

제 4 장 조사결과

4.1 사전조사

4.2 지표지질 조사

4.3 노선선정을 위한 조사

4.4 지층분포 특성을 위한 조사

4.5 강도 및 변형 특성 분석을 위한 조사

4.6 지중응력 및 내구성 특성분석을 위한 조사

4.7 동적 특성 분석을 위한 조사

4.8 불연속면 특성 분석을 위한 조사

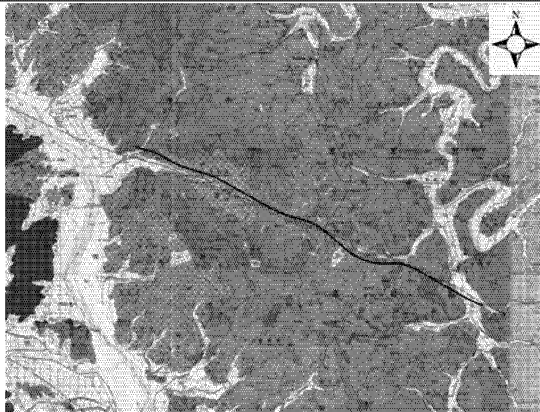
4.9 수리 특성 평가를 위한 조사

4.10 시공 계획을 위한 조사

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:500,000)	분 석 내 용
	• 주라기의 관입암류, 백악기 경상층군의 신동층군, 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포 • 화강암 주변부는 높은 지형을 형성하고 있으며, 퇴적암과 경계부는 혼펠스화 • 중립 내지 조립질, 등립질 조직 우세 • 우보단층 : 이 지역 중동변에서 북서부로 향한 우보단층은 선산 구조소분지를 절단. 다곡동(청화산 남서역)의 화강암체는 이 단층의 영향을 받았을 가능성이 있으며 이 단층의 활동이 있는 후에 화강암이 관입하고 그 후에 다시 이 단층의작용을 받았을 가능성이 높음

4.1.2 기본설계자료 분석

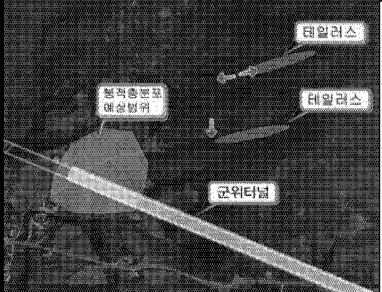
구 분		분 석 내 용
터널구간	군위터널 (정화터널)	• 분포지층 : 표토층(붕적층), 풍화토, 풍화암, 연암 • 표토층은 비탈면 퇴적층인 붕적층으로 입구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈섞인 실트질 모래, 전석, 매우조밀 • 풍화토는 입구부에서만 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀 • 풍화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세일, 사암 및 흑운모 화강암의 풍화대 • 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세일 및 사암, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%
	신계교 (석정교)	• 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 • 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트섞인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 • 퇴적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈섞인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매우느슨 내지 매우조밀 • 풍화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 • 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
교량구간	개량교	• 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 • 매립층은 지표에서 1.2m 두께로 분포, 실트섞인 모래질 자갈, 습윤 • 퇴적층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트섞인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 • 풍화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 • 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=80%, RQD=45%

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구 분		분 석 내 용
교량구간	다국교	• 분포지층 : 매립층, 연암 • 매립층은 지표에서 4.3m 두께로 분포, 모래질 자갈, 매우조밀, 습윤 • 연암은 지표하 4.3~6.3m에 2.0m 두께로 분포, 역질사암, 보통풍화 내지 심한 풍화, 약함 내지 보통강함 TCR=87%, RQD=52%
	도개교	• 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 • 매립층은 지표에서 1.5~2.6m 두께로 분포, 모래석인 전석 및 실트질 모래, 느슨 • 퇴적층은 지표하 1.5~12.0m에 4.5~9.4m 두께로 분포, 실트질 모래, 자갈 및 전석, 매우조밀 • 풍화암은 지표하 6.0~8.5m에 2.5m 두께로 분포, 역질 사암, 매우조밀 • 연암은 지표하 8.5~12.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, 사암 및 화강암, TCR=40~50%, RQD=0~43%
비탈면구간	쌓기	• 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 • 매립층은 천층에 분포, 모래석인 전석 및 실트질 모래, 느슨 • 퇴적층은 매립층 하부에 분포, 실트질 모래, 자갈 및 전석, 매우조밀 • 풍화암은 역질 사암, 매우조밀 • 연암 출현심도가 대체로 얕음
	깎기	• 표토의 층후는 얇고, 풍화대 역시 수 미터 이내 • 분포암종은 주로 역질 사암, 역암 및 화강암 • 암 강도는 풍화도에 따라 상이하나 보통 강함 내지 강함

4.1.3 현장답사를 통한 중점검토사항 도출

가. 주요 결과

테일러스(Talus) 분포 현황	테일러스 상세 전경	
		• 3공구 군위터널 종점부 인근 계곡부에 발달 • 사암과 역암이 혼펠스화 • 테일러스 직경은 30cm~200cm 정도, 심도 10m 정도로 추정 • 갱구부 지층 정밀 파악 필요 (갱구비탈면안정/보강공법선정)

나. 중점검토사항 도출

구 분	조사내용 및 분석결과	중점검토사항
터널 구간	• 터널 굴착시 봉락 등이 예상되는 세일 분포 • 군위터널 구간에 우보단층 출현 • 군위터널 인근에 계곡부 발달	• 지층 형상 및 구조대 심도 파악을 위한 시추조사, 전기 비저항 탐사, 탄성파 탐사 수행 • 단층 공학적 특성 분석을 위한 상세조사 수행 • 봉적층 분포 파악을 위한 상세 시추 및 물리탐사 수행
교량 및 비탈면 구간	• 장년기~노년기 지형으로 풍화대 발달 • 굴착시 풍화에 민감한 퇴적암 발달 • 암종 변화 및 지형기복에 따른 기초 지지층 변화가 심할 것으로 예상	• 지층분포 파악을 위한 시추조사 및 탄성파탐사 • 사업구간 주변 비탈면 시공 현황 상세 조사 • 지지층 확인을 위한 시추조사와 암반 특성 파악을 위한 암석시험 수행

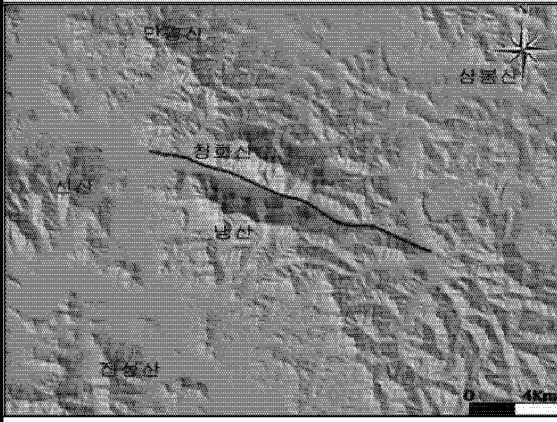
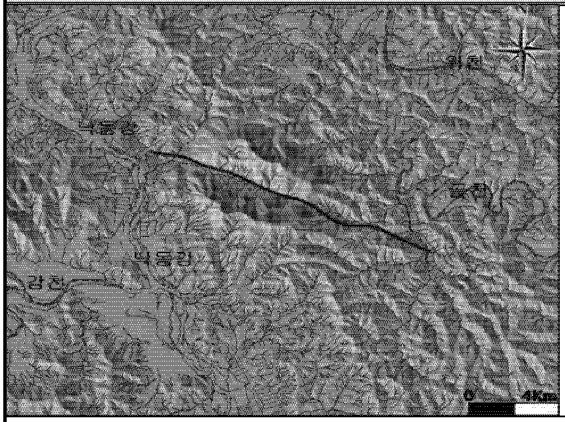
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
- 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포

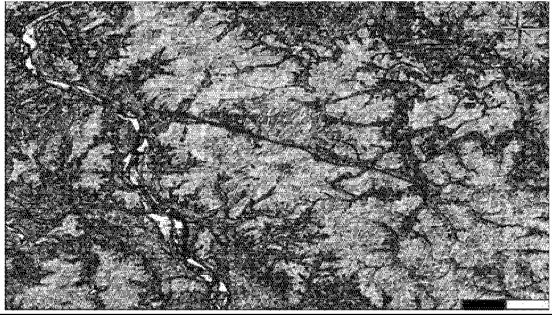
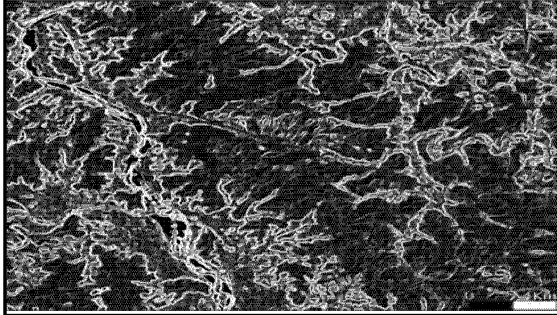
나. 지형특성

산 계	수 계
	
• 과업지역의 중앙부에는 주변 산들에 비해 비교적 높은 고도를 보이는 청화산과 냉산이 위치 • 과업노선은 청화산과 냉산 사이의 저지대를 따라 지나가며 서북서 방향의 선구조 위에 놓임	• 과업노선의 서쪽에는 낙동강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있으나 노선과는 교차하지 않음 • 과업노선의 시점부는 북쪽으로 흐르는 위천의 지류인 곡정천과 교차함

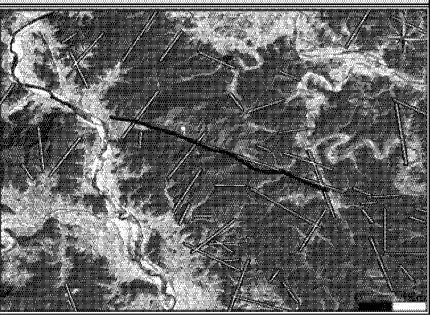
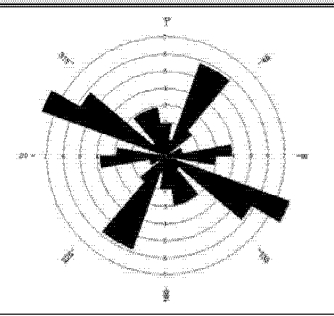
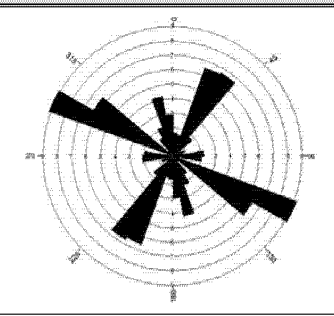
다. 분포 암종 특성

구 분	지 질 특 성
만경상층원 하부 장석질 역질 사암	• 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 • 풍화심도가 상당히 깊을 것으로 예상됨
만경상층원 상부 역질 사암	• 역의 크기는 수 cm~수십 cm이며 형태는 아원형으로 기질 지질성임
혼펠스 (Hornfels)	• 불국사 화강암의 관입에 의한 열접촉에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강할 것으로 예상됨
금당리층원 셰일(Shale)	• 엽층으로 인한 쪼개짐(fissility)이 발달. 또한 이 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 예상됨
화강암	• 담회색의 중립 내지 세립질 암석으로 약간의 염기성광물 집합체를 함유 • 중립~조립질을 보이며 등립질 조직이 우세, 수 cm 크기의 장석반정이 나타남 • 과업구간 주변의 높은 지형을 형성

(3) 위성영상결과

선형공간필터링	공간필터링
 • Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시 • 고주파강조 공간필터인 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 • 지형적인 선구조 이외에 도로나 항만 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	 • 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 • 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

(4) 결과 분석

위성영상분석	Frequency Rose Diagram	Length Rose Diagram
		
• 600m 이상 되는 선구조를 추출, 총 52개의 대, 소 선구조 파악 • 주요 선구조의 방향은 N60°~70°W이며 그 다음으로는 N20°~30°E, N30°~40°E, N50°~60°W이 우세하게 판독됨 • 과업노선과는 4개의 선구조가 교차될 것으로 예상됨 • N60°~70°W 방향의 대규모 선구조 선상에 위치하고 있어서 이 선구조는 노선 여러 위치에서 교차할 것으로 판단됨		

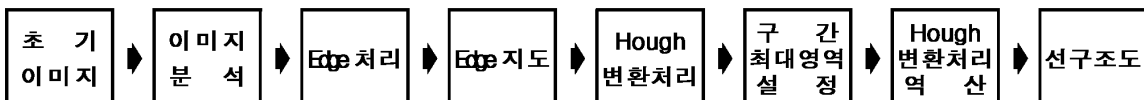
나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

(1) 목 적

- 과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석
- 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
- 선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

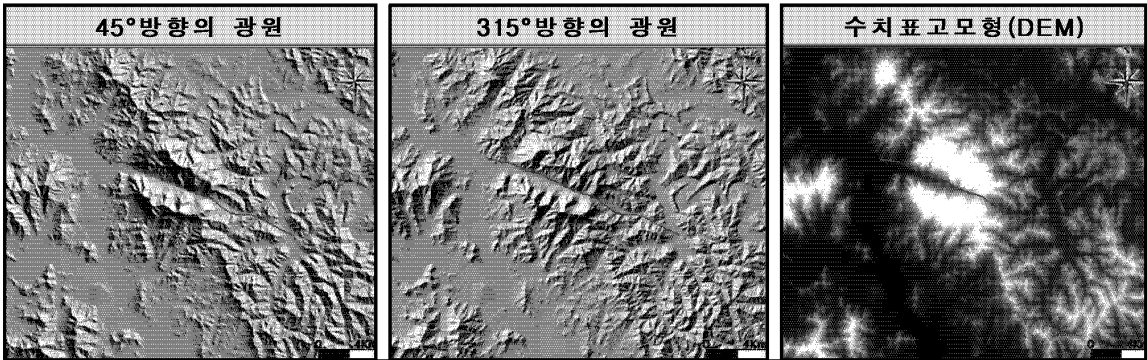
(2) 분석 방법 및 과정

- 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
- 선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

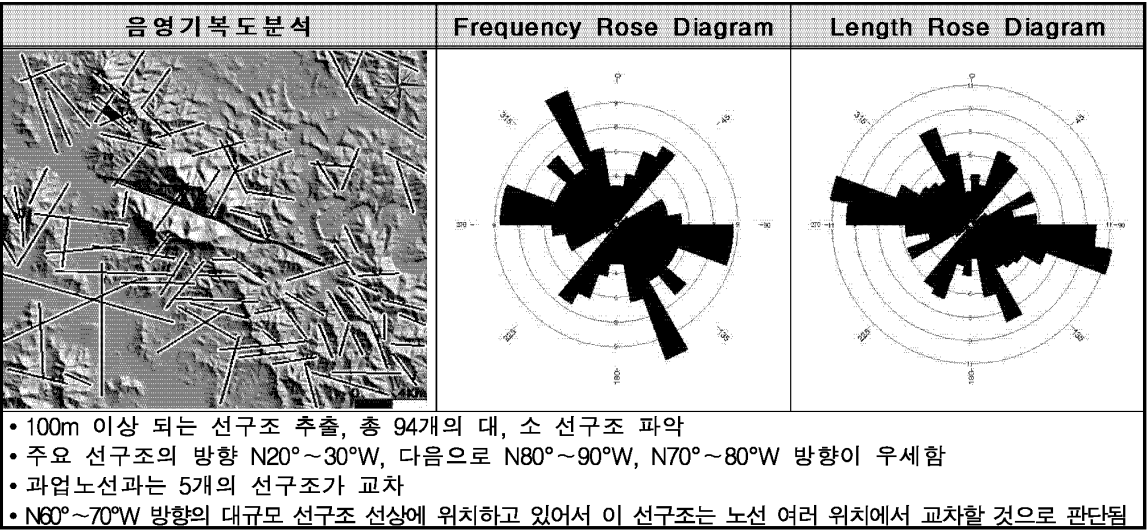


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(3) 음영기복도(DEM)

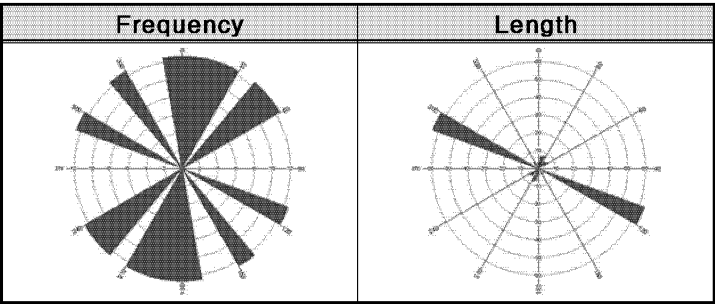
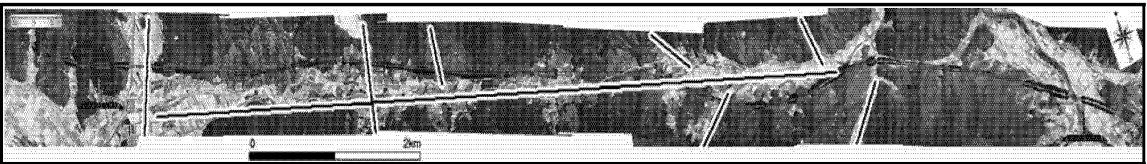


(4) 결과 분석



다. 항공사진 분석

- 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시



- 항공사진 분석을 통해 8개의 선구조를 추출함
- 선구조 길이분포와 연장분포의 결과 빈도분포의 경우 다양한 방향성을 가지는 반면, 길이분포의 경우 N60~70°W 방향이 단연 우세하게 나타남.

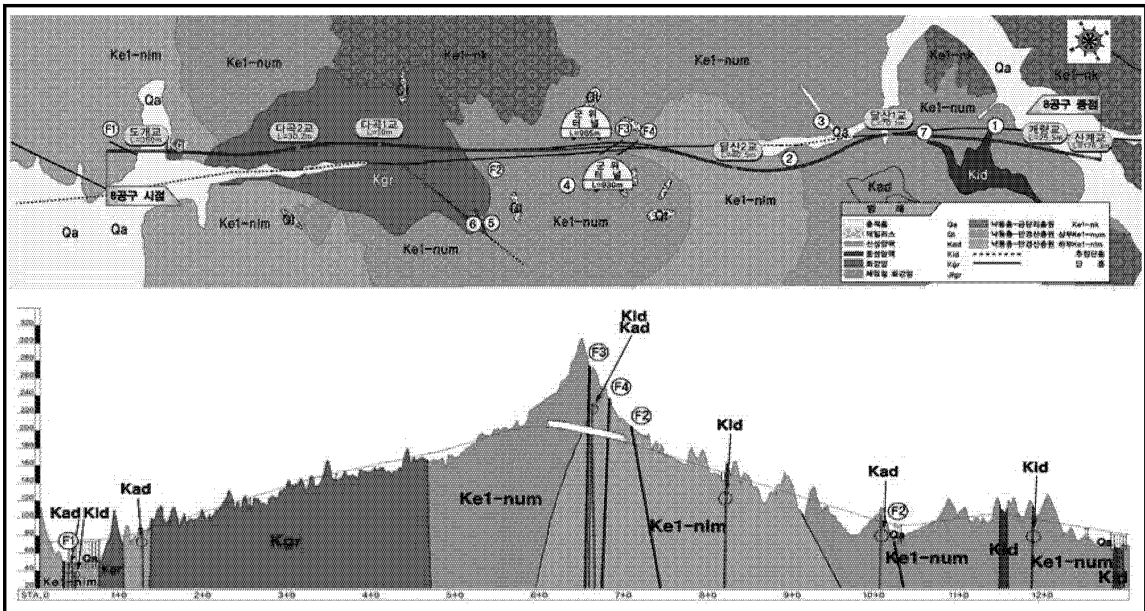
4.2.3 지질분포 특성

가. 기존 지질도 분석[선산도폭(1989), 군위도폭(1981)]



- 과업지역의 지질은 주라기의 관입암류, 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포
- 3공구 종점 및 4,5공구에서 분포하는 낙동층 중·상부와 하부 하산동층은 하도 말단 및 주변 범람원 환경하에서 퇴적되어 하도 사암 및 범람원 기원의 세립 퇴적층이 교호
- 화강암 주변부는 높은 지형을 형성하고 있으며, 퇴적암과 경계부는 혼펠스화되어 있음
- 중립 내지 조립질, 등립질 조직 우세

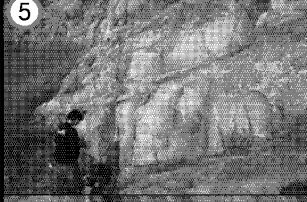
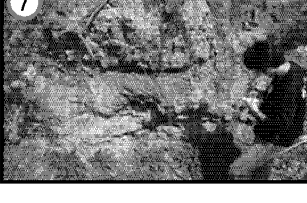
나. 상세 지표지질 조사



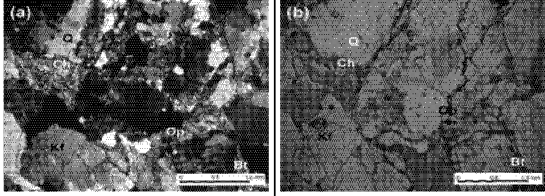
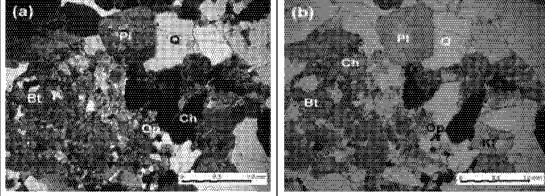
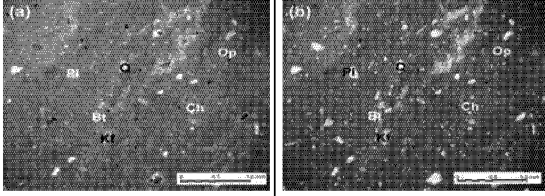
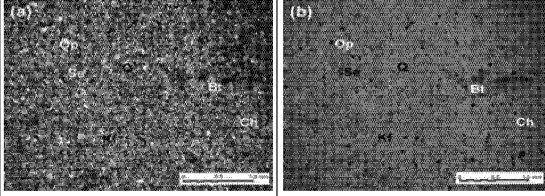
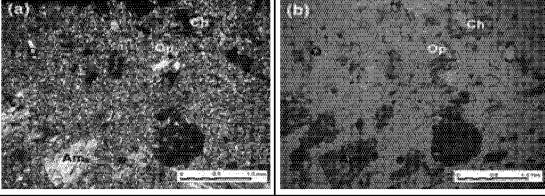
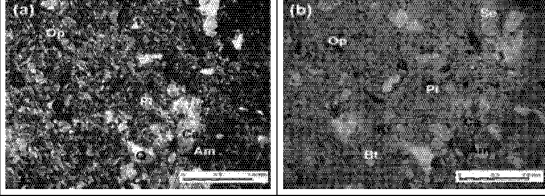
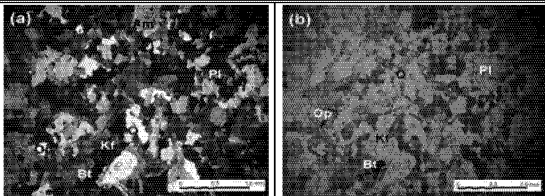
- 노선 여러 위치에서 관입암맥(산성, 중성)이 나타나 주변은 혼펠스화 되어 있을 것으로 예상됨
- STA. 0+700~1+000, 1+300~4+640에서 화강암체 출현
- 군위터널의 경우 신동층군 낙동층 만경상 층원 상부의 퇴적암 분포

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(1) 주요 노두 특성분석

노두 사진	특 성
	- 장석질 사암 - 층리는 불분명 5~10mm 크기의 자형 장석반정 30%내외 함유 - JI=84/232, J2=68/238, J3=38/270
	- 역질 사암 - 층리는 40/148 - 역의 크기는 2~13cm, 형태는 아원형 - JI=56/254, J2=58/352
	- 역질 역암 - 층리는 13/076 - 역의 크기는 1~5cm, 형태는 아원형, 분급 불량 - JI=82/008, J2=55/124, J3=72/260
	- 역암 - 역의 최대 크기는 20cm, 형태는 아원형~아각형, 분급불량 - JI=25/046, J2=58/107
	- 사암 및 역암(혼펠스) - 층리발달 양호: 20/046 - 역의 최대 크기는 20cm, 형태는 아원형 - JI=70/344, J2=87/328, J3=80/212
	- 화강암 - 조립질의 결정 - 단층 86/246, 단층을 따라 2매의 중성 암맥 관입(76/243, 78/247) - JI=89/251, J2=86/322
	- 녹회색 이암 및 사암 - 층리는 8/096 - JI=84/354, J2=48/089

(2) 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과

낙동층(만경산층원 상부 사암)  • 낙동층의 상부층에 해당하는 만경산층원의 역질사암과 역암은 원마도가 불량한 석영과알칼리장석이 주구성광물.	낙동층(만경산층원 하부 사암)  • 원마도가 불량한 석영과 알칼리장석이 주를 이루며, 탄질물과 변질된 유색광물리 주로 산출됨 • 부성분광물로는 견운모, 녹니석, 불투명광물과 방해석이 나타남
낙동층(세 일)  • 주구성광물은 아각 내지 각상의 석영, 방해석, 운모질 점토광물이고 부성분으로 탄질물, 불투명 광물로 되어 있음	혼펠스  • 불국사화강암류의 관입으로 인하여 열접촉변성 작용을 받아 호온펠스화 됨 • 대부분 석영과 변질된 녹니석과 견운모 등으로 구성, 0.1mm 이하의 입자크기를 보임
산성 암맥  • 담황색 내지 회갈색을 띠며, 기질부의 대부분이 석영과 알칼리장석으로 구성 • 반정으로 산출되는 대부분의 유색광물은 각섬석이며, 두 방향의 벽개를 보임 • 일부 각섬석은 녹니석으로 변질	중성 암맥  • 담녹색 내지 회녹색을 띠며, 사장석의 반정이 20% 이상의 함량을 보이는 중성질 암맥류 • 대부분 세립의 사장석과 0.5 mm 내외의 알칼리장석 결정과 각섬석, 녹염석 및 녹니석으로 구성
화강암  • 대부분 0.5mm 내외의 알칼리장석과 석영이우세하게 나타나며, 사장석은 소량 함유 • 유색광물로는 대체로 변질작용을 많이 받은흑운모가 우세, 간혹 각섬석과 불투명광물이 함유	- 공 란 -

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.2.4 과업구간 지질구조 분석

가. 단층구조

(1) 단층

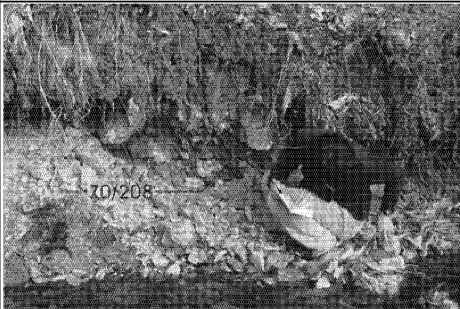
구분	조사 방법				주향/경사	연장 (km)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지질 조사	시추 조사	선형 조사	물리 탐사			Gouge (cm)	파쇄대 (m)		
F1	-	●	-	-	N37W/수직	0.4내외	1.0	2내외	0+283	소단층
F2	●	●	●	●	N62W/70SW	20이상	10.0	20~25	상주 7+106 영천 7+022	중단층
F3	-	●	-	●	N87E/84NW	0.3내외	5.0	5내외	상주 6+590 영천 6+527	소단층
F4	-	●	-	●	N81E/74NW	0.3내외	-	5내외	상주 6+801 영천 6+766	소단층

※ 대단층: 파쇄대 폭 100m 이상 또는 단층점토 100cm 이상

중단층: 파쇄대 폭 100~10m 또는 단층비지 100~10cm

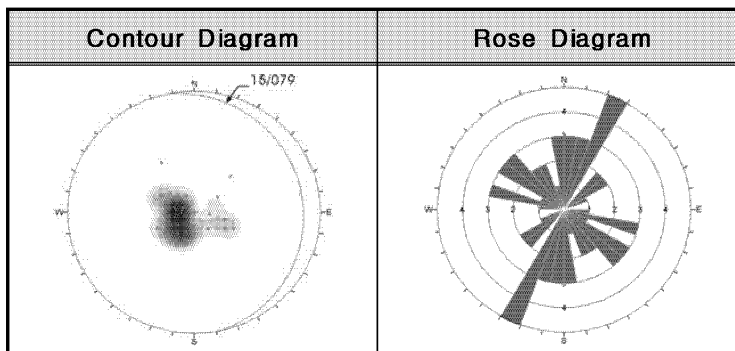
소단층: 파쇄대 폭 10m 이하 또는 단층비지 10cm 이하

(2) 노두특성

구분	노두 사진	특성
F2 (우보단층)		• 산법리 불리못에서 발견 • 약 20~25m의 파쇄대폭을 가지고 있으며 균위터널과 거의 평행한 주향을 가지고 있음 • 횡 압축성 좌수향 역이동 운동감각을 보임 • 광역선구조 조사에 의하면 북북서 방향의 선구조로 나타남 • 방향성 : N62W/70SW • 운동감각 : 좌수향 역이동성

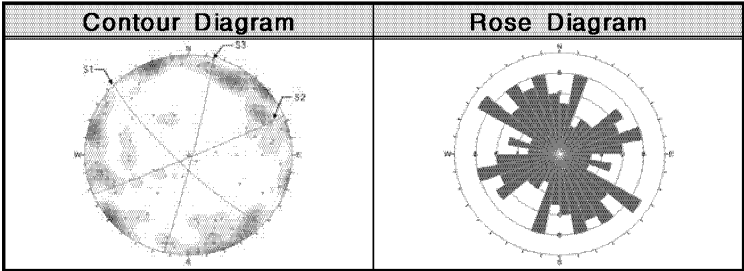
나. 절리구조 특성

(1) 퇴적암내 층리구조



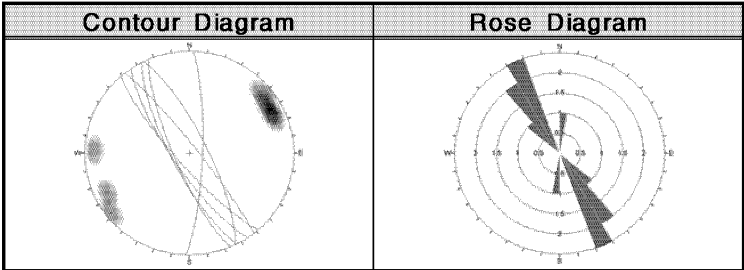
- 과업구간에 분포하는 퇴적암의 평균 층리는 동향(N11°W 주향)으로 15° 경사진 자세를 보임

(2) 전체 절리구조



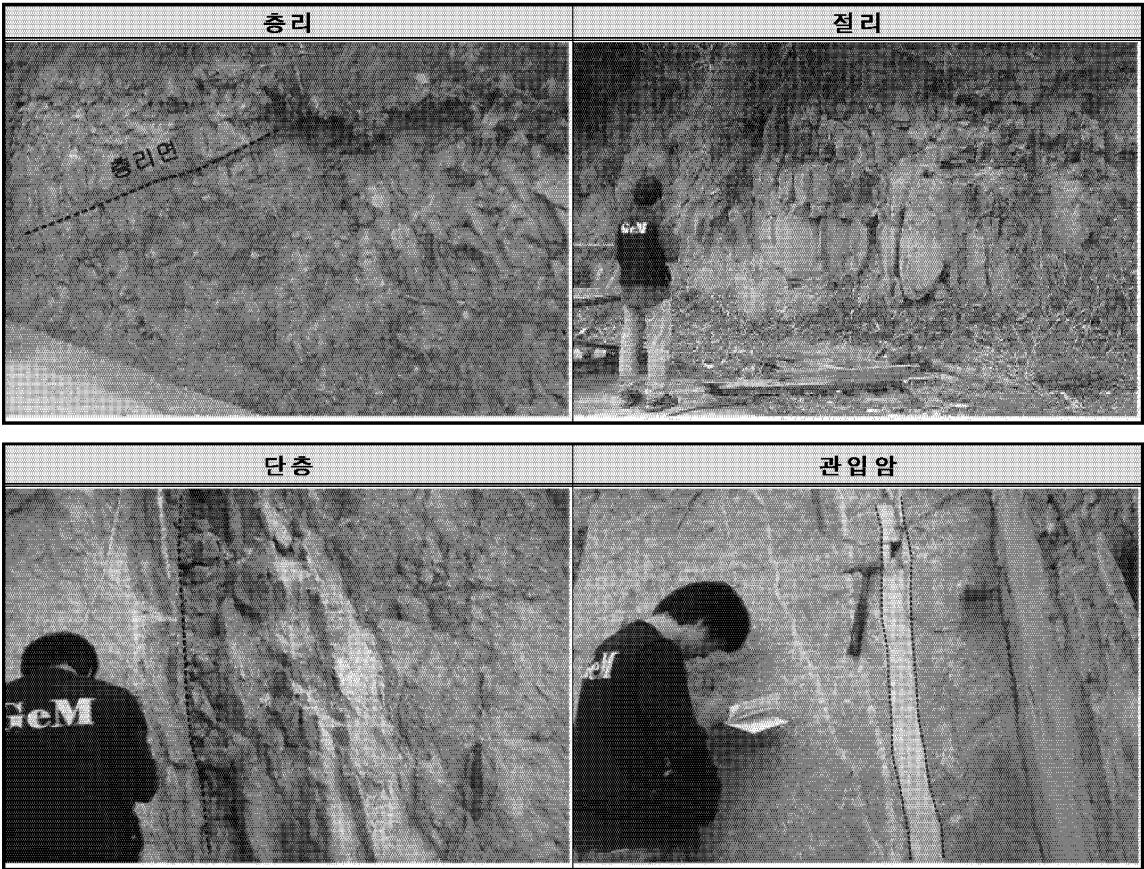
- 여러 방향으로 산재되어 분포 그 중 우세한 방향으로 3개의 절리군이 분류되며 81/224(S1), 88/157(S2), 87/104(S3) 방향 순으로 나타남

(3) 암맥의 방향성 분석

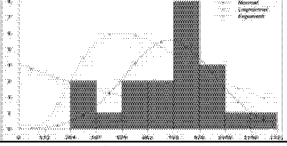
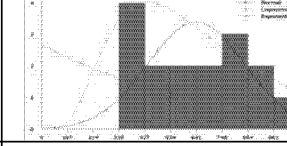
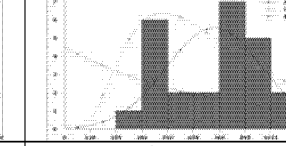


