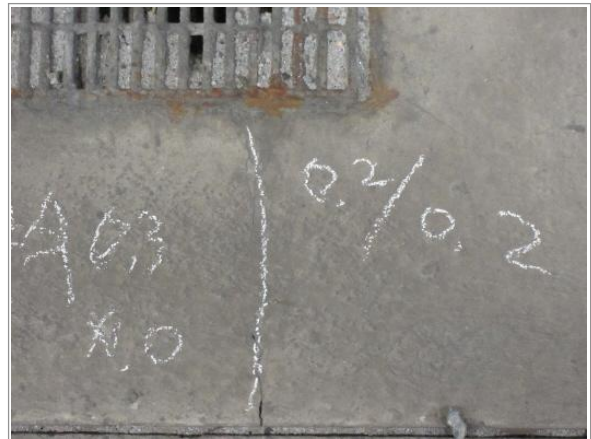


Span148~151 공동구 난간 파손

〈사진 3.8〉 공동구 및 배수시설(부산) 외관조사 현황



Span1 측구 균열 (0.3mm/0.6m)



Span90 측구 균열 (0.2mm/0.2m)



Span93 측구 균열 (0.3mm/0.8m)



Span137 측구 파손 (0.3×0.6)



Span118 집수구 토사퇴적 및 스틸그레이팅 부식



Span169 집수구 토사퇴적 및 스틸그레이팅 부식

〈사진 3.8〉 공동구 및 배수시설(부산) 외관조사 현황(계속)

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 공동구 및 배수시설에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 비교 검토한 결과 모든 항목에서 손상이 증가한 것으로 확인되었으며, 공동구 폭 0.3mm미만 균열은 기 점검보다 다소 증가하였고, 전반적인 손상이 신규 손상인 것으로 확인되었다.

〈표 3.11〉 공동구 및 배수시설(부산) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	—	—	52.6	m	▲ 52.6	
	균열(cw=0.3mm미만)	321.8	—	335.6	m	▲ 13.8	
	망상균열	—	—	1.2	m²	▲ 1.2	
	파손	3.12	—	3.81	m²	▲ 0.69	
	파손 및 철근노출	—	—	0.75	m²	▲ 0.75	
	굵힘	—	—	0.6	m²	▲ 0.6	
	덮개파손	2	—	114	EA	▲ 112	
	난간파손	—	—	46.0	m	▲ 46.0	
	난간지주탈락	—	—	1	EA	▲ 1	
배수로	균열(cw=0.3mm이상)	—	—	43.4	m	▲ 43.4	
	균열(cw=0.3mm미만)	—	—	49.0	m	▲ 49.0	
	파손	—	—	0.5	m²	▲ 0.5	
배수시설	집수구토사퇴적	—	—	49	EA	▲ 49	
	그레이팅부식	—	—	16.85	m²	▲ 16.85	

4) 검토의견

- 공동구 벽체 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열이나 구조물의 내구성에 영향을 미치지 않는 부재로써 보수보다는 주의관찰하며, 국부적으로 발생한 공동구 벽체의 파손, 파손(철근노출) 등의 손상은 초기 거푸집 탈형시 발생 및 공용 중 통행차량의 충격 등에 의한 손상이며, 터널의 안전성에는 영향이 없겠으나 공동구 콘크리트의 내구성 확보와 미관 제고를 위해 장기적인 측면으로는 보수를 고려해 보는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 덮개 파손은 진단 중 추가된 손상으로 2018년 12월 8일 새벽 터널내에서 트레일러가 공동구와 충돌하여 Sp148 구간부터 약 40m정도 공동구벽체, 덮개, 난간이 파손되었다. 터널 기능에는 문제가 없지만, 원활한 터널 공용을 위해 사고구간은 보수를 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 배수로 상면에 발생한 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열은 건조수축 및 온도변화에 따른 신축작용 또는 시공관리미흡(침하균열)에 의해 발생하였으며, 본 손상으로 인하여 터널에 미치는 영향이 없으므로 보수의 필요성은 없으나 지속적인 관리는 필요할 것으로 판단된다.
- 배수시설 외관조사결과 집수구 내부 토사퇴적 및 스틸그레이팅의 부식이 조사되었으며, 손상의 발생은 주로 추월차로 보다는 주행차로 측면에서 나타나고 있으며, 이는 주행차로를 주로 이용하는 건설장비 등 중차량의 통행으로 인한 토사 퇴적 및 제설제 성분이 용빙되어 집수구 상면 스틸그레이팅을 통해 유입되면서 부식을 유발한 것으로 원활한 터널내 배수를 위하여 일괄적으로 청소가 필요할 것으로 판단된다.

나. 갭문

1) 부재의 개요

- 문수터널(부산방향)의 시·종점부 갭문은 지형 및 지반조건, 기상조건, 주변 환경, 차량의 주행성, 유지관리상의 편의 등이 고려되어 벨마우스식으로 시공되었다.



시점부 갭문 전경



종점부 갭문 전경

〈사진 3.9〉 시·종점부 갭문(부산) 전경

2) 외관조사 결과

- 시·종점 갭문에 대한 외관조사 결과 균열 및 파손 등 구조물의 안전을 저해할 만한 별다른 손상은 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

〈표 3.12〉 시·종점 갱문(부산) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
시점부	· 상태양호	—	—	
종점부	· 상태양호	—	—	

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 터널 시·종점부 갱문에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 비교 검토한 결과 기 정밀점검 시에도 별다른 손상이 확인되지 않았으며, 금차 정밀안전진단시에도 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

〈표 3.13〉 시·종점부 갱문(부산) 기 정밀점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		개소	물량	개소	물량		
시점부	상태양호	—	—	—	—	—	
종점부	상태양호	—	—	—	—	—	

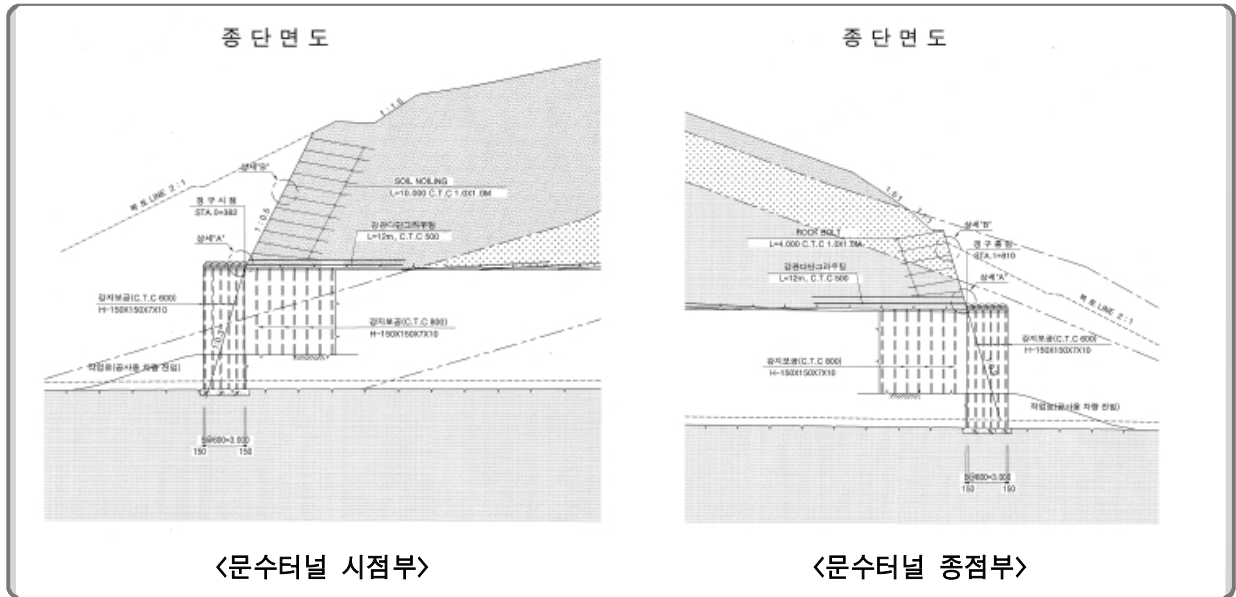
4) 검토의견

- 시·종점 갱문에 대한 외관조사 결과 균열 및 파손 등 구조물의 안전을 저해할 만한 별다른 손상은 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

다. 사면 및 외부배수로

1) 부재의 개요

- 대상터널의 갱구부 사면에 대한 준공도서 검토 결과 갱문 시·종점부에는 사면에 와이어 메쉬+샷크리트로 표면 시공하고, 시점부는 Soil-Nailing 공법, 종점부는 ROCK BOLT로 보강되어 있는 것으로 확인되었다.
- 터널의 종점 갱구부 상단에 직사광선에 의한 그림자를 방지하고 태양광을 분산시켜 간접조명 및 조도순응구간 연장을 위한 프리즈메틱 글라스가 시공된 것으로 확인되었다.
- 터널 입 · 출구부 갱구부 상단 사면에는 U형 개거가 설치되어 우수의 배수를 유도하고 있는 것으로 조사되었다.



〈그림 3.7〉 시·종점 갱구부 사면(부산) 현황도



시점 사면 전경



종점 사면 전경

〈사진 3.10〉 문수터널(부산) 시·종점부 사면 전경

2) 외관조사 결과

- 시·종점 사면 및 외부배수로 외관조사 결과 시·종점부 사면에서 기 점검결과와 동일하게 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.14〉 시·종점 사면 및 외부배수로 외관조사 결과

구 분	결합 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
사면 및 외부배수로	· 상태양호	—	—	

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 시·중점부 사면 및 좌·우측 외부배수로에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과 기 정밀점검과 동일하게 시·중점부 모두 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.15〉 사면 및 외부배수로(부산) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		개소	물량	개소	물량		
사면 및 외부 배수로	상태양호	-	-	-	-	-	

4) 검토의견

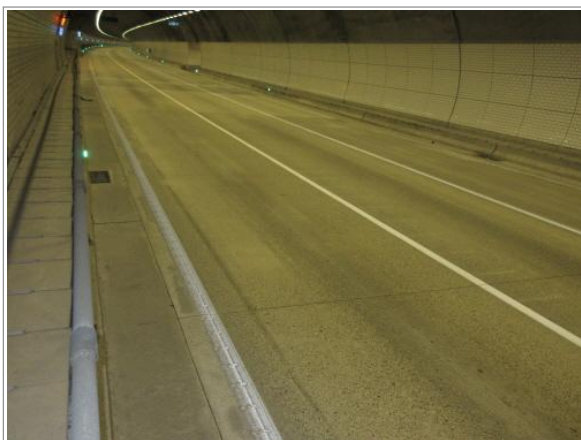
- 시·중점부 사면의 배수로 모두 이물질 및 낙엽 퇴적이 조사되지 않아 원활한 배수가 이루어질 것으로 판단된다.
- 상부의 사면에서도 인장균열 등 별다른 손상은 관찰되지 않았으며, 사면 내 지반변형, 구조물변형 등의 징후는 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

3.2.3 부대시설

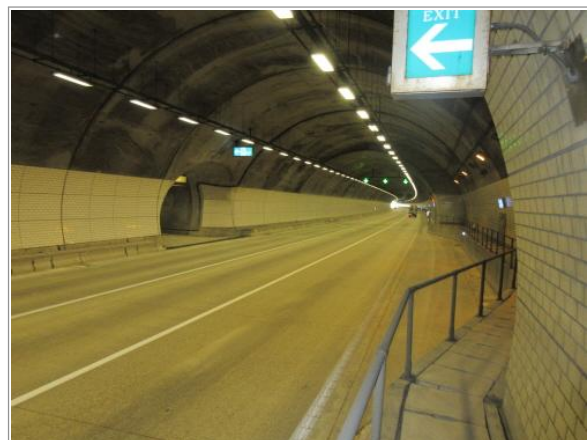
가. 포장면

1) 부재의 개요

- 문수터널(부산)의 포장면은 설계도면 검토 결과 선택층(동상방지층)을 15cm, 그 위에 빈 배합 concrete 15cm를 타설하고 마지막으로 포장 concrete 33cm를 포설하여 포장층을 구성하고 있는 것으로 확인되었다.

