

제2장

자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 설계 및 준공도서

2.3 유지관리 자료

2.4 보수 · 보강이력

2.5 내진설계 여부

2.6 자료분석 결과

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

본 구조물과 관련된 자료는 주로 설계·시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

〈표 2.1〉 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서 (준공도서)	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇ 부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업(제9공구:두현~굴화) - 구조 및 수리계산서 - 구조물도 - 일반보고서 - 터널보고서 - 지반조사보고서
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도, 지질개요도, 지보패턴도, 공법도 및 방·배수 상세도, 계측도	○	
시 설 물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS - 시설물관리대장(터널)
시공관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	△	-
안전점검 및 정밀점검 자료		○	◇ 2010년 정밀점검 보고서 ◇ 2013년 정밀점검 보고서 ◇ 2016년 정밀점검 보고서
보수·보강 자료		○	

2.2 설계 및 준공도서

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “부산~울산간 고속도로 민간 투자 시설사업(제9공구:두현~굴화)”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 지반조사 검토(토질조사보고서)

가. 시추조사(Boring)

1) 시추조사 현황

구분	내용	공번	위치(STA.)	좌표		표고 (m)	심도 (m)
				X	Y		
문 수 터 널	수 직 시 추	TB-1	0+393(부, 우 7.8)	225,875.278	222,085.820	89.421	34.1
		TB-2	0+400(포, 우 19.0)	225,891.127	222,123.051	87.889	31.0
		TB-3	0+418(부, 우 7.8)	225,896.943	222,077.243	92.888	39.0
		TB-4	0+425(포, 우 19.0)	225,905.787	222,117.065	91.848	35.0
		TB-5	1+060(포, 좌 15.0)	226,565.892	222,023.629	154.199	98.0
		TB-6	1+394(부, 좌 20.0)	226,893.080	221,998.765	173.526	113.8
		TB-7	1+764(부, 좌 19.5)	227,225.777	222,066.984	93.940	33.0
		TB-8	1+759(포, 좌 7.1)	227,227.935	222,109.256	101.554	42.0
		TB-9	1+789(부, 좌 19.5)	227,247.906	222,071.079	86.373	24.0
		TB-10	1+789(포, 좌 7.1)	227,251.534	222,117.425	87.630	27.5
		TB-11	0+860	226,329.134	222,031.412	204.998	152.0
	수 평 시 추	HB-1	0+397(부, 좌 4.22)	222,104.940	225,848.640	84.959	40.0
		HB-2	0+383(포, 우 7.20)	222,128.480	225,875.670	94.259	40.0
		HB-3	1+824(부, 좌 6.52)	227,280.080	222,093.590	80.829	40.0
		HB-4	1+397(포, 좌 4.73)	227,251.520	222,118.090	79.269	40.0

주 : 시추위치 표기상에서 ()안의 내용은 부-부산방향, 포-포항방향 노선을 의미하고, 측량 축선을 기준으로 좌-이격거리, 우-이격거리를 의미함. 수평시추의 심도는 수평경사 시추 굴진 길이를 의미함.

2) 시추조사 결과표

구분	공번	지층 (층후, m)																	굴진 심도 (m)	지하 수위 (m)	
		충 적 층	붕 적 층	풍 화 토	풍 화 암	연 암	보 통 암	경 암	연 암	풍 화 암	연 암	보 통 암	경 암	연 암	경 암	보 통 암	경 암	보 통 암			경 암
수 직 시 추	TB-1	1.5		10.5	8.1		6.4	7.6												34.1	12.05
	TB-2	4.5		10.5	8.0		2.1	5.9												31.0	10.38
	TB-3	1.5		6.1	12.2	4.8	6.5	9.4												39.0	12.33
	TB-4	4.5		4.5				1.7		4.2		7.1	8.0							35.0	11.08
	TB-5		3.0		3.0		3.0	21.5	4.0						8.5	7.0	29.4	2.6	16.0	98.0	9.04
	TB-6	4.1			1.7	2.0	2.0		2.9	3.2	3.1	6.6	61.1	3.4	2.9	6.2	14.6			113.8	42.97
	TB-7		1.5		2.2		15.8	13.5												33.0	18.06
	TB-8		3.0			3.0		36.0												42.0	25.49
	TB-9		1.5		4.0		11.0	7.5												24.0	10.58
	TB-10				1.5		3.0	23.0												27.5	11.84
	TB-11		1.2		6.8	6.0	3.0	13.5												152.0	15.38
수 평 시 추	HB-1			38.0		2.0														40.0	
	HB-2			37.0		3.0														40.0	
	HB-3			2.0		5.0		33.0												40.0	
	HB-4		3.0			21.0		16.0												40.0	