- 과업구간에 분포하는 암맥은 총 7매가 관찰됨
- 암맥의 관입자세는 대체로 북북서-남남동방향의 고각의 자세

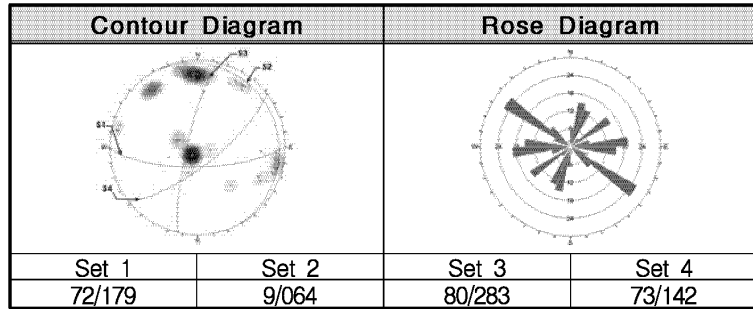
(4) 절리구조 주요 노두 전경

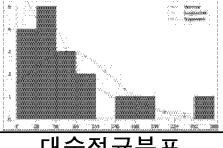
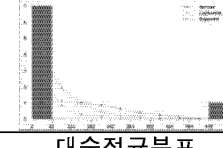
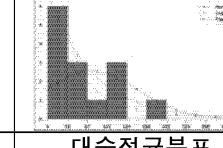
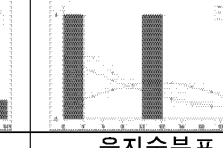
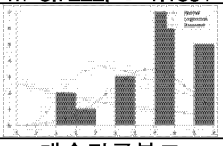
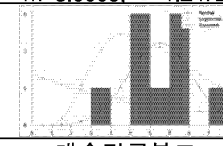
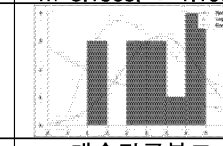
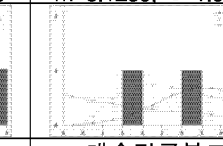
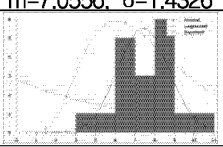
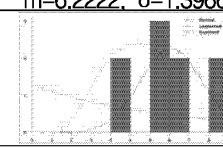
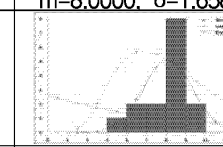
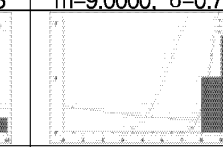
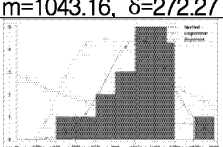
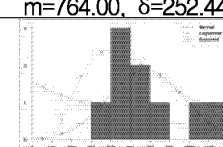
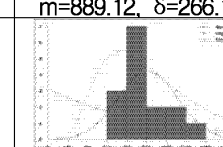
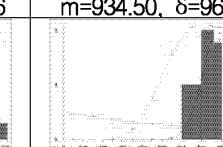


제 4 장 조 사 결 과

구 분		Set 1	Set 2	Set 3
J C S (MPa)	평균	m=771.9167, δ =227.9532	m=640.0000, δ =201.2061	m=740.9231, δ =238.3143
	확률 밀도 함수			
	채택 함수	대수정규분포 m=73.2639, δ =0.03403	정규분포 m=64.000, δ =20.1206	대수정규분포 m=69.8284, δ =0.03571

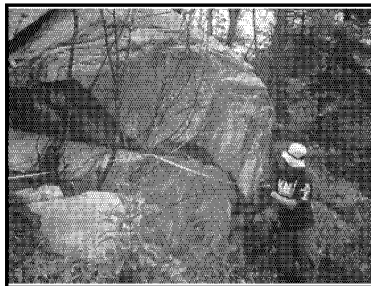
(2) Scanline-2(118)



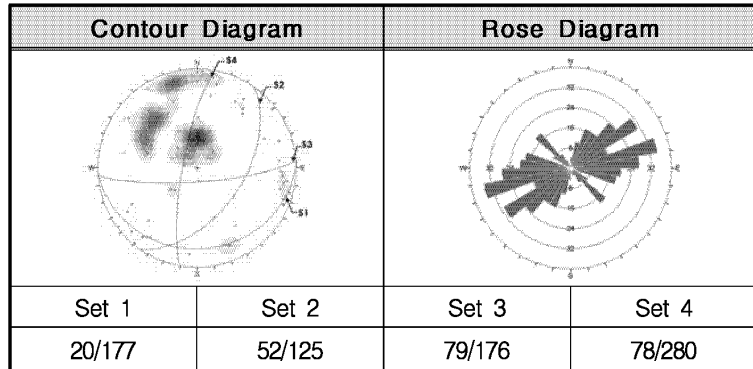
구 분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	평균	m=73.235, δ =63.015	m=85.500, δ =175.796	m=74.666, δ =78.807	m=12.666, δ =8.993
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=52.8368, δ =0.8211	대수정규분포 m=25.0677, δ =1.3178	대수정규분포 m=38.6199, δ =1.2775	음지수분포 m=12.666, λ =0.0789
연 장 (m)	평균	m=3.7222, δ =1.1331	m=5.0000, δ =1.2472	m=3.1563, δ =1.1000	m=3.1250, δ =1.0232
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=3.5003, δ =0.3787	대수정규분포 m=4.8378, δ =0.2611	대수정규분포 m=2.9443, δ =0.3883	대수정규분포 m=2.9130, δ =0.4008
J R C	평균	m=7.0556, δ =1.4326	m=6.2222, δ =1.3966	m=8.0000, δ =1.6583	m=9.0000, δ =0.7071
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=6.9005, δ =0.2159	대수정규분포 m=6.0487, δ =0.2452	대수정규분포 m=7.8304, δ =0.2081	대수정규분포 m=8.9721, δ =0.0790
J C S (MPa)	평균	m=1043.16, δ =272.27	m=764.00, δ =252.44	m=889.12, δ =266.16	m=934.50, δ =96.00
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	정규분포 m=104.316, δ =27.227	정규분포 m=76.400, δ =25.244	대수정규분포 m=85.446, δ =0.027	대수정규분포 m=92.966, δ =0.010

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(3) Scanline-3(L-13)



- 위치 : 145,341.1619, 309,001.0691
- 암종 : 화강암

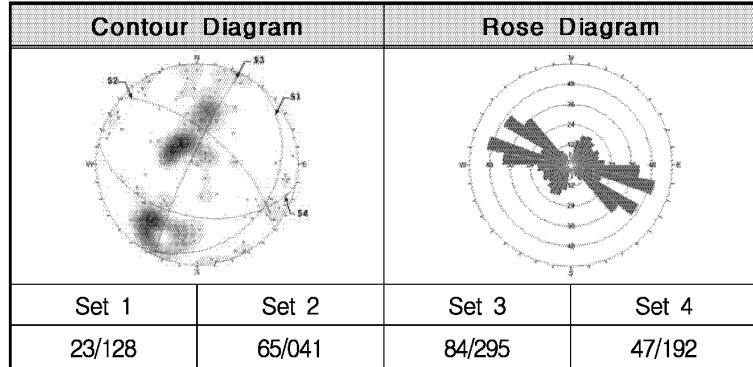


구 분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	평균	m=79.000, δ =113.556	m=77.375, δ =92.358	m=101.615, δ =97.632	m=97.75, δ =236.058
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=33.1946, δ =1.3739	대수정규분포 m=39.5743, δ =1.3558	음지수분포 m=101.61, λ =0.0098	대수정규분포 m=10.2884, δ =1.8229
연 장 (m)	평균	m=7.5000, δ =2.6107	m=6.9000, δ =4.0939	m=5.4286, δ =1.1931	m=7.2222, δ =2.9260
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=7.0965, δ =0.3283	대수정규분포 m=5.5460, δ =0.7253	정규분포 m=5.4286, δ =1.1931	정규분포 m=7.2222, δ =2.9260
J R C	평균	m=6.1053, δ =1.5524	m=6.5200, δ =0.8998	m=6.4286, δ =1.4498	m=4.5556, δ =1.4229
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=5.9138, δ =0.2546	대수정규분포 m=6.4555, δ =0.1427	대수정규분포 m=6.2703, δ =0.2235	대수정규분포 m=4.3013, δ =0.3563
J C S (MPa)	평균	m=1858.94, δ =816.83	m=1846.88, δ =673.23	m=2144.14, δ =948.84	m=2418.66, δ =745.27
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=163.898, δ =0.0545	대수정규분포 m=169.217, δ =0.0456	정규분포 m=214.414, δ =94.884	대수정규분포 m=227.659, δ =0.037

(4) Scanline-4(L-12)



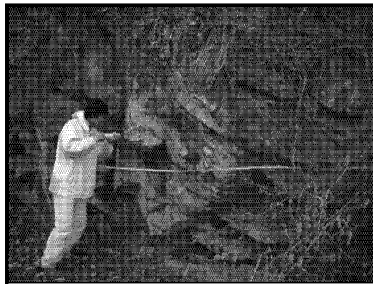
- 위치 : 149,058.4667, 306,865.0358
- 암종 : 낙동층 상부 만경산층원



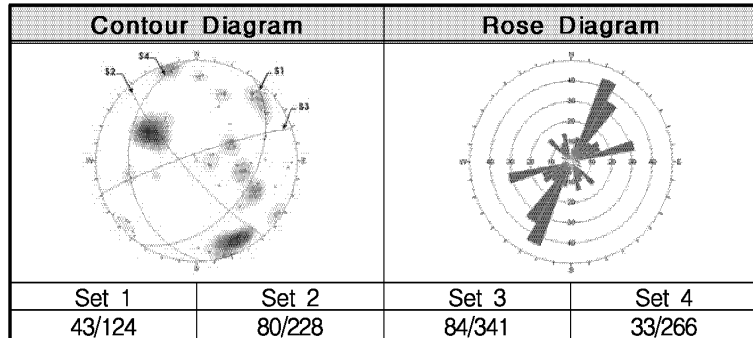
구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	평균 m=116.272, δ=83.726	평균 m=105.428, δ=68.423	평균 m=106.428, δ=43.885	평균 m=173.75, δ=119.451
	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수
	채택 함수 대수정규분포 m=92.8136, δ=0.9551	채택 함수 대수정규분포 m=80.424, δ=0.8174	채택 함수 대수정규분포 m=95.426, δ=0.5300	채택 함수 대수정규분포 m=112.8116, δ=1.1581
연 장 (m)	평균 m=5.5217, δ=1.5567	평균 m=3.4545, δ=0.9404	평균 m=4.0909, δ=0.7925	평균 m=4.2308, δ=0.6966
	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수
	채택 함수 정규분포 m=5.5217, δ=1.5567	채택 함수 대수정규분포 m=3.3173, δ=0.2923	채택 함수 대수정규분포 m=4.0108, δ=0.2017	채택 함수 대수정규분포 m=4.1698, δ=0.1737
J R C	평균 m=5.3913, δ=1.0103	평균 m=6.4091, δ=0.7781	평균 m=5.1364, δ=1.1792	평균 m=4.2308, δ=0.4213
	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수
	채택 함수 대수정규분포 m=5.2934, δ=0.1937	채택 함수 대수정규분포 m=6.3564, δ=0.1328	채택 함수 대수정규분포 m=5.0105, δ=0.2197	채택 함수 대수정규분포 m=4.2114, δ=0.0940
J C S (MPa)	평균 m=550.82, δ=147.41	평균 m=597.00, δ=126.36	평균 m=589.40, δ=138.28	평균 m=612.00, δ=111.67
	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수 	확률 밀도 함수
	채택 함수 대수정규분포 m=53.319, δ=0.0250	채택 함수 정규분포 m=59.700, δ=12.6361	채택 함수 대수정규분포 m=57.347, δ=0.02352	채택 함수 대수정규분포 m=60.099, δ=0.019

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(5) Scanline-5(HO3)



- 위치 : 150,154.313, 306,592.560
- 암종 : 낙동층 상부 만경산층원

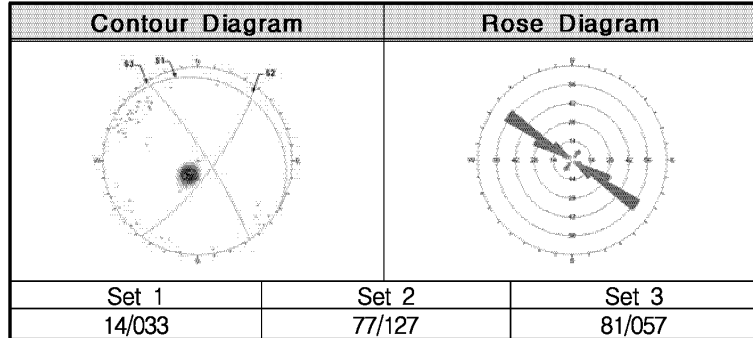


구 분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	평균	m=76.250, δ=97.341	m=67.727, δ=101.046	m=83.391, δ=126.709	m=118.214, δ=277.931
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=31.4274, δ=1.3821	대수정규분포 m=31.0060, δ=1.2443	대수정규분포 m=32.0962, δ=1.3559	대수정규분포 m=26.3100, δ=1.4873
연 장 (m)	평균	m=6.5000, δ=5.5253	m=11.6957, δ=6.3000	m=5.6458, δ=4.7489	m=7.8333, δ=2.6055
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=4.9098, δ=0.7144	대수정규분포 m=9.8340, δ=0.6329	대수정규분포 m=4.5056, δ=0.6237	대수정규분포 m=7.1273, δ=0.5067
J R C	평균	m=7.8235, δ=2.6399	m=7.8261, δ=1.6326	m=8.1667, δ=1.9293	m=8.2667, δ=1.6918
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	정규분포 m=7.8235, δ=2.6399	대수정규분포 m=7.6398, δ=0.2265	대수정규분포 m=7.9586, δ=0.2240	대수정규분포 m=8.0870, δ=0.2122
J C S (MPa)	평균	m=595.11, δ=138.81	m=606.69, δ=152.15	m=562.37, δ=148.81	m=607.20, δ=123.93
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=58.020, δ=0.0222	대수정규분포 m=58.943, δ=0.0236	대수정규분포 m=54.598, δ=0.0235	정규분포 m=60.72, δ=12.393

(6) Scanline-6(111-1)



- 위치 : 152,105.592, 305,996.001
- 압중 : 낙동층 상부 만경산층원



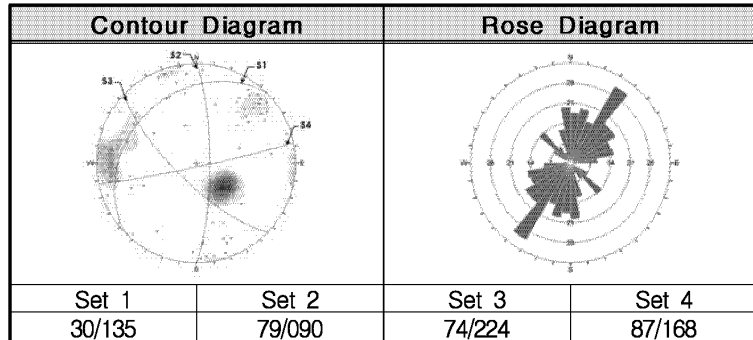
구 분		Set 1	Set 2	Set 3
간 격 (cm)	평균	m=36.818, δ =39.701	m=25.535, δ =31.850	m=68.333, δ =57.0575
	확률 밀도 함수			
	채택 함수	대수정규분포 m=20.9870, δ =1.0713	대수정규분포 m=14.2260, δ =1.0901	대수정규분포 m=52.6415, δ =0.6701
연 장 (m)	평균	m=8.3913, δ =1.9051	m=2.1379, δ =1.0740	m=3.1429, δ =1.5518
	확률 밀도 함수			
	채택 함수	대수정규분포 m=8.0976, δ =0.2902	대수정규분포 m=1.8658, δ =0.5323	대수정규분포 m=2.6426, δ =0.6443
J R C	평균	m=9.0000, δ =1.2511	m=11.2069, δ =2.4548	m=12.2857, δ =1.7496
	확률 밀도 함수			
	채택 함수	대수정규분포 m=8.9147, δ =0.1377	대수정규분포 m=10.8705, δ =0.2657	대수정규분포 m=12.1600, δ =0.1440
J C S (MPa)	평균	m=886.3043, δ =207.6618	m=849.0690, δ =202.3360	m=844.1429, δ =129.1139
	확률 밀도 함수			
	채택 함수	대수정규분포 m=85.8835, δ =0.02613	정규분포 m=84.9069, δ =20.2336	정규분포 m=84.41429, δ =12.91139

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(7) Scanline-7(S-12)



- 위치 : 152,579.3655, 305,556.6784
- 압중 : 낙동층 상부 만경산층원



구 분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	평균	m=72.777, δ =28.937	m=54.687, δ =23.012	m=62.381, δ =33.096	m=113.333, δ =83.688
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=67.539, δ =0.3842	대수정규분포 m=49.879, δ =0.4458	정규분포 m=62.381, δ =33.0965	대수정규분포 m=99.1452, δ =0.6871
	평균	m=4.8947, δ =0.8519	m=2.4118, δ =0.9737	m=2.4545, δ =0.9404	m=2.0769, δ =1.2686
연 장 (m)	확률 밀도 함수				
	채택 함수	대수정규분포 m=4.8246, δ =0.1682	음지수분포 m=2.4118, λ =0.4146	대수정규분포 m=2.2633, δ =0.4183	음지수분포 m=2.0769, λ =0.4815
	평균	m=5.7368, δ =1.1627	m=7.4706, δ =1.4997	m=6.9545, δ =2.0775	m=7.3077, δ =1.6818
	확률 밀도 함수				
J R C	채택 함수	대수정규분포 m=5.6234, δ =0.1989	대수정규분포 m=7.3082, δ =0.2146	대수정규분포 m=6.6661, δ =0.2880	대수정규분포 m=7.1076, δ =0.2386
	평균	m=520.052, δ =99.103	m=585.176, δ =110.59	m=541.818, δ =108.71	m=467.69, δ =78.544
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	정규분포 m=52.0052, δ =9.9103	대수정규분포 m=57.4170, δ =0.0198	대수정규분포 m=53.0733, δ =0.0205	대수정규분포 m=46.1171, δ =0.01677
J C S (MPa)	평균	m=520.052, δ =99.103	m=585.176, δ =110.59	m=541.818, δ =108.71	m=467.69, δ =78.544
	확률 밀도 함수				
	채택 함수	정규분포 m=52.0052, δ =9.9103	대수정규분포 m=57.4170, δ =0.0198	대수정규분포 m=53.0733, δ =0.0205	대수정규분포 m=46.1171, δ =0.01677
	평균	m=520.052, δ =99.103	m=585.176, δ =110.59	m=541.818, δ =108.71	m=467.69, δ =78.544

다. 불연속면 종합

(1) Scanline-1(S-13)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3
절리특성	21/066	84/130	71/199
	k=70.72	k=36.20	k=30.32
간 격 (cm)	대수정규분포 m=39.7269, $\delta=0.3688$	대수정규분포 m=47.1311, $\delta=1.0274$	대수정규분포 m=26.3563, $\delta=0.8166$
연 장 (m)	대수정규분포 m=5.2542, $\delta=0.3310$	대수정규분포 m=2.4984, $\delta=0.4729$	대수정규분포 m=2.5616, $\delta=0.4559$
JRC	대수정규분포 m=7.9967, $\delta=0.1803$	정규분포 m=7.6875, $\delta=2.1130$	대수정규분포 m=9.0915, $\delta=0.1740$
JCS (MPa)	대수정규분포 m=73.2639, $\delta=0.03403$	정규분포 m=64.000, $\delta=20.1206$	대수정규분포 m=69.8283, $\delta=0.0357$

(2) Scanline-2(118)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	72/179	9/064	80/283	73/142
	k=97.81	k=97.19	k=38.98	k=1177.46
간 격 (cm)	대수정규분포 m=52.8368, $\delta=0.8211$	대수정규분포 m=25.0677, $\delta=1.3178$	대수정규분포 m=38.6199, $\delta=1.2775$	음지수분포 m=12.6667, $\lambda=0.0789$
연 장 (m)	대수정규분포 m=3.5003, $\delta=0.3787$	대수정규분포 m=4.8378, $\delta=0.2611$	대수정규분포 m=2.9443, $\delta=0.3883$	대수정규분포 m=2.9130, $\delta=0.4008$
JRC	대수정규분포 m=6.9005, $\delta=0.2159$	대수정규분포 m=6.0487, $\delta=0.2452$	대수정규분포 m=7.8304, $\delta=0.2081$	대수정규분포 m=8.9721, $\delta=0.0790$
JCS (MPa)	정규분포 m=104.316, $\delta=27.2278$	정규분포 m=76.400, $\delta=25.2447$	대수정규분포 m=85.4462, $\delta=0.0275$	대수정규분포 m=92.9662, $\delta=0.01015$

(3) Scanline-3(L-13)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	20/177	52/125	79/176	78/280
	k=51.54	k=42.37	k=39.20	k=66.76
간 격 (cm)	대수정규분포 m=33.1946, $\delta=1.3739$	대수정규분포 m=39.5743, $\delta=1.3558$	음지수분포 m=101.6154, $\lambda=0.0098$	대수정규분포 m=10.2884, $\delta=1.8229$
연 장 (m)	대수정규분포 m=7.0965, $\delta=0.3283$	대수정규분포 m=5.5460, $\delta=0.7253$	정규분포 m=5.4286, $\delta=1.1931$	정규분포 m=7.2222, $\delta=2.9260$
JRC	대수정규분포 m=5.9138, $\delta=0.2546$	대수정규분포 m=6.4555, $\delta=0.1427$	대수정규분포 m=6.2703, $\delta=0.2235$	대수정규분포 m=4.3013, $\delta=0.3563$
JCS (MPa)	대수정규분포 m=163.898, $\delta=0.0544$	대수정규분포 m=169.2179, $\delta=0.0456$	정규분포 m=214.414, $\delta=94.8847$	대수정규분포 m=227.6590, $\delta=0.037$

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(4) Scanline-4(L-12)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	23/128	65/041	84/295	47/192
	k=66.42	k=57.37	k=32.44	k=41.09
간 격 (cm)	대수정규분포 m=92.8136, $\delta=0.9551$	대수정규분포 m=80.4243, $\delta=0.8174$	대수정규분포 m=95.4266, $\delta=0.5300$	대수정규분포 m=112.8116, $\delta=1.1581$
	정규분포 m=5.5217, $\delta=1.5567$	대수정규분포 m=3.3173, $\delta=0.2923$	대수정규분포 m=4.0108, $\delta=0.2017$	대수정규분포 m=4.1698, $\delta=0.1737$
JRC	대수정규분포 m=5.2934, $\delta=0.1937$	대수정규분포 m=6.3564, $\delta=0.1328$	대수정규분포 m=5.0105, $\delta=0.2197$	대수정규분포 m=4.2114, $\delta=0.0940$
JCS (MPa)	대수정규분포 m=53.319, $\delta=0.02502$	정규분포 m=59.700, $\delta=12.6361$	대수정규분포 m=57.3473, $\delta=0.0235$	대수정규분포 m=60.0993, $\delta=0.0195$

(5) Scanline-5(HO3)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	43/124	80/228	84/341	33/266
	k=74.10	k=44.41	k=35.06	k=44.98
간 격 (cm)	대수정규분포 m=31.4274, $\delta=1.3821$	대수정규분포 m=31.0060, $\delta=1.2443$	대수정규분포 m=32.0962, $\delta=1.3559$	대수정규분포 m=26.3100, $\delta=1.4873$
	대수정규분포 m=4.9098, $\delta=0.7144$	대수정규분포 m=9.8340, $\delta=0.6329$	대수정규분포 m=4.5056, $\delta=0.6237$	대수정규분포 m=7.1273, $\delta=0.5067$
JRC	정규분포 m=7.8235, $\delta=2.6399$	대수정규분포 m=7.6398, $\delta=0.2265$	대수정규분포 m=7.9586, $\delta=0.2240$	대수정규분포 m=8.0870, $\delta=0.2122$
JCS (MPa)	대수정규분포 m=58.020, $\delta=0.02219$	대수정규분포 m=58.9437, $\delta=0.0236$	대수정규분포 m=54.5983, $\delta=0.0235$	정규분포 m=60.720, $\delta=12.393$

(6) Scanline-6(111-1)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3
절리특성	14/033	77/127	81/057
	k=791.63	k=31.58	k=44.93
간 격 (cm)	대수정규분포 m=20.9870, $\delta=1.0713$	대수정규분포 m=14.2260, $\delta=1.0901$	대수정규분포 m=52.6415, $\delta=0.6701$
	대수정규분포 m=8.0976, $\delta=0.2902$	대수정규분포 m=1.8658, $\delta=0.5323$	대수정규분포 m=2.6426, $\delta=0.6443$
JRC	대수정규분포 m=8.9147, $\delta=0.1377$	대수정규분포 m=10.8705, $\delta=0.2657$	대수정규분포 m=12.1600, $\delta=0.1440$
JCS (MPa)	대수정규분포 m=85.8835, $\delta=0.02613$	정규분포 m=84.9069, $\delta=20.233$	정규분포 m=84.4142, $\delta=12.9113$

(7) Scanline-7(S-12)

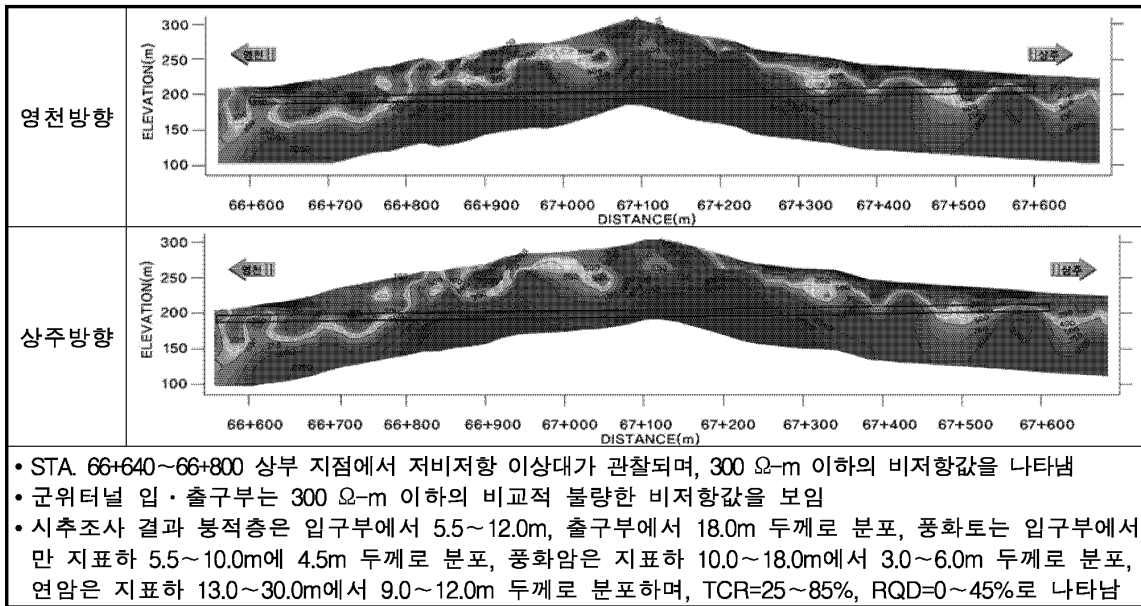
구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	30/315	79/090	74/224	87/168
	k=80.09	k=51.12	k=36.60	k=57.41
간 격 (cm)	대수정규분포 m=67.5391, $\delta=0.3842$	대수정규분포 m=49.8795, $\delta=0.4458$	정규분포 m=62.3810, $\delta=33.0965$	대수정규분포 m=99.1452, $\delta=0.6871$
	대수정규분포 m=4.8246, $\delta=0.1682$	음지수분포 m=2.4118, $\lambda=0.4146$	대수정규분포 m=2.2633, $\delta=0.4183$	음지수분포 m=2.0769, $\lambda=0.4815$
JRC	대수정규분포 m=5.6234, $\delta=0.1989$	대수정규분포 m=7.3082, $\delta=0.2146$	대수정규분포 m=6.6661, $\delta=0.2880$	대수정규분포 m=7.1076, $\delta=0.2386$
JCS (MPa)	정규분포 m=52.005, $\delta=9.9104$	대수정규분포 m=57.417, $\delta=0.0198$	대수정규분포 m=53.073, $\delta=0.0205$	대수정규분포 m=46.117, $\delta=0.0168$

4.3 노선선정을 위한 조사

4.3.1 조사 목적

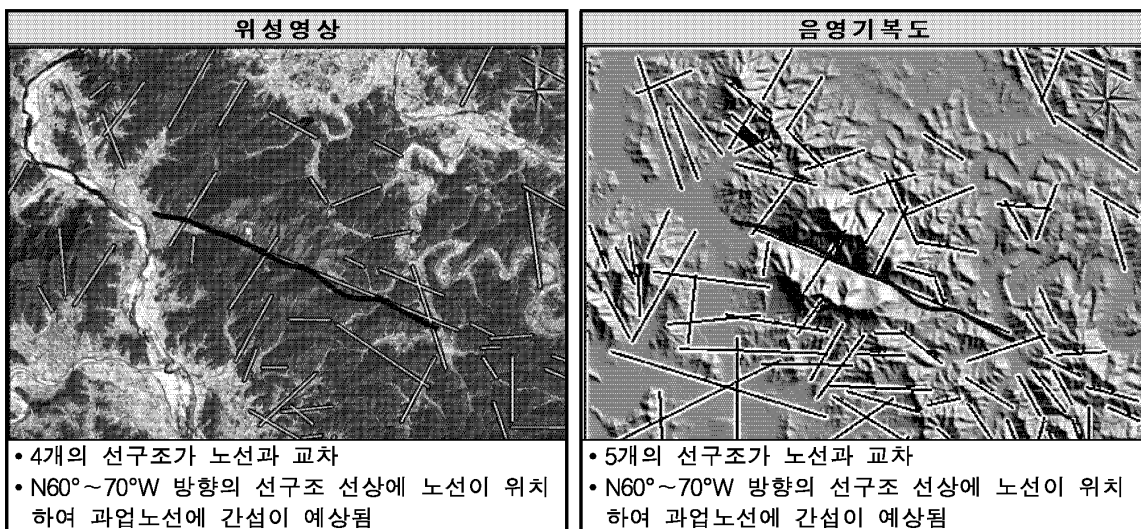
- 기본설계시 지층 조건과 실시설계시 지층 조건 비교, 분석을 통한 지층 분포 현황 파악
- 설계 초기단계 선형 검토시 지반공학적 측면의 노선선정 검토 자료를 제공하기 위하여 시행
- 터널 설계를 위한 예비 지층조건 제공으로 최적 노선 선정시 활용

4.3.2 기본설계 조사 결과



4.3.3 실시설계 조사 결과

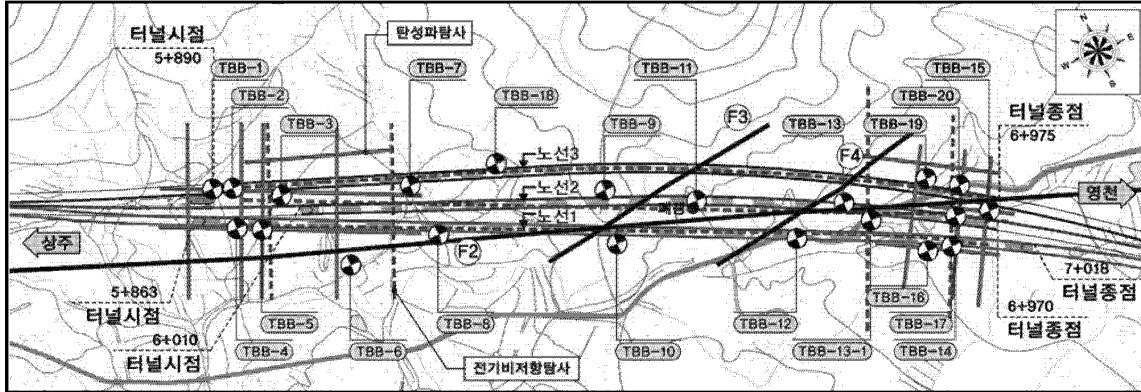
가. 지표지질 조사



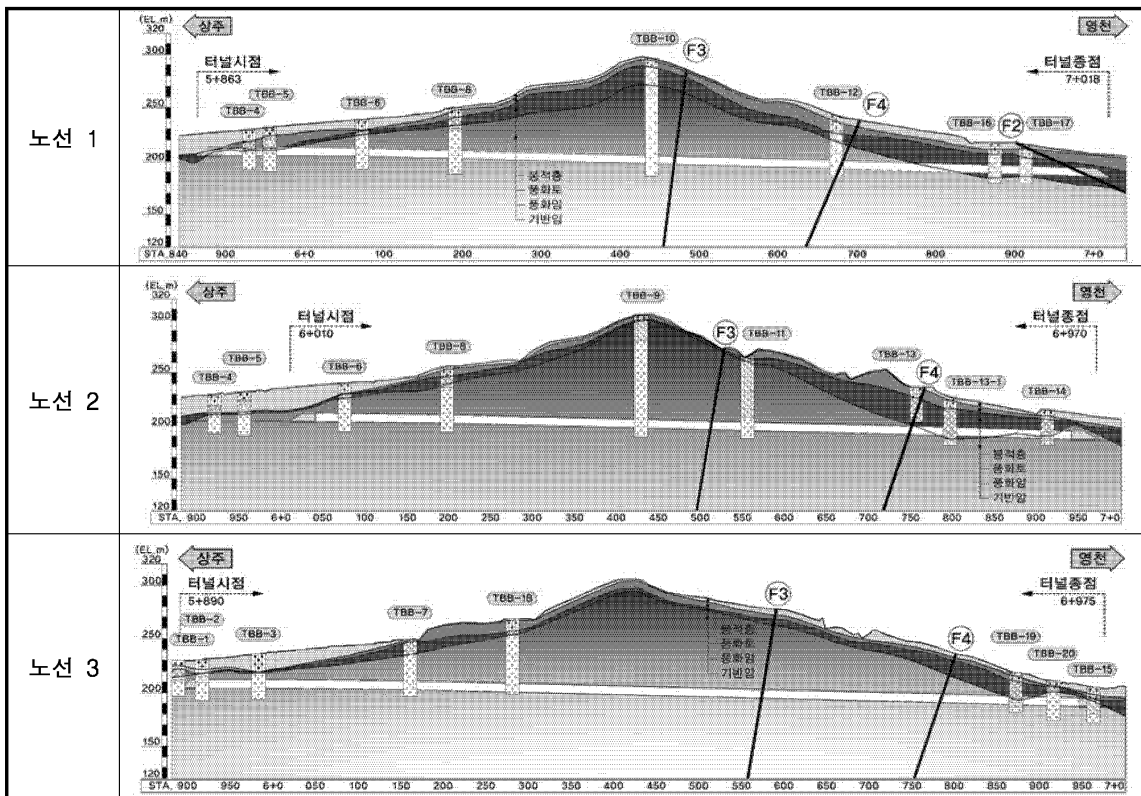
상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