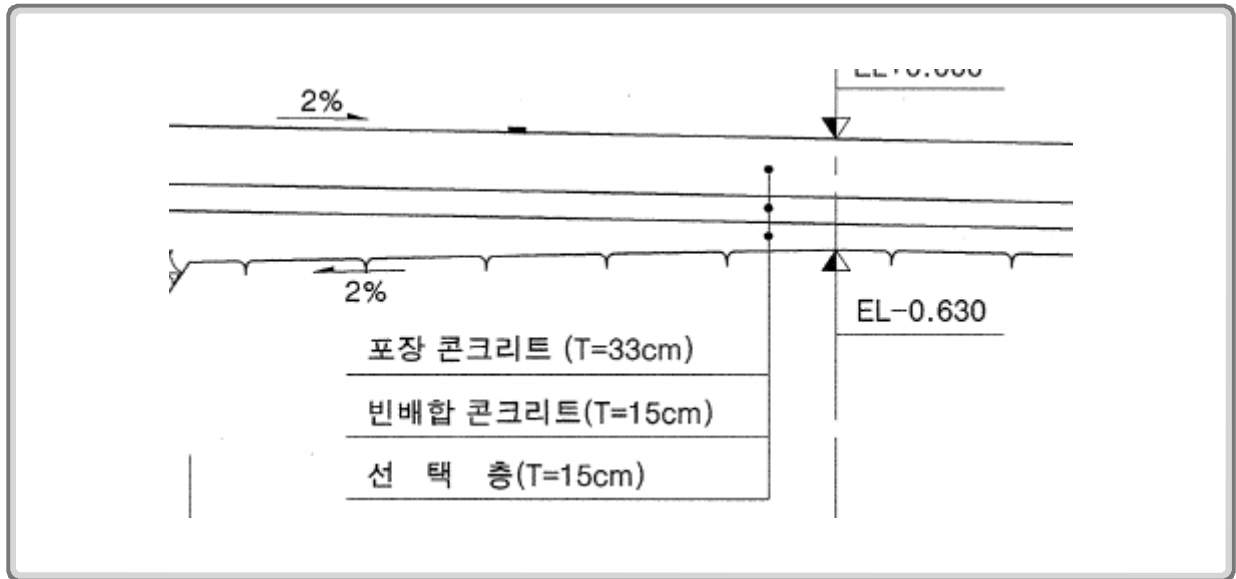


포장면 전경 ①



포장면 전경 ②

〈사진 3.11〉 터널 포장면(부산) 전경



〈그림 3.8〉 포장면(부산) 현황도

2) 외관조사 결과

- 문수터널(부산)의 포장면에 대한 외관조사 결과 공용기간 증가 및 중차량의 통행에 따른 포장면 균열, 포장 파손, 재료분리 등의 손상이 조사되었으며, 차도부의 전반적인 포장 상태는 차량의 주행에는 문제가 없는 대체로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

〈표 3.16〉 포장면(부산) 외관조사 결과

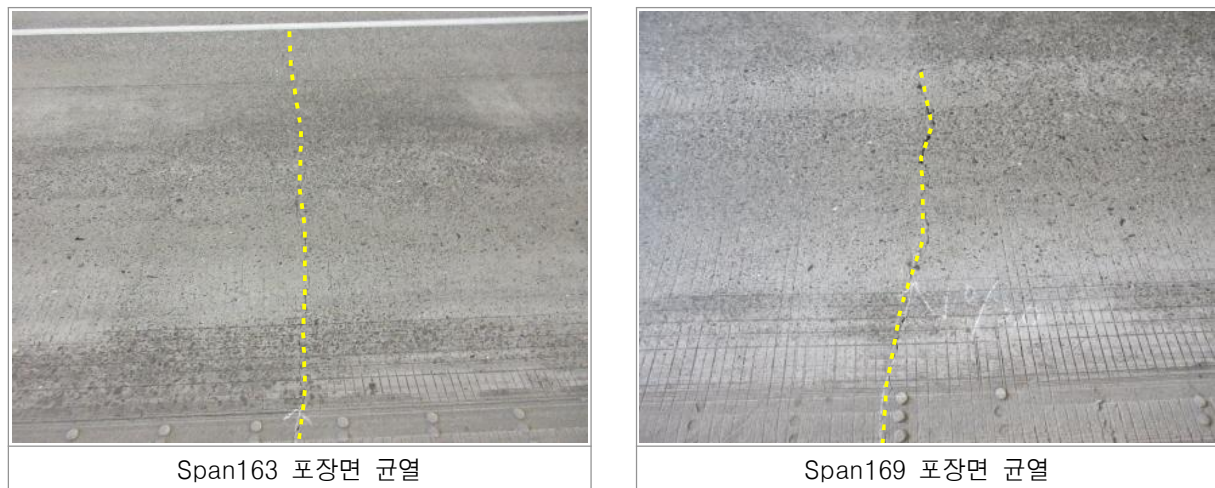
구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
포장면	· 포장균열	m/개소	11.6 / 5	
	· 포장파손	m²/개소	0.8 / 21	
	· 포장재료분리	m²/개소	0.6 / 2	



Span8 포장면 파손



Span21 포장면 재료분리



〈사진 3.12〉 포장면 외관조사 현황

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 터널내 포장면 손상부에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전여부를 비교 검토한 결과 공용기간 증가와 지속적인 반복하중으로 인한 포장면 파손은 전차 점검시 보다 다소 증가하였고, 포장균열, 재료분리가 신규로 조사되었다.

〈표 3.17〉 포장면(부산) 기 정밀점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감		비 고
		물량	단위	물량	단위			
포장면	포장균열	—	—	11.60	m	▲	11.6	
	포장파손	0.05	m ²	0.80	m ²	▲	0.75	
	재료분리	—	—	0.60	m ²	▲	0.6	

4) 검토의견

- 터널 내 포장면의 균열 및 파손 등의 손상은 차량의 반복하중 및 중차량에 의한 충격이 주된 원인이며, 온도변화에 따른 강성포장체의 신축거동, 공용기간 증가에 따른 포장 자체의 노후화, 동절기 살포된 제설재의 유입 등이 복합적으로 작용하여 발생하게 된다.
- 포장면은 고속도로 주행차량의 안전과 직결되고, 파손 및 균열부 등은 공용 기간 증가에 따라 손상의 범위가 확대될 가능성이 있으므로 조사된 손상에 대해서는 주행안전성 확보 및 내구성능 확보 측면에서의 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 비상주차대 및 피난연락갱

1) 부재의 개요

- 문수터널(부산)에 비상주차대는 Sp54~58, Sp128~132 구간에 연장 40m로 2개소 설치되었고, 피난연락갱은 차량용 2개소, 대인용 1개소가 있으며, 철근콘크리트 구조로써 Sp56(차량용), Sp93(대인용), Sp130(차량용)에 위치하고 있는 것으로 조사되었다. 부산방향과 포항방향을 연결하는 중간에는 차단문이 설치되었고, 설치위치는 측점분할 결과 준공도면과 대체로 일치하는 것으로 조사되었다.

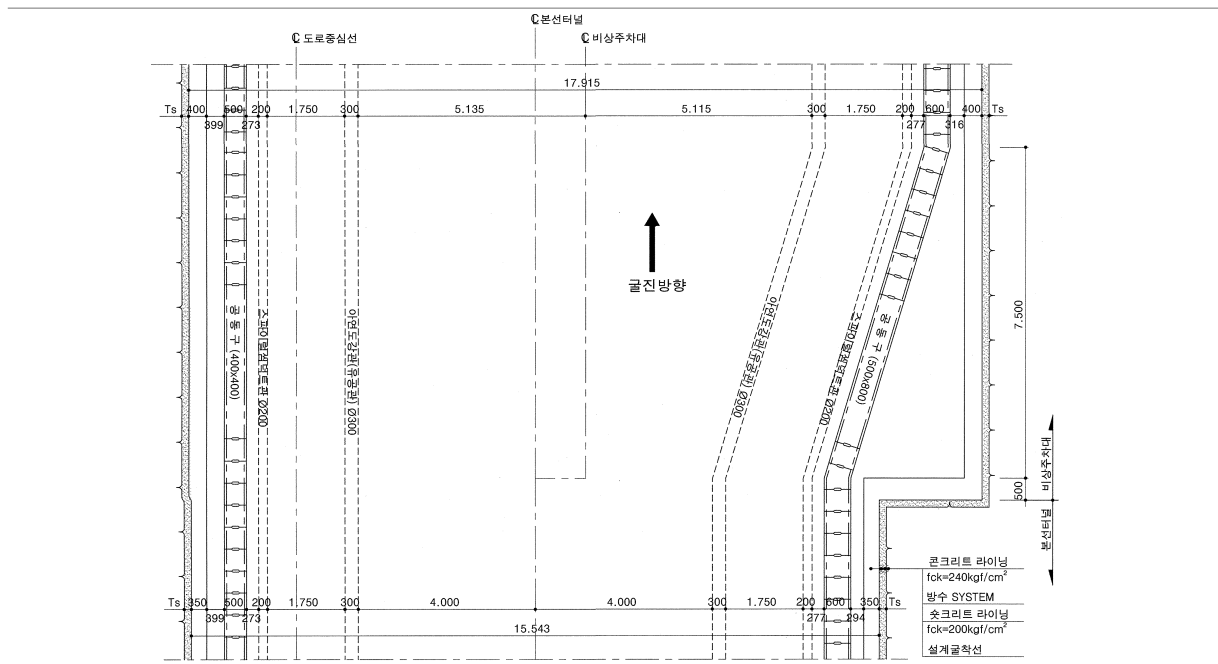


비상주차대 전경



피난연락갱 전경

〈사진 3.13〉 비상주차대 및 피난연락갱(부산) 전경



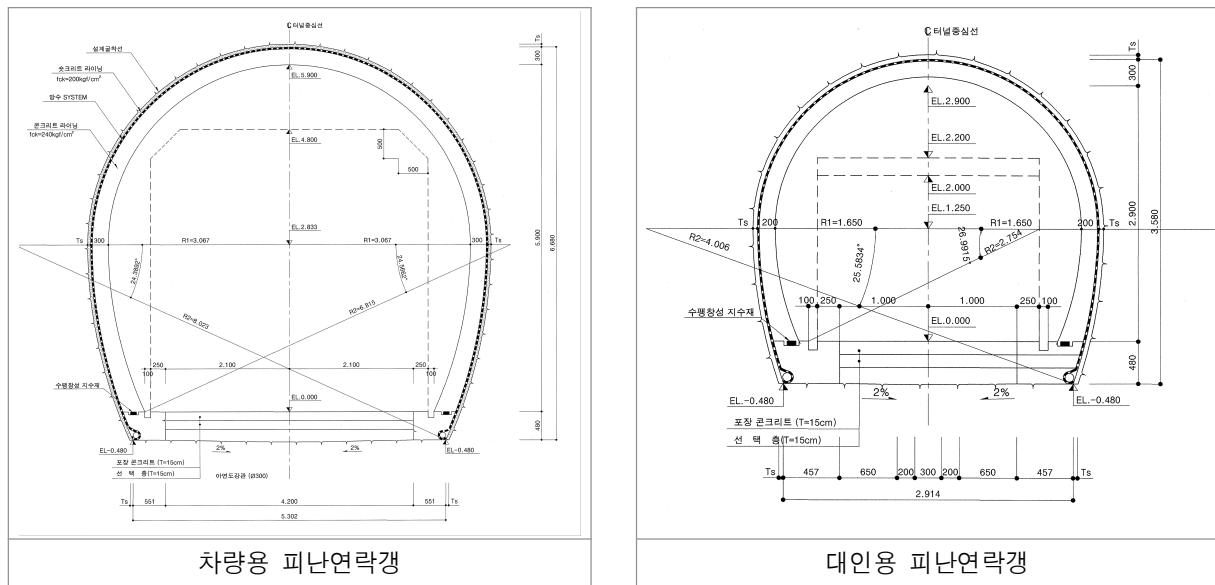
〈그림 3.9〉 터비상주차대(부산) 접속부 평면도

2) 외관조사 결과

- 외관조사 결과 피난연락갱의 콘크리트 라이닝은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.18〉 피난연락갱(부산) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
피난연락갱	· 상태양호	—	—	



〈그림 3.10〉 터피난연락갱(부산) 단면도(차량용, 대인용)

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 피난연락갱에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전여부를 비교 검토한 결과 기 정밀점검시(2016년)와 동일하게 손상이 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.19〉 피난연락갱(부산) 기 정밀점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
피난 연락갱	상태양호	—	—	—	—	—	

4) 검토의견

- 문수터널 내 피난연락장은 차량용 2개소와 대인용 1개소가 설치되어 있고, 금회 진단 시 균열, 파손, 누수 등과 같은 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다. 조사된 손상은 없지만, 터널 내 사고, 재해 발생시 피난을 하기위해 설치된 시설물이기 때문에 지속관찰하여 유지관리할 수 있도록 하는 것이 좋다고 판단된다.

3.2.4 기타 부속시설

가. 터널 부속시설

1) 개 요

- 터널 내부에는 좌·우측 천장부에 조명시설, 환기시설, 전광판 등이 설치되어 있으며, 측벽부에는 각종 소화기, 화재감시기, 비상방송설비, 비상조명등, 유도표지판, 비상전화, CCTV 등의 방재시설이 설치되어 있는 것으로 현장조사 결과 확인되었다.