3) 암반에 따른 암석 실내시험 결과

암반	비중	흡수율 (%)	탄성파속도 (m/sec)		일축 압축강도 (kgf/cm ²)	인장강도 (kgf/cm ²)	삼축압축시험		탄성계수 (kgf/cm ²)	포아송비
			P파	S파			점착력 (kgf/cm ²)	내부 마찰각 (°)		
풍화암	2.45	2.60	1,080	670	140	10	20	51.1	0.08×10^5	0.31
보통	2.65	0.77	4,874	2,648	1,668	128	260	53.3	3.72×10^5	0.20
경암	2.70	0.33	5,476	2,956	1,929	189	296	52.7	4.40×10^5	0.20

4) 암종에 따른 암석 실내시험 결과

암종	비중	흡수율 (%)	탄성파속도 (m/sec)		일축 압축강도 (kgf/cm ²)	인장강도 (kgf/cm ²)	삼축압축시험		탄성계수 (kgf/cm ²)	포아송비
			P파	S파			점착력 (kgf/cm ²)	내부 마찰각 (°)		
화강암	2.60	0.99	4,098	2,300	1,674	94	220	56.16	3.51×10^5	0.23
세립사암	2.71	0.42	5,440	2,900	1,735	185	291	50.98	4.15×10^5	0.20
혼펠스화된 세일	2.67	0.30	5,450	3,040	2,280	215	295	55.95	4.43×10^5	0.21

나. 지반 분류기준

1) 한국도로공사 지반분류 기준

암질	특 징	TCR	RQD	탄성파속도 (km/sec)	일축압축강도 (kg/cm ²)
경 암	안정성이 있고, 풍화, 변질 및 물리적, 화학적, 영향을 거의 받지 않은 신선한 대괴상의 암질	90%이상	70%이상	4.5 이상	1000 이상
보통암	균열 및 편리가 다소 발달되어 있으며 일반적으로 절리가 존재하는 층상의 암질	70~90%	40~70%	4.0 ~ 4.5	800 ~ 1000
연 암	층리, 절리 및 편리 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소괴상의 암질	40~70%	20~40%	3.5 ~ 4.0	600 ~ 800
풍화암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되고 절리가 불규칙적으로 발달된 파쇄상의 풍화된 암질	40%이하	20%이하 N치>100	3.0 ~ 3.5	250 ~ 600
풍화토	풍화작용이 심하고 일부가 퇴괴화된 상태이며, 매우 쉽게 부서지고 쉽게 뜯어낼 수 있는 암질	—	N치<100	3.0 이하	250 이하

2) 풍화암, 연암, 경암의 분류기준

암질	시추 굴진상황	암 반 의 성 질			
		풍화변질상태	균열상태	코아상태	함마타격
풍화암	Metal crown bit로 용이하게 굴질 가능하며 때로는 무수보링도 가능	암반내부까지도 풍화진행, 암의 구조 및 조적이 남아있음	균열은 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착상태임	세편상 암편이 남아 있고, 손으로 부수면 가루가 되기도 함, 원형 코아가 없음	손으로도 부서짐
연 암	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능한 암반	암반내부의 일부를 제외하고는 풍화진행. 장석, 운모 등 변색, 변질	균열이 많이 발달, 균열 간격은 5cm이하이고 점토 협재	암편상~세편상(각력상), 원형코아가 적고 원형복구 곤란	함마로 치면 가볍게 부서짐
보통암	Metal crown bit로도 굴진가능하나 Diamond bit를 사용하면 코아 회수율이 양호한 암반	균열을 따라 다소 풍화진행, 장석 및 유색광물은 일부 변색됨	균열발달, 일부는 점토를 협재함. 세편상상태로 잘 부서짐. 균열간격은 10cm내외	대암편상~단주상, 10cm 이하이며, 특히 5cm내외의 코아가 많음. 원형복구가 가능	함마로 치면 탁음을 내고 부서짐
경 암	Diamond bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반	대체로 신선, 균열을 따라 약간 풍화, 변질 암내부는 신선함	균열의 발달이 적으며, 균열간격은 5~15cm, 대체로 밀착상태이나 일부는 open됨	단주상~봉상, 대체로 20cm이하, 1m당 5~6개 이상	함마로 치면 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며, 튀는 경향을 보임

다. 구간별 지층분석 결과

문수터널의 지층은 한국도로공사 지반분류 기준과 풍화암, 연암, 경암의 분류기준을 상호 보완하여 암반을 분류하였으며, 구간별 지층특성은 다음과 같다.

