

제 2 장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력 및 용도변경

2.5 내진설계 및 보강 여부

2.6 자료분석 결과요약

제 2 장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 조사자료는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

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

2.1.1 자료수집 현황

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

【표 2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
• 설계도서	- 공 통 - 준공내역서, 공사시방서 - 구조및수리계산서, 지반조사 보고서 - 터널해석 보고서	○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
	- 설계도면, 준공도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 표준지보패턴도, 라이닝구조도, 배수상세도 등	○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
• 시설물 관리대장	• 기본현황, 상제제원, 유지관리 이력	○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
• 안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
• 시설물 보수 · 보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “영동고속도로(원주~강릉간) 4차로 확장공사(제9공구)”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 지반조사 검토(토질조사보고서)

가. 지반 시추조사 위치

1) 지반 시추조사 위치

조 사 위 치		STA.	표고(m)	심도(m)	비 고
터널명	시추번호				
진부2터널	BH-1	152k 860	710.0	24.5	예상절개지역
	BH-2	152k 900	690.0	10.0	예상절개지역
	BH-3	153k 300	725.0	54.0	제1터널 입구지역
	BH-4	155k 140	675.0	38.0	제1터널 출구지역
	BH-5	155K 360	650.0	17.0	제2터널 입구지역
	TBH-1	152K 780	703.0	34.5	예상절개지역
	TBH-2	152K 830	720.0	25.0	예상절개지역

2) 시추조사 결과표

단위(m)						
터널명	공 번	표 토	풍화암	연암	경암	계
진부2터널	BH-1	2.0	21.0	1.5	-	24.5
	BH-2	1.0	0.8	1.5	6.7	10.0
	BH-3	1.4	3.0	2.5	47.1	54.0
	BH-4	1.4	2.3	2.0	32.3	38.0
	BH-5	0.7	2.0	0.7	13.6	17.0
	TBH-1	-	17.0	6.0	7.5	34.5
	TBH-2	-	125.	3.5	3.5	25.0
	계	6.5	58.6	17.7	110.7	203.0

3) 실내암석시험에 따른 물성치

공 번	심도 (m)	비중	흡수율 (%)	일축 강도 (kg/cm ²)	탄성 계수 $\times 10^5$ (kg/cm ²)	포아 손비	탄성파속도 (m/sec)	
							P파	S파
BH-3-C1	51.1~51.3	2.692	0.393	1459	3.828	0.254	4919	2803
BH-3-C2	50.4~50.85	2.697	0.431	1487	5.042	0.370	5119	2914
BH-4-C	37.7~37.85	2.568	0.345	681	3.478	0.270	4969	2846
BH-5-C	16.2~16.50	2.759	0.285	790	4.478	0.388	5313	3030

나. 지형 및 지질

1) 지형

본 지역은 행정구역상 강원도 평창군 용평면 속사리 ~ 진부면 하진부리에 속하며, 지리 좌표상 동경 128° 30' 10" ~ 128° 32' 08", 북위 37° 38' 20" ~ 37° 38' 35" 에 위치한다. 본 지역의 서측 계획터널 시점은 OB 호프농장과 동측 계획터널 종점은 진부면 하진부리와 인접하고 있다. 산계는 대체로 계획터널과 사교하는 방향인 북동 방향으로 발달하고 있으며 해발고도는 600~900m 정도로 가파른 산비탈면을 가지고 험준한 산세를 이루고 있다. 본 지역은 지형 윤회 과정상 장년기초에 해당한다.

수계는 대체로 북동에서 남서방향, 북서에서 남동방향으로 크게 대별되며 수계발달은 미약한 편이다.

2) 지질

본 조사지역의 지질은 중생대 쥐라기의 대보 화강암과 제 4기의 충적층으로 이루어져 있다.

① 대보 화강암

본 암은 대체로 흑운모 화강암으로서 중립내지 조립인 동립질 조직을 보이고 있으며 풍화와 침식에 대한 저항력이 약해 낮은 산지 지형을 이룬다. 주 구성 광물은 대체로 석영, 장석, 흑운모 등으로 이루어져 있으며, 백운모, 녹니석, 불투명 광물 등이 부 구성 광물로 존재한다.