조명시설 전경



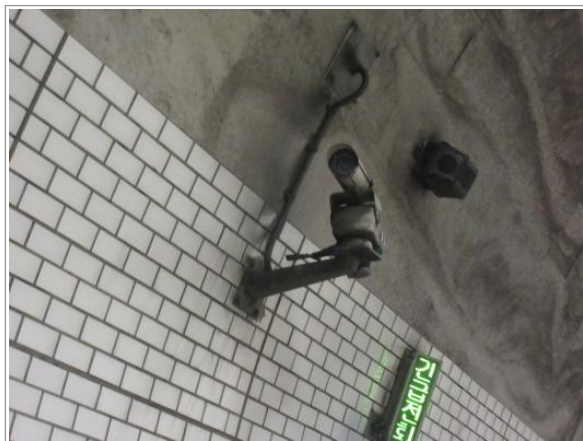
환기시설 전경 (체결상태)



소화기 및 비상전화, 비상콘센트 전경



졸음방지 사이렌 전경



CCTV 전경



이정 안내 표지판 전경



비상구안내 표지판 전경



전광판제어기 전경

〈사진 3.14〉 터널 부속시설(부산) 전경

2) 외관조사 결과

- 문수터널(부산)의 부속시설에 대한 외관조사 결과 대체로 양호한 것으로 확인되었으며, 조명유리 파손이 1개소가 조사되었다.
- 터널내부의 환기시설 설치구간 정밀조사 결과 Jet Fan의 체결상태 및 주변 콘크리트 라이닝의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

〈표 3.20〉 터널 부속시설(부산) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
부속시설	· 조명커버 파손	개소	1	



〈사진 3.15〉 터널 부속시설(부산) 외관조사 현황

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 문수터널(부산)의 터널 부속시설에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전 및 추가발생 여부를 비교 검토한 결과 조명시설 유리 파손 1개소가 신규로 확인되었다.

〈표 3.21〉 터널 부속시설(부산) 기 점검 결과 비교

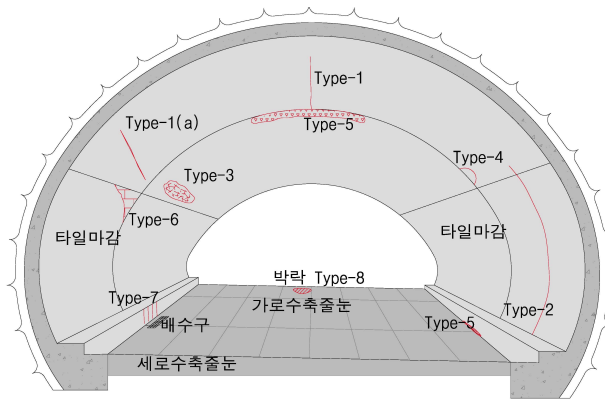
결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
부속시설	조명커버 파손	—	—	1	EA	▲ 1	

4) 검토의견

- 터널 내 부속시설은 터널의 구조적인 안전성과 내구성 저하에는 직접적인 영향은 없지만, 터널 내 주행차량의 안전 및 시설물의 유지관리를 위해서는 필수적인 요소이다. 따라서 소화기 등의 방재설비는 화재 및 비상상황 발생시 신속하게 대처할 수 있도록 주기적으로 작동 가능상태의 확인 등이 필요하며, 또한 각종 안내 표지판 및 조명시설, 비상 방송시설 등은 터널내 주행차량의 안전한 통행을 위하여 주기적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

3.3 외관조사(포항방향)

터널의 대표적인 손상 및 열화현황은 다음 <그림 3.11>과 같다.

균열형상	추정원인	균열형상	추정원인
Type-1 종방향균열	- 구조적인 균열 : 이완토압, 지압작용, 지보공 편중침하 - 비구조적 균열 : 건조수축, 횡방향 온도변화	Type-2 횡방향균열	- 구조적인 균열 : 부등침하 - 비구조적 균열 : 종방향구속, 건조수축
Type-1(a) 사방향균열	- 구조적인 균열 : 부등침하 - 비구조적 균열 : 초기수화열, 건조수축, 온도균열	Type-3 망상균열	- 동결융해 및 화학작용 - 콘크리트 비비기를 시작하여 타설 까지의 시간과다
		Type-4 시공이음부 반원형균열	- 거푸집 조기탈영 및 시공이음부 시공 미진 - 슬럼프가 큰 콘크리트 타설 - 천장부 라이닝 두께 부족
		Type-5	- 누수 · 공동구 하부 누수 - 시공이음 경계부에 방수결함
		Type-6	- 타일마감부의 박락 - 시공이음부에 맞닿아 발생
		Type-7	- 공동구 측벽 파손 · 횡방향 균열 - 종방향 구속
		Type-8	가로 및 세로수축줄눈부의 줄눈부 박락 및 포장면 재료분리

<그림 3.11> 터널의 주요 손상 및 열화현황

3.3.1 터널 라이닝

- 진단 대상 터널은 터널 라이닝과 숏크리트 사이의 방수막을 설치하여 터널내로 유입되는 물을 배수관으로 도수해서 터널 밖으로 유도하는 배수형 방수(방수막) 형식의 NATM 터널이다.
- 본 터널의 라이닝 콘크리트 두께는 35cm로써 시점(Sp1~8) · 종점(Sp174~183)과 단면 변화부(비상주차대) 구간은 라이닝 철근 보강이 되어 있고, 그 외 구간은 무근으로 설계되었으며, 금차 정밀안전진단시 RC-RADAR를 이용한 철근보강 구간에 대한 철근탐사결과 대체로 설계와 일치하는 것으로 분석 되었다.
- 시설물관리대장에 보수 · 보강이력은 수록되어 있지는 않으나 현장조사 시 일부 보수 흔적을 확인할 수 있었으며, 금차 진단시기가 하자만료 시기(10년차)로 부분적인 보수가 지속적으로 진행되고 있는 것으로 파악된다.



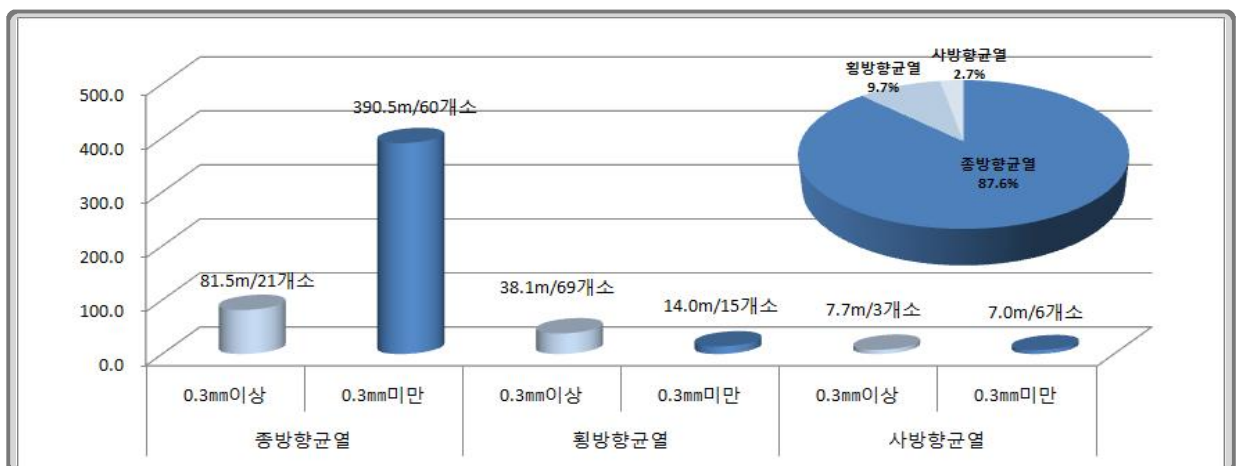
터널내부 전경

〈사진 3.16〉 터널내부(포항) 전경

가. 균열

1) 외관조사 결과

- 콘크리트 라이닝에서 조사된 균열의 대부분은 전체 균열의 87.6%를 차지하는 종방향 균열이며 횡방향균열은 9.7%, 사방향균열은 2.7%로 조사되었으며 반원형균열은 조사되지 않았다. 종방향 균열중 폭 0.3mm 미만의 균열은 대부분 보수부 재균열로 균열폭에 따른 적절한 보수가 이루어지지 않은 것에 기인한 것으로 판단된다.
- 본선 구간에서 발생한 균열은 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 93개소($L=127.3\text{m}$), $cw=0.3\text{mm}$ 미만 81개소($L=411.5\text{m}$)가 각각 조사되었으며, 전반적으로 종방향 균열은 천단부 중앙에 길게 연속되어 발생하였고, 시·중점측 구간에서 균열 발생빈도가 다소 높으나 그 외 구간에 편중되는 양상은 나타나지 않는다.



〈그림 3.12〉 터널 라이닝(포항) 균열 발생현황

〈표 3.22〉 터널 라이닝(포항) 균열 외관조사 결과

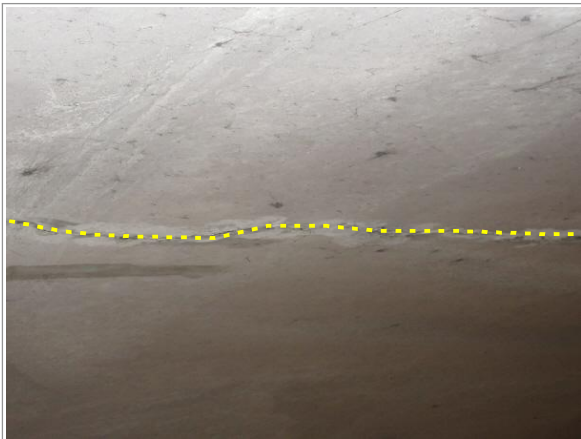
구분	균열(m/개소)		망상균열 (㎡/개소)
	cw=0.3mm미만	cw=0.3mm이상	
3 SPAN	—	6.8/7	—
5 SPAN	—	4/1	—
7 SPAN	0.2/1	—	—
8 SPAN	—	0.8/1	—
14 SPAN	0.3/1	—	—
17 SPAN	—	9/1	—
18 SPAN	—	9/1	—
20 SPAN	—	2.5/1	—
21 SPAN	0.2/1	—	—
23 SPAN	0.2/1	3/2	—
24 SPAN	0.3/1	9/1	—
26 SPAN	—	9/1	—
27 SPAN	0.2/1	4/1	—
28 SPAN	—	9/1	—
29 SPAN	0.2/1	—	—
30 SPAN	0.2/1	—	—
31 SPAN	—	9/1	—
32 SPAN	—	3/1	—
33 SPAN	—	9/1	—
36 SPAN	9/1	—	—
39 SPAN	9/1	7/1	—
40 SPAN	0.2/1	1.5/1	—
41 SPAN	0.3/1	—	—
42 SPAN	0.3/1	—	—
43 SPAN	0.3/1	9/1	—
44 SPAN	0.3/1	—	—
45 SPAN	0.3/1	—	—
47 SPAN	—	9/1	—
48 SPAN	0.6/2	—	—
51 SPAN	—	6/1	—
52 SPAN	—	4/1	—
55 SPAN	0.6/1	—	—
56 SPAN	0.6/2	7/3	—
57 SPAN	0.3/1	—	—

〈표 3.22〉 터널 라이닝(포항) 균열 외관조사 결과(계속)

구분	균열(m/개소)		망상균열 (㎡/개소)
	cw=0.3mm미만	cw=0.3mm이상	
60 SPAN	8/3	—	—
61 SPAN	9/1	—	—
62 SPAN	9/1	—	—
63 SPAN	9.3/2	—	—
64 SPAN	0.5/1	9/1	—
65 SPAN	0.8/2	4/1	—
66 SPAN	0.6/2	—	—
67 SPAN	0.4/2	—	—
69 SPAN	0.6/2	—	—
71 SPAN	0.3/1	—	—
72 SPAN	0.8/2	9/1	—
73 SPAN	—	9/1	—
74 SPAN	3/1	6/1	—
75 SPAN	—	9.5/4	—
76 SPAN	—	9/1	—
78 SPAN	0.5/2	—	—
79 SPAN	—	9/1	—
80 SPAN	—	9/1	—
81 SPAN	—	9/1	—
82 SPAN	—	9/1	—
83 SPAN	0.3/1	0.3/1	—
84 SPAN	—	0.2/1	—
85 SPAN	0.3/1	9/1	—
86 SPAN	0.6/2	1.5/1	—
87 SPAN	0.3/1	—	—
88 SPAN	0.3/1	—	—
89 SPAN	—	9/1	—
93 SPAN	0.3/1	—	—
94 SPAN	—	9/1	—
96 SPAN	0.3/1	0.3/1	—
97 SPAN	—	6/1	—
98 SPAN	0.3/1	9/1	—
99 SPAN	0.3/1	—	—
103 SPAN	0.3/1	—	—

〈표 3.22〉 터널 라이닝(포항) 균열 외관조사 결과(계속)

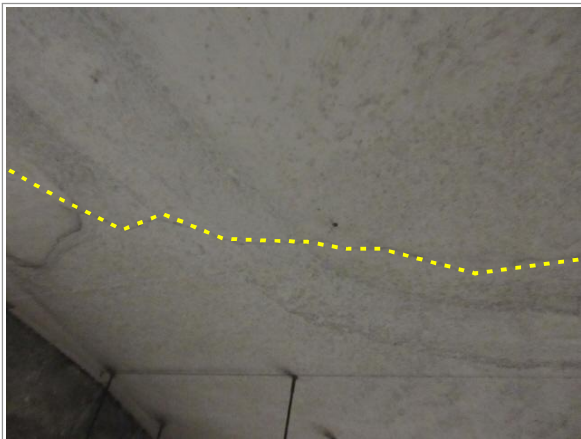
구분	균열(m/개소)		망상균열 (㎡/개소)
	cw=0.3mm미만	cw=0.3mm이상	
104 SPAN	0.3/1	—	—
105 SPAN	0.3/1	9/1	—
107 SPAN	—	18/2	—
108 SPAN	0.3/1	—	—
109 SPAN	—	7/1	—
110 SPAN	0.3/1	—	—
111 SPAN	0.8/2	—	—
114 SPAN	0.3/1	—	—
116 SPAN	—	9/1	—
117 SPAN	0.7/3	—	—
119 SPAN	0.4/2	—	—
120 SPAN	0.8/2	0.2/1	—
122 SPAN	0.3/1	—	—
126 SPAN	0.2/1	—	—
132 SPAN	—	9/1	—
137 SPAN	—	9/1	—
138 SPAN	0.3/1	9/1	—
140 SPAN	—	9/1	—
147 SPAN	—	4/1	—
152 SPAN	—	0.2/1	—
154 SPAN	9/1	—	—
155 SPAN	9/1	—	—
156 SPAN	9/1	—	—
157 SPAN	—	9/1	—
158 SPAN	—	9/1	—
167 SPAN	0.4/2	—	—
173 SPAN	—	9/1	—
174 SPAN	—	9/1	—
175 SPAN	—	9/1	—
178 SPAN	—	4.5/2	—
179 SPAN	—	9.5/6	—
180 SPAN	1.2/3	2.5/2	—
182 SPAN	21/7	—	—
183 SPAN	3/6	0.2/1	2/1