위 치		지층분석 결과
시점부 (시점 갱구부)	시추조사	- 중생대 백악기의 흑운무 화강암으로 중립-조립의 암상을 보임 - 화강암이 풍화를 많이 받아 핵석 형태로 존재하기도 함 - 화강암 관입으로 퇴적암이 호온펠스화되었고, 울산단층의 영향으로 균열 및 파쇄됨
	탄성파탐사	- 경암 경계인 속도 2,900m/sec의 층 경계가 지표로부터 약 50m 심도까지 분포 0+290~0+520 구간은 저속도층이 xjsjfrnksRK지 발달, 파쇄대가 터널구간을 관통 0+400~0+500 구간 천부 700m/sec 이하의 저속도층이 약 10m두께로 존재
중앙부 (본선 구간)	시추조사	- 화강암류에 의한 접촉변성작용의 결과로 호온펠스화, 풍화에 강하고 큰 전석으로 블록화된 노두가 많음 - 퇴적암인 사암, 이암 및 셰일의 호층상태로 분포
	탄성파탐사	0+970 이후는 저속도층이 20m 내외의 두께로 분포하고, 심부에 고속도층이 분포함 0+840~1+120 구간 천부에 표토층과 파쇄구간이 발달함
종점부 (종점 갱구부)	시추조사	퇴적암인 사암, 이암 및 셰일의 호층상태로 분포
	탄성파탐사	1+740 이후는 저속도층이 10m 이내의 두께로 천부에만 분포함 1+610 에 분포한 파쇄대가 1+670에서 터널 영향권까지 발달 1+800 이후는 천부의 저속도층이 터널구간에 위치함

2.2.2 구조해석 검토(설계 보고서, 구조 및 수리계산서)

가. 사용 프로그램

1) 해석 프로그램

- ① 해석 프로그램 : FLAC, PENTAGON 등
- ② 해석모델 : 2D(FLAC), 3D(PENTAGON) 유한요소해석 등

나. 해석에 적용된 물성치

1) 지반의 물성치

지반등급	단위중량 (t/m ³)	점착력 (t/m ²)	내부마찰각 (deg)	포아손비	변형계수 (t/m ²)
2	2.6	100	43	0.20	1,000,000
3	2.5	80	40	0.24	500,000
4	2.3	50	35	0.27	200,000
5	2.0	10	33	0.30	60,000

다. 터널 단면별 해석결과

1) 해석위치선정

① 터널 해석시 다음을 고려하여 위치를 선정하였다.

- 지반조건이 불리한 곳
- 중요 시설물이 위치한 곳
- 대심도로서 응력방해력이 매우 큰 곳
- 갱구부 등 지형상 불리한 곳 등

② 해석위치

구 분 (해석위치)		지보타입 II (STA.1+450)	지보타입 III (STA.0+980)	지보타입 IV (STA.1+630)	지보타입 V (STA.0+440)
3차원 해석		M-C	M-C	M-C	M-C
2차원 해석	연속체	M-C H-P D-P	M-C H-P D-P	M-C D-P S-S	M-C D-P U-J
	퇴적암	이방성	이방성	이방성	-
	불연속	B-B	B-B	B-B	-
기타		Key Block	Key Block	Key Block	-

여기서 ;

M-C : Mohr-Coulomb Model

H-P : Hoek & Brown Model

D-P : Drucker-Prager Model

U-J : Ubiquitous Joint Model

B-B : Barton-Bandis Model

시설물 안전성평가 결과 산정표

시설물명	문수터널(부산,포항)					
부재구분	변위 또는 응력				안전성 여부 (안전, 불 안전)	비 고
	해석단면1 (TYPE2)	해석단면2 (TYPE3)	해석단면3 (TYPE4)	해석단면4 (TYPE5)		
천단변위 (mm)	-6.67	-8.31	-9.23	-3.22	안전	프랑스 공업성 평가기 준 허용변위 10~20mm
내공변위 (mm)	-8.40	-12.50	-11.37	-5.39	안전	
-shotcrete 응력 (kgf/cm ²)	68.2	80.7	82.8	51.8	안전	허용휨압축응력 84(kgf/cm ²)
록볼트 축력 (ton)	6.14	8.20	6.08	5.90	안전	허용축력 8.75(ton)
안전성평가 결과	안전					