나 시추조사 및 물리탐사

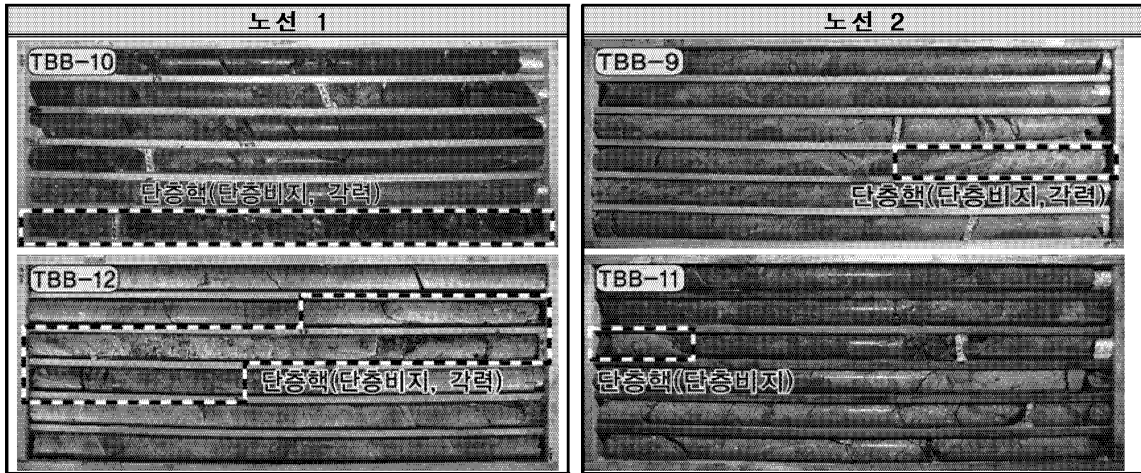
(1) 조사위치



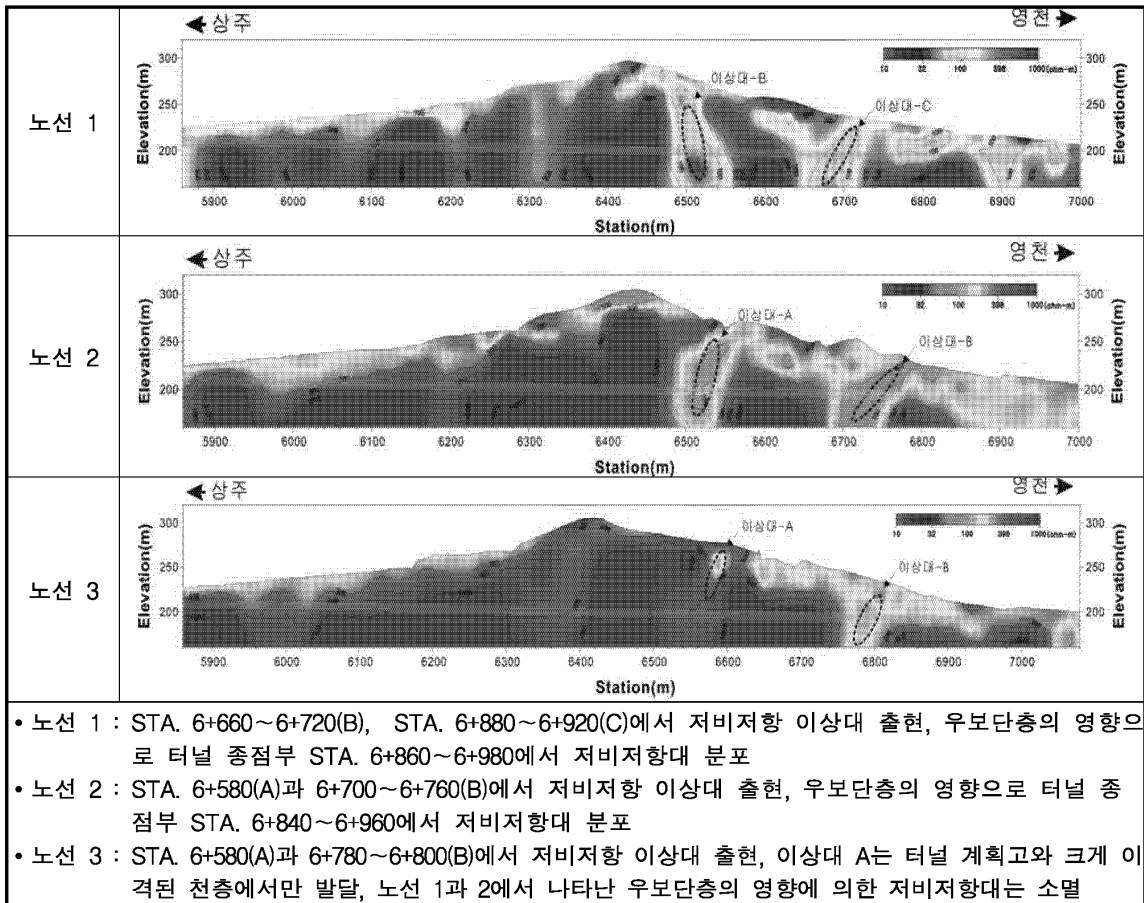
(2) 시추조사



- 노선 1 : 단층영향에 의한 손상대는 TBB-10 37.4~90.9m, TBB-12 34.5m이하에서 확인되며, 발달한 전단 및 인장 단열들을 따라 열수 및 지하수의 영향으로 암석의 강도와 점착력이 현저하게 저하되어 있음, 종점부 봉적층 두께 3.7~11.0m로 갱구위치에 부적합한 것으로 판단됨
- 노선 2 : 단층영향에 의한 손상대는 TBB-9 95.4~114.4m, TBB-11 47.1~58.4m 구간에서 확인되며, 단층손상대를 제외하고는 비교적 신선한 암석 형태를 보임
- 노선 3 : 암질상태는 비교적 신선한 암석 형태를 보이며, 종점부를 제외하고 터널상부 1D 이하의 암석코아에서 단층의 흔적은 보이지 않음



(3) 물리탐사결과



- 우보단층의 영향에 의해 광범위한 손상대 확인 ⇒ 안정성을 고려한 노선선정 필요
- 노선 2에서 손상대의 범위가 감소하며, 노선 3에선 계획고의 암질은 양호한 것으로 판단됨 ⇒ 안정적이며 경제적인 선형조건을 고려한 최적의 노선 선정시 활용

4.4 지층분포 특성을 위한 조사

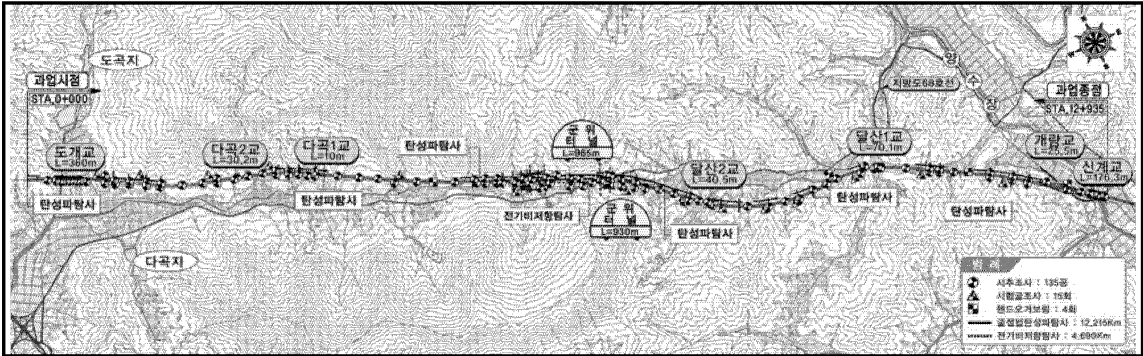
4.4.1 개요

가. 기본 방향

- 터널, 교량 및 비탈면구간 상세지층, 지질 이상대 파악, 암반 분류시 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 12.215km, 전기비저항탐사 4.690km, 시추조사 140공, 시험굴조사 15개소, 핸드오거보링 4개소, 표준관입시험 1,093회



(1) 굴절법 탄성파 탐사

위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
비탈면	0+000~0+190	중	190	비탈면	5+580	횡	115
	0+000	횡	115		5+640	횡	220
	0+820~1+650	중	830		5+760	횡	220
	0+900	횡	105		5+860	횡	225
	1+040	횡	105	군 위 널 점	상주 5+810~6+180	중	370
	1+200	횡	115		(구)영천 5+810~6+180	중	370
	1+420	횡	105		상주 5+900~6+100	중	200
	1+580	횡	105		5+920	횡	200
	2+160~2+320	중	160		5+960	횡	200
	2+240	횡	115		6+060	횡	200
	2+840~3+490	중	650	군 위 널 점	상주 6+870~6+990	중	120
	2+960	횡	115		(구)영천 6+830~6+945	중	115
	3+100	횡	115		6+750~6+950	중	200
	3+220	횡	115		6+920	횡	115
	3+410	횡	115		6+960	횡	115
다곡1교	3+490~3+540	중	50		6+860	횡	100
비탈면	4+360	횡	95	비탈면	6+980~7+500	중	520
	5+120~5+880	중	760		7+060	횡	100
	5+280	횡	100		7+200	횡	100
	5+440	횡	115		7+320	횡	100

제 4 장 조 사 결 과

위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
비탈면	7+620~7+950	중	330	비탈면	9+830~10+070	중	240
	7+860	횡	100		9+980	횡	110
	8+130~8+500	중	370		10+630~11+000	중	370
	8+240	횡	100		10+800	횡	115
	8+480	횡	115		10+920	횡	115
	8+650~8+940	중	290		11+310~12+140	중	830
	8+820	횡	115		11+520	횡	115
	9+130~9+390	중	260		11+760	횡	115
	9+200	횡	115		11+980	횡	115
	9+360	횡	115	개량교	12+370~12+420	중	50
					12+430~12+480	중	50

(2) 전기비저항 탐사

위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
군 위 터 터 널	상주 5+860~7+080	중	1,220	군위터널	5+965	횡	290
	영천 5+860~7+000	중	1,140	시점	6+140	횡	310
	(구)영천 5+860~7+000	중	1,140	군위터널	6+790	횡	290
				종점	6+900	횡	300

(3) 시추조사

• 구간별 조사 현황

구 분	조사심도 기준	실 시 수 량	비 고
터널구간	터널하부 1D	23공	경사시추 2공
교량구간	풍화암 7m, 연암 3m, 경암 1m	46공	-
비탈면구간	절토계획선 하부 1m까지 풍화토 7m, 풍화암 3m, 기반암 1m	71공	-

• 터널 구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
군 위 터 터 널	TBB-1	상주 5+888(좌4.55)	307,973.599	147,502.796	228.757	32.6
	TBB-2	상주 5+916(좌4.11)	307,963.590	147,528.854	231.590	37.6
	TBB-3	상주 5+982(우9.73)	307,927.733	147,586.498	235.300	42.3
	TBB-4	영천 5+920(우27.49)	307,910.720	147,512.184	228.450	37.4
	TBB-5	영천 5+955(우29.76)	307,895.632	147,543.378	231.290	41.4
	TBB-6	영천 6+075(우81.46)	307,803.018	147,636.068	238.820	46.0
	TBB-7	상주 6+160(우4.46)	307,870.289	147,754.250	248.570	53.5
	TBB-8	영천 6+197(우43.42)	307,793.214	147,763.432	248.970	62.1
	TBB-9	영천 6+428(좌11.05)	307,758.464	147,997.750	308.130	115.7
	TBB-10	영천 6+443(우62.47)	307,684.666	147,984.301	291.460	110.0

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고(EL.m)	시 추 심 도(m)
군 위 널	TBB-11	영천 6+555(우4.46)	307,695.383	148,107.873	263.352	78.3
	TBB-12	영천 6+695(우51.24)	307,593.339	148,214.158	239.230	58.0
	TBB-13	영천 6+756(좌1.80)	307,612.533	148,292.702	237.040	33.0
	TBB-13-1	영천 6+796(우18.63)	307,575.811	148,317.912	227.070	46.2
	TBB-14	영천 6+912(우0.41)	307,534.515	148,427.014	214.990	33.3
	TBB-15	상주 6+962(우9.39)	307,523.280	148,472.567	209.350	33.3
	TBB-16	영천 6+880(우52.13)	307,506.372	148,372.914	221.345	38.2
	TBB-17	영천 6+911(우41.48)	307,499.441	148,405.648	217.070	37.0
	TBB-18	상주 6+280(좌16.52)	307,850.136	147,874.616	268.916	70.4
	TBB-19	상주 6+871(좌19.09)	307,597.796	148,409.951	218.7619	37.0
	TBB-20	상주 6+915(좌16.99)	307,570.957	148,448.263	211.2178	37.4
	HTB-1	영천 6+422(우86.02)	307,670.429	147,956.433	296.380	77.4
	HTB-2	영천 6+589(우88.27)	307,604.971	148,104.441	252.480	99.2

• 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고(EL.m)	시 추 심 도(m)
도개교	BBB-1	0+335(우24.97)	310,302.603	142,481.892	49.866	6.0
	BBB-1-1	0+339(우10.59)	310,314.347	142,490.926	49.440	10.0
	BBB-1-2	0+342	310,322.852	142,497.897	49.900	11.3
	BBB-2	0+385(우26.38)	310,281.327	142,526.449	49.610	10.5
	BBB-2-1	0+386(우13.00)	310,292.918	142,533.282	49.930	8.0
	BBB-2-2	0+387	310,304.431	142,539.398	50.100	10.5
	BBB-3	0+410(우29.91)	310,267.688	142,548.067	49.600	15.1
	BBB-3-1	0+411(우15.28)	310,280.543	142,555.151	49.890	10.0
	BBB-3-2	0+414(좌2.43)	310,295.386	142,565.279	49.900	11.5
	BBB-4	0+458(우26.80)	310,250.433	142,592.950	48.940	9.0
	BBB-4-1	0+458(우18.30)	310,258.090	142,596.641	48.940	9.0
	BBB-5	0+499(우27.15)	310,233.063	142,628.982	49.420	12.5
	BBB-5-1	0+499(우18.65)	310,240.720	142,632.673	49.420	14.0
	BBB-6	0+539(우27.17)	310,215.694	142,665.014	50.070	13.0
	BBB-6-1	0+537(우19.28)	310,223.415	142,667.183	51.490	15.5
	BBB-7	0+579(우26.87)	310,198.325	142,701.042	50.610	10.5
	BBB-7-1	0+579(우18.36)	310,205.991	142,704.737	50.610	11.0
	BBB-7-2	0+581	310,221.511	142,714.770	51.900	12.0
	BBB-8	0+623(우28.53)	310,176.967	142,739.287	53.140	13.0
	BBB-8-1	0+617(우13.90)	310,192.861	142,740.898	53.300	13.5
	BBB-9-2	0+668(좌6.00)	310,187.443	142,795.148	53.700	12.0
	BBB-10	0+698(우30.80)	310,140.83	142,804.878	53.850	17.1
다곡2교	BBB-11	2+451(우15.01)	309,419.475	144,398.023	111.360	10.0
	BBB-12	2+486(좌1.93)	309,426.065	144,435.524	115.160	12.0
달산2교	BBB-15	8+090(좌10.28)	306,807.965	149,362.350	141.99	9.4
	BBB-16	8+118(우7.89)	306,777.882	149,372.297	144.90	13.3

제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고(EL.m)	시 추 심 도(m)
달산1교	BBB-17	10+153(좌7.27)	306,337.437	151,323.687	76.279	10.0
	BBB-17-1	10+141(우11.02)	306,324.065	151,306.084	77.843	7.0
	BBB-18	10+187(좌9.75)	306,328.454	151,356.369	76.006	23.0
	BBB-18-1	10+187(좌6.37)	306,325.409	151,354.871	75.944	18.5
	BBB-19	10+186(우6.70)	306,313.203	151,350.199	76.072	10.5
	BBB-20	10+218(우9.14)	306,299.534	151,379.183	78.241	6.0
	BBB-20-1	10+226(좌3.99)	306,309.124	151,390.602	77.566	40.0
개량교	BBB-21	12+444(우0.10)	305,162.732	153,262.038	78.620	12.0
신계교	BBB-23	12+724(우5.43)	304,972.472	153,495.143	68.200	9.0
	BBB-23-1	12+716(좌5.81)	304,986.189	153,495.450	68.209	10.0
	BBB-24	12+762(우5.14)	304,949.684	153,526.710	70.360	10.6
	BBB-25	12+753(좌7.99)	304,966.246	153,526.344	70.530	10.0
	BBB-26	12+790(우8.28)	304,930.281	153,547.870	66.880	8.2
	BBB-27	12+784(좌3.53)	304,944.033	153,549.086	66.750	7.3
	BBB-28	12+828(우6.26)	304,909.826	153,579.173	67.090	8.5
	BBB-29	12+819(좌5.17)	304,924.477	153,578.529	66.920	7.0
	BBB-30	12+860(우9.76)	304,888.206	153,602.729	70.930	11.5
	BBB-31	12+854(좌2.44)	304,902.032	153,604.518	70.870	21.1
	BBB-32	12+890(우5.73)	304,868.678	153,636.189	69.140	8.0
	BBB-33	12+899(좌5.64)	304,882.814	153,636.137	69.140	6.2

• 비탈면구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고(EL.m)	시 추 심 도(m)
깎기	CBB-3	1+027(좌15.20)	310,012.467	143,108.801	97.610	19.0
	CBB-4	1+209(좌18.21)	309,926.144	143,268.777	93.050	12.6
	CBB-5	1+415(좌26.82)	309,832.922	143,452.481	125.098	38.0
	CBB-6	1+407(우13.88)	309,801.453	143,425.374	103.972	11.0
	CBB-7	1+581(좌18.99)	309,745.601	143,594.304	120.380	27.0
	CBB-8	1+571(우17.49)	309,718.527	143,567.411	102.700	11.0
	CBB-9	2+248(좌28.84)	309,519.217	144,214.968	139.450	28.0
	CBB-10	2+248(우19.71)	309,472.685	144,201.100	126.390	13.0
	CBB-11	2+950(좌31.54)	309,307.000	144,886.824	152.546	18.0
	CBB-12	2+949(우15.73)	309,263.539	144,868.198	138.614	18.0
	CBB-13	3+101(좌26.56)	309,240.922	145,024.392	151.447	13.0
	CBB-14	3+101(우14.48)	309,203.395	145,007.714	142.409	7.0
	CBB-15	3+218(좌26.21)	309,188.042	145,130.358	156.188	15.0
	CBB-16	3+220(우14.03)	309,152.089	145,112.255	142.241	15.0

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고 (EL.m)	시 추 심 도 (m)
깎기	CBB-20	5+300(좌24.88)	308,214.574	146,968.178	205.099	18.1
	CBB-21	상주 5+430(좌35.08)	308,171.331	147,090.763	212.814	24.1
	CBB-22	영천 5+430(우12.92)	308,124.904	147,069.484	198.086	12.3
	CBB-23	상주 5+574(좌32.85)	308,112.246	147,221.033	215.558	26.0
	CBB-24	영천 5+773(우0.29)	307,993.722	147,386.875	209.837	16.0
	CBB-25	영천 5+799(우14.95)	307,969.702	147,405.014	219.410	25.5
	CBB-26	상주 5+863(우0.41)	307,977.602	147,477.435	226.720	25.2
	CBB-27	영천 5+878(우33.98)	307,921.205	147,469.883	225.360	25.0
	CBB-28	상주 7+041(우4.01)	307,482.517	148,540.528	203.250	50.0
	CBB-29	영천 7+053(우59.04)	307,410.261	148,514.465	207.331	36.0
	CBB-30	상주 7+281(좌2.51)	307,379.491	148,684.668	189.222	23.0
	CBB-31	영천 7+213(우49.57)	307,328.179	148,648.012	203.409	28.0
	CBB-32	영천 7+338(우35.95)	307,263.393	148,753.888	192.506	19.2
	CBB-33	7+868(좌23.01)	306,960.057	149,199.384	173.892	25.0
	CBB-34	7+866(우28.45)	306,922.591	149,164.017	177.864	23.2
	CBB-35	8+158(좌18.25)	306,775.269	149,420.684	161.300	12.3
	CBB-36	8+154(우22.19)	306,744.482	149,394.157	160.970	22.1
	CBB-43	9+974(우36.03)	306,342.323	151,140.826	142.499	44.1
	CBB-44	10+800(좌19.73)	306,050.169	151,904.229	117.503	16.0
	CBB-45	10+802(우26.94)	306,008.944	151,882.280	129.558	32.3
	CBB-46	10+918(우22.47)	305,954.851	151,985.631	114.605	20.5
	CBB-47	11+519(좌29.22)	305,700.982	152,532.323	110.411	13.0
	CBB-48	11+515(우26.93)	305,654.136	152,501.158	126.388	26.3
	CBB-49	11+786(좌15.70)	305,543.731	152,751.283	112.155	21.5
	CBB-50	11+787(우28.43)	305,507.445	152,726.151	128.415	29.5
	CBB-51	11+980(좌10.08)	305,424.764	152,904.616	121.216	15.0
	CBB-52	11+972(우27.34)	305,399.176	152,876.225	130.876	37.0

제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	STA.	X	Y	표 고 (EL.m)	시 추 심 도 (m)
쌓기	SBB-1	0+239(우0.14)	310,350.134	142,395.591	58.960	9.2
	SBB-2	1+043(우19.29)	309,974.512	143,105.963	81.590	8.6
	SBB-3	1+207(우12.27)	309,900.670	143,251.872	83.640	8.2
	SBB-4	1+832(좌1.25)	309,624.144	143,812.707	98.310	17.0
	SBB-5	2+076(좌0.55)	309,540.895	144,042.347	107.406	14.0
	SBB-6	2+619(좌0.99)	309,387.729	144,562.122	117.523	10.0
	SBB-7	2+796(좌12.44)	309,344.425	144,735.095	126.783	9.0
	SBB-8	3+323(우19.63)	309,097.970	145,200.366	136.503	16.0
	SBB-10	3+932(우0.23)	308,817.683	145,741.705	153.288	9.0
	SBB-11	4+160	308,706.690	145,940.804	152.190	10.0
	SBB-12	4+357(우29.47)	308,584.712	146,098.668	161.327	37.0
	SBB-13	4+615	308,485.621	146,338.482	165.065	8.0
	SBB-15	5+070(우0.32)	308,287.624	146,748.289	179.911	11.0
	SBB-16	5+324(우11.20)	308,171.821	146,974.852	189.478	14.0
	SBB-17	영천 5+565(우9.80)	308,071.469	147,193.552	197.865	6.0
	SBB-18	영천 5+627(우10.38)	308,045.214	147,249.442	198.367	9.0
	SBB-20	영천 7+500(우0.61)	307,185.923	148,899.940	170.236	20.0
	SBB-21	7+674	307,069.384	149,037.859	161.615	6.7
	SBB-22	7+982(우1.05)	306,867.454	149,269.810	149.677	5.1
	SBB-24	8+565(좌0.92)	306,562.504	149,763.969	120.395	5.0
	SBB-25	9+017(우2.73)	306,426.550	150,195.146	110.194	5.5
	SBB-26	9+374(좌12.38)	306,407.839	150,549.724	102.479	5.0
	SBB-27	9+550(좌0.06)	306,401.477	150,726.177	88.506	10.0
	SBB-28	9+680(좌0.70)	306,406.508	150,856.010	80.691	12.0
	SBB-29	10+036(좌37.36)	306,400.218	151,217.308	92.488	6.6
	SBB-30	10+515	306,174.729	151,647.231	91.762	8.0
	SBB-31	10+918(좌14.05)	305,986.548	152,003.802	100.007	6.8
	SBB-32	11+084	305,891.818	152,140.798	94.382	5.0
	SBB-34	12+188(좌31.57)	305,319.248	153,084.851	78.379	5.0
	SBB-35	12+613(좌1.26)	305,043.230	153,409.981	68.720	13.0

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.4.2 굴절법 탄성파 탐사

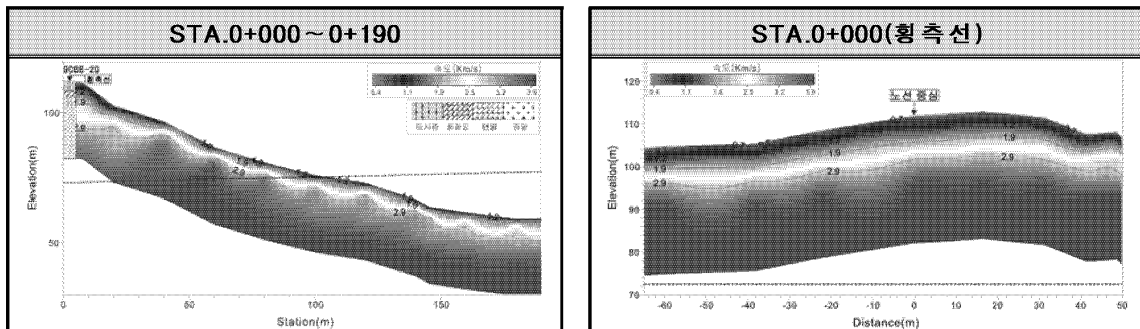
가. 목 적

- 군위터널 시·종점 갱구부, 깎기, 교량의 지층분포 파악 및 속도분포에 따른 굴착난이도 평가
- 기반암 출현심도 및 굴착난이도 평가 결과를 토공 및 비탈면 설계시 활용

나. 탐사결과 및 분석

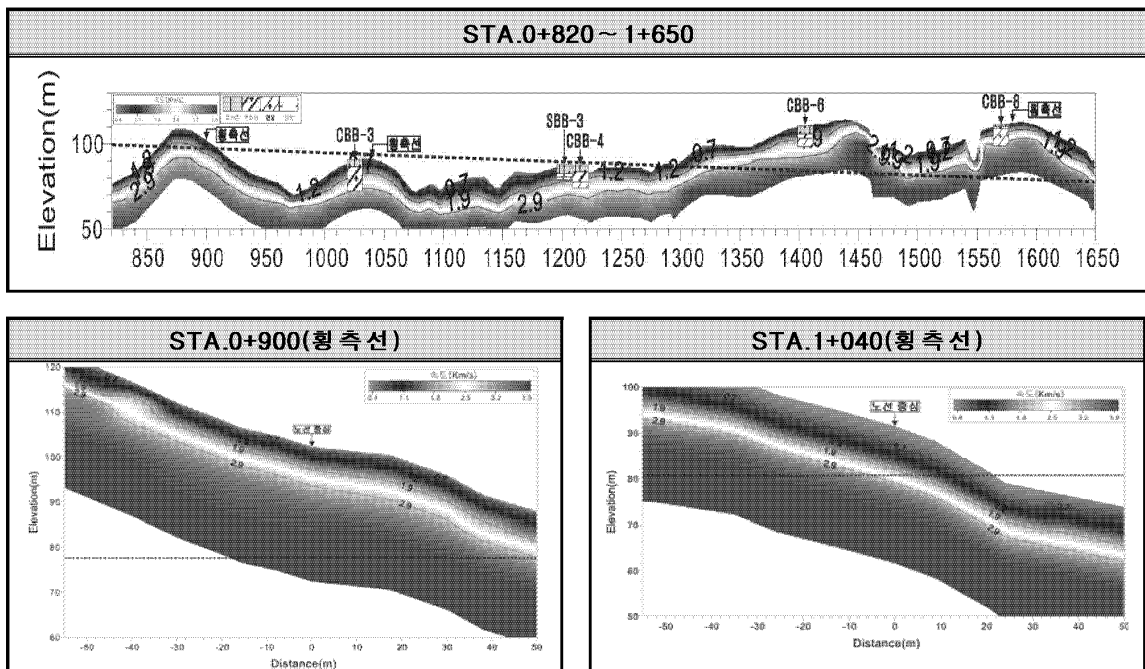
- 한국도로공사, 암판정시행지침(2000.11) A그룹에 의거하여 탄성파 속도 Vs(m/sec) 토사층 700이하, 풍화암 700~1,200, 연암 1,200~1,900, 연암 및 경암(보통암) 1,900~2,900, 경암 2,900이상으로 분류.

(1) STA.0+000~0+190

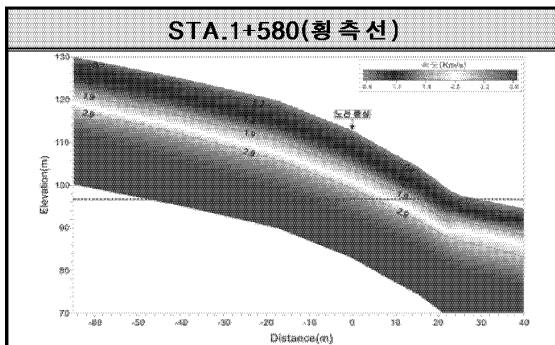
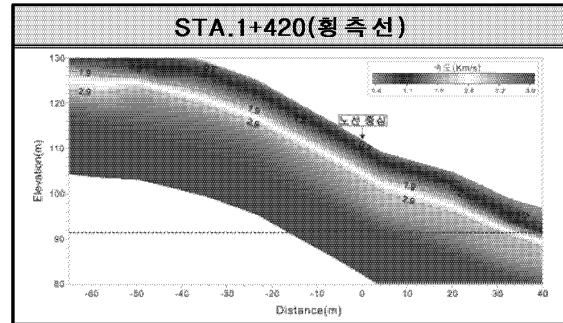
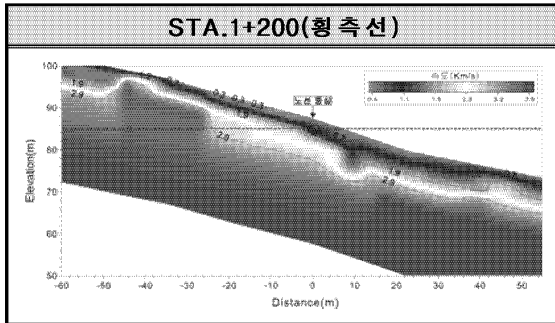


- 종측선에서 리핑암 경계심도 약 0.5~1m, 발파암 경계심도 약 1~2m 내외로 나타남
- 횡측선은 수평층서적인 양상을 나타내며, 층후는 종측선 탐사결과와 동일하게 분포함
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당하며, 대부분 발파에 해당됨

(2) STA.0+820~1+650

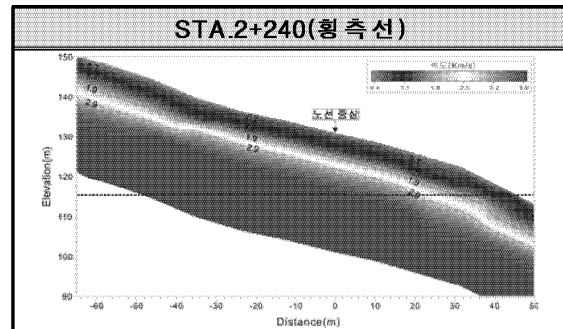
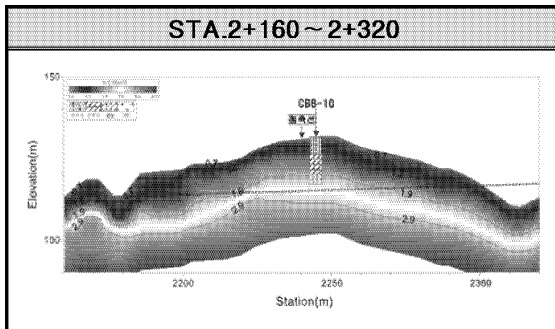


제 4 장 조 사 결 과



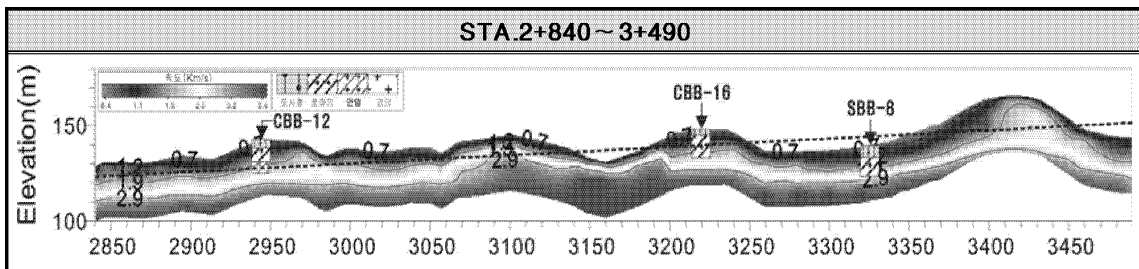
- 수평층서적인 양상을 나타내며, 리핑암 경계심도는 약 1~3m, 발파암 경계심도는 약 2~4m 내외로 나타남
- 깎기 계획고 부근의 지층은 대부분 발파암이 분포할 것으로 예상됨
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당하며, 횡단 STA.1+040, 1+200의 경우 대부분 리핑 극히 곤란, 발파에 해당됨

(3) STA.2+160~2+320

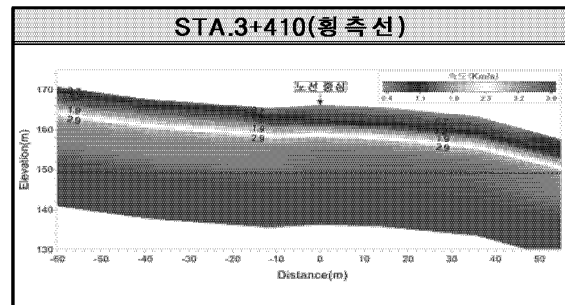
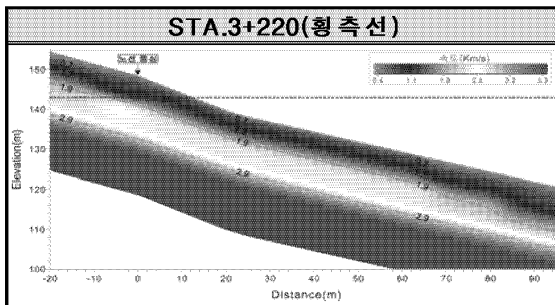
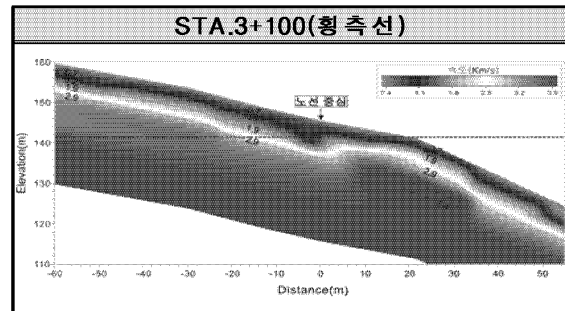
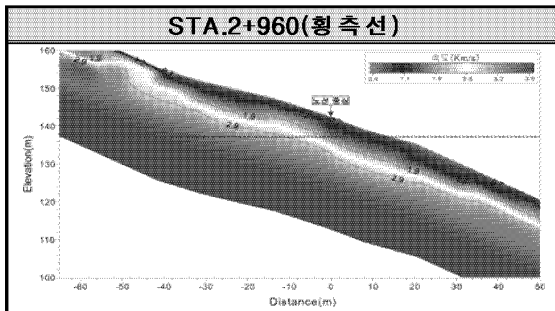