Span18 천단부 종균열(cw=0.2mm/9.0m, 보수부 재균열)



Span43 벽체부 횡균열(cw=1.0mm/0.3m, 보수부 재균열)



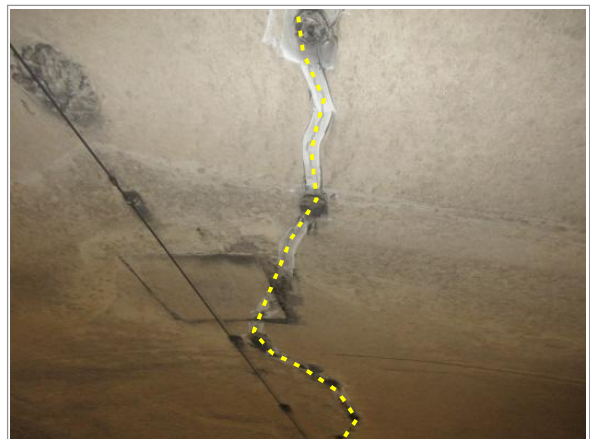
Span49 천단부 종균열(cw=0.2mm/4.0m, 보수부 재균열)



Span61 천단부 균열(cw=0.3mm/9.0m)



Span62 천단부 종균열(cw=1.5mm/9.0m)

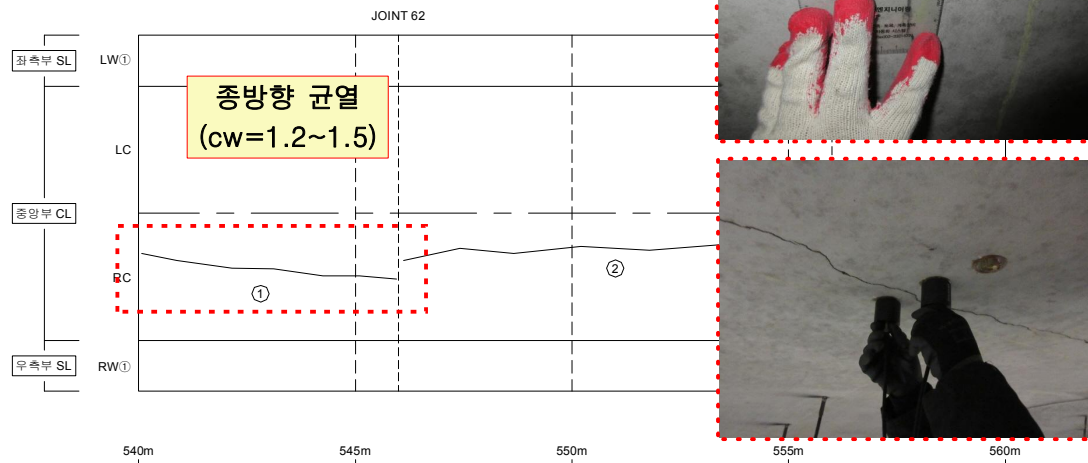


Span137 천단부 종균열(cw=0.2mm/9.0m, 보수부 재균열)

〈사진 3.17〉 터널 라이닝(포항) 균열 외관조사 현황

문수터널(울산) - 540m ~ 560m

← 부 산



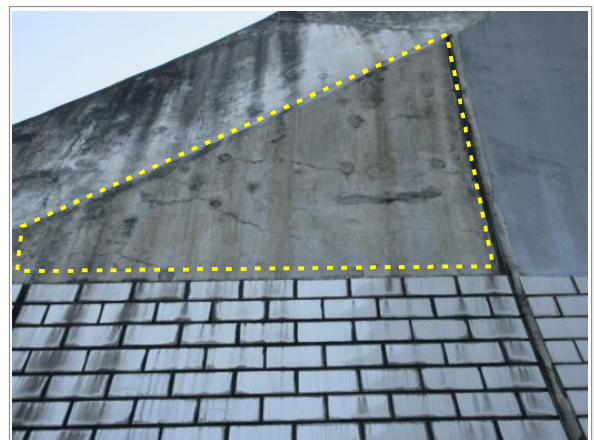
Span154 천단부 종균열(cw=0.3mm/9.0m, 보수미흡)



Span156 천단부 종균열(cw=0.3mm/9.0m, 보수미흡)



Span179 천단부 종균열(cw=0.2mm)



Span183 어깨부 망상균열(cw=0.2mm, 1.0×2.0)

〈사진 3.17〉 터널 라이닝(포항) 균열 외관조사 현황(계속)

2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

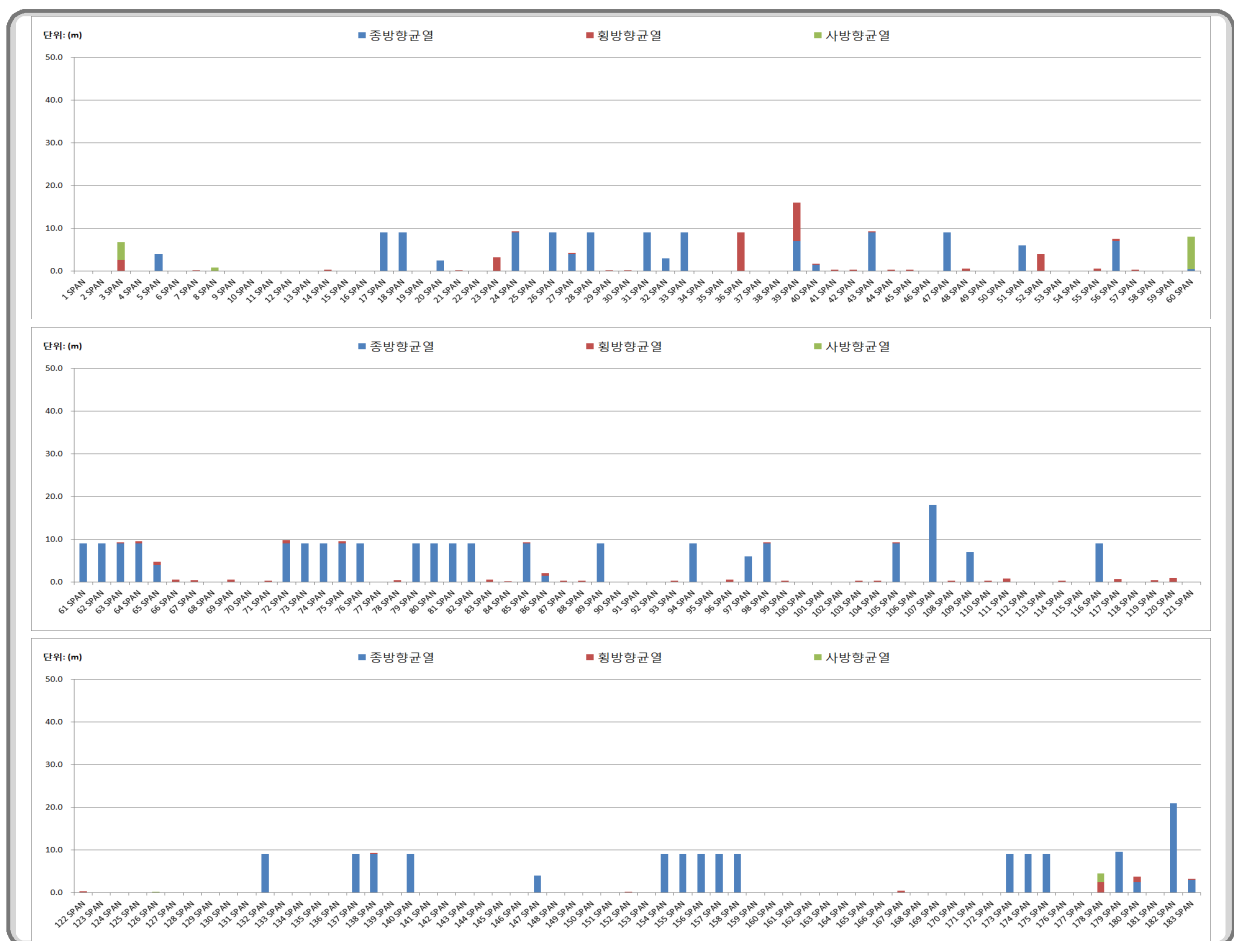
- 기 정밀점검 결과를 토대로 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 정밀점검 이후 하자보수를 실시하였으며 공용증가에 따른 신규손상이 일부 추가되었고, 기 정밀점검시 보수부의 재균열로 라이닝 균열의 손상물량은 증가하였다.
- 16년 정밀점검에서 조사된 폭 0.3mm 균열은 일부 보수가 되었지만, 금회 진단에서 재균열이 확인되었고, 일부구간에서 폭 0.2mm~0.3mm 균열이 신규로 조사되었다.

〈표 3.23〉 터널 라이닝(포항) 균열 기 점검 결과 비교

결합 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감		비 고
		물량	단위	물량	단위			
라이닝	균열(0.3mm이상)	60.9	m	94.3	m	▼	33.4	
	균열(0.3mm미만)	103.7	m	93.5	m	▲	10.2	
	보수부재균열(0.3mm이상)	—	—	33.0	m	▲	33.0	
	보수부재균열(0.3mm미만)	—	—	318.0	m	▲	318.0	

3) 검토의견

- 본선 구간에서 조사된 균열을 손상 유형별로 도식화 하면 다음 그림과 같다.



〈그림 3.13〉 본선 콘크리트 라이닝(포항) 유형별 균열 분포현황

(가) 종방향균열

- 콘크리트 라이닝에 발생한 종방향 균열은 측벽부 보다는 천단부에서 주로 발생한 상태로 조사되었다. 조사된 종방향 균열은 대부분 폭 0.3mm 미만의 균열이며, 폭 0.3mm 이상의 균열은 기 정밀점검시 확인된 폭 0.3mm 이상의 균열에 대한 보수공법의 미흡에 따른 보수부 재균열이 다수 조사되었다. 균열부 주변으로 박락, 층분리, 처짐 등의 추가 변상은 관찰되지 않았다.
- 조사된 종방향 균열은 천단부 중앙구간에서 균일하게 조사되었으며, 손상의 원인은 시공초기 건조수축 및 라이닝 콘크리트 타설 후 슛크리트면과 라이닝 콘크리트 내면과의 온도차이에 따른 응력 불균형에 의해 발생한 비구조적 균열로 판단되나 이들 손상은 라이닝 자중 또는 횡방향 온도 신축으로 균열이 확대될 가능성도 배제할 수 없으며, 배수기능 저하로 인한 예기치 못한 잔류수압 또는 암반 이완하중에 의해 라이닝에 국부적인 압력이 작용할 개연성도 염두에 두어야 하므로, 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(나) 횡방향균열

- 본 터널에서 조사된 횡방향균열은 벽체부에서 국부적으로 관찰되며, 한 구간에 집중되는 양상은 나타나지 않는다. 조사된 대부분의 균열은 연장성이 짧은 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열로써 금회 현장조사 시 점검망치를 이용한 타격음 조사 결과 공동 및 층분리와 같은 특이 변상은 조사되지 않았다.
- 횡방향균열은 터널의 부등침하에 의한 구조적 균열과 종방향구속 및 건조수축과 온도 변화에 의해 발생하는 비구조적 균열로 횡방향 균열은 주로 터널 중심선에 직교하여 횡방향으로 발생하는 균열 형태이며, 공동구 상면과 타일사이 콘크리트부와 터널 어깨부, 천단부에서 주로 발생하며, 터널내 전체 균열의 손상중 약 9~10% 정도를 차지하는 경향으로 알려져 있다. 횡방향 균열은 슛크리트 정리가 불충분 한 경우에 집중하중이 작용하여 발생하는 경우가 많으므로 시공당시 면정리를 할 때 철저히 해야 하는 것이 중요하며, 장기적인 내구성 확보를 위하여 균열 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(다) 사방향균열

- 본 터널에서 조사된 사방향균열은 폭 0.3mm 균열 3개소 7.7m, 폭 0.2mm 균열 6개소 7.0m가 조사되었으며 지보패턴이 양호한 구간에서도 조사되어 거푸집 제거 및 이동시 충격과 터널 라이닝의 신축량 차이에 의해 발생한 것으로 판단된다. 조사된 균열은 장기적인 내구성 확보를 위하여 균열 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 주입 보수를, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(라) 망상균열

- 문수터널(포항)에서 조사된 망상균열은 종점 어깨부에서 1개소 2.0m²가 조사되었으며, 시공 초기 건조수축과 온도변화에 의한 손상으로 사료되며, 전차 정밀점검시에는 조사되지 않은 것으로 확인되나, 손상의 양상으로 볼 때 신규 손상이라기 보다는 조사자의 누락에 의한 것으로 추정되며, 경미한 상태이므로 당장의 보수 보다는 지속적인 관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 누수 및 백태

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과 별도의 누수는 조사되지 않은 상태로 종점부 벽체에서 2개소 경미한 백태가 조사되었으며, 그 외 추가적인 누수나 백태는 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 확인되었다.