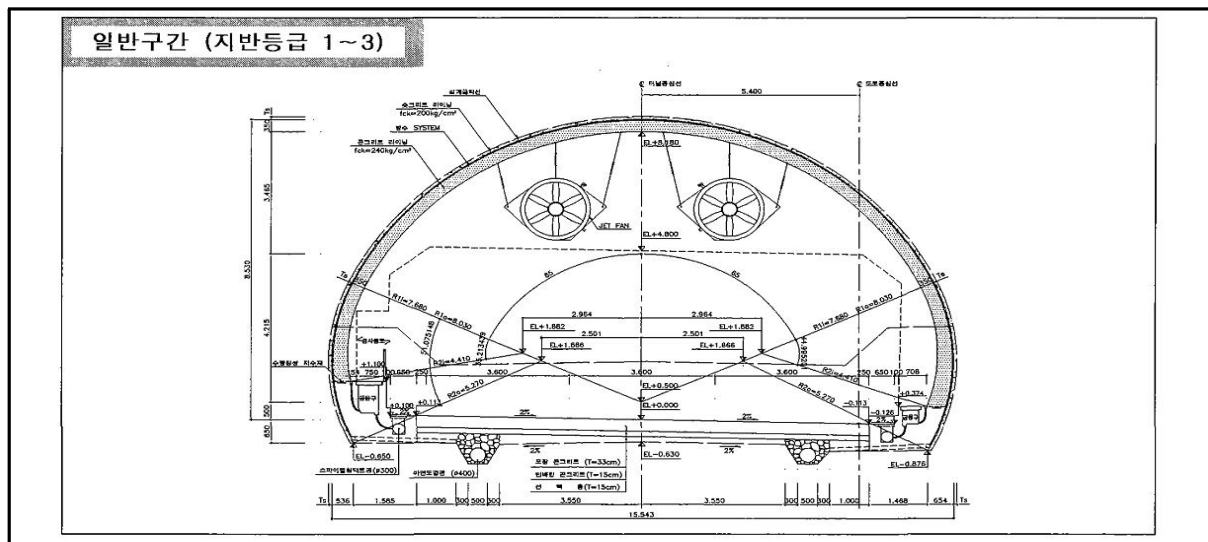
라. 라이닝 구조검토 결과

1) 라이닝 해석 결과

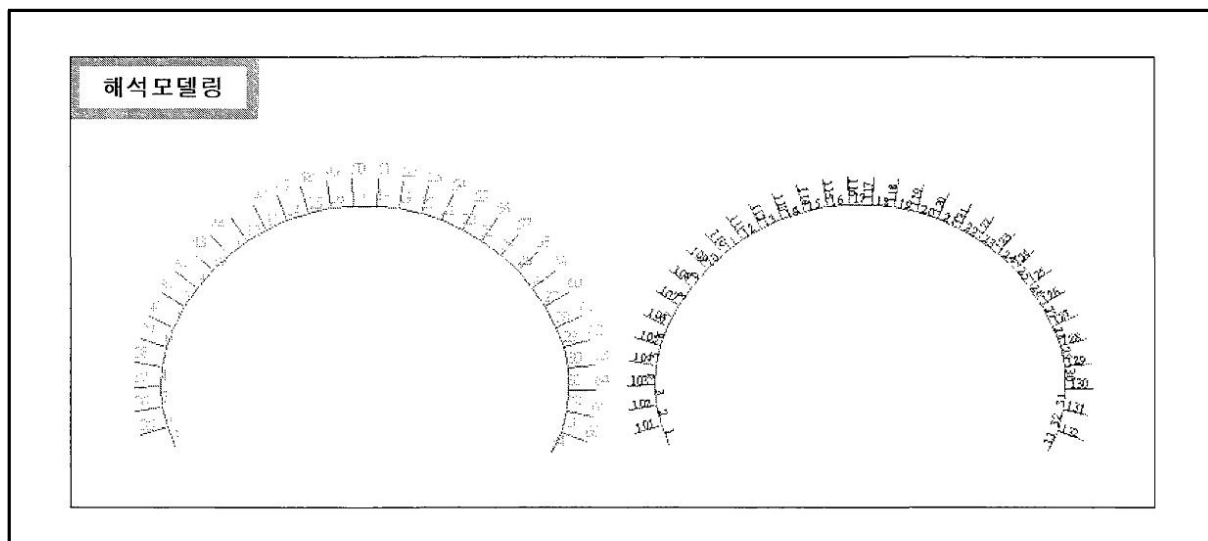
- 해석조건

: 지반등급 1~3구간에 계획되어 있는 콘크리트라이닝의 구조검토를 위하여 가장 불리한 지반등급 3을 적용하였으며, 이완하중은 발파에 의한 이완하중고를 적용하였다. (해석 위치는 STA. 0+800)