- 종측선에서 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암 경계심도는 약 3~5m 내외로 나타남
- STA.2+160~2+200에서 리핑암 층후가 상대적으로 깊게 나타남
- 횡측선은 수평층서적인 양상이 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당하며, 대부분 발파에 해당됨

(4) STA.2+840~3+490

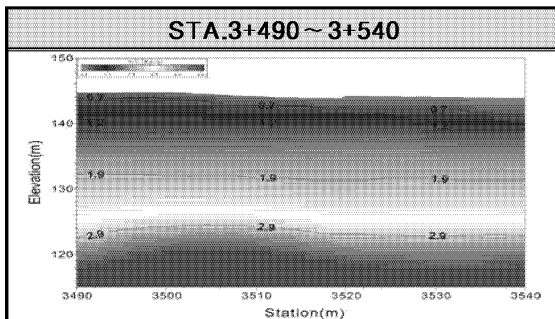


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계



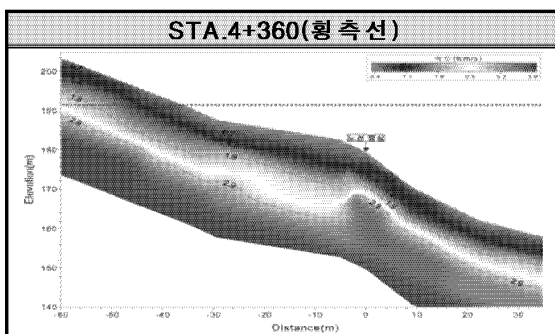
- 수평층서적인 양상을 나타내고 있으며, 리핑암 경계심도는 약 1~2m, 발파암 경계심도는 약 2~6m 내외로 나타남
- 깎기 계획고 부근의 지층은 발파암이 분포할 것으로 예상됨
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~리핑 극히 곤란, 발파의 범위에 해당하며, STA.3+410에선 대부분 발파에 해당됨

(5) STA.3+490~3+540(다곡1교)



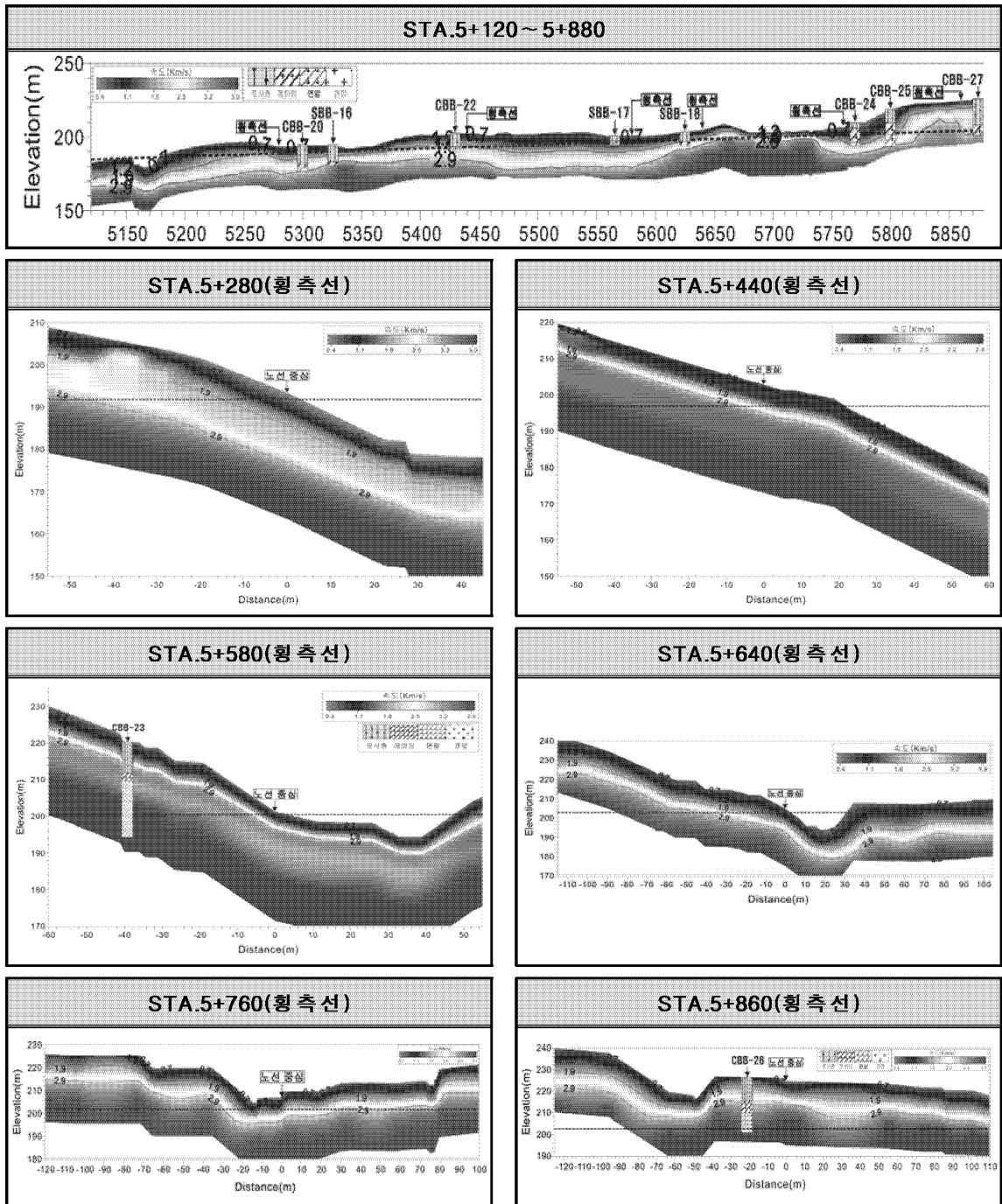
- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 토사의 층후는 얇은 것으로 예상됨
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~2m, 발파암 경계심도는 약 4m 내외로 나타남

(6) STA.4+360



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~4m, 발파암 경계심도는 약 2~6m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~리핑 극히 곤란, 발파의 범위에 해당됨

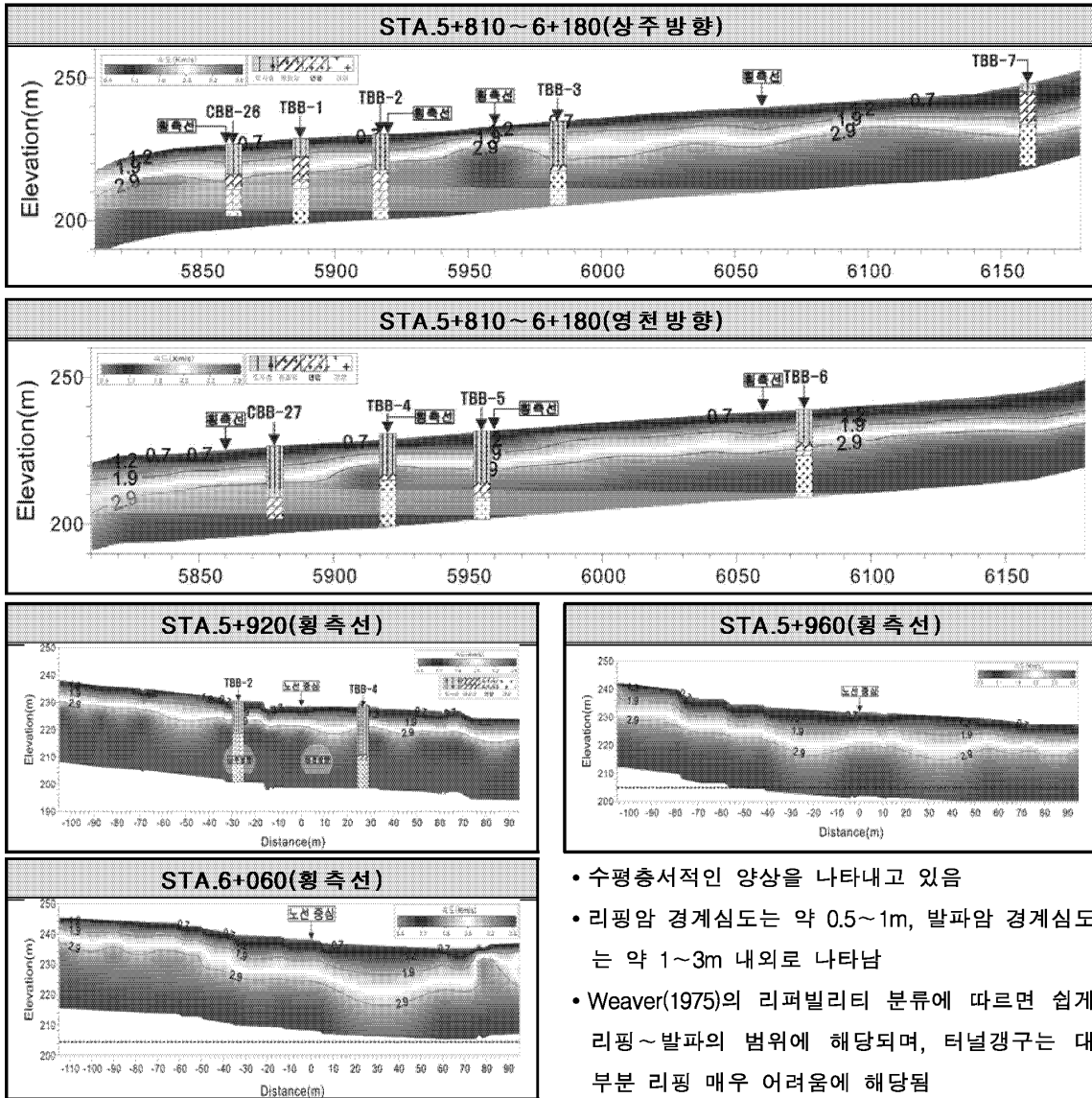
(7) STA.5+120~5+880



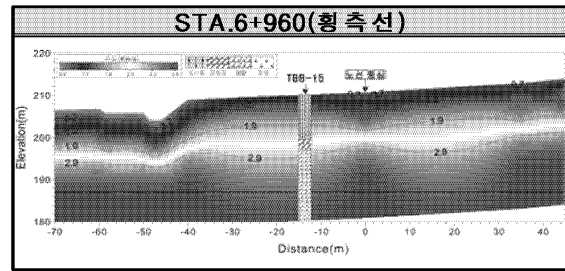
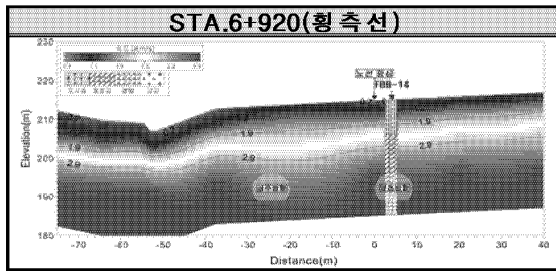
- 수평층서적인 양상을 나타내며, 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암 경계심도는 약 1~5m 내외로 나타남
- STA.5+750~5+800에서 풍화암층이 상대적으로 깊게 분포하고 있을 것으로 예상됨
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 리핑 극히 곤란, 발파에 해당됨

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(8) STA.5+820~6+180(군위터널 시점)

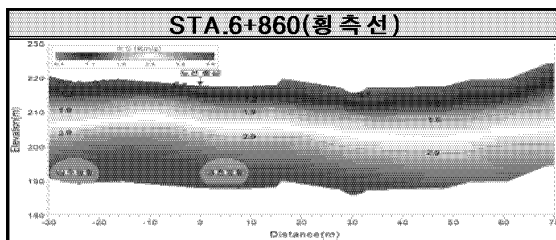
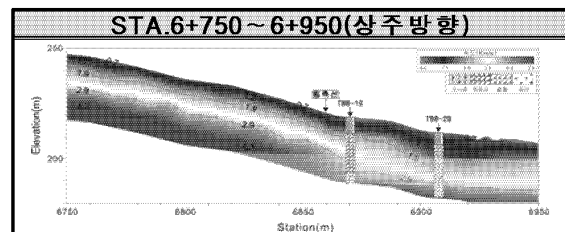
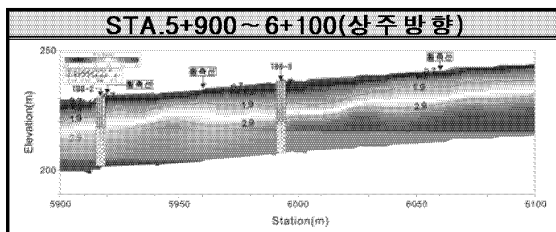


제 4 장 조 사 결 과



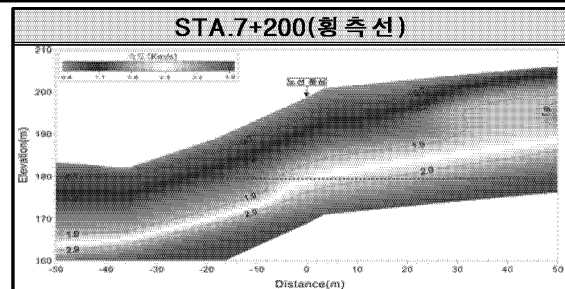
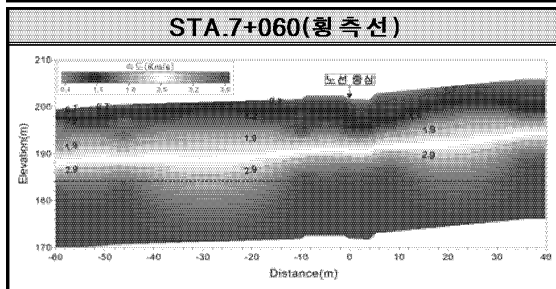
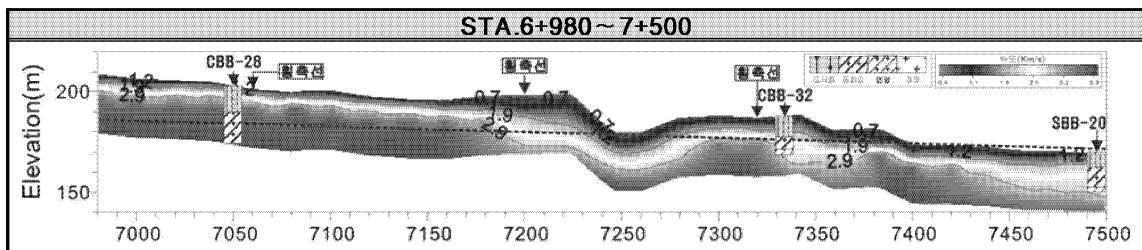
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~2m, 발파암 경계심도는 약 1~5m 내외로 나타남
- 상주방향 STA.6+870~6+920에서는 리핑암 심도가 약 7~10m 내외로 비교적 깊게 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 터널 갱구는 대부분 리핑 어려움에 해당됨

(10) 군위터널 노선변경부

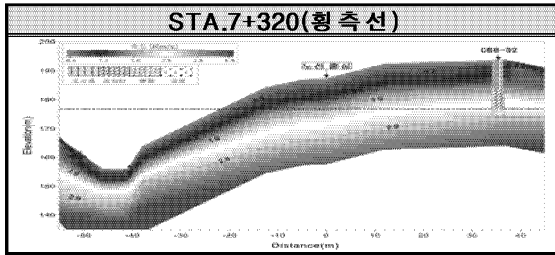


- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암의 경계심도는 약 1~4m 내외로 나타나고 있으며, STA.6+900 이후의 구간에서 리핑암의 심도가 깊어지는 양상을 보임
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 터널 갱구는 리핑 매우 어려움에 해당됨

(11) STA.6+980~7+500

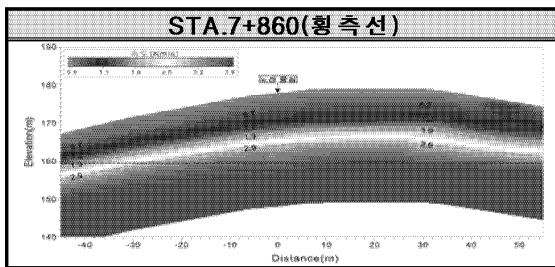
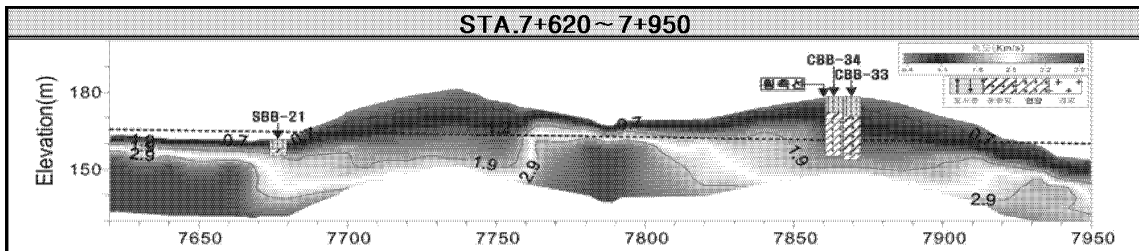


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계



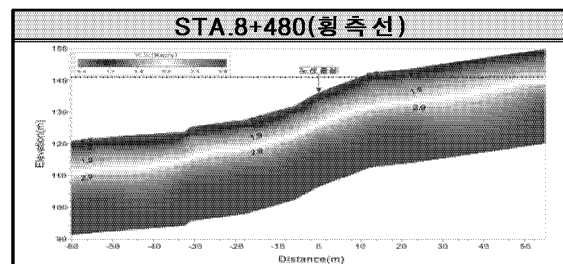
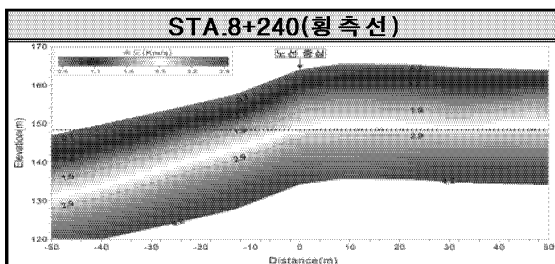
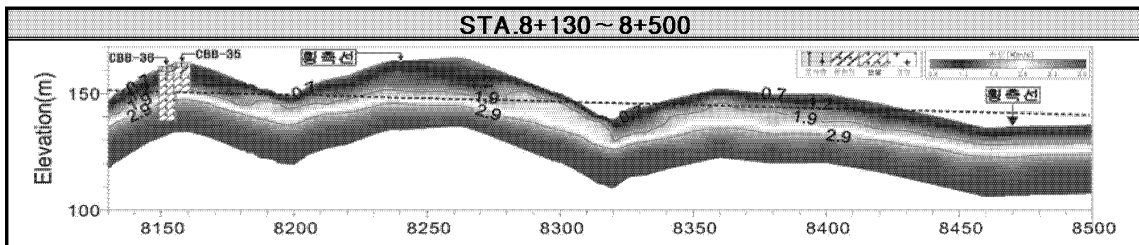
- 수평층서적인 양상을 나타내고 있으며, 리핑암 경계심도는 약 1~4m, 발파암 경계심도는 약 1~7m 내외로 나타나고 있음
- STA.7+170을 기준으로 종점부가 시점부에 비해 토사층의 층후가 깊은 양상을 나타냄
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 리핑 매우 어려움에 해당됨

(12) STA.7+620~7+950



- 리핑암 경계심도는 약 1~7m, 발파암 경계심도는 약 3~15m 내외로 나타나고 있음
- STA.7+690~7+760, 7+850~7+940에서 토사 및 리핑암의 층후가 상대적으로 깊을 것으로 예상됨
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 쉽게 리핑~리핑 매우 어려움에 해당됨

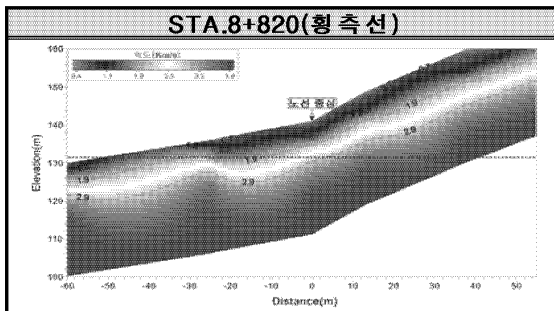
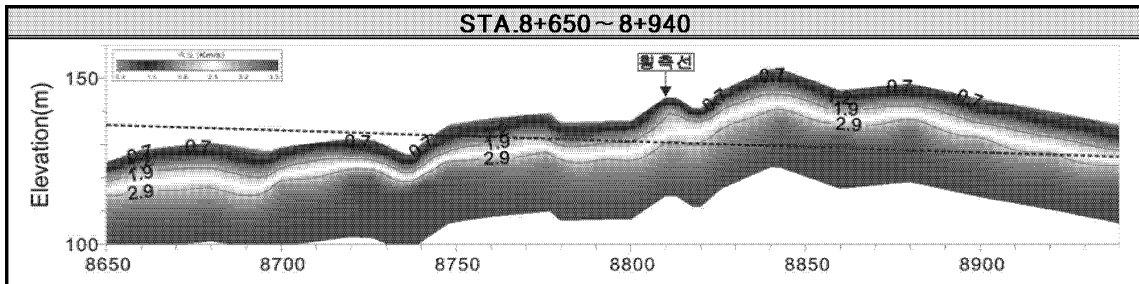
(13) STA.8+130~8+500



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~1.5m, 발파암 경계심도는 약 1.5~7m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~리핑 극히 곤란, 발파의 범위에 해당되며, 대부분 리핑 매우 어려움에 해당됨

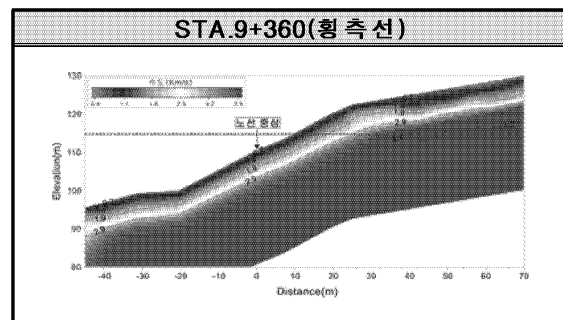
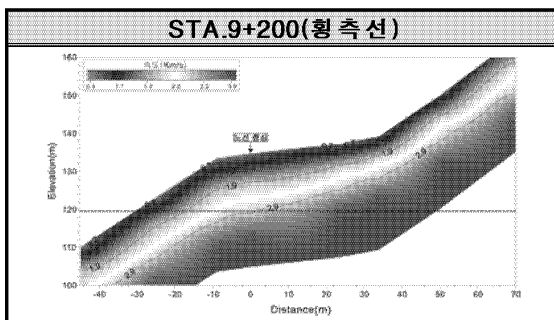
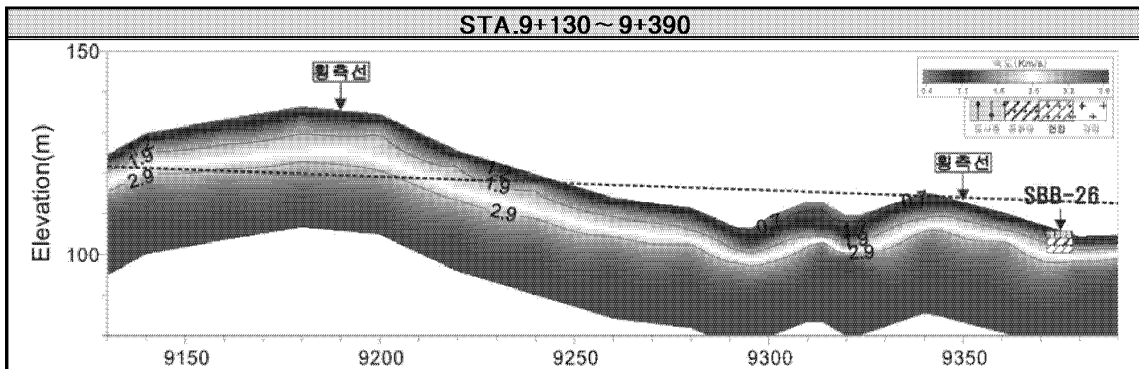
제 4 장 조 사 결 과

(14) STA.8+650~8+940



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암 경계심도는 약 1~4m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 리핑 매우 어려움에 해당됨

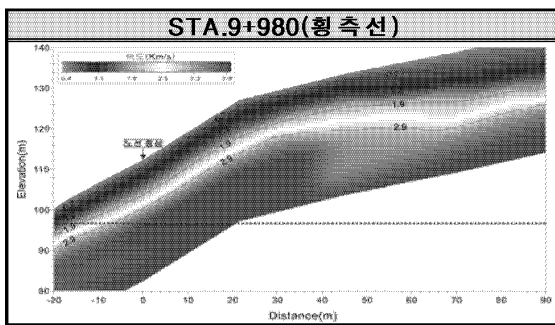
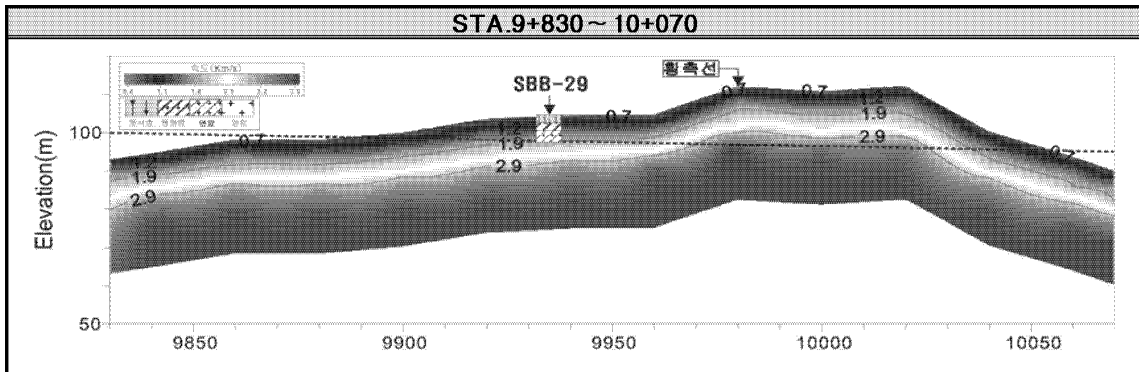
(15) STA.9+130~9+390



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암 경계심도는 약 1~4m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~리핑 극히 어려움, 발파의 범위에 해당되며, 대부분 리핑 매우 어려움에 해당됨

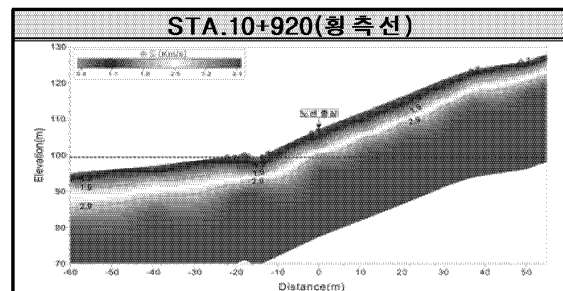
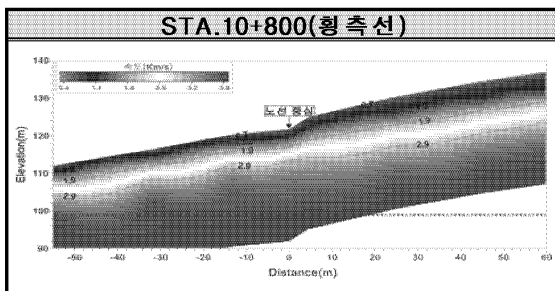
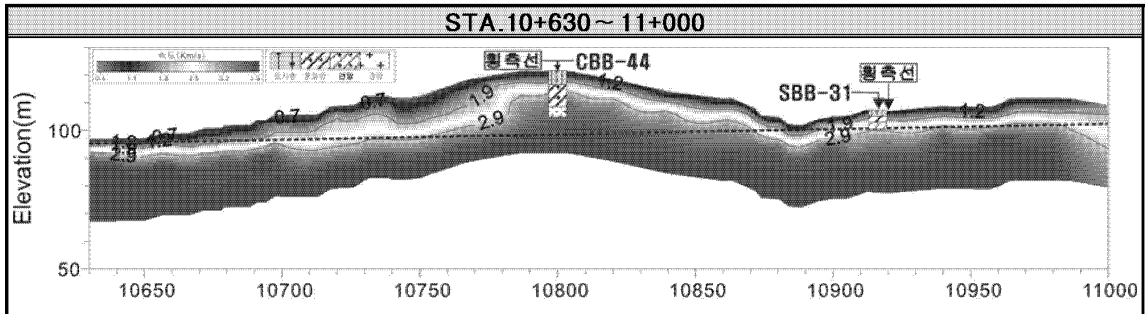
상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(16) STA.9+830~10+070



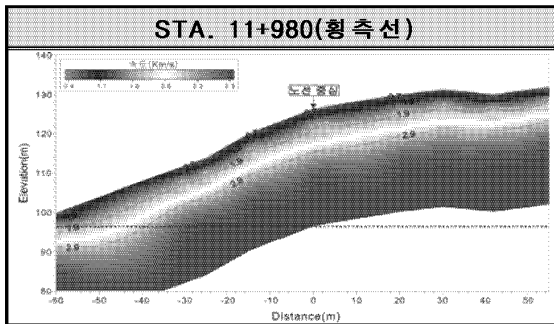
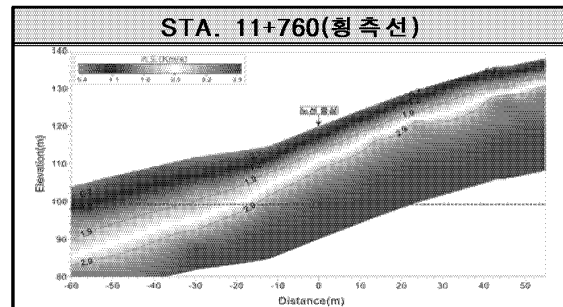
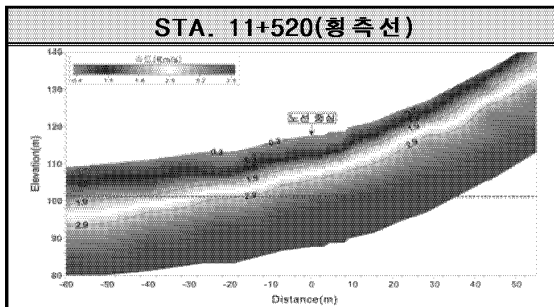
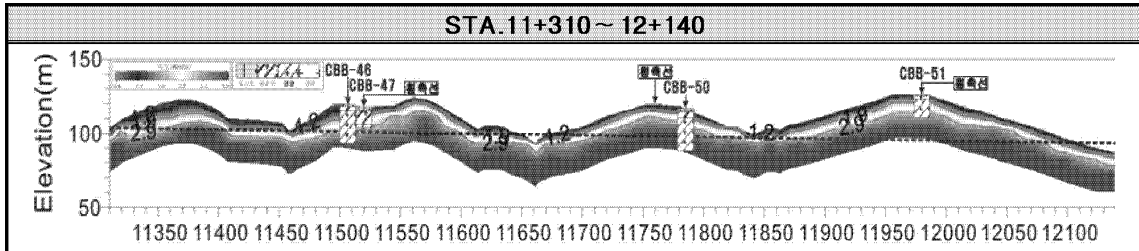
- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 1~3m, 발파암 경계심도는 약 2~6m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 발파에 해당됨

(17) STA.10+630~11+000



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~1m, 발파암 경계심도는 약 1~2m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 발파에 해당됨

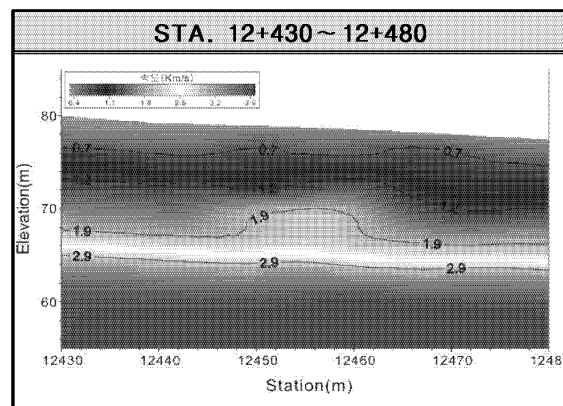
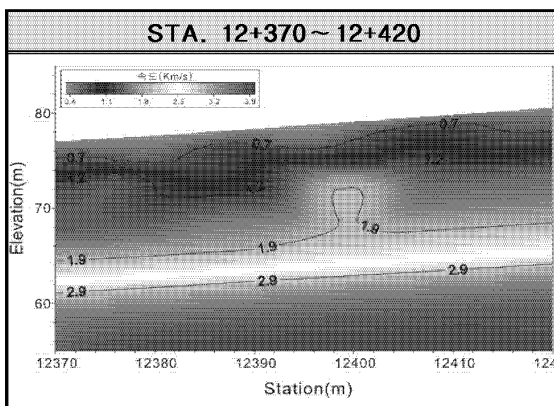
(18) STA.11+310~12+140



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 0.5~2m, 발파암 경계심도는 약 1~4m 내외로 나타남
- Weaver(1975)의 리퍼빌리티 분류에 따르면 쉽게 리핑~발파의 범위에 해당되며, 대부분 발파에 해당됨

(19) STA. 12+370~12+480(개량교)