② 충 적 층

본 층은 분포상태가 미약하나 OB 호프농장과 4번 영동고속도로 주변을 따라 발달 분포하고 있으며, 대보 화강암을 부정합 피복하고 있다. 구성물질은 자갈, 모래, 점토 등 쇄설성 물질과 소량의 유기물이고, 미고결 상태이다.

다. 지질구조

본 지역의 주 구성암인 대보 화강암은 구성 광물입자가 조립질이고 풍화에 약하여 노두의 발달이 미약하므로 현장 직접관찰에 의한 조직 및 구조의 파악이 어렵다. 선 구조 분석결과, N10~30E 및 N40~50W 방향이 우세하게 나타나며, 지표지질조사 결과 대절토 구간에서 N10W/80~90SW, 터널 입구지역은 N60~70W/70~80NE 방향이 각각 우세하게 나타난다. 상기 결과로 보아 BH-4 호공에서 나타난 단층이 N10~30E/80~90SE 방향일 것으로 추정되며 계획터널 방향이 N80E 방향이므로 본 역을 지배하는 지질구조와는 대부분 사교내지 직교하는 방향으로 계획터널 방향은 양호한 것으로 판단된다.

라. 탐사결과

계획터널 노선가 평행하게 측선 연장 200m를 설정하여 탄성과 탐사를 실시하였다. 탐사 결과 최상부인 제1속도층은 탄성과 속도 470m/sec를 보이며 지표하 1.0~4.0m 까지 나타나며, 풍화암 및 연암층으로 판단되는 제2속도층은 탄성과 속도 1500~1900m/sec를 가지며 지표하 10.0~20.0m에서 탄성과 속도 4200~4800m/sec를 가지고 분포한다.

마. 지층 분포상태 및 특성

본 지역에서 실시한 시추조사 결과 기반암의 종류 및 지형에 따라 약간의 차이가 있지만 전체적으로 상부로부터 표토, 풍화토, 풍화암, 연·경암의 순으로 분포하며 풍화토는 약간의 역을 함유한 실트질 모래로 구성되어 있으며 기반암의 주구성 암석은 대보 화강암이다.

본 터널의 표토층은 실트질 모래로 구성되어 있으며 지표하 0.7m까지 분포하며, 풍화암층은 표토층 하부에 2.0m 두께로 발달하고 있다. 연암층은 지표하 2.7m 하부에 0.7m 두께로 분포하며 그 하부에0 경암층이 계획심도까지 발달하고 있다. 터널계획 심도에서 암질은 R.Q.D가 30~90%로 Poor~Very Good상태이며, 특히 터널 상단부 11.0~12.0 심도에서 파쇄대가 발달하여 R.Q.D가 0%로 암질이 극히 불량한 상태이다. 투수계수(K)는 $1.4 \times 10^{-5} \sim 7.4 \times 10^{-5}$ cm/sec로 낮은 투수성을 보이고 있으며, 정탄성계수(Es)는 $5.1 \times 10^{-4} \sim 2.2 \times 10^{-5}$ kg/cm²의 범위에 있다.