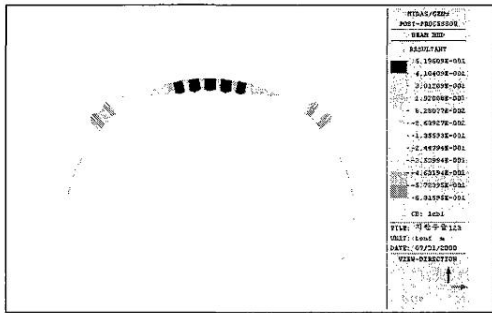
- 해석단면



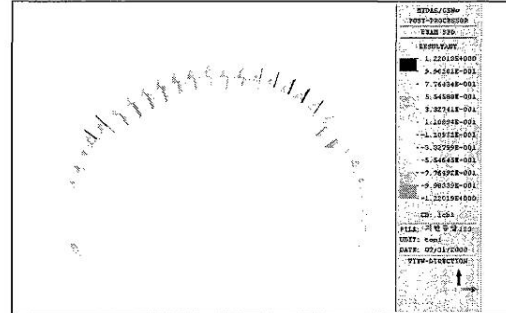
- 해석모델링



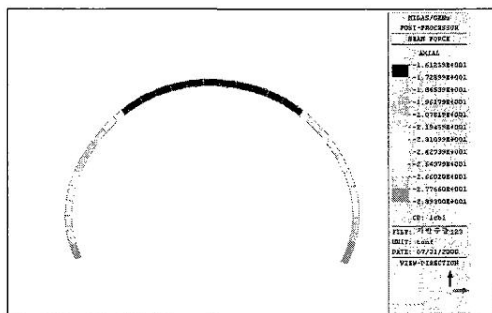
- 단면력도



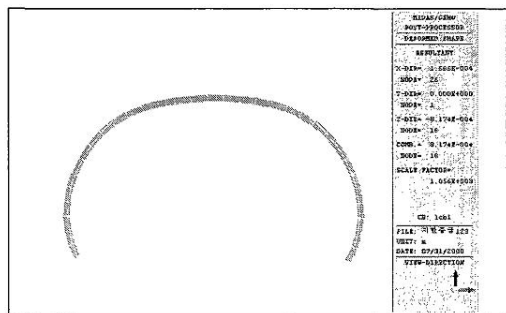
모멘트도(tonf · m)



전단력도(tonf)



축력도(tonf)



변위도(m)

- 응력검토

· 천정부

$$f = (P/A) + (M/Z)$$

$$= (14.095/0.35) + (1.105/0.20)$$

$$\text{최대응력 } f_{\max} = 95.521 \text{ tonf/m}^2$$

$$< f_{ca} \text{ ----- O.K}$$

$$\text{: 안전율} = 10.05$$

· 측벽부

$$f = (P/A) + (M/Z)$$

$$= (17.142/0.35) + (0.958/0.02)$$

$$\text{최대응력 } f_{\max} = 96.877 \text{ tonf/m}^2$$

$$< f_{ca} \text{ ----- O.K}$$

$$\text{: 안전율} = 9.91$$

· 측벽하부

$$f = (P/A) + (M/Z)$$

$$= (29.687/0.35) + (0.258/0.020)$$

$$\text{최대응력 } f_{\max} = 97.720 \text{ tonf/m}^2$$

$$< f_{ca} \text{ ----- O.K}$$

$$\text{: 안전율} = 9.82$$

· 전단응력검토

$$v = V_{\max} / A$$

$$= 0.889 / 0.35$$

$$= 2.540 \text{ tonf/m}^2$$

$$< v_a \text{ ----- O.K}$$

$$\text{: 안전율} = 15.25$$

2.3 유지관리 자료

본 터널은 2009년에 실시한 정기점검(상반기)을 시작으로 2018년 정기점검(상반기)까지 공용기간 중 정밀점검 4회, 정기점검 16회 등을 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음 표와 같다.