• 종측선



- 수평층서적인 양상을 나타내고 있음
- 리핑암 경계심도는 약 2~3m, 발파암 경계심도는 약 5~8m 내외로 나타남

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.4.3 전기 비저항 탐사

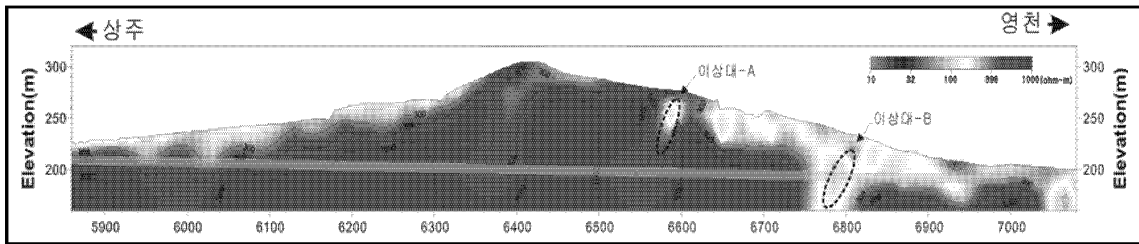
가. 목 적

- 터널구간의 전기비저항값을 획득하여 이상대 및 지층분포 특성 파악
- RMR과 전기비저항 상관성분석을 이용 미시추구간의 암반등급 산정시 반영

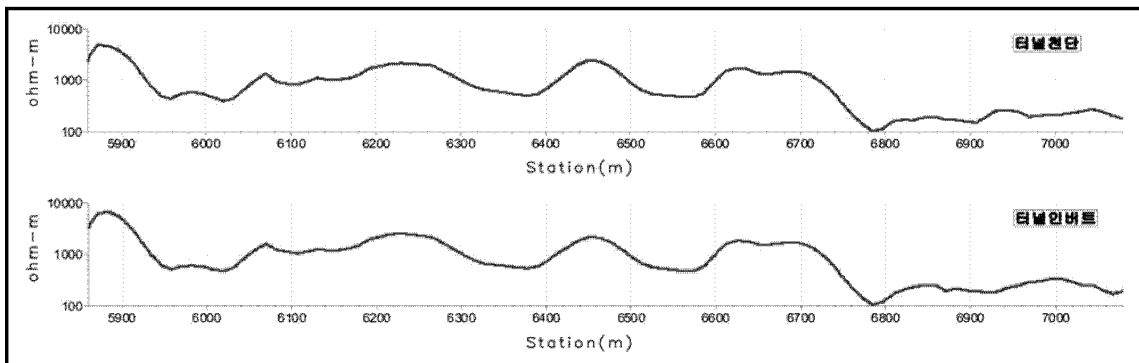
나. 탐사결과 및 분석

(1) 군위터널(상주방향 STA.5+860~7+080)

• 탐사 단면



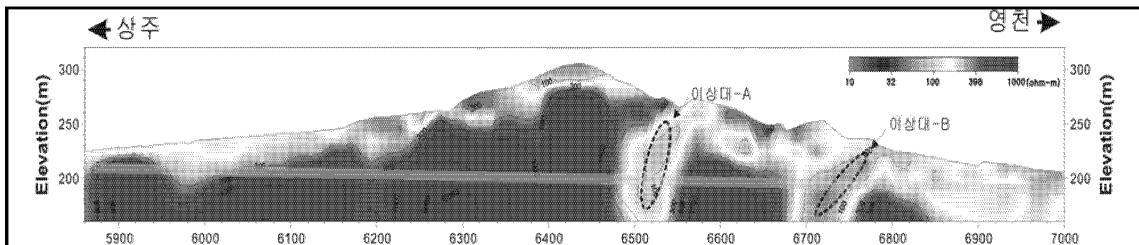
• 계획고 비저항 분포



- 터널 계획고 구간의 전기 비저항치는 STA.5+860~6+750에서 약 500~수천 Ω -m, STA. 6+750~7+080에서 약 500 Ω -m 이하의 비저항값을 나타내고 있음
- STA.6+580에서 약 150 Ω -m 이하의 상대적인 저비저항 이상대(이상대-A)가 나타나고 있으나 터널계획고와는 크게 이격된 천부에 위치하고 있음
- STA.6+780~6+800의 터널 계획고 구간에 약 200 Ω -m 이하의 상대적인 저비저항 이상대(이상대-B)가 나타나고 있으며, 암반내 절리 발달에 의한 것으로 추정됨

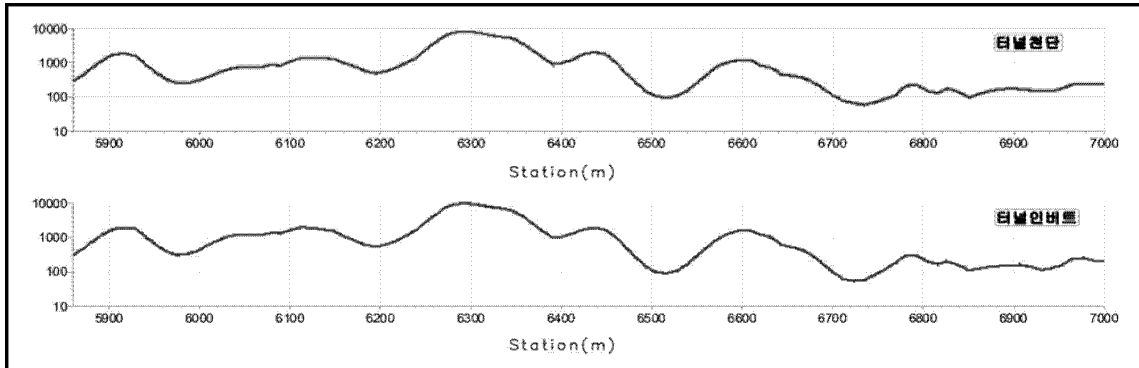
(2) 군위터널(영천방향 STA.5+860~7+000)

• 탐사 단면



제 4 장 조 사 결 과

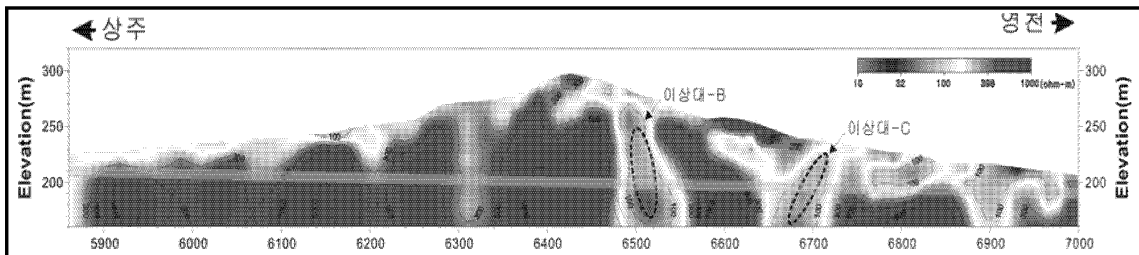
• 계획고 비저항 분포



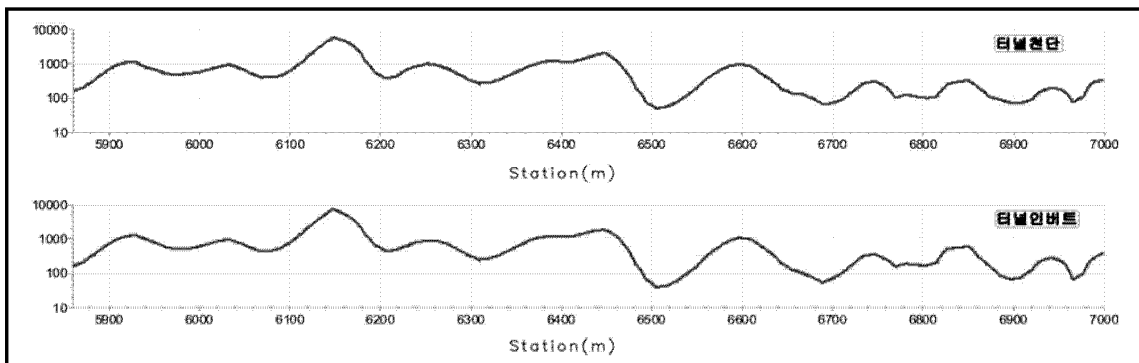
- 터널 계획고 구간의 전기 비저항치는 STA.5+860~6+480 구간과 STA. 6+560~6+660 구간에서 약 500~수천 Ω -m, 이외의 구간은 약 500 Ω -m 이하의 비저항값을 나타내고 있음
- 상주방향 STA.6+580지점의 천부에서 나타난 저비저항 이상대(이상대-A)가 STA.6+500~6+540 구간의 터널 계획고 구간까지 확대되어 나타나고 있으며 암반내 절리 발달에 의한 것으로 추정됨
- 터널계획고 기준 STA.6+700~6+760 구간에 약 100 Ω -m 이하의 상대적인 저비저항 이상대(이상대-B)가 상주방향과 연속하여 나타나고 있으며 이는 암반내 절리 발달에 의한 것으로 추정됨

(3) 군위터널((구)영천방향 STA. 5+860~7+000))

• 탐사 단면



• 계획고 비저항 분포

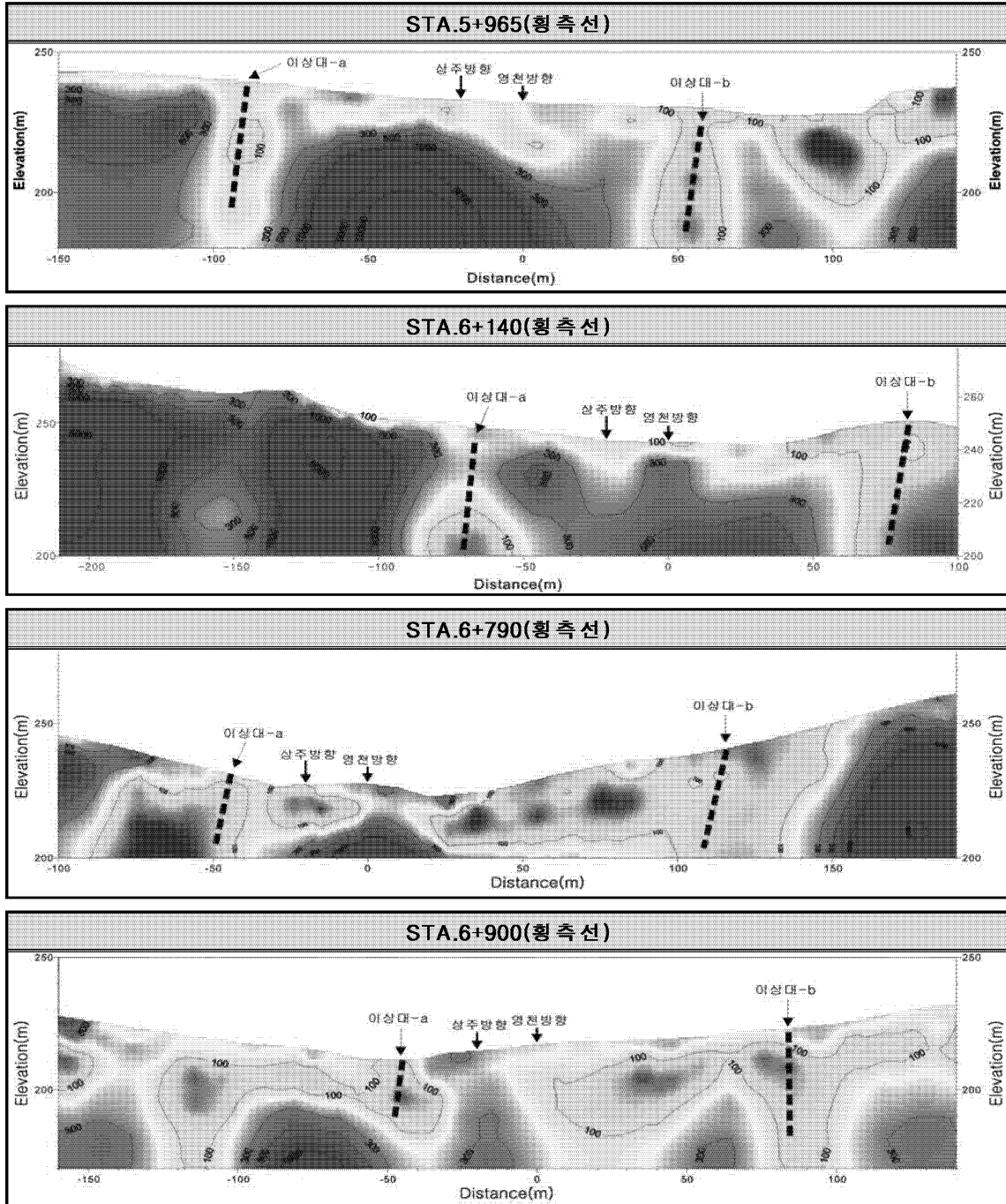


- 터널계획고 기준 STA.6+490~6+540, STA.6+660~6+720, STA.6+880~6+920 구간에 약 100 Ω -m 이하의 상대적인 저비저항 이상대가 나타나고 있으며 이는 암반내 절리 발달에 의한 것으로 추정됨

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(4) 군위터널(횡측선)

• 탐사 단면



- 영천방향을 기준으로 약 100 Ω-m 이하의 상대적인 저비저항 이상대(이상대-a, b)가 연속하여 나타나고 있으며 지표지질 조사 및 시추조사 결과와 비교/분석하여 불매 구조대(단층 및 파쇄대)에 의한 것으로 추정됨

4.4.4 시추조사

가. 목 적

- 설계구간에 계획된 구조물들에 대한 시추조사를 통해 지층의 전반적인 현황 및 기반암의 분포 상태, 풍화도, 암질파악
- 원위치 시험을 수행하기 위한 시추공 형성 및 실내시험을 위한 시료채취

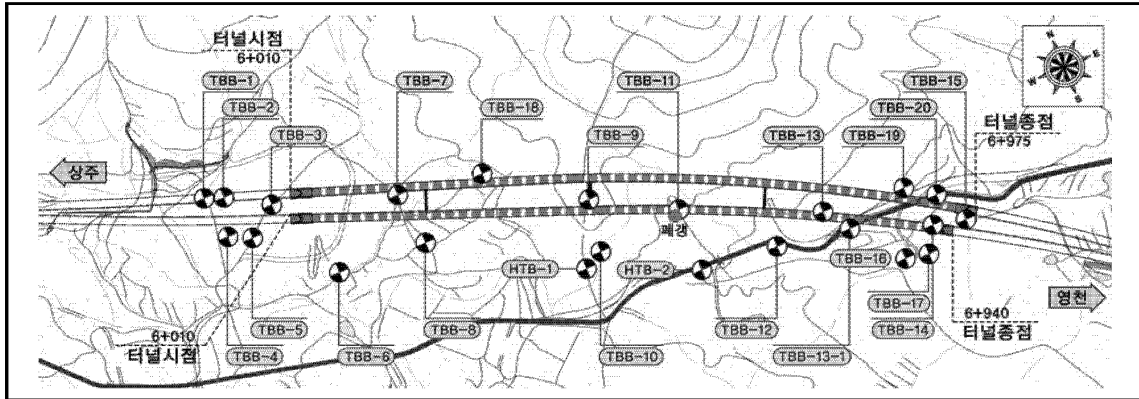
나. 구간별 지층현황

(1) 터널구간

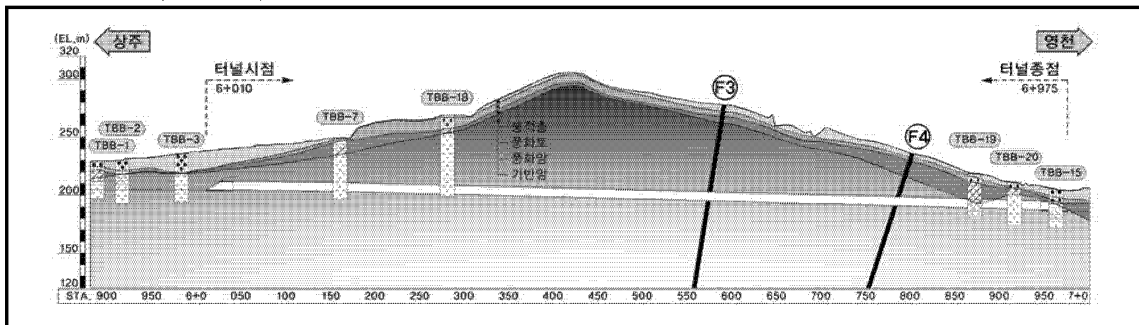
공 번	표 고 (EL, m)	매립층 (m)	붕적층 (m)	퇴적층 (m)	전석층 (m)	풍화토 (m)	풍화암 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L(-)
TBB-1	228.757	-	4.7	-	-	2.9	7.1	3.2	14.7	32.6	9.2
TBB-2	231.590	-	9.0	-	-	3.0		8.7	16.9	37.6	11.0
TBB-3	235.300	-	16.7	-	-	-	0.7	-	24.9	42.3	5.3
TBB-4	228.450	0.5	10.5	-	6.5	-	1.6	-	18.3	37.4	6.3
TBB-5	231.290	-	8.0	-	10.9	-	2.4	-	20.1	41.4	8.8
TBB-6	238.820	-	9.7	-	-	0.8	3.6	1.7	30.3	46.0	0.2
TBB-7	248.570	0.5	-	-	-	2.0	11.8	-	39.2	53.5	8.3
TBB-8	248.970	-	2.5	-	-	7.0	7.3	3.3	42.0	62.1	7.1
TBB-9	308.130	0.5	-	-	-	4.2	0.9	18.3	91.8	115.7	27.0
TBB-10	291.460	-	1.8	-	-	6.2	17.5	9.1	75.4	110.0	37.6
TBB-11	263.352	-	1.0	-	-	1.0	3.3	53.1	19.9	78.3	17.6
TBB-12	239.230	-	5.7	-	-	11.1	7.5	10.9	22.8	58.0	9.0
TBB-13	237.040	-	6.7	-	-	3.6	22.7	-	-	33.0	9.5
TBB-13-1	227.070	-	3.6	-	-	7.4	29.0	6.2	-	46.2	10.0
TBB-14	214.990	-	5.7	-	-	3.3	15.6	4.8	3.8	33.2	16.8
TBB-15	209.350	-	7.0	-	-	3.7	2.0	12.6	8.0	33.3	12.0
TBB-16	221.345	-	6.5	-	-	4.4	22.3	5.0	-	38.2	18.0
TBB-17	217.070	-	5.8	-	-	6.7	17.5	7.0	-	37.0	14.3
TBB-18	268.916	-	2.0	-	-	9.8	3.4	0.9	54.3	70.4	11.2
TBB-19	218.7619	-	3.3	-	-	4.7	17.2	7.2	4.6	37.0	14.9
TBB-20	211.2178	0.8	3.9	1.1	-	-	4.7	-	26.9	37.4	10.6
HTB-1	296.380	-	-	-	-	0.5	17.8	23.8	9.5	51.6	-
HTB-2	252.480	0.5	3.5	-	-	-	9.8	52.3	-	66.1	-

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

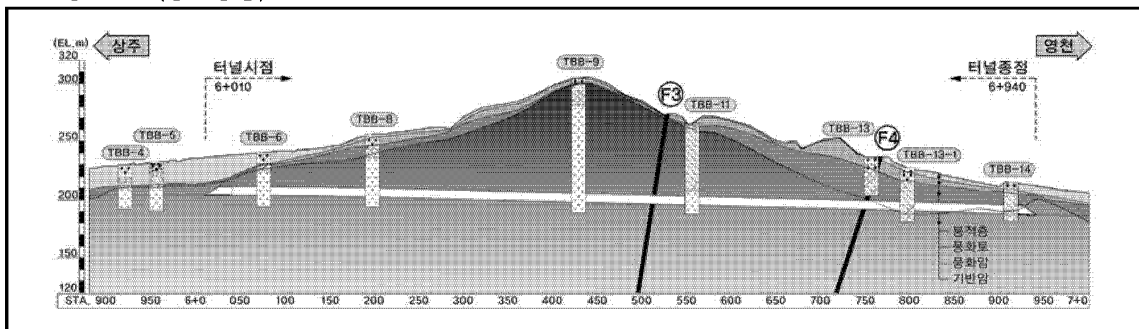
• 조사위치도



• 종단면도(상주방향)



• 종단면도(영천방향)



지층구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	토성/암종	N치 (TCR/RQD)	지층분포현황
표토층	0.0	0.5	SM, ML	-	
전답토	0.0	0.5	ML	-	
매립층	0.0	0.8	GM	-	
불적층	0.0~0.8	0.6~16.7	CL, SM, SC, GM, GC	5/30~50/2	
퇴적층	4.7	1.1	GM	50/5	
전석층	8.0~11.0	6.5~10.9	-	3/30~50/2	
풍화토	0.5~9.7	0.8~11.1	SM	12/30~50/11	
풍화암	2.0~18.9	0.7~29.0	-	50/10~50/2	
연암	5.3~40.0	0.9~53.1	사암, 니질암, 산성암맥	(54~100/0~88)	
경암	10.5~58.4	3.8~91.8		(14~100/0~100)	

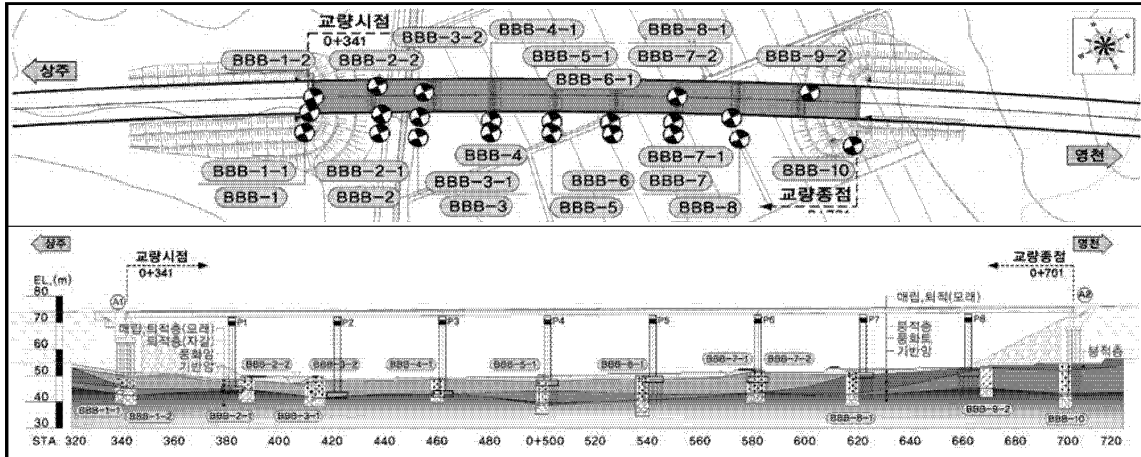
제 4 장 조 사 결 과

(2) 교량구간

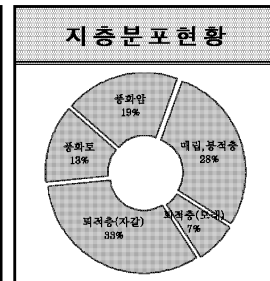
구 분	공 번	표 고 (EL, m)	전 답 토 (m)	매립·분적층 (m)	퇴적층 (m)	풍 화 토 (m)	풍 화 압 (m)	연 압 (m)	경 압 (m)	계 (m)	지 하 수 G.L(-)
도개교	BBB-1	49.866	-	-	3.0	-	-	3.0	-	6.0	1.5
	BBB-1-1	49.440	-	-	3.0	-	4.0	3.0	-	10.0	1.1
	BBB-1-2	49.900	-	0.8	-	4.0	2.7	3.8	-	11.3	0.9
	BBB-2	49.610	-	1.5	6.0	-	-	3.0	-	10.5	2.4
	BBB-2-1	49.930	-	1.5	3.5	-	-	3.0	-	8.0	2.2
	BBB-2-2	50.100	-	1.7	3.8	-	-	5.0	-	10.5	0.9
	BBB-3	49.600	-	1.8	4.6	-	0.6	8.1	-	15.1	2.4
	BBB-3-1	49.890	-	2.0	4.5	-	-	3.5	-	10.0	2.1
	BBB-3-2	49.900	-	1.8	6.7	-	-	3.0	-	11.5	1.1
	BBB-4	48.940	0.2	-	5.3	-	-	3.5	-	9.0	0.8
	BBB-4-1	48.940	0.3	-	5.7	-	-	3.0	-	9.0	1.1
	BBB-5	49.420	1.2	-	3.8	4.5	-	3.0	-	12.5	0.3
	BBB-5-1	49.420	1.5	-	4.0	4.3	0.9	3.3	-	14.0	0.5
	BBB-6	50.070	0.5	1.5	5.7	2.3	-	3.0	-	13.0	1.6
	BBB-6-1	51.490	-	1.5	7.1	-	6.9	-	-	15.5	2.4
	BBB-7	50.610	0.6	0.7	6.2	-	-	3.0	-	10.5	2.6
	BBB-7-1	50.610	0.5	2.2	5.3	-	-	3.0	-	11.0	2.2
	BBB-7-2	51.900	0.3	-	8.2	-	-	3.5	-	12.0	1.1
	BBB-8	53.140	-	5.8	2.7	1.5	1.0	3.0	-	14	3.2
	BBB-8-1	53.300	-	9.0	-	1.0	3.5	-	-	13.5	3.3
	BBB-9-2	53.700	0.4	-	-	8.0	-	3.6	-	12.0	4.2
	BBB-10	53.850	-	2.8	-	8.7	0.8	4.8	-	17.1	2.8
다곡1교	BBB-11	111.360	-	1.5	-	-	8.5	-	-	10.0	6.1
	BBB-12	115.160	-	6.0	-	-	3.0	3.0	-	12.0	6.9
달산2교	BBB-15	141.99	-	0.9	0.9	2.2	1.2	4.2	-	9.4	3.4
	BBB-16	144.90	-	2.2	1.3	-	8.0	1.8	-	13.3	3.2
달산1교	BBB-17	76.279	-	1.8	-	3.0	0.5	4.7	-	10.0	0.6
	BBB-17-1	77.843	-	-	4.0	-	-	3.0	-	7.0	2.2
	BBB-18	76.006	-	2.5	-	1.5	1.7	17.3	-	23.0	1.4
	BBB-18-1	75.944	-	3.5	-	-	-	15.0	-	18.5	1.4
	BBB-19	76.072	-	2.5	-	-	-	3.2	4.8	5.7	1.5
	BBB-20	78.241	-	0.5	-	-	0.9	4.6	-	6.0	2.1
	BBB-20-1	77.566	-	4.0	-	11.0	-	25.0	-	40.0	1.4
개량교	BBB-21	78.620	-	-	-	3.8	8.2	-	-	12.0	1.3
신계교	BBB-23	68.200	0.4	-	5.6	-	-	3.0	-	9.0	1.0
	BBB-23-1	68.209	0.5	-	6.0	-	-	3.5	-	10.0	0.7
	BBB-24	70.36	-	1.5	5.5	-	0.6	3.0	-	10.6	3.2
	BBB-25	70.53	-	1.4	4.4	1.0	-	3.2	-	10.0	3.3
	BBB-26	66.88	-	-	4.5	-	-	3.7	-	8.2	0.0
	BBB-27	66.75	-	-	4.2	-	-	0.5	2.6	4.7	0.0
	BBB-28	67.09	-	-	4.6	-	0.9	3.0	-	8.5	0.0
	BBB-29	66.92	-	-	4.0	-	-	3.0	-	7.0	0.0
	BBB-30	70.93	-	1.5	5.5	0.8	0.5	3.2	-	11.5	3.7
	BBB-31	70.87	-	1.5	5.4	1.6	-	9.7	2.9	18.2	3.6
	BBB-32	69.140	0.7	-	4.5	-	-	0.4	2.4	8.0	1.2
	BBB-33	69.140	0.5	-	4.5	-	-	-	1.2	6.2	1.5

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

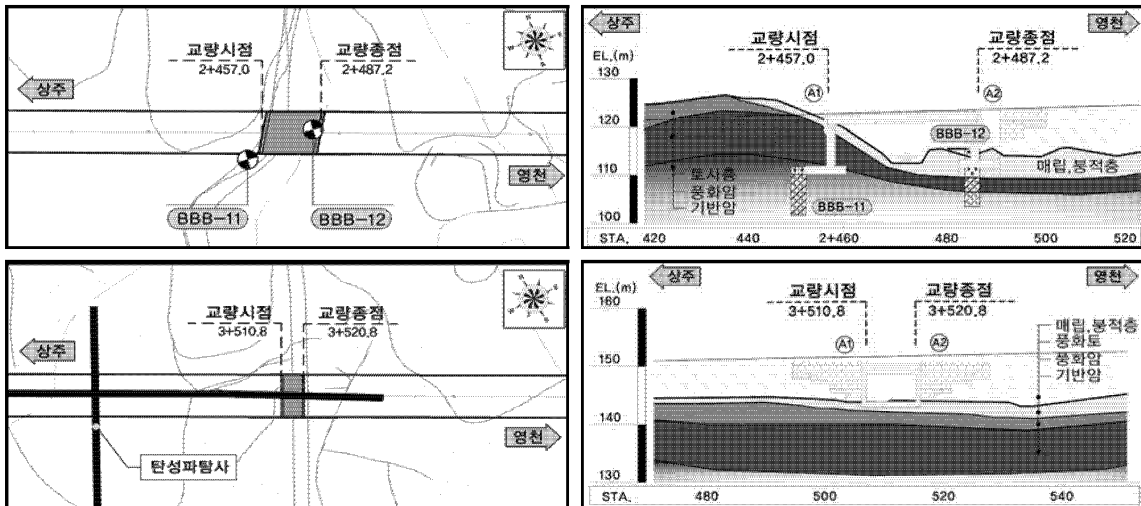
• 도개교



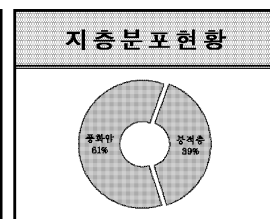
지층구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	토성/암종	N치 (TCR/RQD)
전답토	0.0	0.2~1.5	CL, SM, SC	5/30~6/30
매립·붕적층	0.0~1.5	0.7~7.5	SM, GM	4/30~50/2
퇴적층(모래)	0.0	3.0	SM	3/30~6/30
퇴적층(자갈)	0.2~5.8	2.7~8.2	GM	3/30~50/2
풍화토	2.8~9.0	1.0~8.7	SM	12/30~50/10
풍화암	3.0~11.5	0.6~6.9	-	50/10~50/2
연암	3.0~12.3	-	사암,니질암,산성,산성암맥	(56~100/0~69)



• 다극 2,1교

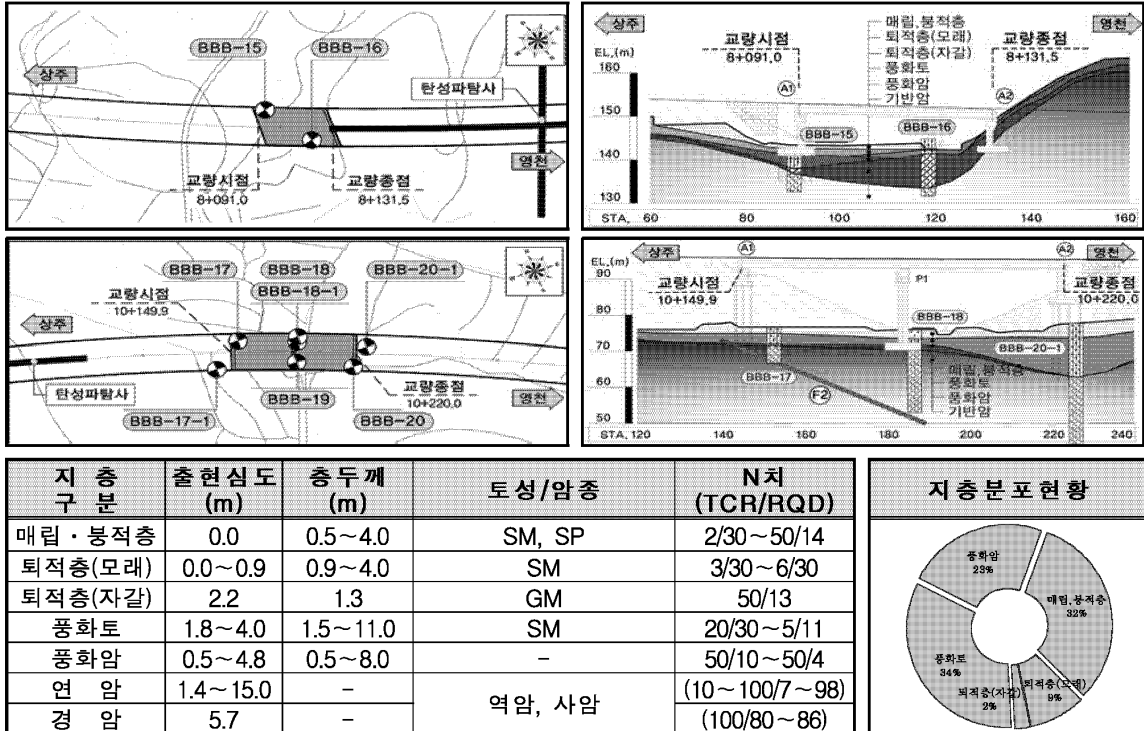


지층구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	토성/암종	N치 (TCR/RQD)
매립·붕적층	0.0	1.5~6.0	GM, GP	50/7
풍화암	1.5~6.0	3.0~8.5	-	50/10~50/5
연암	9.0	-	화강암	(100/85)