2.2.2 토질조사 결과

- 1) 본 역의 지질은 중생대 쥐라기의 대보 화강암으로 구성되어 있으며, 하상지역 일대는 제 4기 충적층이 상기 화강암을 부정합으로 피복하고 있다.
- 2) 선 구조 분석결과, N10-30E 및 N40-50W 방향이 우세하게 나타나며, 지표지질조사 결과 대절토 구간에서 N10W/80~90SW, 터널 입구지역은 N60~70W/70~80NE 방향이 각각 우세하게 나타난다.
- 3) 탄성과 탐사 해석결과 제1속도층이 360~550m/sec의 속도분포를 갖고 지표하 1.0~8.0m 까지 분포하며, 제1속도층 하부에 1500~2500m/sec의 속도를 갖는 제2속도층이 4.0~15.0m의 두께로 지표하 5.0~20.0m까지 분포한다. 제2속도층으로 분류된 층은 지층의 풍화상태에 의한 것도 있으나 절리가 발달된 상부 연암층으로 탄성과 속도가 감소한 것도 있다. 지표하 5.0~20.0m 하부에서부터 탄성과 속도 3600~4900m/sec를 나타내는 제3속도층이 분포하는데 이는 절리의 발달이 적은 비교적 신선한 암반상태로 판단된다. 저속도 이상대 구간은 탄성과속도 1800~2900m/sec의 속도 분포를 갖고 폭10~20m 내외로 발달 분포한다. 특히 저속도 구간 굴착시기는 터널 천반부의 붕락이 예상되므로 선진 시추에 의한 정밀 조사후 굴진을 시행하여야 할 것이다.
- 4) 전기 비저항 탐사결과 계획터널 입구부인 R-3 지점에서 수직방향의 저비저항 이상대가 분포한다. 이는 탄성과 탐사와도 잘 일치되는 것으로 이 부분은 굴착전 정밀 지질조사가 요구되며 특히 지하수 누출에 따른 주의를 요하는 구간으로 판단된다. 계획터널 출구부인 R-10 지점은 매우 낮은 저비저항 이상대가 나타났다. 이를 선구조 분석결과 및 시추결과와 대비하여 분석한 결과 N10-20E 계열의 단층대로 추정된다. 이 부분은 다량의 지하수 누출이 예상되므로 터널 굴착시 선진 시추에 의한 지질구조 확인을 필요로 하며 이에따른 Pre-Grouting등 적절한 보강대책을 세워야 할 것으로 판단된다.
- 5) 시추조사에 의한 암반 평가결과 대절토 지역에서 풍화암층 및 연암층의 심도가 GL=27.0~21.5m 까지 발달하여 비교적 두껍게 나타났다.
- 6) BH-3,4,5 총 3개공에 대한 CORE ORIENTATION 측정 결과 본 지역에 분포하는 주절리군의 방향성은 N20-60E/70-80NW이며 부절리로 N60-90W/60-70NE방향이 발달한다. 이들 불연속면의 방향은 대부분 계획터널 방향과 사교하고 있어 터널붕괴에 대한 위험성은 상당히 감소된 것으로 판단된다.
- 7) 수리시험에 의한 투수계수는 상부 토사 및 풍화암에서 $2.2 \times 10^{-5} \sim 5.7 \times 10^{-5}$ cm/sec로 비교적 양호한 투수성을 나타냈으며, 연암 및 경암층에서는 $7.4 \times 10^{-5} \sim 2.08 \times 10^{-5}$ cm/sec로 일반적인 화강암층의 투수계수와 비슷한 투수성을 나타냈다.

- 8) 공내 재하시험 결과 정탄성계수는 경암 파쇄대에서 평균 $7.8 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$ 로 나타났으며 경암층에서는 평균 $1.5 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$ 를 나타내 비교적 양호한 압질분포 구간으로 해석된다.
- 9) 실내암석 시험결과 비중은 $2.57 \sim 2.76 \text{kg/cm}^3$ 이며, 공극률은 $0.28 \sim 0.43\%$ 를 나타낸다. 탄성과 속도는 압축파가 $4949 \sim 5313 \text{m/sec}$, 전단파가 $2803 \sim 3030 \text{m/sec}$ 를 띠며 일축압축강도는 $681 \sim 1473 \text{kg/cm}^2$, 인장강도가 $77 \sim 87 \text{kg/cm}^2$, 삼축압축강도는 50kg/cm^2 에서 $1074 \sim 2092 \text{kg/cm}^2$, 1000kg/cm^2 에서 $1223 \sim 2244 \text{kg/cm}^2$, 150kg/cm^2 에서 $2349 \sim 2469 \text{kg/cm}^2$ 로 비교적 양호하게 나타났다. 점착력은 $120 \sim 160 \text{kg/cm}^2$, 내부마찰각 $52 \sim 58^\circ$ 이며, 탄성계수 $3.4 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^5$, 포아송비 $0.25 \sim 0.38$ 의 분포를 보여 본 역의 암반상태는 전반적으로 양호한 암반층으로 해석된다.
- 10) 계획터널 구간중 금번 탄성과 탐사구간(제1터널 1270.0m, 제2터널 200.0m)에 대한 지질공학적 암반분류결과 II 등급(34%), III 등급(58%), IV 등급(3%), V 등급(6%)로 분류되었다. 따라서 II, III 등급이 92%를 차지해 금번탐사구간에서 암반상태는 양호한 것으로 평가되었다.