2.3.1 점검 및 진단 이력

가. 부산방향

〈표 2.2〉 점검 및 진단 이력(부산)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검 · 진단 결과	등급
1	정기점검	2018-06-04 ~ 2018-06-04	자체수행	양호함	양호
2	정기점검	2017-10-19 ~ 2017-10-19	자체수행	양호함	양호
3	정기점검	2017-05-23 ~ 2017-05-23	자체수행	양호함	양호
4	정밀점검	2016-11-16 ~ 2016-12-30	씨엘엠 건설(주)	외관조사 결과 라이닝에 발생된 결함은 대부분 균열로서 라이닝 천정부 종방향 및 횡방향 균열이 대부분을 차지하며 콘크리트 타설시 급속타설, 수화열, 건조수축 등에 기인한 것으로 구조적 원인에 의한 균열은 없는 것으로 판단되므로, 손상에 대한 적정공법의 보수를 실시하고 향후 균열 재발생 여부에 대한 점검이 필요한 것으로 판단됨. 또한 외부충격, 공용년수 경과 등에 의해 발생된 공동구 파손, 균열 및 덮개 파손, 타일 탈락, 배수구 토사퇴적 등의 손상에 대해서도 손상현황에 따른 적절한 보수조치를 병행하여 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.	A
5	정기점검	2016-10-11 ~ 2016-10-11	자체수행	양호함	양호
6	정밀점검	2016-05-18 ~ 2016-05-18	자체수행	라이닝균열등	A
7	정기점검	2015-12-07 ~ 2015-12-07	자체수행	양호함	양호
8	정기점검	2015-05-18 ~ 2015-05-18	자체수행	양호	양호

〈표 2.2〉 점검 및 진단 이력(부산)(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검 · 진단 결과	등급
9	정기점검	2014-11-26 ~ 2014-11-26	자체 수행	양호	양호
10	정기점검	2014-06-18 ~ 2014-06-18	자체 수행	양호	양호
11	정기점검	2013-11-13 ~ 2013-11-13	자체 수행	양호	양호
12	정밀점검	2013-06-18 ~ 2013-06-18	자체 수행	라이닝 균열	A
13	정기점검	2012-10-10 ~ 2012-10-10	자체 수행	양호	양호
14	정기점검	2012-06-13 ~ 2012-06-14	자체 수행	양호	양호
15	정기점검	2011-11-28 ~ 2011-11-28	자체 수행	테라스부분 누수	양호
16	정기점검	2011-05-02 ~ 2011-05-04	자체 수행	테라스부분 누수	양호
17	정기점검	2010-07-07 ~ 2010-12-08	자체 수행	양호함	양호
18	정밀점검	2010-05-02 ~ 2010-05-02	자체 수행	전반적으로 양호한 상태	A
19	정기점검	2009-08-04 ~ 2009-11-25	자체 수행	이상없음	양호
20	정기점검	2009-03-06 ~ 2009-06-30	자체 수행	이상없음	양호

나. 포항방향

〈표 2.3〉 점검 및 진단 이력(포항)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검 · 진단 결과	등급
1	정기점검	2018-06-04 ~ 2018-06-04	자체수행	양호함	양호
2	정기점검	2017-09-14 ~ 2017-09-14	자체수행	양호함	양호
3	정기점검	2017-05-23 ~ 2017-05-23	자체수행	양호함	양호
4	정밀점검	2016-11-16 ~ 2016-12-30	씨엘엠 건설(주)	외관조사 결과 라이닝에 발생된 결함은 대부분 균열로서 라이닝 천정부 종방향 및 횡방향 균열이 대부분을 차지하며 콘크리트 타설 시 급속타설, 수화열, 건조수축 등에 기인한 것으로 구조적 원인에 의한 균열은 없는 것으로 판단되므로, 손상에 대한 적정 공법의 보수를 실시하고 향후 균열재발생여부에 대한 점검이 필요한 것으로 판단됨. 또한 외부충격, 공용년수 경과 등에 의해 발생된 공동구 균열 및 덮개파손, 타일손상, 토사퇴적 등의 손상에 대해서도 손상 현황에 따른 적절한 보수 조치를 병행하여 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨. 내구성 조사 결과 비파괴 강도 및 탄산화 잔여깊이는 양호한 것으로 조사됨.	A
5	정기점검	2016-10-11 ~ 2016-10-11	자체수행	양호함	양호
6	정밀점검	2016-05-18 ~ 2016-05-18	자체수행	라이닝균열 등	A
7	정기점검	2015-12-07 ~ 2015-12-07	자체수행	양호함	양호
8	정기점검	2015-05-18 ~ 2015-05-18	자체수행	양호	양호
9	정기점검	2014-11-26 ~ 2014-11-26	자체수행	양호	양호
10	정기점검	2014-06-18 ~ 2014-06-18	자체수행	양호	양호
11	정기점검	2013-11-13 ~ 2013-11-13	자체수행	양호	양호
12	정밀점검	2013-06-18 ~ 2013-06-18	자체수행	라이닝균열	A
13	정기점검	2012-10-10 ~ 2012-10-11	자체수행	양호	양호
14	정기점검	2012-06-12 ~ 2012-06-13	자체수행	양호	양호
15	정기점검	2011-11-29 ~ 2011-11-29	자체수행	양호함	양호
16	정기점검	2011-05-02 ~ 2011-05-04	자체수행	이상없음	양호
17	정기점검	2010-07-07 ~ 2010-12-08	자체수행	양호함	양호
18	정밀점검	2010-05-02 ~ 2010-05-02	자체수행	전반적으로 양호한 상태	A
19	정기점검	2009-08-04 ~ 2009-11-25	자체수행	이상없음	양호
20	정기점검	2009-03-06 ~ 2009-06-30	자체수행	이상없음	양호