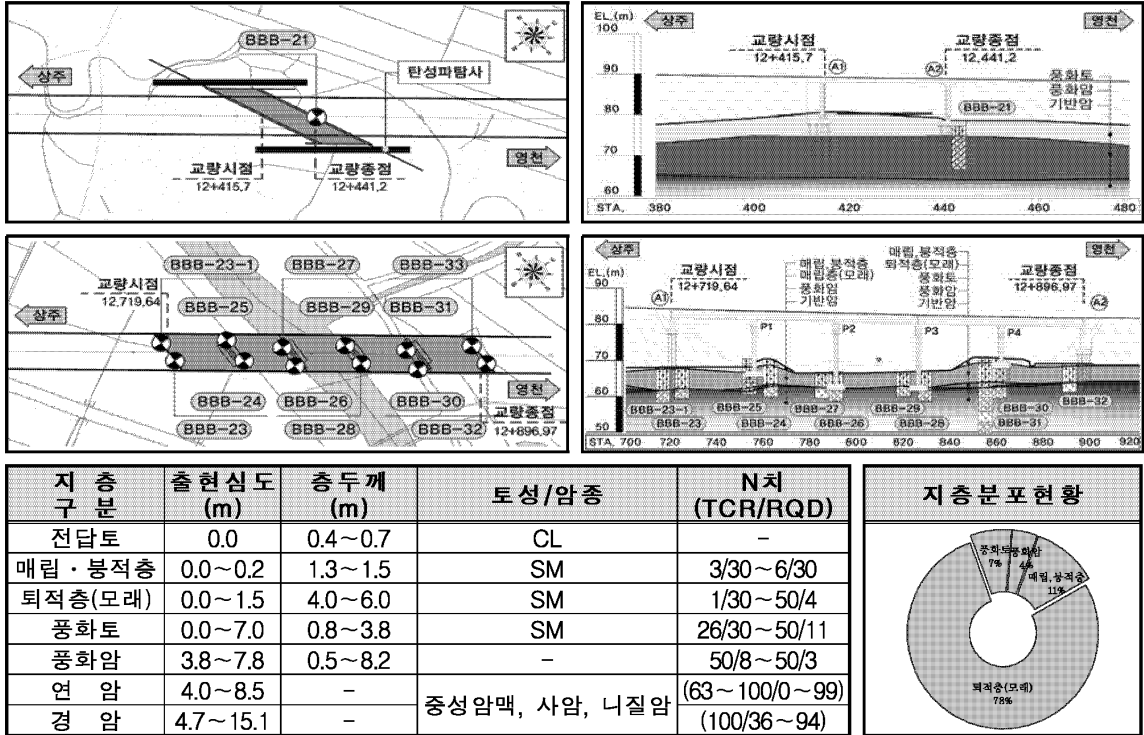


제 4 장 조 사 결 과

• 달산 2, 1교



• 개량교, 신계교



상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

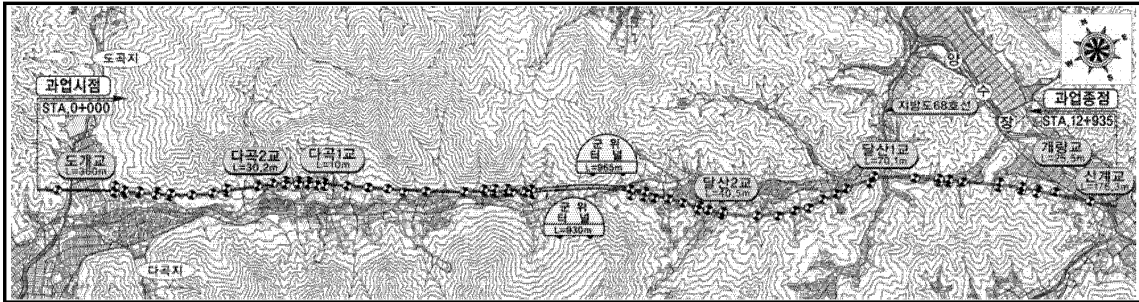
다. 비탈면구간

구 분	공 번	표 고 (EL, m)	매 립 층 (m)	붕 적 층 (m)	퇴 적 층 (m)	풍 화 토 (m)	풍 화 압 (m)	연 압 (m)	경 압 (m)	계 (m)	지 하 수 G.I.(-)
깎 기	CBB-3	97.610	0.5	-	-	3.0	-	15.5	-	19.0	11.1
	CBB-4	93.050	0.5	-	-	3.0	6.5	2.6	-	12.6	10.6
	CBB-5	125.098	-	-	-	4.0	13.0	21.0	-	38.0	심도이하
	CBB-6	103.972	-	1.4	-	2.6	3.9	3.1	-	11.0	심도이하
	CBB-7	120.380	-	-	-	4.0	9.3	13.7	-	27.0	22.1
	CBB-8	102.700	-	0.5	-	-	0.9	9.6	-	11.0	7.7
	CBB-9	139.450	-	-	-	-	10.0	13.3	4.7	28.0	19.0
	CBB-10	126.390	-	-	-	6.0	4.9	2.1	-	13.0	12.8
	CBB-11	152.546	-	-	-	1.8	8.2	8.0	-	18.0	심도이하
	CBB-12	138.614	-	3.7	-	1.1	6.7	6.5	-	18.0	13.5
	CBB-13	151.447	-	-	-	1.8	1.1	2.1	8.0	13.0	11.2
	CBB-14	142.409	-	-	-	1.6	3.2	2.2	-	7.0	6.8
	CBB-15	156.188	-	-	-	2.6	8.4	4.0	-	15.0	심도이하
	CBB-16	142.241	-	0.6	-	2.2	12.2	-	-	15.0	심도이하
	CBB-20	205.099	-	12.5	-	1.0	2.0	-	2.6	18.1	10.8
	CBB-21	212.814	-	6.8	-	3.9	-	10.8	2.6	24.1	10.2
	CBB-22	198.086	-	7.3	-	2.0	-	1.2	1.8	12.3	6.2
	CBB-23	215.558	-	5.7	-	2.8	2.3	-	15.2	26.0	15.5
	CBB-24	209.837	-	2.5	-	1.4	9.6	2.5	-	16.0	4.0
	CBB-25	219.410	-	6.6	-	2.7	7.7	8.5	-	25.5	12.3
	CBB-26	226.720	0.5	2.0	1.3	6.9	5.4	7.6	1.5	25.2	13.6
	CBB-27	225.360	0.5	17.3	-	-	7.2	-	-	25.0	0.0
	CBB-28	203.250	-	12.9	-	-	33.1	4.0	-	50.0	12.2
	CBB-29	207.331	-	1.5	-	12.5	20.5	1.5	-	36.0	0.5
	CBB-30	189.222	-	16.9	-	3.1	3.0	-	-	23.0	20.9
	CBB-31	203.409	-	7.5	-	4.3	16.2	-	-	28.0	9.0
	CBB-32	192.506	-	6.8	-	3.2	7.0	2.2	-	19.2	3.4
	CBB-33	173.892	-	0.7	-	7.9	13.4	3.0	-	25.0	17.8
	CBB-34	177.864	-	0.5	-	6.8	2.4	13.5	-	23.2	18.4
	CBB-35	161.300	-	0.4	-	1.1	2.4	8.4	-	12.3	10.2
	CBB-36	160.970	-	0.7	-	0.8	1.0	19.6	-	22.1	17.9
	CBB-43	142.499	-	1.5	-	8.1	-	29.7	4.8	44.1	심도이하
	CBB-44	117.503	-	0.7	-	5.1	6.9	3.3	-	16.0	6.4
	CBB-45	129.558	-	-	-	1.9	1.7	28.7	-	32.3	23.1
	CBB-46	114.605	-	-	-	1.8	3.2	15.5	-	20.5	18.2
	CBB-47	110.411	-	2.0	-	-	9.3	1.7	-	13.0	11.4
	CBB-48	126.388	0.5	-	-	-	2.5	23.3	-	26.3	18.3
	CBB-49	112.155	-	1.5	-	5.5	11.5	3.0	-	21.5	19.0
	CBB-50	128.415	-	1.5	-	-	5.5	22.5	-	29.5	27.5
	CBB-51	121.216	0.3	-	-	-	2.4	12.3	-	15.0	11.3
	CBB-52	130.876	0.3	-	-	-	4.1	32.6	-	37.0	34.9
쌓 기	SBB-1	58.960	-	3.0	-	1.0	5.2	-	-	9.2	6.0
	SBB-2	81.590	0.4	-	-	3.1	3.5	1.6	-	8.6	7.1
	SBB-3	83.640	0.5	-	-	3.4	3.0	1.3	-	8.2	7.5
	SBB-4	98.310	-	8.5	-	1.5	5.0	2.0	-	17.0	5.4
	SBB-5	107.406	-	7.0	-	-	4.5	2.5	-	14.0	심도이하
	SBB-6	117.523	-	7.6	-	-	2.4	-	-	10.0	3.0
	SBB-7	126.783	-	2.8	-	4.8	1.4	-	-	9.0	7.0

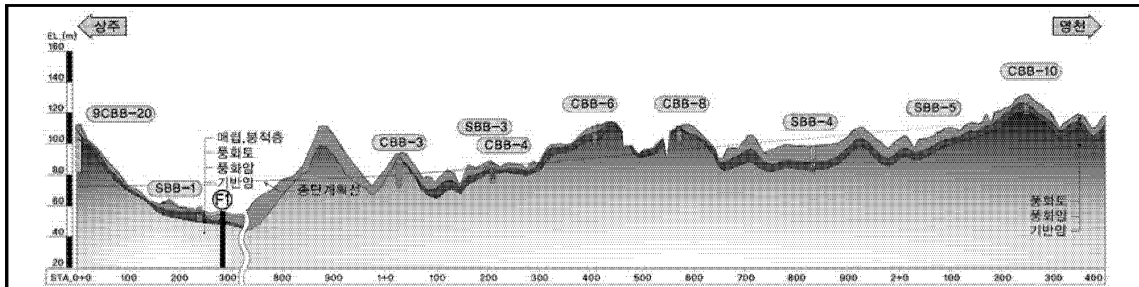
제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	표 고 (E.L., m)	매 립 층 (m)	봉 적 층 (m)	퇴 적 층 (m)	풍 화 토 (m)	풍 화 암 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지 하 수 G.L.(-)
쌓 기	SBB-8	136.503	-	2.8	-	4.5	8.7	-	-	16.0	12.0
	SBB-10	153.288	-	0.3	-	1.4	7.3	-	-	9.0	8.2
	SBB-11	152.190	-	2.8	0.9	2.1	4.2	-	-	10.0	3.0
	SBB-12	161.327	-	3.7	-	-	1.8	0.5	31.0	37.0	1.0
	SBB-13	165.065	-	2.6	-	2.1	3.3	-	-	8.0	2.9
	SBB-15	179.911	-	7.7	1.1	-	2.2	-	-	11.0	2.9
	SBB-16	189.478	-	7.9	-	3.6	2.2	0.3	-	14.0	5.9
	SBB-17	197.865	0.5	2.8	-	-	1.2	-	1.5	6.0	2.1
	SBB-18	198.367	0.5	5.2	-	0.9	2.4	-	-	9.0	0.4
	SBB-20	170.236	-	6.9	-	2.1	9.0	2.0	-	20.0	4.4
	SBB-21	161.615	0.5	0.8	-	2.7	1.3	-	1.4	6.7	1.0
	SBB-22	149.677	-	-	2.5	-	0.7	1.9	-	5.1	2.2
	SBB-24	120.395	-	3.1	-	-	-	0.6	1.3	5.0	1.4
	SBB-25	110.194	-	2.0	-	-	0.5	3.0	-	5.5	2.0
	SBB-26	102.479	-	2.5	-	-	1.0	1.5	-	5.0	0.4
	SBB-27	88.506	-	2.5	-	2.5	2.0	3.0	-	10.0	4.6
	SBB-28	80.691	-	3.5	-	3.0	2.5	3.0	-	12.0	1.5
	SBB-29	92.488	-	0.8	-	2.7	0.5	2.6	-	6.6	3.3
	SBB-30	91.762	-	-	1.5	3.3	2.2	1.0	-	8.0	0.7
	SBB-31	100.007	-	0.8	-	0.9	2.4	2.7	-	6.8	4.6
	SBB-32	94.382	-	1.7	-	-	0.8	2.5	-	5.0	0.7
	SBB-34	78.379	-	0.7	-	-	-	4.3	-	5.0	0.5
	SBB-35	68.720	0.9	-	5.7	3.4	3.0	-	-	13.0	1.5

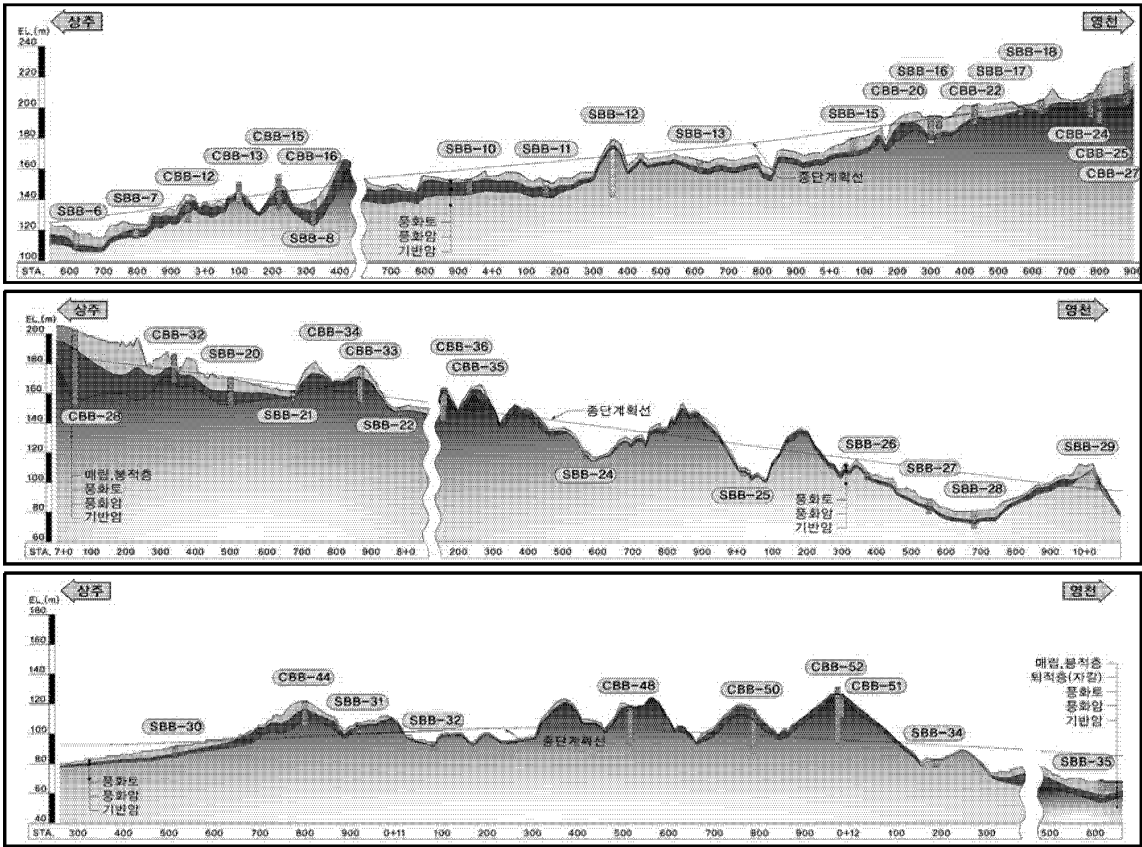
• 조사위치도



• 종단면도

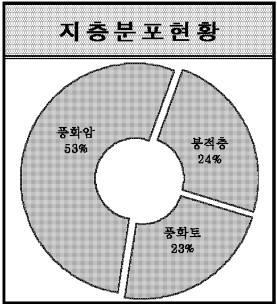


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계



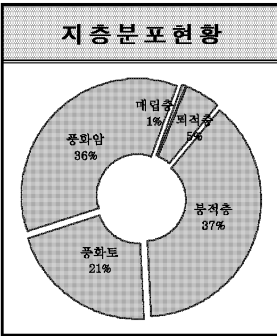
• 깎기구간

지층구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	토성/암종	N치 (TCR/RQD)
표토층	0.0	0.3~0.5	SM, GP	-
전답토	0.0	0.5	MH, ML	-
붕적층	0.0~0.5	0.4~17.3	SM, SP, GP-GC, GP, GM, ML	2/30~50/2
퇴적층	2.5	1.3	SM	23/50
풍화토	0.0~16.9	0.8~12.5	SM	16/30~50/11
풍화암	0.0~20.0	0.9~33.1	-	10/50~50/1
연 암	1.4~46.0	-	사암, 니질암, 화강암	(28~100/0~98)
경 암	5.0~39.3	-		(95~100/54~100)



• 쌓기구간

지층구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	토성/암종	N치 (TCR/RQD)
표토층	0.0	0.4~0.5	SM	-
매립층	0.0	0.5~0.9	GP, SM	-
전답토	0.0	0.5	SP-SM	-
붕적층	0.0~0.5	0.3~8.5	SM, GP, GM, GP-GC	4/30~50/2
퇴적층	0.0~7.7	0.9~5.7	SM, GM, ML	2/30~50/12
풍화토	0.3~8.5	0.9~4.8	SM	5/30~50/11
풍화암	1.7~11.5	0.5~9.0	-	50/10~50/2
연 암	0.7~18.0	-	사암, 니질암, 화강암	(40~100/0~83)
경 암	3.7~6.0	-		(90~100/49~95)



4.4.5 시험굴 조사

가. 목 적

- 지층의 구성상태 파악
- 현장조사 및 실내시험에 의한 다짐특성, 노상지지력비 산정
- 쌓기재료로서의 적합성 판정 및 경제성을 고려한 쌓기재 유용 가능성 파악
- 자연상태의 현장단위중량을 구하여 비탈면 안정 해석시 반영

나. 시험 결과

공 번	지 층	함수비(%)	지 층상태	USCS
TP-1	풍화토	21.3	암편석인 실트질 모래	SM
TP-2	붕적층	12.2	모래석인 점토질 자갈	GC
TP-3	풍화토	13.3	실트질 모래	SM
TP-4	풍화토	15.3	암편석인 실트질 모래	SM
TP-5	풍화토	14.9	암편석인 실트질 모래	SM
TP-6	붕적층	12.7	모래석인 실트질 자갈	GM
TP-7	붕적층	11.9	자갈석인 점토질 모래	SC
TP-8	붕적층	13.8	자갈석인 점토질 모래	SC
TP-9	풍화토	19.1	실트질 모래	SM
TP-10	풍화토	13.9	실트질 모래	SM
TP-11	풍화토	12.5	암편석인 실트질 모래	SM
TP-12	붕적층	16.4	자갈석인 실트질 모래	SM
TP-13	풍화토	16.2	암편석인 실트질 모래	SM
TP-14	붕적층	13.3	자갈석인 실트질 모래	SM
TP-15	붕적층	14.8	자갈석인 점토질 모래	SC

다. 현장밀도시험

공 번	자연함수비(%)	자연상태 단위 중량(kN/m ³)		흔트러진상태 단위 중량(kN/m ³)		토랑환산계수(L)	지층상태
		습윤단위중량	건조단위중량	습윤단위중량	건조단위중량		
TP-1	21.3	18.97	15.64	14.74	12.15	1.287	풍화토
TP-2	12.2	18.34	16.34	13.43	11.97	1.365	붕적층
TP-3	13.3	18.58	16.40	14.46	12.76	1.285	풍화토
TP-4	15.3	19.09	16.56	14.60	12.66	1.308	풍화토
TP-5	14.9	18.42	16.03	14.58	12.69	1.263	풍화토
TP-6	12.7	18.09	16.05	14.90	13.22	1.214	붕적층
TP-7	11.9	17.64	15.77	14.10	12.60	1.251	붕적층
TP-8	13.8	17.28	15.19	13.50	11.86	1.281	붕적층
TP-9	19.1	18.36	15.41	14.53	12.20	1.263	풍화토
TP-10	13.9	18.62	16.35	15.14	13.29	1.230	풍화토
TP-11	12.5	17.11	15.22	13.68	12.16	1.251	풍화토
TP-12	16.4	17.10	14.69	13.43	11.54	1.273	붕적층
TP-13	16.2	18.19	15.65	14.12	12.15	1.288	풍화토
TP-14	13.3	17.66	15.59	13.85	12.22	1.276	붕적층
TP-15	14.8	17.22	15.00	14.02	12.21	1.229	붕적층

- 자연상태의 함수비는 11.9~21.3%의 범위를 보임
- 습윤단위중량(γ_v)은 붕적층 17.10~18.34kN/m³, 풍화토 17.11~19.09kN/m³의 범위를 보임
- 토랑환산계수(L)은 1.214~1.365의 범위를 보임

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.5 강도 및 변형특성 분석을 위한 조사

4.5.1 토질물성 시험

가. 목 적

- 과업구간에 분포하는 토사층의 지층분류 및 물리적 특성 파악
- 터널구간 4회, 교량구간 22회, 비탈면구간 58회 총 84회 실시

나. 시험결과 및 분석

(1) 터널구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
					LL(%)	PI	#4	#10	#40	#200	0.02mm	
TBB-2	5.0	붕적층	13.2	2.68	26.5	2.7	97.3	93.4	68.0	41.0	12.0	SM
TBB-4	2.0	붕적층	16.5	2.67	29.5	6.4	100	97.4	80.2	56.7	10.0	ML
TBB-15	5.0	붕적층	13.0	2.67	24.9	3.3	96.7	91.3	63.9	29.7	7.5	SM
TBB-17	3.0	붕적층	15.3	2.69	26.8	4.0	100	100	82.4	58.8	14.0	ML

(2) 교량구간

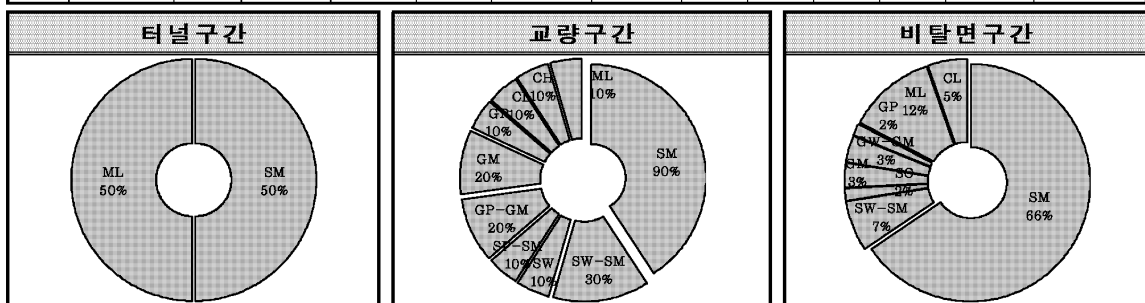
공 번		심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
						LL(%)	PI	#4	#10	#40	#200	0.02mm	
도개교	BBB-1	1.0	퇴적층	9.9	2.67	NP	-	66.9	55.6	32.9	11.1	-	SP-SM
	BBB-3	3.0	퇴적층	10.0	2.70	NP	-	31.9	26.3	15.8	4.8	-	GP
	BBB-6-1	3.0	퇴적층	13.3	2.63	NP	-	63.0	57.0	33.4	13.2	-	SM
	BBB-8	3.0	붕적층	17.7	2.67	27.8	5.2	100	99.2	87.1	50.5	9.0	ML
	BBB-8-1	3.0	붕적층	27.9	2.71	43.7	20.8	100	100	94.2	78.6	29.5	CL
	BBB-10	4.0	풍화토	40.5	2.74	59.7	30.2	100	100	98.0	91.6	33.0	CH
다국2교	BBB-11	1.0	붕적층	8.7	2.65	NP	-	98.1	81.2	32.6	11.4	-	SW-SM
달산2교	BBB-15	2.0	풍화토	9.7	2.68	NP	-	100	100	63.1	24.2	-	SM
	BBB-16	1.0	매립층	9.1	2.68	NP	-	87.4	82.8	51.2	24.5	-	SM
달산1교	BBB-17	2.0	풍화토	12.0	2.67	NP	-	95.7	88.0	33.3	13.2	-	SM
	BBB-17-1	3.0	퇴적층	18.1	2.65	NP	-	89.0	77.7	42.4	15.2	-	SM
	BBB-18	2.0	매립층	11.7	2.67	NP	-	46.6	41.2	31.0	9.8	-	GP-GM
	BBB-18-1	7.5	파쇄대	1.1	2.64	NP	-	19.5	14.1	10.7	6.9	-	GP-GM
		9.4	파쇄대	1.2	2.64	NP	-	50.9	45.6	29.6	17.7	-	GM
		16.6	파쇄대	2.6	2.66	NP	-	31.9	30.3	20.7	12.4	-	GM
	BBB-19	1.0	매립층	14.1	2.71	NP	-	73.8	66.2	58.5	24.7	-	SM
	BBB-20	1.0	매립층	13.3	2.70	26.2	3.6	92.9	89.0	77.8	47.9	10.0	SM
	BBB-20-1	2.0	붕적층	13.7	2.68	NP	-	98.5	90.1	50.8	21.6	-	SM
신계교	BBB-24	2.0	퇴적층	11.3	2.68	NP	-	79.4	63.9	19.4	5.8	-	SW-SM
	BBB-25	1.0	매립층	12.5	2.67	NP	-	86.0	78.3	36.4	12.0	-	SW-SM
	BBB-26	2.0	퇴적층	21.4	2.66	NP	-	80.9	77.1	66.6	27.9	4.5	SM
	BBB-28	1.0	퇴적층	20.5	2.67	NP	-	90.7	76.8	23.3	2.9	-	SW

(3) 비탈면구간

공 번		심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
						LL(%)	PI	#4	#10	#40	#200	0.02mm	
깎기	CBB-3	1.0	풍화토	8.2	2.68	NP	-	100	93.1	44.8	24.6	-	SM
	CBB-4	2.0	풍화토	7.1	2.70	NP	-	56.4	41.0	28.4	16.4	-	GM
	CBB-5	1.0	풍화토	18.4	2.68	27.6	4.9	100	100	83.6	55.3	12.5	ML
	CBB-6	2.0	풍화토	11.0	2.65	NP	-	97.8	70.7	31.5	13.2	-	SM
	CBB-7	1.0	풍화토	12.0	2.66	NP	-	97.9	65.3	26.4	12.4	-	SM
	CBB-10	2.0	풍화토	11.5	2.65	NP	-	100	92.6	43.3	22.5	-	SM
	CBB-11	1.0	풍화토	9.8	2.68	NP	-	100	75.1	22.4	8.2	-	SW-SM
	CBB-12	2.0	붕적층	15.5	2.67	26.8	4.3	100	97.8	82.2	43.2	8.0	SM
	CBB-15	1.0	풍화토	12.2	2.69	NP	-	100	82.3	24.4	7.5	-	SW-SM
	CBB-16	1.0	풍화토	11.3	2.69	NP	-	98.0	84.2	29.2	10.0	-	SW-SM
	CBB-20	4.0	붕적층	17.6	2.70	32.4	10.4	96.7	96.2	91.1	71.9	17.5	CL
	CBB-21	5.0	붕적층	10.5	2.71	32.6	10.9	84.7	83.4	70.9	47.6	15.0	SC
	CBB-22	1.0	붕적층	14.6	2.69	30.2	9.7	90.2	87.6	79.7	61.9	17.0	CL
	CBB-23	4.0	붕적층	20.6	2.70	28.2	4.8	74.5	64.5	67.8	59.2	7.5	ML
	CBB-26	6.0	풍화토	15.1	2.67	NP	-	100	98.4	60.6	29.9	-	SM
	CBB-28	5.0	붕적층	11.9	2.69	NP	-	81.4	75.1	52.0	28.9	-	SM
	CBB-29	1.0	붕적층	13.0	2.71	NP	-	47.9	42.3	28.6	15.2	-	GM
	CBB-30	8.0	붕적층	13.3	2.69	28.1	5.1	100	96.6	67.2	43.4	8.0	SM
	CBB-31	1.0	붕적층	16.9	2.71	27.3	4.5	100	97.3	82.8	60.9	12.0	ML
	CBB-32	6.0	붕적층	11.3	2.67	NP	-	98.1	92.7	60.8	28.7	-	SM
	CBB-33	3.0	풍화토	10.8	2.69	NP	-	98.9	92.1	59.9	33.8	7.0	SM
	CBB-34	1.0	풍화토	9.6	2.67	NP	-	100	96.2	49.8	23.6	-	SM
	CBB-35	1.0	풍화토	3.7	2.68	NP	-	92.3	83.8	32.8	14.2	-	SM
	CBB-36	1.0	풍화토	12.8	2.68	NP	-	76.3	60.8	31.3	14.4	-	SM
	CBB-43	3.0	풍화토	16.9	2.70	NP	-	100	95.6	60.6	27.7	-	SM
	CBB-44	3.0	풍화토	9.7	2.71	NP	-	100	88.6	34.7	13.2	-	SM
	CBB-45	1.0	풍화토	8.6	2.68	NP	-	91.2	75.1	39.5	18.6	-	SM
	CBB-46	1.0	풍화토	5.6	2.67	NP	-	98.3	90.7	38.5	17.1	-	SM
	CBB-47	1.0	붕적층	13.6	2.71	26.8	4.2	100	98.9	76.1	41.6	7.5	SM
	CBB-49	4.0	풍화토	17.7	2.71	NP	-	100	98.4	58.6	28.6	-	SM
	CBB-50	1.0	붕적층	29.3	2.73	28.2	4.9	100	100	97.8	58.7	9.0	ML
		2.0	붕적층	13.1	2.68	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.9	-	SM

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

공 번		심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
						LL(%)	PI	#4	#10	#40	#200	0.02mm	
쌓기	SBB-2	1.0	풍화토	7.9	2.67	NP	-	95.4	80.6	40.1	15.2	-	SM
	SBB-3	2.0	풍화토	13.3	2.66	NP	-	100	95.6	53.6	33.6	7.5	SM
	SBB-4	2.0	붕적층	19.0	2.68	31.5	9.2	97.0	90.1	69.5	51.8	14.5	CL
	SBB-5	2.0	붕적층	8.3	2.64	NP	-	38.1	28.7	13.5	5.9	-	GW-GM
	SBB-6	1.0	붕적층	10.3	2.68	NP	-	34.3	26.9	14.9	4.9	-	GP
	SBB-7	3.0	풍화토	13.1	2.66	NP	-	90.5	83.3	51.2	26.2	-	SM
	SBB-8	4.0	풍화토	22.0	2.68	NP	-	99.2	95.0	51.7	28.3	-	SM
	SBB-10	1.0	풍화토	16.8	2.65	NP	-	100	89.8	62.7	39.2	7.5	SM
	SBB-11	3.0	퇴적층	14.1	2.64	NP	-	98.0	85.1	47.1	24.4	-	SM
	SBB-12	1.0	붕적층	13.5	2.64	NP	-	98.8	87.2	49.0	23.2	-	SM
	SBB-13	1.0	붕적층	12.3	2.67	27.1	4.9	100	100	87.4	58.8	14.0	ML
	SBB-15	2.0	붕적층	16.9	2.68	28.5	6.0	100	99.0	86.9	62.9	15.0	ML
	SBB-16	1.0	붕적층	5.4	2.67	NP	-	39.1	31.4	19.4	7.6	-	GW-GM
	SBB-17	1.0	붕적층	12.4	2.65	NP	-	73.4	70.4	56.9	35.3	7.0	SM
	SBB-18	3.0	붕적층	15.1	2.67	26.7	4.4	97.6	97.4	89.2	48.3	12.5	SM
	SBB-20	4.0	붕적층	16.7	2.65	25.9	4.1	96.6	93.5	70.5	38.0	7.5	SM
	SBB-21	1.0	붕적층	13.5	2.66	NP	-	59.2	54.0	29.3	14.0	-	SM
	SBB-22	1.0	퇴적층	21.6	2.65	27.2	4.3	96.5	93.8	66.8	39.8	7.0	SM
	SBB-26	1.0	붕적층	13.0	2.66	NP	-	87.0	84.4	50.6	24.7	-	SM
	SBB-27	1.0	붕적층	8.7	2.69	NP	-	73.1	66.2	41.3	20.2	-	SM
	SBB-28	3.0	붕적층	7.9	2.70	NP	-	71.7	65.1	39.2	16.2	-	SM
	SBB-29	1.0	풍화토	15.1	2.67	NP	-	81.8	77.2	18.2	6.8	-	SW-SM
	SBB-30	1.0	퇴적층	22.1	2.70	29.1	6.4	100	100	88.7	54.9	12.0	ML
	SBB-31	1.0	풍화토	5.7	2.68	NP	-	99.2	94.3	31.8	16.7	8.0	SM
	SBB-32	1.0	붕적층	30.9	2.65	27.0	4.7	100	100	77.9	38.0	-	SM
	SBB-34	0.5	붕적층	23.3	2.69	NP	-	84.0	71.4	41.4	23.7	-	SM



- 터널구간 함수비는 13.0~18.0%, 비중은 2.67~2.69으로 통일분류상 ML, SM에 해당됨
- 교량구간 함수비는 1.1~40.5%, 비중은 2.63~2.74로 통일분류상 SM, SW-SM, SP-SM, SW, GP-GM, GM, GP, ML, CL, CH에 해당됨
- 비탈면구간 함수비는 10.3~24.5%, 비중은 2.68~2.74로 통일분류상 SM, SW-SM, SC, GP-GM, GM, GP, ML, CL에 해당됨

4.5.2 시추공 전단시험

가. 목 적

- 풍화대층의 현장 강도정수 파악을 위하여 시추조사와 병행하여 21회 실시
- 풍화토 및 풍화암의 설계정수 산정시 반영

나. 시험결과

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층 명	수직응력 (MPa)	전단응력 (MPa)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, $\phi(^{\circ})$	결 과 그 래 프
관 위 면	TBB-1	5.0	풍 화 토	0.10	0.06	17.8	23.7	
				0.20	0.11			
				0.30	0.15			
				0.40	0.19			
				0.49	0.24			
	TBB-7	9.0	풍 화 암	0.10	0.11	42.5	30.5	
				0.20	0.16			
				0.30	0.21			
				0.40	0.27			
				0.49	0.35			
	TBB-9	4.0	풍 화 토	0.10	0.08	18.8	28.8	
				0.20	0.13			
				0.30	0.18			
				0.40	0.22			
				0.49	0.31			
	TBB-10	14.0	풍 화 암	0.10	0.08	28.7	27.9	
				0.20	0.14			
				0.30	0.18			
				0.40	0.25			
				0.49	0.29			
	TBB-11	1.3	풍 화 토	0.10	0.07	21.7	28.4	
				0.20	0.13			
				0.30	0.19			
				0.40	0.25			
				0.49	0.28			
	TBB-13-1	6.0	풍 화 토	0.10	0.07	20.8	26.1	
				0.20	0.13			
				0.30	0.16			
				0.40	0.20			
				0.49	0.28			
	TBB-15	9.0	풍 화 토	0.10	0.08	26.7	29.7	
				0.20	0.15			
				0.30	0.20			
				0.40	0.24			
				0.49	0.32			