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약

본 터널은 2000년 3월 실시한 정기안전점검을 시작으로 2019년 6월 정밀안전점검까지 공용기간 중 정밀안전점검 11회, 정기안전점검 28회 등을 실시하였으며, 주요점검 이력은 다음과 같다.

2.3.1 점검 및 진단이력

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
1	정밀점검 (상반기)	(주)세안안전진단	9,194	- 라이닝 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 조인트부 박락 - 타일 : 타일균열, 타일탈락 - 공동구및배수로 : 공동구덮개 파손 및 열화, 공동구 벽체 박락, 파손, 열화 - 포장부 : 포장파손
	2019.06	박기열	B등급	- 주입보수, 단면복구, 타일재시공 등
2	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 출구부 배수로 부분 퇴적, 공동구 덮개 부분 열화 등이 관찰됨
	2018.10	오문석	보통	- 배수로 청소 및 단면보수, 주의관찰
3	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 입출구부 배수로 토사퇴적이 관찰됨
	2018.05	오문석	보통	- 배수로 청소 및 단면보수, 주의관찰
4	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생하지 않았으며, 입출구부 배수로 토사퇴적 벽체 부 균열 등이 관찰됨
	2017.11	오문석	양호	- 배수로 청소 및 균열보수, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함
5	정밀점검 (상반기)	자체수행	-	- 라이닝 : 균열(0.3mm이상), 망상균열 - 타일 : 타일균열, 타일탈락, 타일들뜸 및 탈락, 균열(1.0mm이상) - 포장부 : 포장 파손 - 갭문 : 대리석 균열
	2017.06	오문석	B등급	- 주입보수, 타일재시공, 단면복구
6	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 배수로 토사퇴적, 입구부갭문 표면균열, 공동구 덮개 부분파손 등이 관찰됨
	2016.10	정의천	양호	- 배수로청소 및 공동구덮개 교체, 기타 주의관찰

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
7	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 입구부 배수로 토사퇴적, 공동구 덮개 열화, 파손 등이 관찰됨
	2016.06	정의천	양호	- 배수로 청소 및 덮개교체,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함
8	정밀점검 (하반기)	자체수행	-	- 배수로 토사퇴적, 종점부 갯구상부 대리석 탈락, 공동구덮개 열화, 파손
	2015.10	정의천	양호	- 배수로청소,대리석 재설치,공동구덮개 교체
9	정밀점검 (상반기)	자체수행	-	- 라이닝상태 대체로 양호함(2012년하자만료정밀점검 결과보강 완료) - 타일파손, 입출구부 갯문 균열 - 공동구덮개 파손
	2015.06	정의천	B등급	- 타일파손,입출구부갯문균열:타일교체및주입보수 - 공동구덮개파손:덮개교체시공
10	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 점검결과 특이사항은 없었으며, 배수로 및 배수로 토사퇴적, 공동구 덮개 부분열화
	2014.12	정의천	양호	- 배수로 청소 및 공동구덮개 교체
11	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 점검결과 천정부 균열, 타일 파손, 배수로 및 집수정 토사퇴적 등이 관찰됨
	2014.06	정의천	양호	- 천정부 라이닝균열(주의관찰),배수로토사(청소),집수정토사(준설).타일탈락부(재설치),공동구덮개(교체)
12	정밀점검 (하반기)	자체수행	-	- 점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며,공동구 덮개 파손이 발견됨
	2013.09	김태훈	B등급	- 공동구덮개 교체
13	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 전체적으로 양호한 상태로서 안전성을 저해할 만한 구조적인 손상은 없음.
	2013.04	김태훈	양호	- 공동구덮개 보수
14	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 전체적으로 양호한 상태로서 안전성을 저해할 만한 구조적인 손상은 없음
	2012.08	이해수, 김태훈	양호	- 공동구 덮개 파손 6개소등에 대해서는 보수조치가 필요