2.3.2 정밀점검 실시결과

가. 2016년도 정밀점검 실시결과(부산)

〈표 2.4〉 2016년 정밀점검 결과분석(부산)

과업명		문수터널(부산) 정밀점검			
과업기간		2016년 11월 16일 ~ 2016년 12월 30일			
수행기관		씨엘엠건설(주)			
구분		정밀점검 결과		검토 및 의견	
외관 조사 결과	라이닝	• 종·횡방향 균열, 파손		• 표면처리, 주입보수	
	타일	• 타일 탈락		• 주의관찰	
	배수로 및 공동구	• 집수구 토사퇴적		• 주기적인 청소	
	도로포장부	• 파손		• 주의관찰	
	갯문	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
	사면	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
	피난연락갱	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
내구성 조사 결과	콘크리트 비파괴강도 (MPa)	시험부재	측정강도	설계강도	• 설계기준강도를 만족하는 양 호한 상태임
		콘크리트 라이닝	24.5~31.5	24.0	
	탄산화 (mm)	시험부재	탄산화 잔여깊이	등급	• 모든 부재에서 탄산화 잔여깊 이가 30mm 이상으로 "a"등급으 로 평가됨
		콘크리트 라이닝	75.7~77.0	a	
상태평가		• A(환산결함도 점수 : 0.13)			
보수·보강 및 유지관리 방안		• 표면처리, 주입보수, 타일 재시공, 포장보수, 단면보수, 주기적인 청소			
종합결론		• 외관조사 결과 라이닝에 발생한 결함은 대부분 균열로서 라이닝 천정부 종방향 및 횡방향 균열이 대부분을 차지하며 콘크리트 타설시 급속타설, 수화열, 건조수축 등에 기인한 것으로 구조적 원인에 의한 균열은 없는 것으로 판단되므로, 손상에 대한 적정 공법의 보수를 실시하고 향후 균열 재발생 여부에 대한 점검이 필요한 것으로 판단됨. 또한 외부충격, 공용년수 경과 등에 의해 발생 된 공동구 파손, 균열 및 덮개 파손, 타 일 탈락, 배수구 토사퇴적 등의 손상에 대해서도 손상현황에 따른 적절한 보수조치를 병행하여 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨. • 내구성 조사 결과 비파괴 강도 및 탄산화 잔여깊이는 양호한 것으로 조사됨. • 상태평가 결과는 A등급으로 평가 되어 종합평가 등급 및 안전등급은 A등급으로 기 능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 것으 로 평가됨. • 따라서 대상시설물에 발생한 주요 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 및 지속적인 유지관리를 수행하면 사용성 및 구조적 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.			

나. 2016년도 정밀점검 실시결과(포항)

〈표 2.5〉 2016년 정밀점검 결과분석(포항)