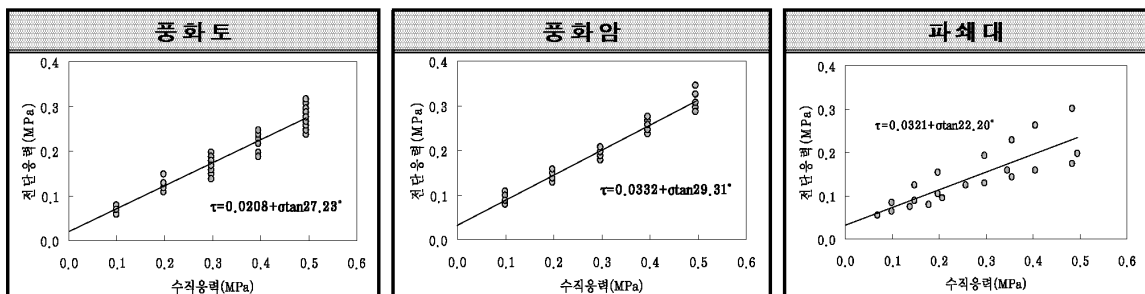
상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층 명	수직응력 (MPa)	전단응력 (MPa)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, $\phi(^{\circ})$	결 과 그 래 프
달산 1교	BBB-18-1	8.3	파쇄대 (F2)	0.07	0.05	25.0	19.7	
				0.14	0.07			
				0.18	0.08			
				0.21	0.09			
				0.26	0.12			
				0.35	0.16			
				0.49	0.20			
	BBB-18-1	9.5	파쇄대 (F2)	0.10	0.06	45.1	15.3	
				0.15	0.09			
				0.20	0.10			
				0.30	0.13			
				0.36	0.14			
				0.41	0.16			
				0.48	0.17			
	BBB-18-1	16.5	파쇄대 (F2)	0.10	0.08	37.3	28.6	
				0.15	0.12			
				0.20	0.15			
				0.30	0.19			
				0.36	0.23			
				0.41	0.26			
깎 기	CBB-6	2.0	풍 화 토	0.10	0.07	23.7	25.6	
				0.20	0.12			
				0.30	0.17			
				0.40	0.22			
				0.49	0.26			
	CBB-11	1.0	풍 화 토	0.10	0.08	23.7	28.4	
				0.20	0.13			
				0.30	0.19			
				0.40	0.23			
				0.49	0.30			
	CBB-15	2.0	풍 화 토	0.10	0.08	21.7	28.4	
				0.20	0.12			
				0.30	0.19			
				0.40	0.24			
				0.49	0.29			
	CBB-26	9.0	풍 화 토	0.10	0.06	11.9	24.7	
				0.20	0.11			
				0.30	0.14			
				0.40	0.19			
				0.49	0.25			
	CBB-28	14.0	풍 화 암	0.10	0.08	24.7	28.8	
				0.20	0.13			
				0.30	0.20			
				0.40	0.24			
				0.49	0.30			

제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층 명	수직응력 (MPa)	전단응력 (MPa)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, $\phi(^{\circ})$	결과 그래프
깎 기	CBB-34	8.0	풍화암	0.10	0.10	34.6	30.5	
				0.20	0.15			
				0.30	0.20			
				0.40	0.28			
				0.49	0.33			
	CBB-43	3.0	풍화토	0.10	0.07	17.8	28.4	
				0.20	0.13			
				0.30	0.17			
				0.40	0.25			
				0.49	0.28			
	CBB-45	2.0	풍화암	0.10	0.08	30.6	27.9	
				0.20	0.14			
				0.30	0.19			
				0.40	0.25			
				0.49	0.29			
	CBB-46	1.0	풍화토	0.10	0.07	24.7	27.0	
				0.20	0.13			
				0.30	0.18			
				0.40	0.24			
				0.49	0.27			
	CBB-50	2.0	풍화암	0.10	0.09	35.6	30.1	
				0.20	0.16			
				0.30	0.21			
				0.40	0.26			
				0.49	0.33			
	CBB-52	2.0	풍화암	0.10	0.09	35.6	29.2	
				0.20	0.15			
				0.30	0.20			
				0.40	0.27			
				0.49	0.31			

다. 결과 분석



- 풍화토의 전단응력과 수직응력의 관계가 $\tau = 0.0208 + \sigma \tan 27.23^{\circ}$ 로 나타나며 $c = 11.9 \sim 26.7 \text{ kPa}$, $\phi = 23.7 \sim 29.7^{\circ}$
- 풍화암의 전단응력과 수직응력의 관계가 $\tau = 0.0332 + \sigma \tan 29.31^{\circ}$ 로 나타나며 $c = 24.7 \sim 42.5 \text{ kPa}$, $\phi = 27.9 \sim 30.5^{\circ}$
- 파쇄대의 전단응력과 수직응력의 관계가 $\tau = 0.0321 + \sigma \tan 22.20^{\circ}$ 로 나타나며 $c = 25.0 \sim 45.1 \text{ kPa}$, $\phi = 15.3 \sim 28.6^{\circ}$

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.5.3 직접 전단시험

가. 목 적

- 시료의 전단변형에 따른 저항력을 측정하여 파괴강도, 잔류강도 등을 구함
- Mohr-Coulomb의 파괴기준에 의해 강도정수(c, ϕ) 산정
- Bulk(시료채취 후 다짐) 시료 15회 실시

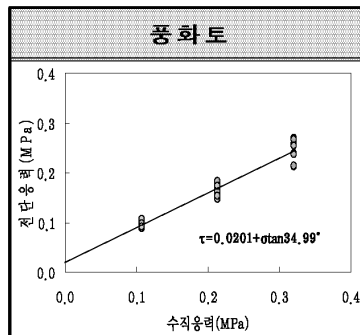
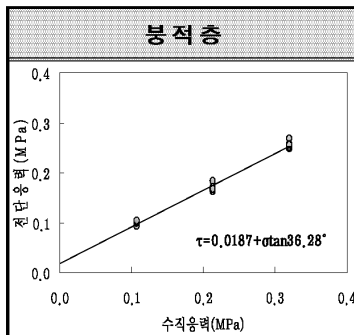
나. 시험결과

구 분	공 번	지 층 명	수 직 응 력 (MPa)	전 단 응 력 (MPa)	점 착 력, $c(kPa)$	내 부 마 찰 각, $\phi(^{\circ})$	구 성 성 분
깎기	TP-1	풍화토	0.11	0.09	31.4	29.3	모래질 점토 (CL)
			0.21	0.15			
			0.32	0.21			
	TP-2	붕적층	0.11	0.10	18.1	36.5	자갈섞인 실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.26			
	TP-3	풍화토	0.11	0.09	15.6	34.7	입도분포 좋은 모래 (SW-SM)
			0.21	0.16			
			0.32	0.24			
	TP-4	풍화토	0.11	0.10	16.7	36.2	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.25			
	TP-5	풍화토	0.11	0.10	19.7	36.7	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.26			
	TP-6	붕적층	0.11	0.09	14.3	36.2	입도분포 나쁜 모래 (SP-SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.25			
	TP-7	붕적층	0.11	0.10	17.1	38.0	자갈섞인 실트질 모래 (SM)
			0.21	0.18			
			0.32	0.27			
	TP-8	붕적층	0.11	0.10	18.9	36.1	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.25			

제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	지 층 명	수직응력 (MPa)	전단응력 (MPa)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, $\phi(^{\circ})$	구 성 성 분
깎기	TP-9	풍화토	0.11	0.09	25.7	30.7	점토질 모래 (SC)
			0.21	0.16			
			0.32	0.21			
	TP-10	풍화토	0.11	0.10	19.9	37.8	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.18			
			0.32	0.27			
	TP-11	풍화토	0.11	0.10	17.7	36.0	입도분포 좋은 모래 (SW-SM)
			0.21	0.16			
			0.32	0.25			
	TP-12	붕적층	0.11	0.10	20.8	35.3	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.16			
			0.32	0.25			
	TP-13	풍화토	0.11	0.11	22.1	36.9	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.27			
	TP-14	붕적층	0.11	0.10	19.5	36.0	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.26			
	TP-15	붕적층	0.11	0.10	21.8	35.7	실트질 모래 (SM)
			0.21	0.17			
			0.32	0.26			

다. 결과 분석



- 붕적층의 전단응력과 수직응력의 관계가 $\tau = 0.0187 + \sigma \tan 36.28^{\circ}$ 로 나타나며 $c = 14.3 \sim 21.8 \text{ kPa}$, $\phi = 35.3 \sim 38.0^{\circ}$
- 풍화토의 전단응력과 수직응력의 관계가 $\tau = 0.0201 + \sigma \tan 34.99^{\circ}$ 로 나타나며 $c = 14.0 \sim 31.4 \text{ kPa}$, $\phi = 29.3 \sim 37.8^{\circ}$

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.5.4 암석물성 및 일축 압축강도 시험

가. 목 적

- 물리적 특성/강도특성 파악을 위해 기본물성/일축압축강도시험 터널구간 16/68회, 교량구간 13/26회, 비탈면구간 12/12회 총 41/106회 실시

나. 시험 결과(일축강도 및 기본물성)

구 분	공 번	심 도 (m)	암 종	비중, G _s	흡수율 (%)	탄성 파 속도(m/sec)		일 축 강도, q _u (MPa)	탄성 계 수, E(MPa)	포아송비, ν
						P 파	S 파			
군 위 터 널	TBB-1	15.60	사암	-	-	-	-	22.63	-	-
		19.40		-	-	-	-	44.55	-	-
		19.85		-	-	-	-	30.20	-	-
		21.40		-	-	-	-	123.78	-	-
		22.30		-	-	-	-	166.17	-	-
		22.50		-	-	-	-	151.52	-	-
		30.80		-	-	-	-	116.10	-	-
	TBB-3	20.80	사암	-	-	-	-	149.71	-	-
		27.00		-	-	-	-	154.33	-	-
		27.60		-	-	-	-	136.51	-	-
		30.50		2.62	0.18	2,347.5	1,245.2	93.66	1.100×10 ⁴	0.26
		30.90		-	-	-	-	49.27	-	-
	TBB-5	16.90	사암	-	-	-	-	127.76	-	-
		23.50		-	-	-	-	74.72	-	-
		23.70		-	-	-	-	63.97	-	-
		25.10		-	-	-	-	148.66	-	-
		27.70		-	-	-	-	68.01	-	-
		31.50		-	-	-	-	64.44	-	-
		33.80		2.62	0.05	2,844.8	1,588.9	145.55	1.602×10 ⁴	0.24
	TBB-6	25.10	사암	2.58	1.64	2,144.8	1,154.8	50.76	6.773×10 ³	0.27
		26.65		-	-	-	-	40.80	-	-
		28.20		-	-	-	-	60.60	-	-
		36.10		-	-	-	-	157.46	-	-
		40.40		-	-	-	-	158.04	-	-
	TBB-7	33.40	사암	-	-	-	-	111.34	-	-
		34.90		-	-	-	-	111.45	-	-
		35.90		-	-	-	-	127.68	-	-
		43.40		2.64	0.05	2,844.3	1,611.4	123.89	1.391×10 ⁴	0.24
		44.70		-	-	-	-	113.16	-	-
	TBB-8	38.30	사암	-	-	-	-	99.62	-	-
		42.50		-	-	-	-	159.04	-	-
		44.40		2.60	0.09	2,921.5	1,588.2	106.21	1.228×10 ⁴	0.25
		51.10		2.60	0.10	2,999.4	1,548.9	117.50	1.326×10 ⁴	0.25
		51.50		-	-	-	-	154.95	-	-
	TBB-9	92.40	사암	-	-	-	-	107.49	-	-
		93.70		-	-	-	-	138.63	-	-
		94.60		2.66	0.06	2,941.2	1,601.5	80.99	9.854×10 ³	0.26
		102.10		-	-	-	-	20.41	-	-
		107.60		2.66	0.03	2,788.1	1,588.4	112.11	1.286×10 ⁴	0.25

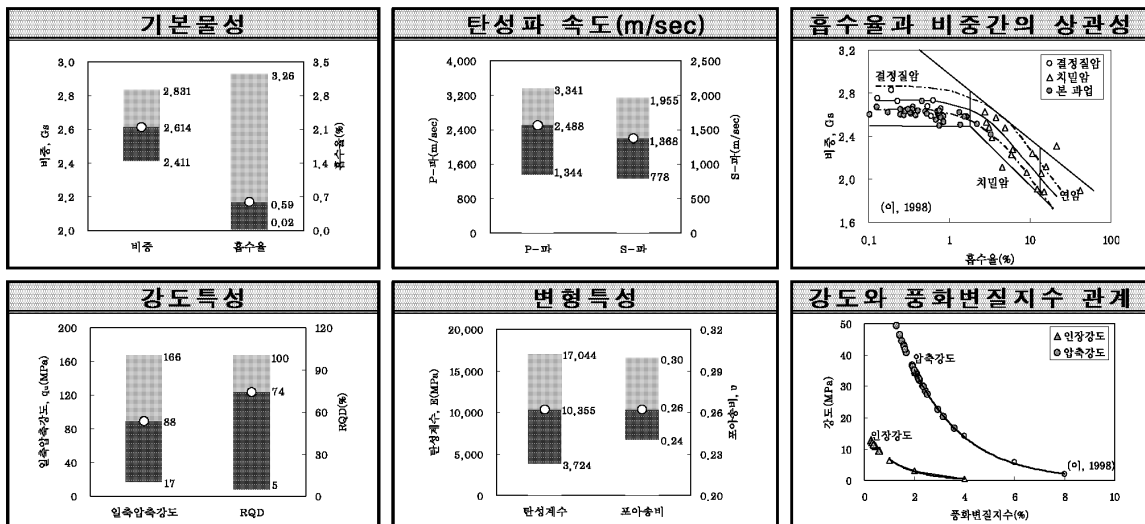
제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	심 도 (m)	암 종	비중, G _s	흡수율 (%)	탄 성 파 속 도 (m/sec)		일 축 강 도, q _u (MPa)	탄 성 계 수, E(MPa)	포아송비, ν
						P파	S파			
군 위 터 널	TBB-10	81.30	사암	-	-	-	-	90.49	-	-
		91.30		-	-	-	-	114.71	-	-
		91.60		2.65	0.02	2,996.5	1,698.3	104.68	1.204×10 ⁴	0.25
		94.00		-	-	-	-	132.64	-	-
		101.40		-	-	-	-	94.85	-	-
	TBB-11	45.60	사암	-	-	-	-	46.14	-	-
		58.80		-	-	-	-	56.74	-	-
		61.80	산성암맥	-	-	-	-	124.70	-	-
		64.10	중성암맥	2.60	0.25	2,396.9	1,342.6	86.11	1.029×10 ⁴	0.26
		72.40		2.83	0.04	2,760.2	1,411.2	113.35	1.289×10 ⁴	0.25
	TBB-12	37.70	사암	-	-	-	-	32.14	-	-
		38.50		-	-	-	-	46.50	-	-
		43.80		-	-	-	-	42.13	-	-
		44.10		-	-	-	-	43.04	-	-
		53.50		2.61	0.73	1,344.4	777.5	16.66	3.724×10 ³	0.30
	TBB-13-1	40.00	사암	2.60	0.38	2,057.6	1,106.9	60.62	7.949×10 ³	0.27
		40.50		-	-	-	-	99.01	-	-
		41.20		-	-	-	-	88.34	-	-
		42.00		2.60	0.34	1,654.2	902.6	56.57	7.688×10 ³	0.28
		42.60		-	-	-	-	94.69	-	-
	TBB-14	29.80	사암	-	-	-	-	69.84	-	-
	TBB-15	16.60	사암	-	-	-	-	42.59	-	-
		17.40		-	-	-	-	140.58	-	-
		19.70		-	-	-	-	36.67	-	-
		25.20		2.60	0.75	1,847.9	1,084.5	31.86	5.156×10 ³	0.29
		25.80		-	-	-	-	36.37	-	-
	TBB-17	32.40	사암	2.41	3.26	1,724.1	1,003.6	28.54	4.823×10 ³	0.29
		35.60		-	-	-	-	27.50	-	-
		36.00		-	-	-	-	33.81	-	-
도개교	BBB-1-1	7.80	사암	-	-	-	-	82.68	-	-
	BBB-2-1	5.20	사암	2.55	0.69	2,189.5	1,171.7	69.17	8.837×10 ³	0.27
	BBB-3	7.75	사암	-	-	-	-	128.07	-	-
	BBB-3-1	7.10	중성암맥	-	-	-	-	106.31	-	-
	BBB-6-1	14.40	니질암	2.51	2.23	2,057.2	1,054.3	41.91	6.265×10 ³	0.28
	BBB-8	13.20	혼펠스	-	-	-	-	20.40	-	-
	BBB-10	12.60	화강암	2.50	0.75	2,613.5	1,341.2	76.31	9.467×10 ³	0.27
다곡 2교	BBB-11	6.30	화강암	-	-	-	-	29.83	-	-
	BBB-12	9.90	화강암	2.50	1.36	2,278.5	1,286.5	71.62	9.114×10 ³	0.27
		11.20		-	-	-	-	60.38	-	-
달산 2교	BBB-15	5.70	역암	2.63	0.51	2,877.2	1,512.0	110.41	1.271×10 ⁴	0.25
	BBB-16	11.50	사암	2.64	0.30	2,766.3	1,488.1	94.31	1.103×10 ⁴	0.26

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구 분	공 번	심 도 (m)	암 종	비중, G _s	흡수율 (%)	탄 성 파 속 도(m/sec)		일 축 강도, q _u (MPa)	탄 성 계 수, E(MPa)	포아송비, ν
						P파	S파			
달산 1교	BBB-17	8.30	사암	-	-	-	-	69.24	-	-
	BBB-17-1	5.00	사암	2.64	0.41	2,816.9	1,502.3	101.48	1.190×10 ⁴	0.25
	BBB-18	10.10	사암	2.62	1.35	2,014.2	1,002.5	32.80	5.245×10 ³	0.29
	BBB-18-1	12.10	사암	-	-	-	-	34.44	-	-
		15.00		2.58	1.55	1,742.6	942.6	32.28	5.296×10 ³	0.29
	BBB-19	5.70	사암	-	-	-	-	73.13	-	-
신계교	BBB-20	4.00	사암	2.65	0.35	2,811.9	1,522.8	110.84	1.269×10 ⁴	0.25
	BBB-24	9.90	중성암맥	-	-	-	-	145.04	-	-
	BBB-25	9.40	중성암맥	2.76	0.05	3,341.2	1,955.2	155.09	1.704×10 ⁴	0.24
	BBB-26	5.50	중성암맥	-	-	-	-	139.92	-	-
	BBB-27	5.05	중성암맥	-	-	-	-	126.91	-	-
	BBB-28	7.95	사암	2.63	0.29	2,482.3	1,253.9	83.34	1.010×10 ⁴	0.26
깨기	BBB-30	8.60	사암	-	-	-	-	80.77	-	-
	BBB-31	11.30	사암	2.72	0.46	2,176.8	1,241.3	58.19	7.658×10 ³	0.27
	CBB-3	14.00	사암	2.58	0.86	2,159.6	1,211.0	62.74	8.105×10 ³	0.27
	CBB-5	35.60	화강암	2.59	0.28	2,511.2	1,341.8	107.74	1.253×10 ⁴	0.25
	CBB-9	18.40	화강암	2.63	0.29	2,911.2	1,687.2	124.66	1.408×10 ⁴	0.24
	CBB-13	6.30	화강암	2.62	0.33	3,084.9	1,723.5	136.40	1.534×10 ⁴	0.24
	CBB-23	12.90	사암	2.67	0.13	3,087.5	1,756.8	130.60	1.401×10 ⁴	0.24
	CBB-26	24.10	사암	2.53	0.85	2,611.1	1,400.5	78.53	9.512×10 ³	0.27
	CBB-32	18.80	사암	2.57	0.79	1,442.6	895.6	35.22	5.660×10 ³	0.29
	CBB-35	5.50	사암	2.65	0.25	3,142.1	1,855.7	127.01	1.434×10 ⁴	0.24
	CBB-36	9.60	사암	2.60	0.53	2,157.9	1,245.1	71.53	8.902×10 ³	0.27
	CBB-43	35.50	사암	2.65	0.31	2,899.5	1,602.7	122.42	1.379×10 ⁴	0.24
	CBB-44	14.20	사암	2.62	0.71	2,413.5	1,344.1	66.46	8.435×10 ³	0.27
	CBB-48	11.70	사암	2.63	0.75	2,811.3	1,498.2	103.67	1.198×10 ⁴	0.25

(3) 결과 분석



- 비중(G_s)은 2.41~2.83, 흡수율(%)은 0.02~3.26의 범위를 보임
- 일축압축강도(q_u)는 17~166MPa, 탄성파속도(P파/S파)는 1,344~3,341/778~1,955cm/sec의 범위를 보임
- 탄성계수(E)는 3.72~17.04×10³MPa, 포아송비는 0.24~0.30의 범위를 보임

4.5.5 점하중 강도시험

가. 목 적

- 암석의 점하중 지수 및 일축압축강도를 파악하기 위하여 터널구간 125회, 교량구간 82회, 비탈면구간 38회 총 245회 실시
- 터널구간의 암반 분류 및 교량구간 지지층 강도분석시 반영

나. 시험 결과

공 번	심 도 (m)	I _{S(50)} (MPa)	일축압축강도, q _u (MPa)	암 종	공 번	심 도 (m)	I _{S(50)} (MPa)	일축압축강도, q _u (MPa)	암 종	
TBB-1	15.60	1.4	34.8	사암	TBB-6	28.20	2.3	56.5	사암	
	15.63	0.2	5.8			36.10	6.0	150.0		
	19.85	1.8	43.8			40.40	6.6	164.3		
	21.40	4.9	123.1			44.45	5.7	143.3		
	22.30	6.1	152.0		TBB-7	16.75	3.4	85.0	사암	
	22.75	6.3	158.0			30.55	11.9	298.5		
	25.45	7.2	178.8			33.40	4.1	103.5		
	29.15	3.2	79.8			34.90	4.5	112.8		
	30.80	6.6	166.1			35.05	10.1	251.5		
	31.05	4.9	122.3			35.90	4.7	117.0		
TBB-2	13.55	1.8	45.0	사암	43.40	4.3	106.5			
	17.85	1.6	39.5		44.70	3.9	98.5			
	20.90	8.1	201.5		52.35	9.8	244.8			
	25.85	13.0	324.3		TBB-8	19.70	0.9		22.5	사암
	32.45	8.4	210.8			23.93	3.0		75.0	
TBB-3	20.80	6.9	171.7	사암		37.05	9.5	236.3		
	21.55	4.1	102.8			38.30	3.5	87.8		
	25.95	6.7	166.5			42.50	6.3	157.9		
	27.00	5.7	142.3		44.35	12.2	303.8			
	27.60	6.1	151.9		44.40	4.0	99.6			
	30.50	3.5	86.7		51.10	4.2	104.8			
	30.90	2.4	60.9		51.50	6.6	165.3			
	35.15	5.3	132.0		61.05	8.3	208.3			
	20.15	4.8	119.5		TBB-9	9.35	0.8	20.5		사암
TBB-4	22.05	2.7	66.3	사암		18.75	1.7	42.3		
	24.70	10.6	264.8			31.25	3.0	74.5		
	27.80	1.0	24.5			60.25	7.3	183.3		
	32.90	3.1	76.5			89.55	9.8	244.0		
	35.85	12.0	300.5		92.40	4.0	99.1			
TBB-5	16.90	5.1	127.7	사암	TBB-10	93.70	4.8	120.0	사암	
	23.70	2.3	57.5			94.60	2.8	70.0		
	25.10	6.3	156.7			102.10	3.8	96.0		
	26.85	6.9	171.3			107.60	4.0	99.3		
	27.70	2.4	60.1			28.90	2.5	62.5		
	30.85	5.1	127.5		35.15	1.5	37.0			
	31.50	2.6	65.4		81.30	3.6	89.4			
	33.80	5.8	146.2		91.30	4.6	114.0			
	34.25	15.3	383.0		91.60	3.8	93.9			
TBB-6	36.75	1.8	44.3	사암	94.00	4.9	121.4			
	17.50	1.3	31.5		95.55	1.5	37.0			
	22.85	5.6	139.8		101.40	4.1	102.0			
	25.10	3.3	83.6		101.60	12.6	313.8			
	26.65	1.5	38.7	TBB-11	8.83	1.0	24.3	사암		

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

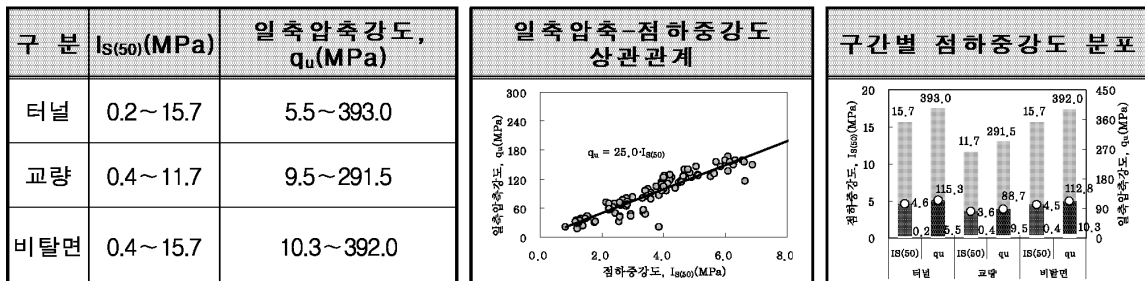
공 번	심 도 (m)	Is(50) (MPa)	일축압축강도, qu(MPa)	암 종	공 번	심 도 (m)	Is(50) (MPa)	일축압축강도, qu(MPa)	암 종
TBB-11	14.10	1.7	41.8	사암	TBB-19	33.43	2.9	71.8	사암
	30.80	2.1	52.0		36.90	4.6	114.5		
	45.60	3.4	85.1		TBB-20	10.95	12.6	301.2	사암
	58.80	3.4	83.8			14.38	2.9	73.5	
	61.80	4.7	116.3			17.83	7.1	169.4	
	61.95	9.6	239.8			26.95	0.6	15.1	
	64.10	3.9	96.6			31.18	1.7	39.6	
	66.85	6.9	171.5			36.60	5.9	147.0	
	72.40	4.6	114.4		BBB-1	4.90	4.9	121.5	산성암 맥
73.35	15.7	393.0	5.95	2.9		72.3			
TBB-12	37.70	2.6	64.3	사암	BBB-1-1	7.80	3.0	71.9	사암
	38.50	2.9	73.6			8.05	3.1	77.3	
	43.80	2.9	73.3		BBB-2	7.85	1.5	37.5	사암
	44.10	2.6	65.0			8.95	1.7	42.0	
	53.50	1.2	30.3		BBB-2-1	5.20	2.6	63.0	사암
TBB-13-1	40.00	2.4	59.1	BBB-3		7.45	2.1	53.0	
	40.50	4.0	100.0		7.75	4.2	100.7		
	41.20	3.5	88.5	BBB-3-1	11.05	3.4	85.0	사암	
	42.00	2.2	55.9		7.10	3.9	94.5		
	42.60	3.9	98.4	9.85	5.7	141.5	중성암 맥		
	43.25	2.7	68.5	BBB-4	6.25	3.4		84.8	산성암 맥
	44.80	2.6	65.8		6.74	3.7	92.8		
TBB-14	25.65	0.4	9.8	사암	BBB-4-1	6.88	6.1	151.3	사암
	28.40	2.2	54.3			8.35	6.4	159.8	
	29.80	2.7	66.0		BBB-5	10.00	2.5	63.3	니질암
	31.35	6.4	159.0			12.28	2.1	52.0	
	33.08	3.9	96.3		BBB-5-1	11.75	1.8	45.3	니질암
TBB-15	14.95	0.2	5.5	사암		13.87	4.6	114.5	
	16.60	1.5	38.4	BBB-6	10.23	1.6	39.5	사암	
	17.40	4.7	117.2		10.90	2.0	50.3		니질암
	19.70	1.3	33.4	BBB-6-1	4.75	0.7	18.5	니질암	
	21.85	0.7	18.5		14.40	2.6	62.2		
	24.50	1.2	29.0	BBB-7	8.80	1.1	27.5	니질암	
	25.20	1.8	45.2		10.33	2.4	61.0		사암
	25.80	1.5	36.5	BBB-7-1	8.27	1.4	35.3	니질암	
	31.55	1.9	46.8		10.95	1.6	39.5		
	TBB-17	32.40	1.2	29.6	사암	BBB-8	11.45	4.1	102.5
35.60		1.2	31.1	13.20			0.8	19.6	
36.00		1.3	32.1	BBB-8-1		11.35	0.4	9.5	니질암
TBB-18	15.55	3.0	74.8		사암		13.15	0.7	
	16.40	4.9	123.0	BBB-10	12.60	2.7	64.0	화강암	
	21.48	5.7	142.8		13.55	7.9	198.3		
	30.05	3.2	79.8		17.05	8.2	204.0		
	32.55	3.2	80.8	BBB-11	6.30	1.2	29.7	화강암	
	42.23	13.0	324.8		6.65	0.6	14.3		
	47.25	9.5	236.3		8.85	0.8	18.8		
	51.85	2.6	64.0	BBB-12	9.90	2.1	53.4	화강암	
	57.25	3.1	76.8		10.05	3.1	78.5		
	60.50	11.0	275.5		11.20	2.2	55.9		
	TBB-19	66.50	11.8	295.3	사암	BBB-15	5.70	4.0	99.4
26.00		0.5	12.0	7.05			6.6	165.8	
26.30		10.2	254.0	BBB-16		11.50	3.4	85.6	사암
31.23	2.8	68.8	13.05		10.4	260.3			

제 4 장 조 사 결 과

공 번	심 도 (m)	$I_{s(50)}$ (MPa)	일 축 압 축 강 도, q_u (MPa)	암 종
BBB-17	7.25	0.9	23.3	사암
	8.30	2.2	55.8	
BBB-17-1	5.00	4.4	105.3	사암
	6.65	2.2	55.8	
BBB-18	10.10	1.2	29.3	사암
BBB-18-1	12.10	1.3	31.3	사암
	15.00	1.1	27.2	
BBB-19	5.70	2.8	70.4	사암
	9.55	1.3	32.5	
BBB-20	4.00	4.1	103.4	사암
	5.85	1.1	27.5	
BBB-20-1	25.30	1.3	30.7	사암
	39.60	2.0	49.1	
BBB-23	7.36	6.0	150.0	중성 암맥
	8.75	5.8	144.0	
BBB-23-1	7.55	6.0	151.0	중성 암맥
	9.03	6.7	168.5	
BBB-24	7.85	7.5	186.5	중성 암맥
	9.90	5.1	121.6	
BBB-25	6.95	8.5	213.0	중성 암맥
	9.40	6.2	147.7	
BBB-26	5.50	4.8	115.3	중성 암맥
	6.65	11.7	291.5	
BBB-27	5.05	4.0	100.8	중성 암맥
	6.85	9.1	227.5	
BBB-28	5.75	1.5	37.8	사암
	7.95	3.5	87.0	
BBB-29	4.05	10.6	264.0	중성 암맥
	6.55	0.9	23.0	
BBB-30	8.60	3.3	83.1	사암
	10.95	5.8	146.0	
BBB-32	5.80	10.9	271.3	사암
	7.42	10.0	250.5	
BBB-33	5.36	11.3	282.0	사암
	6.15	12.4	310.8	
CBB-3	14.00	2.8	69.7	사암
CBB-4	10.55	3.6	89.3	사암
CBB-5	35.60	3.9	98.3	화강암
CBB-6	7.95	2.8	69.3	화강암

공 번	심 도 (m)	$I_{s(50)}$ (MPa)	일 축 압 축 강 도, q_u (MPa)	암 종
CBB-7	13.55	6.7	167.5	화강암
CBB-8	23.75	1.5	36.8	화강암
CBB-9	4.75	4.6	116.0	화강암
	11.35	4.8	119.5	
CBB-10	18.40	5.5	138.5	화강암
CBB-11	11.95	10.2	255.5	화강암
CBB-12	15.05	3.6	88.8	화강암
CBB-13	12.95	3.8	94.8	화강암
	3.45	8.5	213.5	
CBB-14	6.15	8.7	216.3	화강암
CBB-15	5.45	0.7	17.5	화강암
CBB-16	12.45	1.7	42.8	화강암
CBB-20	13.55	0.4	10.3	사암
CBB-21	16.15	2.8	69.8	사암
CBB-22	11.95	15.7	392.0	사암
CBB-23	10.65	12.5	312.5	사암
CBB-26	12.90	5.6	140.9	사암
CBB-28	24.10	3.6	89.3	사암
CBB-29	47.95	2.5	62.3	사암
CBB-32	34.95	9.2	229.5	사암
CBB-35	12.75	0.5	13.3	사암
	17.55	1.5	36.3	
CBB-36	5.50	5.1	122.8	사암
	7.25	4.3	107.5	
CBB-43	9.60	2.6	61.9	사암
CBB-44	35.50	4.0	96.2	사암
CBB-45	14.20	2.8	67.4	사암
	8.45	3.6	89.8	
CBB-46	27.05	4.2	105.8	사암
CBB-47	9.95	1.8	45.5	사암
CBB-48	11.35	3.6	90.5	사암
CBB-49	11.70	4.0	95.7	중성 암맥
CBB-50	19.75	1.6	39.0	사암
	11.95	7.9	197.0	
	25.75	4.1	103.3	사암
CBB-51	3.75	3.9	98.3	
	12.35	9.4	234.8	사암
CBB-52	8.65	1.5	36.5	
	18.35	5.5	136.5	니질암
	28.75	1.7	43.5	니질암

다. 결과 분석



- 일축압축강도는 암종별로 차이가 없는 것으로 나타남
- 점하중지수와 일축압축강도의 상관성 분석 결과 $q_u = 25.0 \cdot I_{s(50)}$ 의 관계를 보임

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

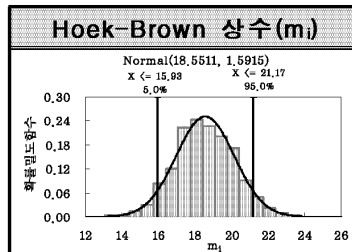
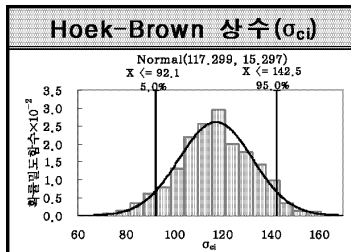
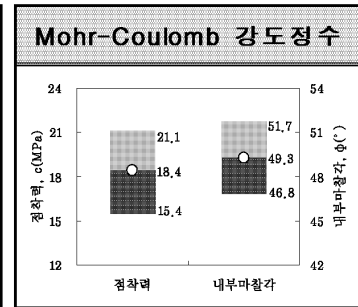
4.5.6 삼축압축 및 인장강도시험

가. 목 적

- 암석의 강도 특성을 파악하기 위하여 터널구간에서 총 8회 실시
- Hoek-Brown 상수(m)산정 및 Hoek-Brown 파괴기준에 의한 암반강도 산정시 활용

나. 시험결과 및 분석

공 번	심 도 (m)	암 종	점 착력, c(MPa)	내 부마찰각, $\phi(^{\circ})$	인장강도, (MPa)
TBB-2	25.85	사암	18.26	48.9	10.81
TBB-5	35.30	사암	15.42	47.9	9.42
TBB-7	38.20	사암	21.13	51.7	12.77
TBB-8	49.40	사암	19.39	48.5	11.59
TBB-9	74.30	사암	18.36	48.7	11.26
	87.10		19.77	50.8	12.19
TBB-10	108.60	사암	19.38	51.2	11.49
TBB-11	74.70	중성암맥	15.75	46.8	9.58