〈표 3.24〉 터널 라이닝(포항) 누수 및 백태 외관조사 결과

구 분	백태 (m ² /개소)
182 SPAN	0.75/2



Span181 벽체부 백태(0.5×1.2)



Span181 벽체부 백태(0.3×0.5)

〈사진 3.18〉 터널 라이닝(포항) 누수 및 백태 외관조사 현황

2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

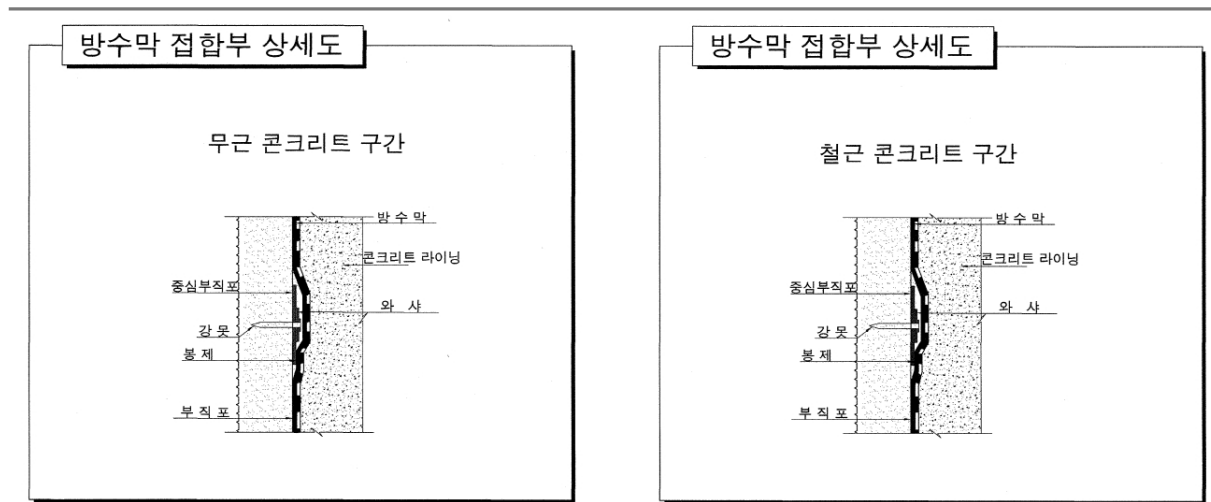
- 기 정밀점검 결과를 토대로 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 정밀점검에서 조사되지 않은 백태가 2개소 조사되었다. 금회 조사된 백태는 기 정밀점검시 누락된 손상으로 신규 손상이라기 보다는 전차 정밀점검시 조사자의 견해 차이 또는 조사 누락에 의한 것으로 판단된다.

〈표 3.25〉 터널 라이닝 누수 및 백태(포항) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
라이닝	백태	—	—	0.75	m²	▲ 0.75	

3) 검토의견

- 중점부 라이닝 벽체부에서 발생한 백태는 습기가 없는 건조한 상태인 것으로 보아 방수막 파손에 의한 누수로 발생한 손상이라 보기 어려우며, 시공초기 발생한 초기 백태 또는 라이닝 배면 침투수가 미세 균열 등을 통해 발생한 후기 백태중 초기 백태에 가까운 손상으로 현재 손상범위가 작고 국부적으로 발생하였으므로, 현 상태에서의 보수 보다는 주기적인 점검을 통해 유지관리토록 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



〈그림 3.14〉 터널 방수막 접합부 상세도

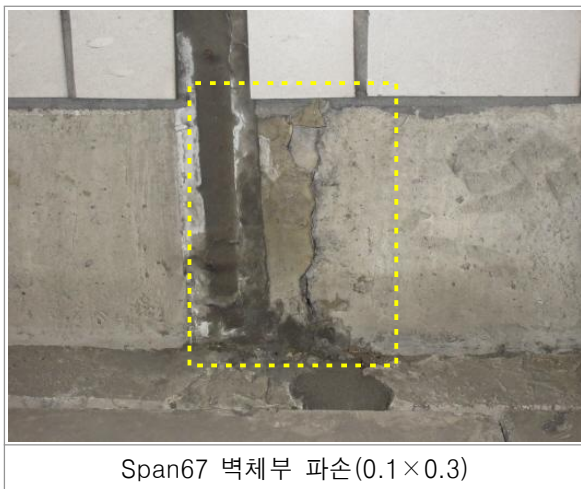
다. 단면손상(박락, 철근노출 등)

1) 외관조사 결과

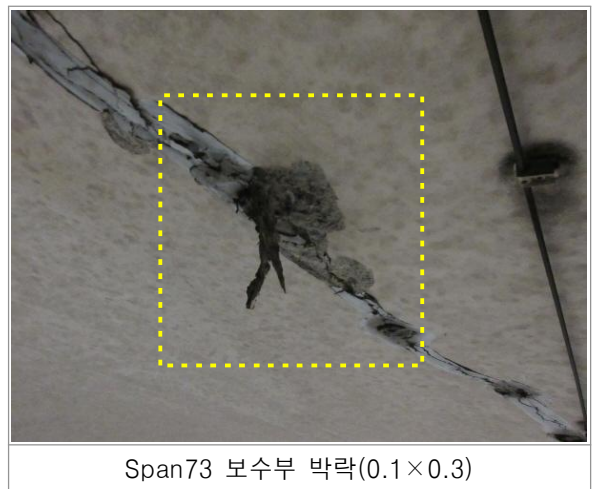
- 터널내 라이닝 천단부 및 벽체에 대하여 단면손상 발생 여부에 대한 외관조사를 실시한 결과 경미한 박락과 파손이 조사되었고, 보수재 박리가 1개소 발생하였다.

〈표 3.26〉 터널 라이닝(포항) 단면손상 외관조사 결과

구 분	보수부 박락 (㎡/개소)	파손 (㎡/개소)	보수재박리 (㎡/개소)
14 SPAN	—	—	0.3/1
67 SPAN	—	0.02/1	—
73 SPAN	0.03/1	—	—
78 SPAN	—	0.02/1	—



Span67 벽체부 파손(0.1×0.3)



Span73 보수부 박락(0.1×0.3)

〈사진 3.19〉 터널 라이닝(포항) 단면손상 외관조사 현황

2) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 콘크리트 라이닝의 단면손상에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과 기 정밀점검 시 박락이 조사되었지만, 금회 진단 시 기존 박락 손상 위치에서 손상이 조사되지 않았으며, 보수부재균열 손상 위에 박락이 신규 조사되었다. 벽체부 조인트 부분에 경미한 파손이 추가적으로 조사되었지만, 이는 신규 발생이라기 보다는 조사자의 견해 차이나 조사 누락에 의한 손상으로 판단된다.

〈표 3.27〉 터널 라이닝(포항) 단면손상 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
라이닝	보수부 박락	0.06	㎡	0.03	㎡	▼ 0.03	
	파손	—	—	0.04	㎡	▲ 0.04	

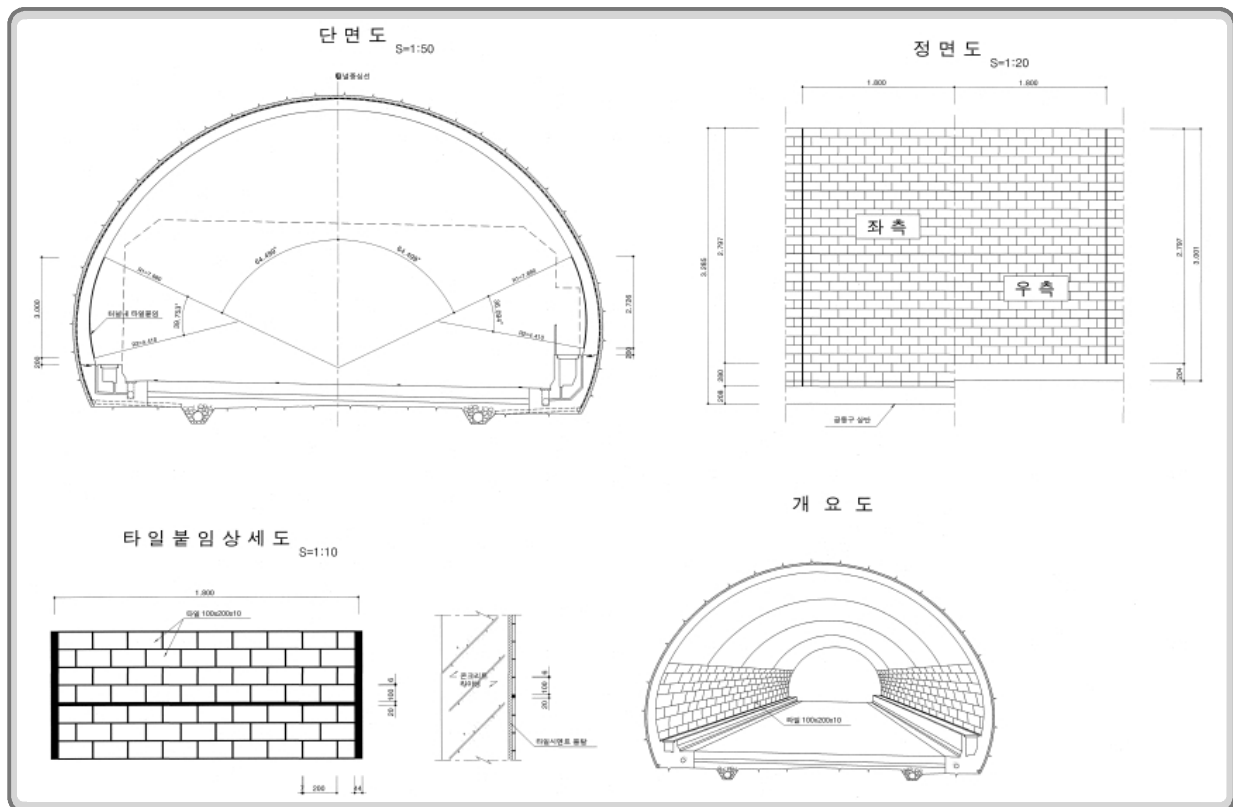
3) 검토의견

- 터널 내 조사된 박락은 73Span 보수부재균열 중간에 발생한 형상으로 손상의 위치와 규모 등으로 봤을 때 균열에 의한 추가적인 손상이라고 보기는 어렵다고 판단되며, 균열 보수작업시 발생한 손상으로 보여진다. 손상은 더 이상 진전되지 않을 것으로 판단되나, 내구성 확보를 위해 단면 복구를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 터널 내 벽체 부분에서 조사된 파손은 주로 시공이음부에서 발생되었으며, 초기 라이닝폼을 이용한 시공시 거푸집 제거 및 이동시 충격과 터널 라이닝의 신축량 차이에 의해 발생한 비구조적 손상으로 방치시 콘크리트 탈락으로 인한 통행차량의 안전을 위협할 수 있으므로 단면보수 또는 제거가 필요할 것으로 판단된다.

라. 측벽부 타일마감

1) 부재의 개요

- 터널 좌·우측 측벽부에는 터널내부의 조명을 균등히 분산시켜 조명효과를 개선하고 터널 벽면의 위치를 운전자에게 쉽게 인식시켜 통행 안전성 증진, 터널내 구조적 조형미 증진 등을 위하여 자기질 타일(100×200×10)로 마감처리 되어 있다.



〈그림 3.15〉 본선 타일붙임 상세도



측벽부 타일마감 전경(추월선)



측벽부 타일마감 전경(주행선)

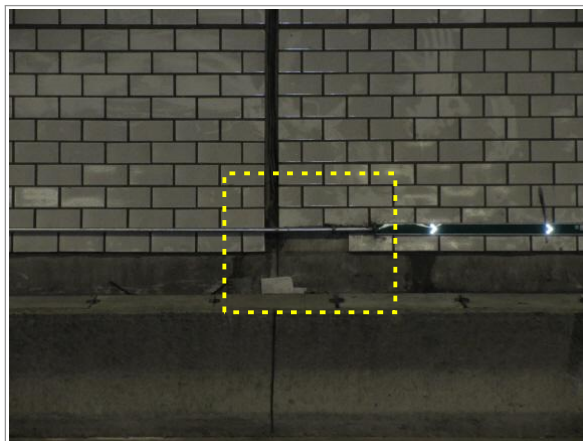
〈사진 3.20〉 측벽부 타일마감(포항) 전경

2) 외관조사 결과

- 외관조사 결과 대체적으로 양호한 것으로 조사되었으나, 공용기간 증가에 따른 차량통행에 의한 진동 및 교통사고 등에 의한 외부충격 등에 의한 발생된 것으로 추정되는 타일탈락 및 타일파손의 손상이 약 18여개가 조사되었다.