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
15	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- S18 벽체 타일파손, 공동구 덮개 파손 6개소
	2012.05	이해수, 김태훈	양호	- 타일보수, 공동구덮개 교체
16	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호
	2011.08	이해수, 박광일	양호	- 없음
17	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호, 부속시설 이상없음
	2011.04	이해수, 박광일	양호	- 없음
18	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호
	2010.09	박광일	양호	- 없음
19	정밀점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호
	2010.04	박광일	A등급	- 없음
20	정밀점검 (하반기)	에스큐엔지니어링 (주)	5,531	- 라이닝 균열 및 국부적인 파손, 타일탈락, 공동구 파손
	2009.12	박윤제	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수
21	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호
	2009.04	김용준	양호	- 없음
22	정밀점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호
	2008.08	이원석	A등급	- 없음
23	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호
	2008.06	강현익	양호	- 없음
24	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호
	2007.09	이권찬	양호	- 없음
25	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호
	2007.03	이권찬	양호	- 없음
26	정밀점검 (하반기)	-	-	- 양호
	2006.09	이진만	A등급	- 없음
27	정기점검 (상반기)	-	-	- 양호
	2006.06	이진만	양호	- 없음

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
28	정기점검 (하반기)	-	-	- 양호
	2005.12	이권찬	양호	- 없음
29	정기점검 (상반기)	-	-	- 양호
	2005.06	석선원	양호	- 없음
30	정밀점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호
	2004.10	유민상	A등급	- 없음
31	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호
	2004.06	양승렬	양호	- 없음
32	정기점검 (하반기)	-	-	- 양호
	2003.10	정우관	양호	- 없음
33	정기점검 (상반기)	-	-	- 천정 및 벽체부 균열 및 탈락, 누수, 백태, 포장부 균열, 파손, 입출구부 균열 및 누수, 사면 안정상태, 배수상태 등
	2003.06	정우관	양호	- 없음
34	정밀점검 (하반기)	한국도로공사	-	- 라이닝 균열 및 국부적인 파손, 타일탈락, 공동구 파손
	2002.10	최기용	A등급	- 없음
35	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 균열발생, 공동구 균열 및 파손, 타일파손, 신축이음부 누수 점검 양호
	2002.03	김태훈	양호	- 없음
36	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 균열발생, 공동구 균열 및 파손, 타일파손, 신축이음부 누수 점검 양호
	2001.11	김윤섭	양호	- 없음
37	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 천정부 균열, 타일 박리
	2001.06	김윤섭	양호	- 균열보수, 타일 교체
38	정밀점검 (하반기)	본부	-	- 라이닝 균열 등
	2000.07	구조물과장	A등급	- 없음
39	정기점검 (상반기)	본부	-	- 천정부 균열
	2000.03	구조물과장	양호	- 예폭시 주입보수

2.4 보수·보강 이력 및 용도변경

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강공법/내용	공사금액 (천원)
보수	2000.06.01 ~2000.07.20	삼보기술단	두산건설(주)	측벽부 부분적 탈락 및 파손부 보완	타일 붙임	-

2.5 내진설계 및 보강 여부

검토대상 부재	설계적용여부	내진보강 검토결과 요약	
진부2터널 (인천)	N	예비평가	내진성능 예비평가(구조물안전팀-1356(2016.09.27))
		상세평가	-
		내 용	내진보강 관찰구조로 분류되어 상세평가 불필요

2.6 자료분석 결과요약

구분	수집자료	자료분석 결과	점검과업 진행방향
유지 관리 자료	◇ 정밀안전점검 보고서 (2017) ◇ 보수·보강 이력 ⇒ 한국시설안전공단 FMS 참조	◇ 라이닝 : 균열(0.3mm이상), 균열 (0.3mm미만) 망상균열, 조인트부 박락 ◇ 타일 : 타일균열, 타일탈락, 타일 들뜸 및 탈락, 타일파손, 균열 (1.0mm이상) ◇ 포장부 : 포장파손 ◇ 갭문 : 대리석 균열	◇ 부재별 기 손상부 추 가 손상 발생 여부 확 인