과업명		문수터널(포항) 정밀점검			
과업기간		2016년 11월 16일 ~ 2016년 12월 30일			
수행기관		씨엘엠건설(주)			
구분		정밀점검 결과		검토 및 의견	
외관 조사 결과	라이닝	• 종방향 및 횡방향 균열, 재료분리		• 표면처리, 주입보수	
	타일	• 타일 탈락		• 주의관찰	
	배수로 및 공동구	• 집수구 토사퇴적 • 측벽 균열		• 주기적인 청소 • 주의관찰	
	도로포장부	• 포장균열, 파손		• 주의관찰	
	갯문	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
	사면	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
	피난연락갱	• 상태양호		• 지속적인 관찰	
내구성 조 사 결 과	콘크리트 비파괴강도 (MPa)	시험부재	측정강도	설계강도	• 설계기준강도를 만족하는 양 호한 상태임
		콘크리트 라이닝	24.1~31.9	24.0	
	탄산화 (mm)	시험부재	탄산화 잔여깊이	등급	• 모든 부재에서 탄산화 잔여깊 이가 30mm 이상으로 "a"등급으 로 평가됨
		콘크리트 라이닝	76.5~77.7	a	
상태평가		• A(환산결함도 점수 : 0.09)			
보수·보강 및 유지관리 방안		• 표면처리, 주입보수, 타일 재시공, 포장보수, 충전보수, 주기적인 청소			
종합결론		• 외관조사 결과 라이닝에 발생된 결함은 대부분 균열로서 라이닝 천정부 종방향 및 횡방향 균열이 대부분을 차지하며 콘크리트 타설시 급속타설, 수화열, 건조수축 등에 기인한 것으로 구조적 원인에 의한 균열은 없는 것으로 판단되므로, 손상에 대한 적정 공법의 보수를 실시하고 향후 균열 재발생 여부에 대한 점검이 필요한 것으로 판단됨. 또한 외부충격, 공용연수 경과 등에 의해 발생 된 공동구 균열 및 덮개 파손, 타일 손 상, 토사퇴적 등의 손상에 대해서도 손상현황에 따른 적절한 보수조치를 병행하여 주 기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨. • 내구성 조사 결과 비파괴 강도 및 탄산화 잔여깊이는 양호한 것으로 조사됨. • 상태평가 결과는 A등급으로 평가 되어 종합평가 등급 및 안전등급은 A등급으로 기 능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 것으 로 평가됨. • 따라서 대상시설물에 발생된 주요 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 및 지속적인 유지관리를 수행하면 사용성 및 구조적 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.			

2.4 보수 · 보강이력

〈표 2.6〉 보수 · 보강이력(부산)

번호	공사기간	공사구분	부위	공사내역	공사비(원)	시공자
				—		

※ FMS 내 시설물관리대장 및 관리주체의 HBMS 보수 · 보강이력 참조
 ※ 시설물관리대장에 보수 · 보강이력은 없으나 금회 현장조사 시 일부 보수가 시행된 것을 확인함.

〈표 2.7〉 보수 · 보강이력(포항)

번호	공사기간	공사구분	부위	공사내역	공사비(원)	시공자
				—		

※ FMS 내 시설물관리대장 및 관리주체의 HBMS 보수 · 보강이력 참조
 ※ 시설물관리대장에 보수 · 보강이력은 없으나 금회 현장조사 시 일부 보수가 시행된 것을 확인함

2.5 내진설계 여부

2.5.1 내진설계 여부

본 터널은 내진설계가 적용된 터널로 검토되었으며 결과는 아래표와 같다.

〈표 2.8〉 내진설계 여부(부산)

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
시점부	Y	철근보강	지진하중에 의해 발생한 단면력은 상시하중의 철근보강(주철근 D19@125)으로도 안전

〈표 2.9〉 내진설계 여부(포항)

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
종점부	Y	철근보강	지진하중에 의해 발생한 단면력은 상시하중의 철근보강(주철근 D19@125)으로도 안전

2.6 자료분석 결과

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료[부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업(제9공구:두현~굴화)]과 유지관리 자료(기 정기·정밀점검 결과, 시설물관리대장 등) 등을 입수하였으며, 수집자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음과 같다.

〈표 2.10〉 자료분석 결과 요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건설 관련 자료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 고속국도 65호선 부산~울산 간 고속도로 민간투자사업 (제9공구:두현~굴화) - 구조계산서 - 구조물도 - 일반보고서 - 터널보고서 - 토질조사보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨. ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점은 없었던 것으로 파악됨.	◇ 현장조사 시 주요 부재의 치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함. ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 제작성하여 실측치를 구조 계산에 반영. ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행.
유지 관리 자료	◇ 정밀점검 보고서 (2016.12) ◇ 보수·보강이력 - FMS 시설물관리대장 참조 - HBMS 보수이력 참조	◇ 콘크리트 라이닝 종방향 및 횡방향 균열, 파손 ◇ 측벽부 타일 탈락 ◇ 배수시설 집수구 토사퇴적, 측벽 균열 ◇ 도로 포장면 균열, 파손 ◇ 보수·보강이력 없음 - 현장조사 시 일부 보수이력 확인	◇ 전회 정밀점검 결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련. ◇ 보수부 상태 확인