〈표 3.28〉 측벽부 타일마감(포항) 외관조사 결과

구 분	타일탈락 (개소)	타일파손 (개소)
44 SPAN	1	—
57 SPAN	1	—
64 SPAN	1	—
89 SPAN	2	—
93 SPAN	—	1
95 SPAN	—	2
104 SPAN	1	—
138 SPAN	1	—
142 SPAN	4	—
146 SPAN	1	—
165 SPAN	1	—
167 SPAN	1	—
169 SPAN	1	—



Span89 측벽부 타일 탈락



Span95 측벽부 타일 파손(균열)



Span104 측벽부 타일 탈락



Span142 측벽부 타일 탈락

〈사진 3.21〉 측벽부 타일마감(포항) 외관조사 현황

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 측벽부 타일마감 손상부에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 비교 검토한 결과 기 정밀점검시 타일탈락, 타일파손에 대한 보수는 별도로 실시하지 않은 것으로 확인되며, 공용기간 증가 및 차량의 충격 등에 의하여 손상이 전회 대비 증가한 것으로 분석되었다.

〈표 3.29〉 측벽부 타일마감(포항) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감		비 고
		물량	단위	물량	단위			
측벽부 타일마감	타일탈락	6	EA	15	EA	▲	9	
	타일파손	—	—	3	EA	▲	3	

4) 검토의견

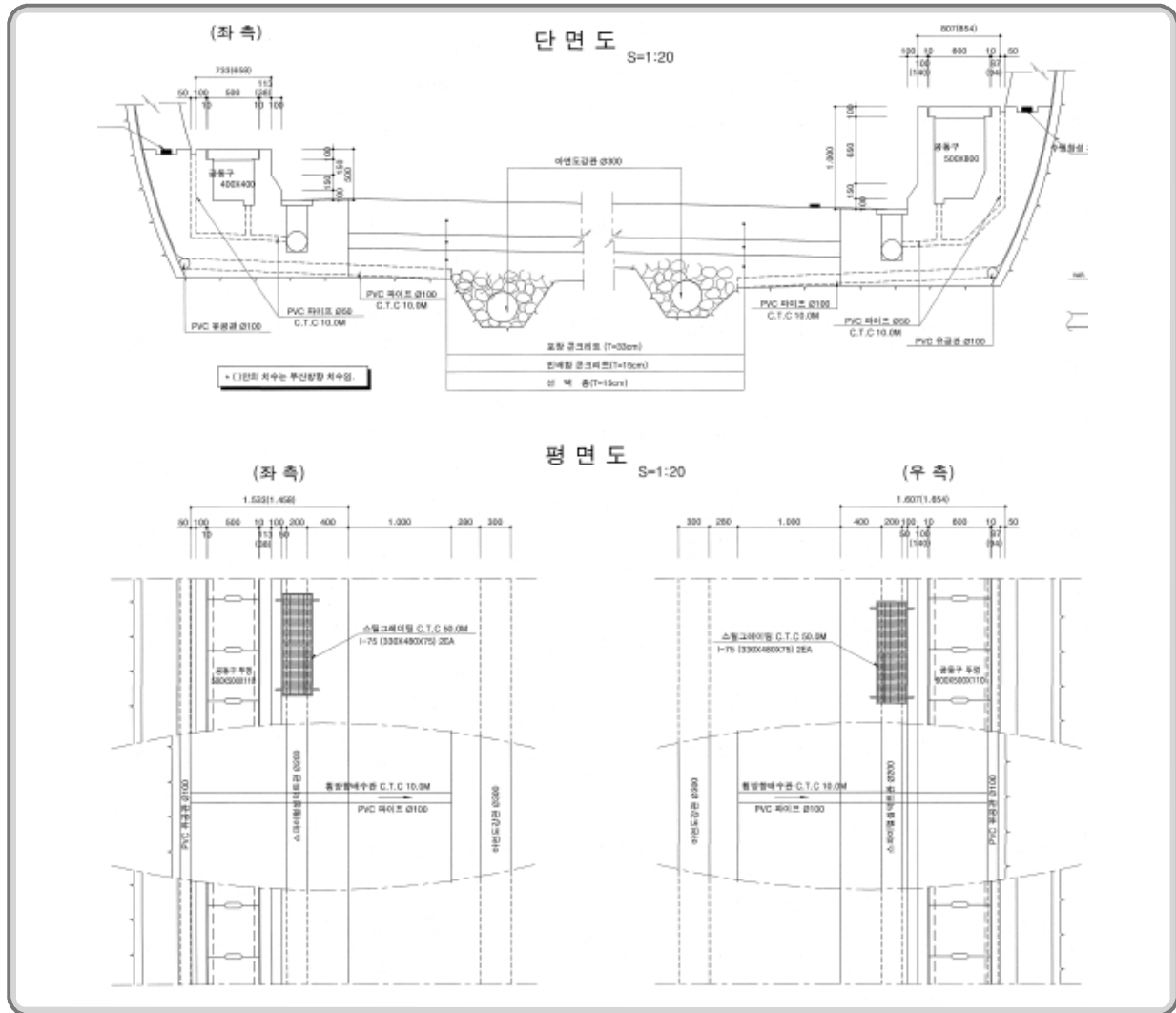
- 타일 파손은 횡방향 균열을 동반한 라이닝의 반사균열(Reflection crack) 또는 불임몰탈의 건조수축, 부속시설 설치를 위한 충격 등에 의해 나타나게 되며, 금회 조사된 균열은 불임몰탈의 건조수축에 의한 비교적 소규모의 경미한 손상으로서 보수가 요구되지는 않는다.
- 타일 탈락은 온도변화에 따른 라이닝의 신축작용과 불임몰탈 열화로 인해 타일과 라이닝의 부착력 저하, 주행차량의 충격으로 인해 발생한 손상이다. 이들 손상은 터널의 안전성과 구조물의 내구성에 미치는 영향은 없겠으나 주행차량의 미관 확보를 위하여 재설치를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.3.2 터널 주변

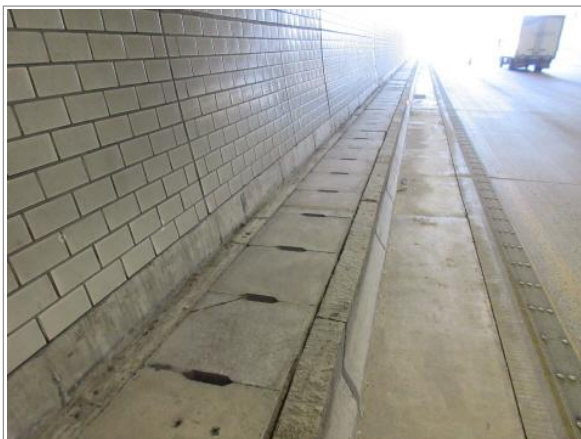
가. 공동구 및 배수시설

1) 부재의 개요

- 공동구 및 배수로는 터널 좌·우측에 설치되어 있으며, 공동구는 기계 전비설비를 고려하여 좌측(400mm×400mm), 우측(500mm×800mm) 크기로 시공되었고, 우측 공동구는 도보점 검을 위해 난간을 설치하고 좌측공동구 보다 높게 시공하였다.
- 터널의 배수방식은 측벽하부 배수방식으로써 종방향으로 설치된 유공관(Φ100)으로 슛크리트면과 라이닝 콘크리트 사이로 유입된 배면 침투수를 10m마다 설치된 PVC Pipe (Φ100)로 유공관과 종배수로(아연도강관, Φ300)를 연결시켜 집수하고, 터널 내 유입수와 함께 외부(갱구부)로 배출시킨다. 또한 배수로에는 50m간격으로 집수정이 시공되어 있으며 스틸그레이팅 덮개가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



〈그림 3.16〉 공동구 및 배수시설(포항) 상세도



공동구 및 배수로 전경(추월선측)



공동구 및 배수로 전경(주행선측)

〈사진 3.22〉 공동구 및 배수시설(포항) 전경

2) 외관조사 결과

- 문수터널(포항)의 공동구에 대한 외관조사를 실시한 결과 공동구 벽체에서 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 또한 공동구 덮개 파손, 난간볼트 망실이 조사되었다.

〈표 3.30〉 공동구(포항) 외관조사 결과

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	덮개파손 (개소)	난간볼트망실 (개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
2 SPAN	0.4/1	0.4/1	—	—	—
3 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
6 SPAN	0.8/1	0.8/1	—	1	—
23 SPAN	0.7/1	0.7/1	0.03/1	1	—
24 SPAN	—	—	0.03/1	—	—
26 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
27 SPAN	0.5/1	0.5/1	—	—	—
28 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
29 SPAN	0.2/1	0.2/1	—	—	—
30 SPAN	—	—	0.05/1	—	—
32 SPAN	18/2	18/2	—	—	—
33 SPAN	9/2	9/2	—	—	—
36 SPAN	—	—	—	2	—
39 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
40 SPAN	4/5	4/5	—	—	—
41 SPAN	0.6/1	0.6/1	0.02/2	—	—
46 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
47 SPAN	0.5/1	0.5/1	—	—	—
51 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
52 SPAN	—	—	—	1	—
53 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	—	—
56 SPAN	—	—	0.3/1	—	—
57 SPAN	0.6/3	0.6/3	0.02/1	—	—
58 SPAN	1.8/3	1.8/3	—	—	—
60 SPAN	—	—	0.02/1	1	—
61 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
62 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
63 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	1	—
64 SPAN	1.8/2	1.8/2	—	1	—

〈표 3.30〉 공동구(포항) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열 (m/개소)		파손 (㎡/개소)	뒹개파손 (개소)	난간볼트망설 (개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
66 SPAN	2.4/2	2.4/2	—	—	—
67 SPAN	3.4/5	3.4/5	—	—	—
68 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	—	—
69 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	1	—
70 SPAN	1/1	1/1	—	1	—
71 SPAN	1.8/2	1.8/2	—	1	—
72 SPAN	—	—	—	1	—
73 SPAN	1.8/2	1.8/2	—	—	—
74 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
75 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	2	—
76 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
77 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	1	—
78 SPAN	3.6/4	3.6/4	—	—	—
81 SPAN	4.8/6	4.8/6	—	—	—
82 SPAN	4.2/6	4.2/6	—	2	—
83 SPAN	2.9/4	2.9/4	—	—	—
84 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
85 SPAN	1.8/3	1.8/3	—	—	—
86 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
87 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
88 SPAN	0.5/1	0.5/1	—	2	—
89 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
90 SPAN	—	—	—	4	—
91 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
93 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	1	—
95 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
96 SPAN	0.5/1	0.5/1	—	—	—
97 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	1	—
98 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
99 SPAN	—	—	—	—	2
101 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
102 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
105 SPAN	0.5/1	0.5/1	—	—	—

〈표 3.30〉 공동구(포항) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	덮개파손 (개소)	난간볼트망실 (개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만			
107 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
108 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
109 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
110 SPAN	1.6/2	1.6/2	—	—	—
112 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
113 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	1	—
114 SPAN	—	—	—	1	—
119 SPAN	1.8/3	1.8/3	—	—	—
120 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
122 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
124 SPAN	2.4/4	2.4/4	—	—	—
125 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
126 SPAN	1.2/2	1.2/2	—	—	—
134 SPAN	—	—	—	4	—
143 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	—	—
146 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	1	—
148 SPAN	—	—	—	2	—
151 SPAN	1.4/2	1.4/2	—	—	—
152 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
153 SPAN	2.1/3	2.1/3	—	—	—
154 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—
155 SPAN	0.8/1	0.8/1	—	—	—
156 SPAN	1.2/1	1.2/1	—	—	—
157 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
158 SPAN	—	—	0.01/1	—	—
160 SPAN	1.8/2	1.8/2	—	2	—
161 SPAN	1/1	1/1	—	—	—
163 SPAN	0.8/1	0.8/1	—	1	—
165 SPAN	—	—	—	1	—
175 SPAN	—	—	—	1	—
176 SPAN	0.8/1	0.8/1	—	—	—
179 SPAN	1.5/2	1.5/2	—	—	—
181 SPAN	—	—	—	1	—
183 SPAN	—	—	—	2	—

- 배수시설에 대한 외관조사를 실시한 결과 배수로 상면의 콘크리트에서 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열, 파손, 박리 등의 손상이 조사되었으며, 공용기간 증가에 따라 배수구 본체의 토사퇴적 및 배수구 스틸 그레이팅의 부식이 다수 확인되었다.

〈표 3.31〉 배수시설(포항) 외관조사 결과

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만				
1 SPAN	2.4/6	—	—	—	2	0.3/1
2 SPAN	1.2/2	—	—	—	—	—
3 SPAN	1.2/2	—	—	—	—	—
8 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
13 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
16 SPAN	—	1.2/2	—	—	—	—
17 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
18 SPAN	—	1.2/2	—	—	—	—
19 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
20 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
24 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
28 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
30 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
31 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
33 SPAN	—	9/1	—	—	—	—
36 SPAN	—	—	—	—	2	18/2
39 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
41 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
42 SPAN	—	1.2/2	—	—	—	—
45 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
47 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
52 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
53 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
55 SPAN	0.3/1	—	—	—	—	—
56 SPAN	0.3/1	0.3/1	—	—	—	—
57 SPAN	0.3/1	—	—	—	—	—
59 SPAN	0.2/1	—	0.03/1	—	2	0.6/2
60 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
64 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
65 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
67 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—

〈표 3.31〉 배수시설(포항) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열 (m/개소)		파손 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅 부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만				
70 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
76 SPAN	—	0.3/1	—	—	2	0.6/2
77 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—	—
79 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
81 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
82 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
84 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
87 SPAN	0.3/1	—	—	—	2	0.6/2
88 SPAN	0.6/1	—	0.03/1	—	—	—
93 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
95 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
98 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
99 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
104 SPAN	—	0.3/1	—	—	2	0.6/2
105 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
108 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
110 SPAN	0.6/1	0.3/1	—	—	2	0.6/2
111 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
113 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
115 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
116 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
120 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
121 SPAN	0.5/2	—	—	—	2	0.6/2
124 SPAN	—	1.2/2	—	—	—	—
126 SPAN	—	0.6/1	0.12/1	—	—	—
127 SPAN	—	0.2/1	—	—	2	0.6/2
130 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
132 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
133 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
135 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
137 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—

〈표 3.31〉 배수시설(포항) 외관조사 결과(계속)

구 분	균열(m/개소)		파손 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)	집수구토사퇴적 (개소)	그레이팅부식 (㎡/개소)
	cw=0.3mm이상	cw=0.3mm미만				
139 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
141 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
142 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
143 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
144 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—	—
145 SPAN	0.9/2	—	—	—	2	0.6/2
146 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	—	—	—
147 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
150 SPAN	0.6/1	—	—	—	2	0.6/2
153 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
156 SPAN	0.9/2	—	—	—	2	0.6/2
157 SPAN	—	0.6/1	—	—	—	—
160 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
161 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
163 SPAN	—	1.2/2	—	—	—	—
165 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
167 SPAN	—	0.3/1	—	—	2	0.6/2
168 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
170 SPAN	—	0.6/1	0.18/1	—	—	—
171 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
172 SPAN	—	—	—	—	2	0.6/2
174 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—
179 SPAN	0.2/1	2.5/5	—	—	2	0.6/2
180 SPAN	1.2/2	—	—	—	—	—
181 SPAN	1.2/2	—	—	—	—	—
182 SPAN	0.6/1	0.6/1	—	5/1	—	—
183 SPAN	0.6/1	—	—	—	—	—



Span6 공동구 벽체 균열(0.3mm/0.8m)



Span24 공동구 벽체 파손(0.1×0.3)



Span40 공동구 벽체 균열(1.0mm/1.0m)



Span56 공동구 벽체 파손(0.1×0.2)



Span99 공동구 난간 볼트망실



Span148~151 공동구 덮개 파손

〈사진 3.23〉 공동구 및 배수시설(포항) 외관조사 현황



Span1 측구 균열(1.0mm/0.5m)



Span1 측구 균열(1.0mm/0.5m)



Span126 측구 파손(0.2×0.6)



Span182 측구 박리(0.5×10.0)



Span24 집수구 토사퇴적 및 스틸그레이팅 부식



Span93 집수구 토사퇴적 및 스틸그레이팅 부식

〈사진 3.23〉 공동구 및 배수시설(포항) 외관조사 현황(계속)

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 공동구 및 배수시설에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 비교 검토한 결과 모든 항목에서 손상이 증가한 것으로 확인되었으며, 공동구 폭 0.3mm미만 균열은 기 점검보다 다소 증가하였고, 전반적인 손상이 신규 손상인 것으로 확인되었다.

〈표 3.32〉 공동구 및 배수시설(포항) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	1.3	m	121.5	m	▲ 120.2	
	균열(cw=0.3mm미만)	65.7	m	164.0	m	▲ 98.3	
	보수부재균열(0.3mm미만)	—	—	2.3	m	▲ 2.3	
	파손	—	—	0.48	m ²	▲ 0.48	
	덮개파손	5	EA	42	EA	▲ 37	
	난간볼트망실	—	—	2	EA	▲ 2	
배수로	균열(0.3mm이상)	—	—	21.9	m	▲ 21.9	
	균열(0.3mm미만)	—	—	34.2	m	▲ 34.2	
	파손	—	—	0.36	m ²	▲ 0.36	
	박리	—	—	5	m ²	5.0	
배수시설	집수구토사퇴적	—	—	64	EA	▲ 64	
	그레이팅부식	—	—	36.3	m ²	▲ 36.3	

4) 검토의견

- 공동구 벽체 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열이나 구조물의 내구성에 영향을 미치지 않는 부재로써 보수보다는 주의관찰하며, 국부적으로 발생한 공동구 벽체의 파손 등의 손상은 초기 거푸집 탈형시 발생 및 공용중 통행차량의 충격 등에 의한 손상이며, 터널의 안전성에는 영향이 없겠으나 공동구 콘크리트의 내구성 확보와 미관 제고를 위해 장기적인 측면으로는 보수를 고려해 보는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 배수로 상면에 발생한 폭 0.3mm 이상 및 미만의 균열은 건조수축 및 온도변화에 따른 신축작용 또는 시공관리미흡(침하균열)에 의해 발생하였으며, 본 손상으로 인하여 터널에 미치는 영향이 없으므로 보수의 필요성은 없으나 지속적인 관리는 필요할 것으로 판단된다.

- 배수시설 외관조사결과 집수구 내부 토사퇴적 및 스틸그레이팅의 부식이 조사되었으며, 손상의 발생은 주로 추월차로 보다는 주행차로 측면에서 나타나고 있으며, 이는 주행차로를 주로 이용하는 건설장비 등 중차량의 통행으로 인한 토사 퇴적 및 제설제 성분이 용빙되어 집수구 상면 스틸그레이팅을 통해 유입되면서 부식을 유발한 것으로 원활한 터널내 배수를 위하여 일괄적으로 청소가 필요할 것으로 판단된다.

나. 갭문

1) 부재의 개요

- 문수터널(부산방향)의 시·종점부 갭문은 지형 및 지반조건, 기상조건, 주변 환경, 차량의 주행성, 유지관리상의 편의 등이 고려되어 벨마우스식으로 시공되었다.



시점부 갭문 전경



종점부 갭문 전경

〈사진 3.24〉 시·종점부 갭문(포항) 전경

2) 외관조사 결과

- 시·종점 갭문에 대한 외관조사 결과 균열 및 파손 등 구조물의 안전을 저해할 만한 별다른 손상은 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

〈표 3.33〉 시·종점 갭문(포항) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
시점부	· 상태양호	—	—	
종점부	· 상태양호	—	—	

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 터널 시·종점부 갱문에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 비교 검토한 결과 기 정밀점검 시에도 별다른 손상이 확인되지 않았으며, 금차 정밀안전진단시에도 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

〈표 3.34〉 시·종점부 갱문(포항) 기 정밀점검 결과 비교

결합 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
시점부	상태양호	—	—	—	—	—	
종점부	상태양호	—	—	—	—	—	

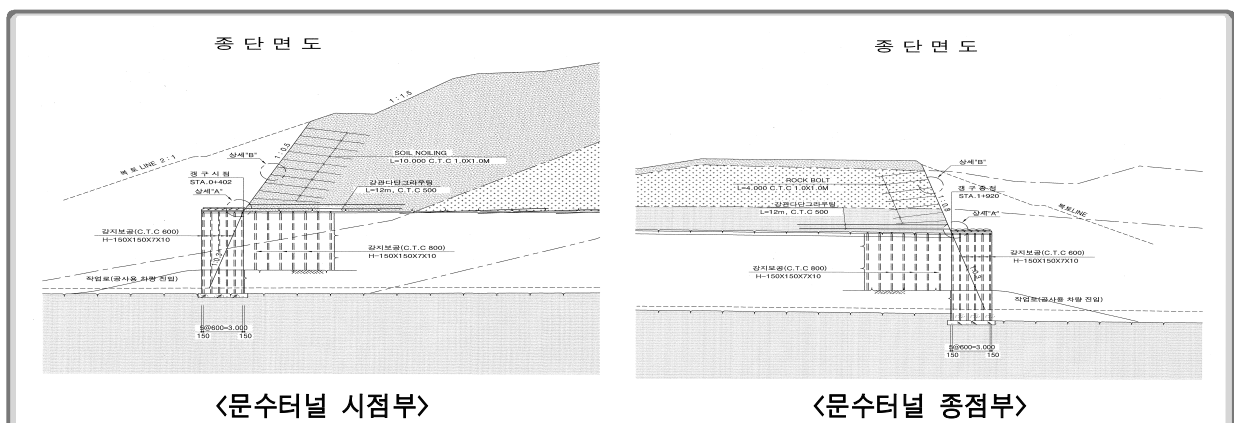
4) 검토의견

- 시·종점 갱문에 대한 외관조사 결과 균열 및 파손 등 구조물의 안전을 저해할 만한 별다른 손상은 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

다. 사면 및 외부배수로

1) 부재의 개요

- 대상터널의 갱구부 사면에 대한 준공도서 검토 결과 갱문 시·종점부에는 사면에 와이어 메쉬+쑈크리트로 표면 시공하고, 시점부는 Soil-Nailing 공법, 종점부는 ROCK BOLT로 보강되어 있는 것으로 확인되었다.
- 터널의 종점 갱구부 상단에 직사광선에 의한 그림자를 방지하고 태양광을 분산시켜 간접조명 및 조도순응구간 연장을 위한 프리즈메틱 글라스가 시공된 것으로 확인되었다.
- 터널 입·출구부 갱구부 상단 사면에는 U형 개거가 설치되어 우수의 배수를 유도하고 있는 것으로 조사되었다.



〈그림 3.17〉 시·종점 갱구부 사면(포항) 현황도



시점 사면 전경



종점 사면 전경

〈사진 3.25〉 문수터널(포항) 시·종점부 사면 전경

2) 외관조사 결과

- 시·종점 사면 및 외부배수로 외관조사 결과 시·종점부 사면에서 기 점검결과와 동일하게 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.35〉 시·종점 사면 및 외부배수로(포항) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
사면 및 외부배수로	· 상태양호	—	—	

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 시·종점부 사면 및 배수로에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과 기 정밀점검과 동일하게 시·종점부 모두 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.36〉 사면 및 외부배수로(포항) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2012년 진단		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
사면 및 외부 배수로	상태양호	—	—	—	—	—	

4) 검토의견

- 시·중점부 사면의 배수로 모두 이물질 및 낙엽 퇴적이 조사되지 않아 원활한 배수가 이루어질 것으로 판단된다.
- 상부의 사면에서도 인장균열 등 별다른 손상은 관찰되지 않았으며, 사면 내 지반변형, 구조물변형 등의 징후는 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

3.3.3 부대시설

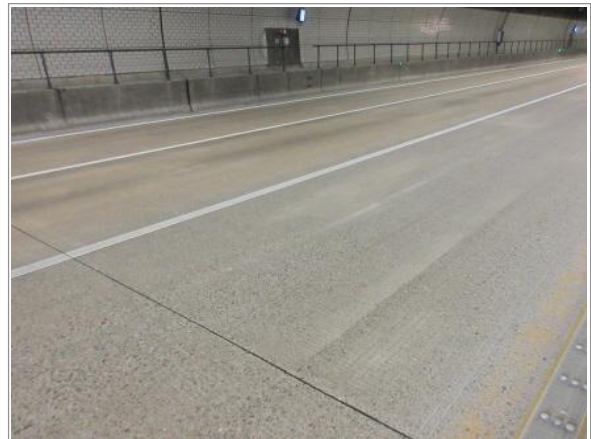
가. 포장면

1) 부재의 개요

- 문수터널(포항)의 포장면은 설계도면 검토 결과 선택층(동상방지층)을 15cm, 그 위에 빈배합 concrete 15cm를 타설하고 마지막으로 포장 concrete 33cm를 포설하여 포장층을 구성하고 있는 것으로 확인되었다.

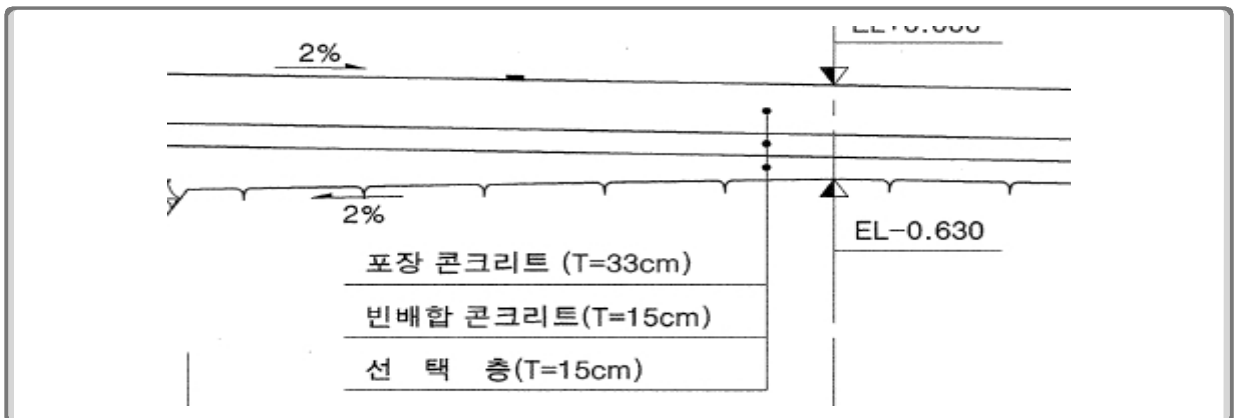


포장면 전경 ①



포장면 전경 ②

〈사진 3.26〉 터널 포장면(포항) 전경



〈그림 3.18〉 포장면(포항) 현황도

2) 외관조사 결과

- 문수터널(포항)의 포장면에 대한 외관조사 결과 공용기간 증가 및 중차량의 통행에 따른 포장면 균열, 망상균열, 포장 파손, 재료분리 등의 손상이 조사되었으며, 차도부의 전반적인 포장 상태는 차량의 주행에는 문제가 없는 대체로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

〈표 3.37〉 포장면(포항) 외관조사 결과

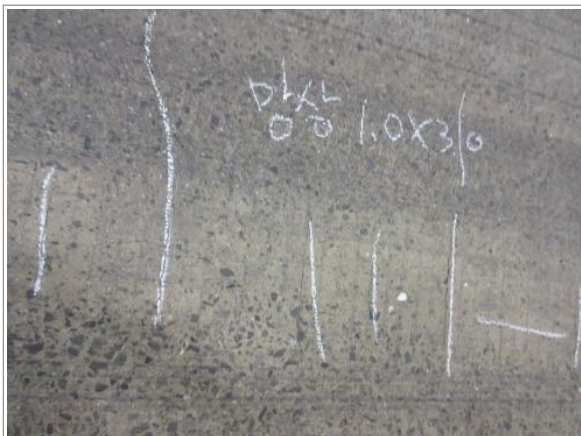
구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
포장면	· 포장균열	m/개소	194.7 / 88	
	· 포장망상균열	m ² /개소	9.0 / 3	
	· 포장파손	m ² /개소	1.49 / 28	
	· 포장재료분리	m ² /개소	2.1 / 2	



Span1 포장면 파손



Span3 포장면 균열



Span99 포장면 망상균열



Span144 포장면 재료분리

〈사진 3.27〉 포장면(포항) 외관조사 현황

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 터널내 포장면 손상부에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전여부를 비교 검토한 결과 공용기간 증가와 지속적인 반복하중으로 인한 포장면 균열은 전차 점검시 보다 대폭 증가하였고, 파손은 다소 감소하였다. 포장 망상균열, 재료분리가 신규로 조사되었다.

〈표 3.38〉 포장면(포항) 기 정밀점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		개소	물량	개소	물량		
포장면	포장균열	28.0	m	194.7	m	▲ 166.7	
	포장망상균열	—	—	9.0	m ²	▲ 9.0	
	포장파손	1.95	m ²	1.49	m ²	▼ 0.46	
	포장재료분리	—	—	2.1	m ²	▲ 2.1	

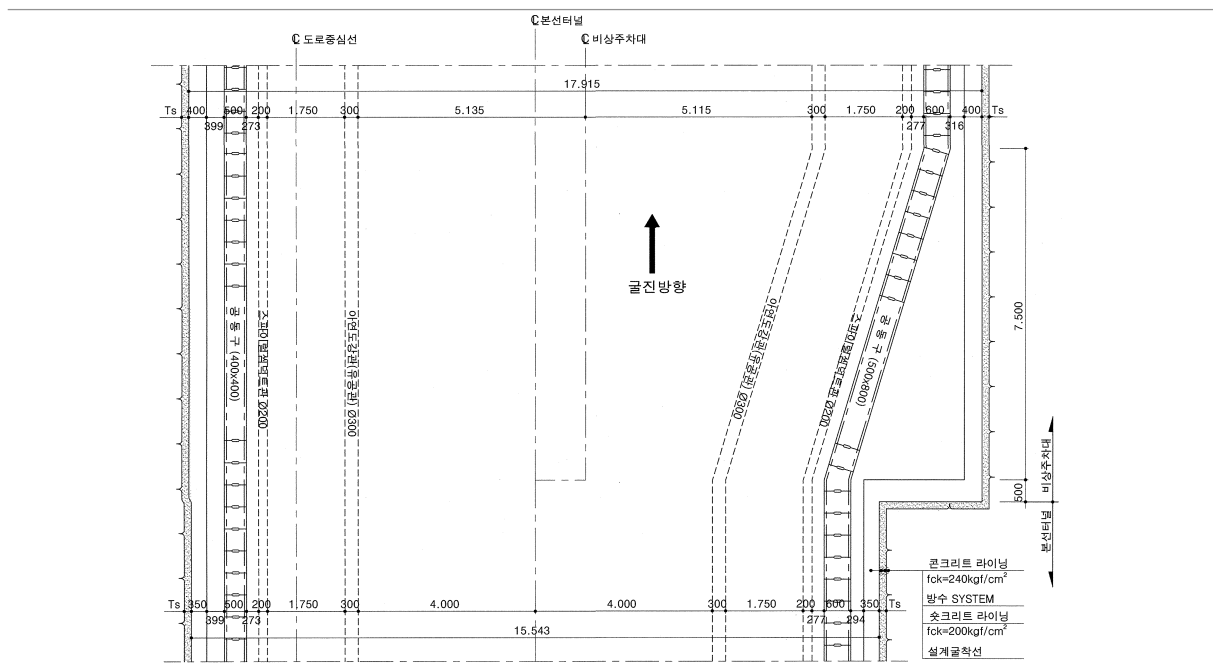
4) 검토의견

- 터널 내 포장면의 균열 및 파손 등의 손상은 차량의 반복하중 및 중차량에 의한 충격이 주된 원인이며, 온도변화에 따른 강성포장체의 신축거동, 공용기간 증가에 따른 포장 자체의 노후화, 동절기 살포된 제설재의 유입 등이 복합적으로 작용하여 발생하게 된다.
- 포장면은 고속도로 주행차량의 안전과 직결되고, 파손 및 균열부 등은 공용 기간 증가에 따라 손상의 범위가 확대될 가능성이 있으므로 조사된 손상에 대해서는 주행안전성 확보 및 내구성능 확보 측면에서의 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 비상주차대 및 피난연락갱

1) 부재의 개요

- 문수터널(포항)에 비상주차대는 Sp52~56, Sp126~130 구간에 연장 40m로 2개소 설치되었고, 피난연락장은 차량용 2개소, 대인용 1개소가 있으며, 철근콘크리트 구조로써 Sp54(차량용), Sp91(대인용), Sp129(차량용)에 위치하고 있는 것으로 조사되었다. 부산방향과 포항방향을 연결하는 중간에는 차단문이 설치되었고, 설치위치는 측점분할 결과 준공도면과 대체로 일치하는 것으로 조사되었다.



〈그림 3.19〉 터비상주차대(포항) 접속부 평면도

2) 외관조사 결과

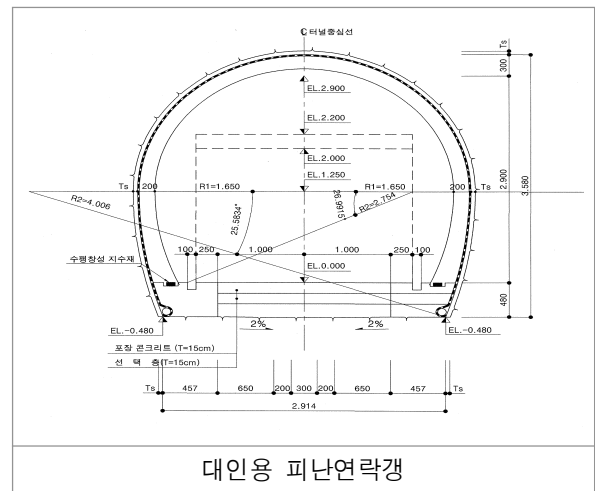
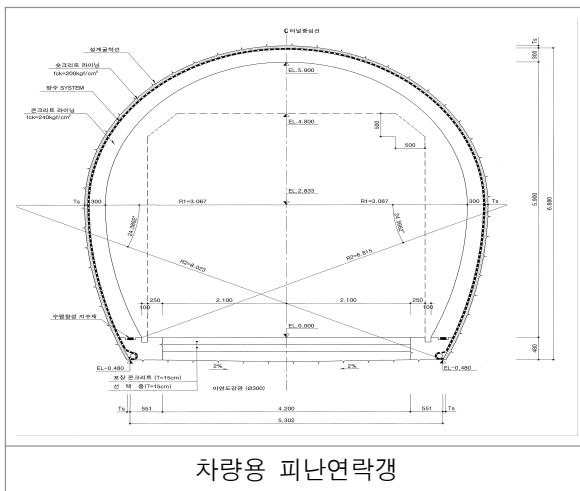
- 외관조사 결과 피난연락갱의 콘크리트 라이닝은 폭 0.3mm 미만 균열과 파손이 경미하게 발생하였고, 피난연락갱 공용에는 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.39〉 피난연락갱(포항) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
피난연락경	· 균열(0.3mm미만)	m/개소	0.9 / 3	
	· 파손	m²/개소	0.02 / 1	



〈사진 3.28〉 피난연락갱(포항) 외관조사 현황



〈그림 3.20〉 터피난연락갱(포항) 단면도(차량용, 대인용)

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 피난연락갱에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전여부를 비교 검토한 결과 기 정밀점검시(2016년)는 손상이 없는 상태였으나, 금회 진단 시 폭 0.3mm미만 균열과 경미한 파손이 조사되었다. 신규 발생이라기 보다는 조사자의 견해 차이나 조사 누락에 의한 손상으로 판단된다.

〈표 3.40〉 피난연락갱(포항) 기 정밀점검 결과 비교

결합 및 손상내용		2016년 점검		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
피난 연락갱	균열(cw=0.3mm미만)	—	—	0.9	m	▲ 0.9	
	파손	—	—	0.02	m ²	▲ 0.02	

4) 검토의견

- 문수터널 내 피난연락갱은 차량용 2개소와 대인용 1개소가 설치되어 있고, 금회 진단 시 조사된 균열은 본선 벽체와 피난갱 벽체 연결부에서 발생한 건조수축과 온도변화에 의해 발생하는 비구조적 균열로 판단된다. 장기적인 내구성 확보를 위하여 균열 폭 0.3 mm 미만의 균열에 대해서는 표면처리 공법을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 터널 내 발생한 파손은 피난연락갱 입구측 벽체에 발생하였다. 손상 위치와 규모로 보았을 때 차량 또는 터널 유지관리 작업자에 의한 외부충격이 원인으로 판단된다. 장기적인 측면에서 내구성 확보를 위하여 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

3.3.4 기타 부속시설

가. 터널 부속시설

1) 개 요

- 터널 내부에는 좌·우측 천장부에 조명시설, 환기시설, 전광판 등이 설치되어 있으며, 측벽부에는 각종 소화기, 화재감시기, 비상방송설비, 비상조명등, 유도표지판, 비상전화, CCTV 등의 방재시설이 설치되어 있는 것으로 현장조사 결과 확인되었다.



조명시설 전경



환기시설 전경(체결상태)



소화시설 및 비상전화, 비상콘센트 전경



줄음방지 사이렌 전경



통신안테나 전경



이정 안내 표지판 전경



비상구안내 표지판 전경



전광판 전경

〈사진 3.29〉 터널 부속시설(포항) 전경

2) 외관조사 결과

- 문수터널(포항)의 부속시설에 대한 외관조사 결과 부속시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 터널내부의 환기시설 설치구간 정밀조사 결과 Jet Fan의 체결상태 및 주변 콘크리트 라이닝의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

〈표 3.41〉 터널 부속시설(포항) 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수 량	비 고
부속시설	· 상태양호	—	—	

3) 기 정밀점검(2016년) 결과와 비교

- 문수터널(부산)의 터널 부속시설에 대하여 기 정밀점검 결과를 토대로 손상에 대한 진전 및 추가발생 여부를 비교 검토한 기 정밀점검시(2016년)와 동일하게 손상이 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 3.42〉 터널 부속시설(포항) 기 점검 결과 비교

결함 및 손상내용		2012년 진단		금회 진단		증 감	비 고
		물량	단위	물량	단위		
부속시설	상태양호	—	—	—	—	—	

4) 검토의견

- 터널 내 부속시설은 터널의 구조적인 안전성과 내구성 저하에는 직접적인 영향은 없지만, 터널 내 주행차량의 안전 및 시설물의 유지관리를 위해서는 필수적인 요소이다. 따라서 소화기 등의 방재설비는 화재 및 비상상황 발생시 신속하게 대처할 수 있도록 주기적으로 작동 가능상태의 확인 등이 필요하며, 또한 각종 안내 표지판 및 조명시설, 비상 방송시설 등은 터널내 주행차량의 안전한 통행을 위하여 주기적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.