- 점착력(c)은 15.4~21.1MPa, 내부마찰각(ϕ)은 46.8~51.7°의 범위를 보임
- 신뢰구간 90%에 해당하는 Hoek-Brown 상수(m)는 15.9~21.2의 범위를 보임
- 인장강도는 9.4~12.8(MPa)의 범위를 보임

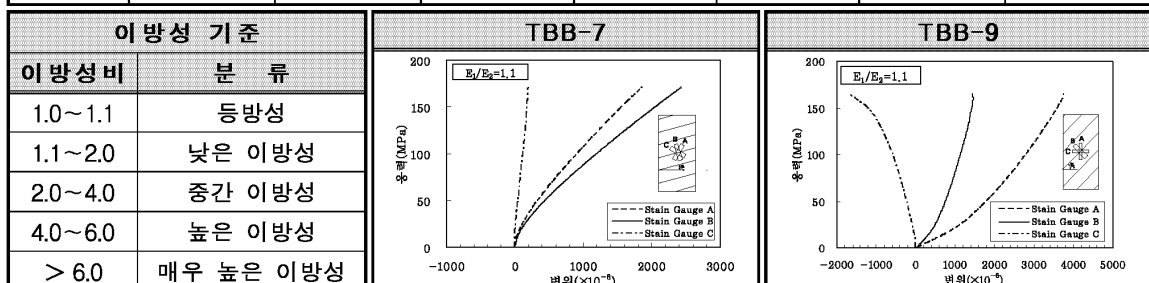
4.5.7 이방성시험

가. 목 적

- 암반의 생성원인, 절리상태, 풍화정도, 지하수, 초기응력상태 등의 영향에 따른 이방성 파악
- 이방성 크기를 산정하기 위하여 층리가 발달한 암에 대해 2회의 암석시험 실시

나. 시험결과 및 분석

공 번	심 도 (m)	층 리 방 향 ($^{\circ}$)	일 축 압축 강도 q_u (MPa)	탄 성 계 수 (GPa)		전 단 계 수 (GPa)	이 방 성 비 (E_1/E_2)
				수 직 방 향 (E_1)	수 평 방 향 (E_2)		
TBB-7	28.1~28.3	15.0	172.2	64.60	58.95	23.94	1.10
TBB-9	27.6~27.7	45.0	167.1	52.45	47.89	16.38	1.10



- 변형이방성은 1.10로 등방성(Isotropy)에 해당하는 것으로 나타남

4.5.8 공내재하시험

가. 목 적

- 지반의 변형 특성을 파악하기 위하여 토사층에 LLT 9회, 풍화대 및 연암층에 PMT 22회, 경암층에 Goodman Jack 12회 실시, 총 43회 실시

나. 시험 결과

(1) 터널구간

구분	공 번	심 도 (m)	지 층	N값 (TCR/RQD)	RMR	변형계수, E _m (MPa)	탄성계수, E(MPa)	시험기종	암 종
균위터널	TBB-2	24.0	경암	(100/90)	73	9.75×10 ³	1.10×10 ⁴	GMJ	사암
	TBB-3	18.7	연암(파쇄대)	(95/0)	13	52.0	140.0	PMT	사암
	TBB-4	25.0	경암	(100/50)	46	5.14×10 ³	6.05×10 ³	GMJ	사암
	TBB-5	2.3	붕적층	24/30	-	9.7	-	LLT	-
	TBB-6	36.0	경암	(100/100)	76	7.02×10 ³	9.28×10 ³	GMJ	사암
	TBB-7	13.0	풍화암	-	-	115.0	150.0	PMT	-
		10.5	풍화암	50/6	-	82.0	180.0	PMT	-
	TBB-8	27.0	경암	(100/87)	60	1.13×10 ⁴	1.48×10 ⁴	GMJ	사암
		18.5	연암	(100/56)	43	2.57×10 ³	3.20×10 ³	GMJ	사암
	TBB-9	91.5	경암	(100/93)	73	8.99×10 ³	1.17×10 ⁴	GMJ	
	TBB-10	36.0	경암	(100/48)	43	2.52×10 ³	3.25×10 ³	GMJ	사암
		92.0	경암	(100/96)	70	9.80×10 ³	9.96×10 ³	GMJ	
	TBB-11	19.0	연암	(93/55)	42	4.17×10 ³	5.05×10 ³	GMJ	사암
		48.7	연암(파쇄대)	(97/31)	35	111.0	250.0	PMT	
		56.0	연암	(100/77)	44	1.10×10 ⁴	1.24×10 ⁴	GMJ	
	TBB-12	2.0	붕적층	18/30	-	6.9	-	LLT	-
		19.0	풍화암	50/5	-	60.0	120.0	PMT	-
	TBB-13-1	41.0	연암	(100/78)	54	3.75×10 ³	4.65×10 ³	GMJ	사암
	TBB-14	13.0	풍화암	50/6	-	93.0	140.0	PMT	-
		27.0	연암	(100/80)	49	4.84×10 ³	5.51×10 ³	GMJ	사암
	TBB-16	22.0	풍화암	-	-	222.0	280.0	PMT	-
	TBB-17	3.5	붕적층	44/30	-	9.7	-	LLT	-
	CBB-26	23.0	연암	(100/29)		542.0	980.0	PMT	사암

(2) 교량구간

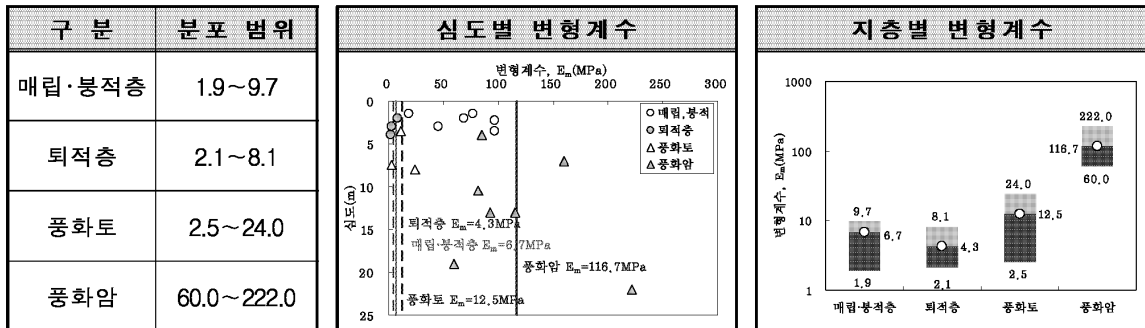
구분	공 번	심 도 (m)	지 층	N값 (TCR/RQD)	변형계수, E _m (MPa)	탄성계수, E(MPa)	시험기종	암 종
도개교	BBB-1-1	4.0	풍화암	50/4	85.0	180.0	PMT	-
	BBB-2-1	2.0	퇴적층	21/30	8.1	-	LLT	-
	BBB-3	1.5	매립층	4/30	1.9	-	LLT	-
	BBB-8-1	3.0	붕적층	10/30	4.5	-	LLT	-
	BBB-10	8.0	풍화토	46/30	24.0	30.0	PMT	-

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

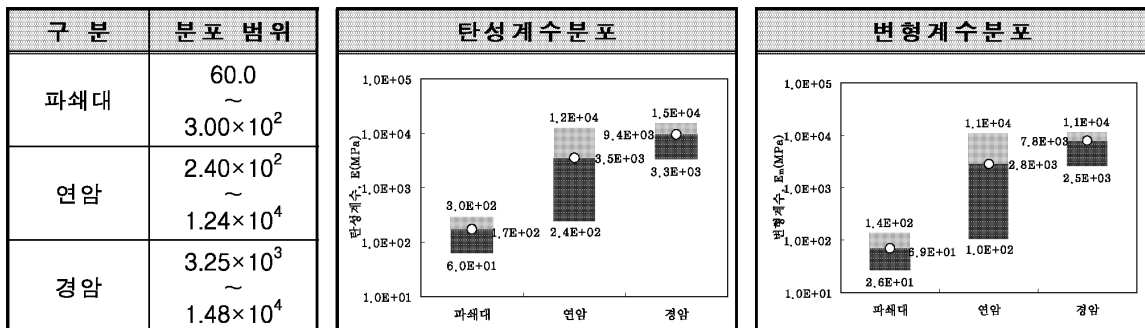
구분	공번	심도(m)	지층	N값 (TCR/RQD)	변형계수, E_m (MPa)	탄성계수, E (MPa)	시험기종	암종
다곡2교	BBB-12	7.0	풍화암	50/5	160.0	230.0	PMT	-
달산2교	BBB-15	6.0	연암	(100/76)	104.0	240.0	PMT	역암
달산1교	BBB-17	3.5	풍화토	25/30	11.0	20.0	PMT	-
	BBB-18	6.0	연암(파쇄대)	(40/7)	137.0	300.0	PMT	사암
	BBB-18-1	8.3	연암(파쇄대)	(100/57)	32.0	150.0	PMT	사암
		9.5	연암(파쇄대)	(100/91)	26.0	60.0	PMT	
		16.5	연암(변질대)	(100/94)	53.0	130.0	PMT	
	BBB-19	3.0	연암	(40/0)	278.0	540.0	PMT	사암
		1.5	매립층	17/30	7.7	-	LLT	-
신계교	BBB-20	2.0	연암	(75/0)	255.0	540.0	PMT	사암
	BBB-24	4.0	퇴적층	6/30	2.1	-	LLT	-
	BBB-29	3.0	퇴적층	5/30	2.6	-	LLT	-
	BBB-25	8.1	연암	(94/18)	1.04×10^3	1.99×10^3	PMT	중성암맥
	BBB-27	4.9	연암	(100/34)	2.48×10^3	3.38×10^3	PMT	중성암맥
	BBB-31	7.5	풍화토	26/30	2.5	6.0	PMT	-

다. 결과 분석

(1) 토사 및 풍화대층 변형계수(MPa)



(2) 기반암 탄성계수와 변형계수(MPa)



4.6 지중응력 및 내구성 특성분석을 위한 조사

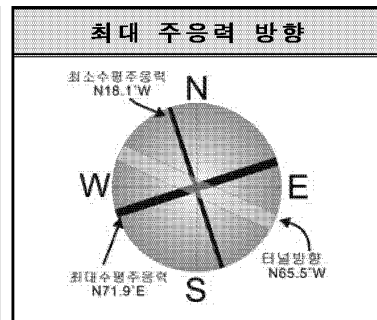
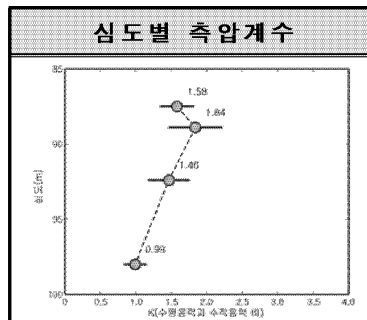
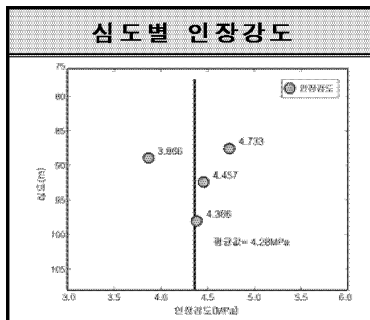
4.6.1 수압파쇄 시험

가. 목적

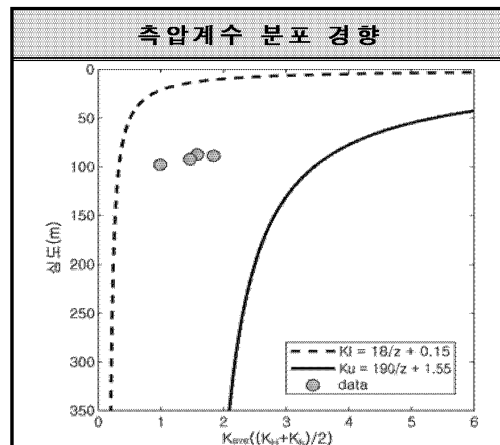
- 현장 암반의 초기응력과 측압계수를 산정하기 위하여 대표공(군위터널, TBB-9)을 선정하여 실시

나. 시험결과 및 분석

시추공	심도 (m)	σ_H (MPa)	σ_h (MPa)	σ_v (MPa)	측 압 계 수 (K)				
					K_h	K_H	K_H/K_h	K_L	K_T
군위터널 (TBB-10)	87.5	4.40	3.16	2.36	1.34	1.82	1.36	1.60	1.56
	88.9	5.43	3.50	2.40	1.46	2.22	1.52	1.87	1.81
	92.4	4.48	2.91	2.49	1.17	1.76	1.50	1.49	1.44
	98.0	3.14	2.19	2.65	0.83	1.15	1.39	1.00	0.97
	평 균	4.36	2.94	2.65	1.20	1.74	1.44	1.49	1.44



결 과 요 약	TBB-10
터널계획 방향	N65.5°W
최소 수평응력(σ_h)방향	N18.1°W
최대 수평응력(σ_H)방향	N71.9°E
평균 인장강도(MPa)	4.28
터널단면방향 측압계수	0.97~1.81
터널축방향 측압계수	1.00~1.87
터널진행방향과 주응력방향각도	42.6°



- 터널구간의 최대 수평주응력의 방향은 N71.9°E이고, 터널굴진방향은 N65.5°W로서 약 42.6°의 각을 이룸
- 터널 계획심도 87.5~98.0m에서 측압계수는 1.36~1.52의 범위를 보임

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.6.2 AE/DRA 시험

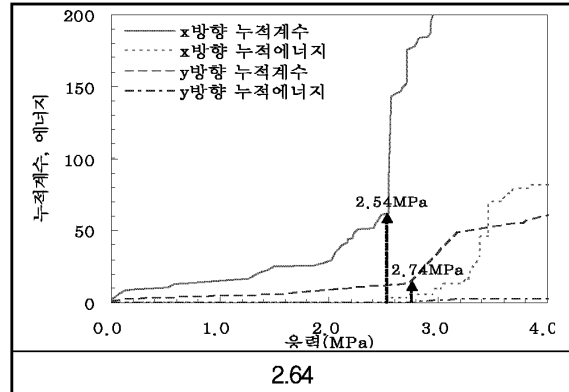
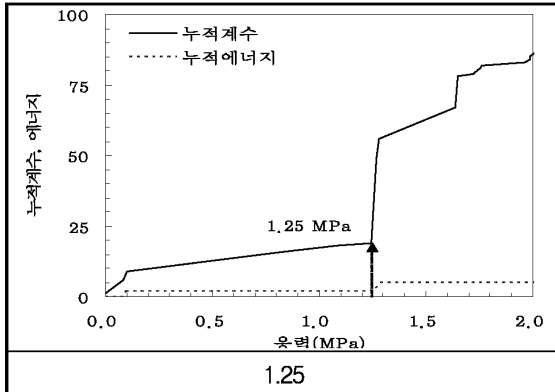
가. 목 적

- 현지 암반의 초기응력상태 파악 및 축압계수 산정을 위해 2회 실시

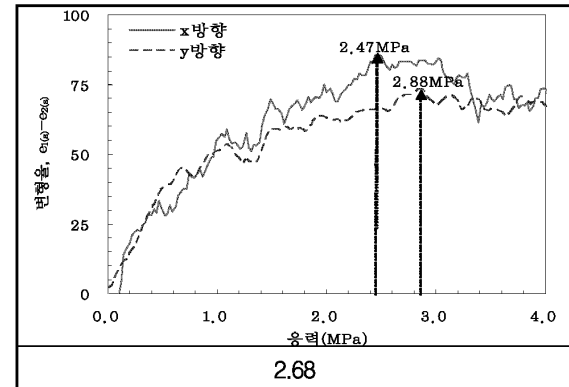
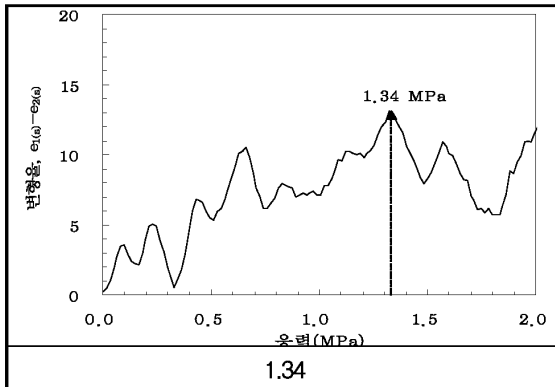
나. 시험결과 및 분석

(1) TBB-7(49.2m)

• AE결과

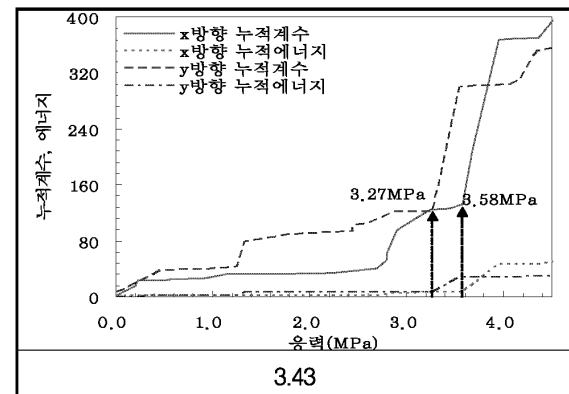
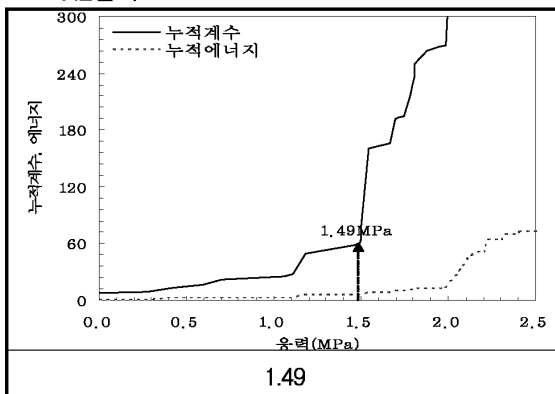


• DRA결과

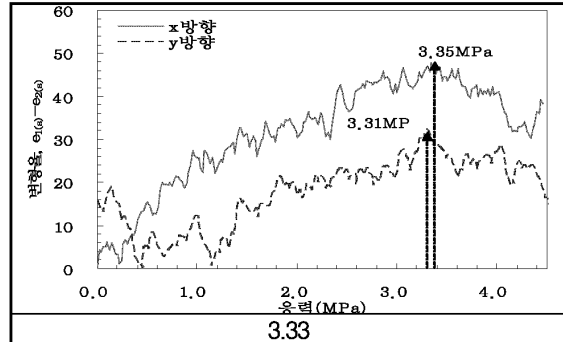
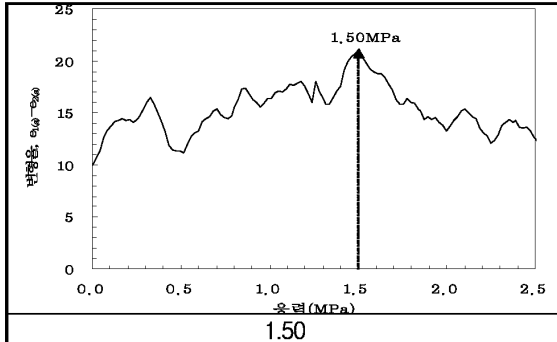


(2) TBB-9(58.5m)

• AE결과



• DRA결과



구 분	공 번	심 도 (m)	AE 시험(MPa)		DRA 시험(MPa)		측압계수, K	
			수직	수평	수직	수평	AE	DRA
군 위 터 널	TBB-7	49.2	1.25	2.64	1.34	2.68	2.11	2.00
	TBB-9	58.5	1.49	3.43	1.50	3.33	2.30	2.22

- 실내시험의 경우 무결암의 피로 진행에 따라 평가되는데 반해 현지응력 측정은 잠재 크랙을 포함한 상태에서 시험을 수행하므로, 측압계수는 수압파쇄시험보다 약간 높은 2.00~2.30의 범위를 보임

4.6.3 Slaking/Swelling 시험

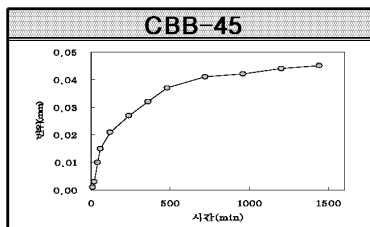
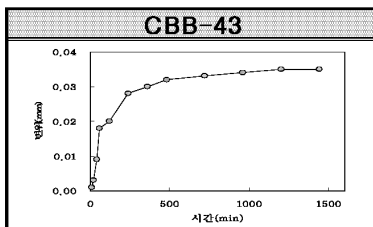
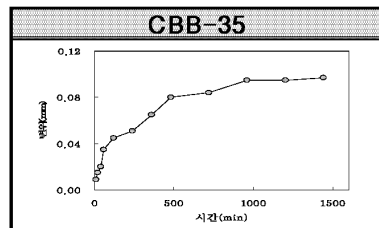
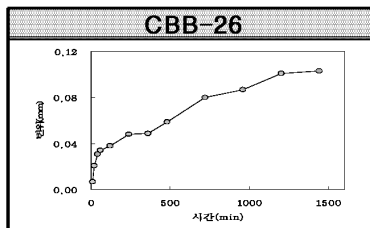
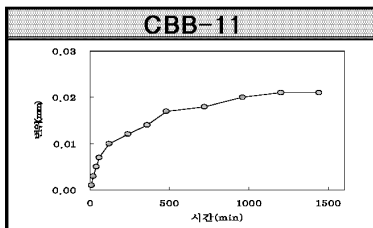
가. 목 적

- 암종의 풍화에 대한 저항력을 평가하고 암종별 내구성 확인을 위해 5회 실시
- 암석의 팽창특성을 평가하여 터널의 안정성 분석 및 시공 후 암성 팽창에 의한 구조물 위험성 예측

나. 시험 결과

구 분	공 번	심 도 (m)	암 종	Swelling 변형지수 (%)	Slaking 내구성 지수(%)	
					Id ₁	Id ₂
비탈면 구 간	CBB-11	12.7	화강암	0.021	99.4	99.1
	CBB-26	22.1	사 암	0.103	96.7	95.2
	CBB-35	10.0	사 암	0.097	96.8	95.0
	CBB-43	19.0	사 암	0.035	97.7	99.3
	CBB-45	17.1	사 암	0.045	98.8	98.2

※ Id₁ : 1회 1분간 회전후 잔류량(%) Id₂ : Slaking 내구성(%)



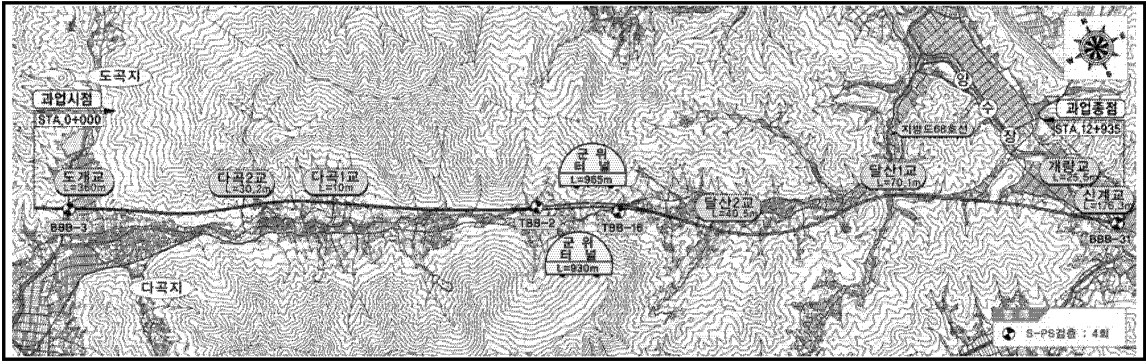
구분	Id ₁	Id ₂
매우높은 내구성	>99	>98
높은 내구성	98~99	95~98
약간 높은 내구성	95~98	85~95
중 정도의 내구성	85~95	60~85
저 내구성	60~85	30~60
자극히 낮은 내구성	<60	<30

- Gamble(1971)이 제시한 기준으로 볼 때 CBB-11은 “매우높은 내구성”, CBB-26, 35, 43은 “약간 높은 내구성”, CBB-45는 “높은 내구성”을 나타냄

4.7 동적 특성 분석을 위한 조사

4.7.1 개요

- 가. 기본방향
 - 지반의 내진해석을 위한 동적특성(전단파 속도, 동탄성계수, 동전단탄성계수) 파악
- 나. 조사 위치 및 수량
 - S-PS검층 4공 실시

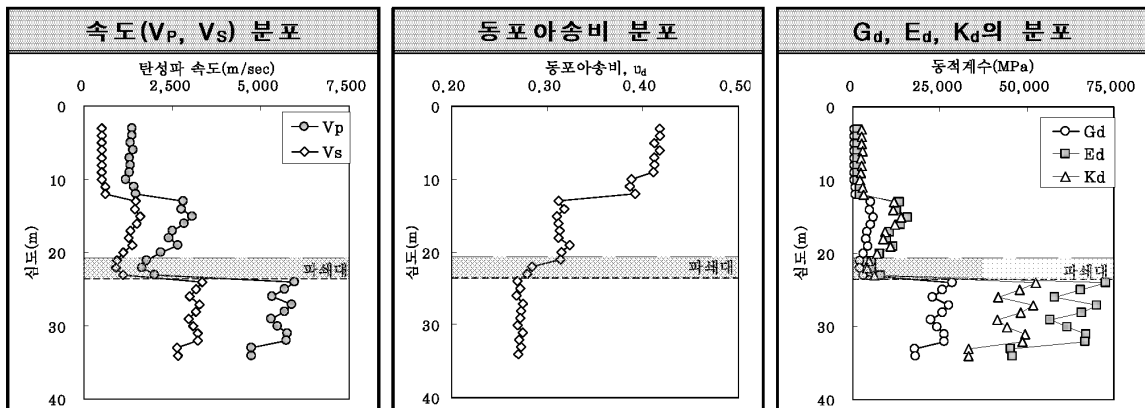


4.7.2 S-PS 검층

- 가. 목적
 - 지층별 탄성파 속도(V_p , V_s) 측정
 - 내진해석을 위한 동적물성치(전단파 속도, 동포아송비, 동탄성계수, 동전단계수) 산정
- 나. 시험 결과
 - (1) TBB-2

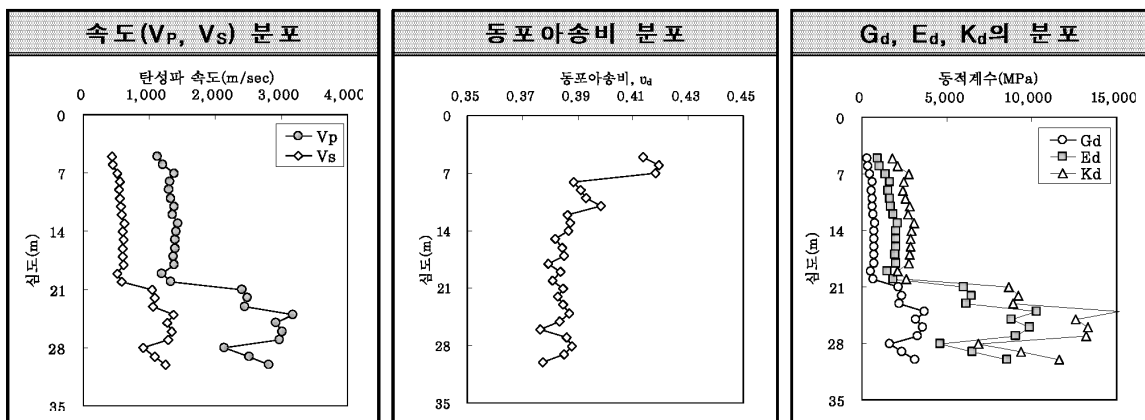
지 층	심 도 (m)	탄 성 파 속 도		동 적 물 성 치			
		탄 성 파 속 도, V_p (m/sec)	전 단 파 속 도, V_s (m/sec)	동 포 아 송 비, μ_s	전 단 탄 성 계 수, G_d (MPa)	동 탄 성 계 수, E_d (MPa)	체 적 변 형 계 수, K_d (MPa)
붕 적 층	0.0~9.0	1,287~1,382	501~518	0.411~0.418	450~480	1,270~1,360	2,370~2,770
풍 화 토	9.0~12.0	1,203~1,470	515~620	0.387~0.392	500~730	1,390~2,030	2,060~3,130
연 암	12.0~20.7	1,783~3,061	929~1,606	0.310~0.323	2,020~6,050	5,310~15,850	4,750~13,910
경 암	20.7~34.0	1,656~5,964	910~3,351	0.268~0.284	2,110~28,650	5,420~72,730	4,180~52,530

제 4 장 조 사 결 과



(2) TBB-16

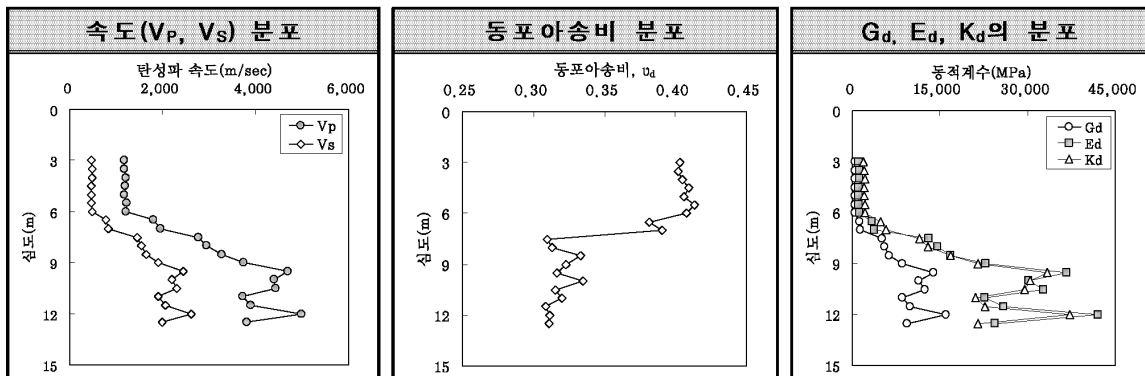
지 층	심 도 (m)	탄성파 속도		동적물성치			
		탄성파속도, V_p (m/sec)	전단파속도, V_s (m/sec)	동포아송비, ν_d	전단탄성계수, G_d (MPa)	동탄성계수, E_d (MPa)	체적변형계수, K_d (MPa)
붕적층	0.0~6.5	1,128~1,379	433~517	0.414~0.420	330~480	930~1,360	1,790~2,770
풍화토	6.5~10.9	1,293~1,384	547~569	0.389~0.398	560~610	1,560~1,710	2,390~2,800
풍화암	10.9~30.0	1,184~3,178	514~1,365	0.377~0.388	530~3,710	1,470~10,290	2,110~15,150



(3) BBB-3

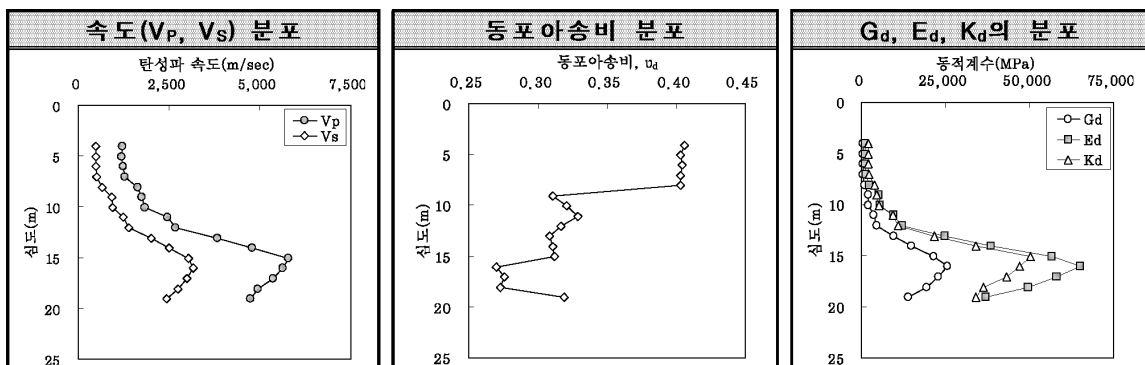
지 층	심 도 (m)	탄성파 속도		동적물성치			
		탄성파속도, V_p (m/sec)	전단파속도, V_s (m/sec)	동포아송비, ν_d	전단탄성계수, G_d (MPa)	동탄성계수, E_d (MPa)	체적변형계수, K_d (MPa)
퇴적층	1.8~6.4	1,178~1,235	469~484	0.402~0.413	390~420	1,100~1,180	1,930~2,180
풍화암	6.4~7.0	1,797~1,954	786~828	0.382~0.391	1,230~1,360	3,400~3,780	4,790~5,760
연 암	7.0~12.5	2,780~4,996	1,461~2,613	0.309~0.335	5,010~16,020	13,130~42,030	11,510~37,210

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

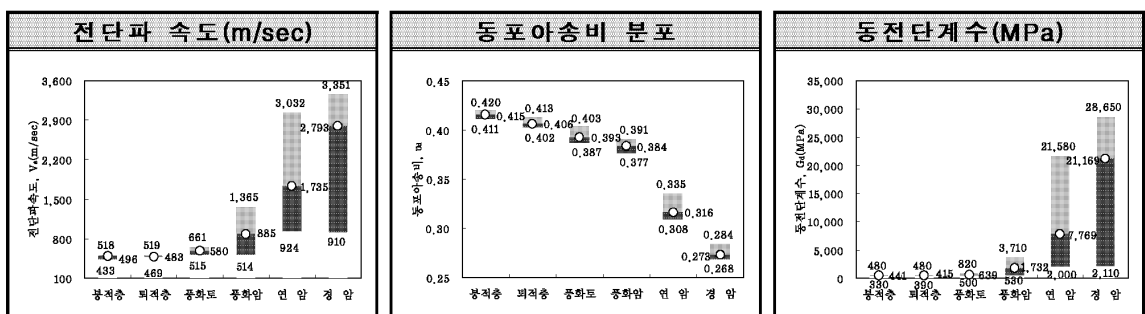


(4) BBB-31

지 층	심 도 (m)	탄성파 속도		동적물성치			
		탄성파속도, V_p (m/sec)	전단파속도, V_s (m/sec)	동포아송비, ν_d	전단탄성계수, G_d (MPa)	동탄성계수, E_d (MPa)	체적변형계수, K_d (MPa)
퇴적층	4.0~6.9	1,207~1,290	482~519	0.403~0.406	410~480	1,150~1,350	2,030~2,330
풍화토	6.9~8.5	1,641	661	0.403	820	2,300	3,960
연 암	8.5~15.1	1,763~5,802	924~3,032	0.308~0.329	2,000~21,580	5,240~56,630	4,610~50,250
경 암	15.1~18.0	4,941~5,644	2,762~3,169	0.270~0.276	19,460~25,620	49,540~65,060	36,330~47,100



다. 결과 분석

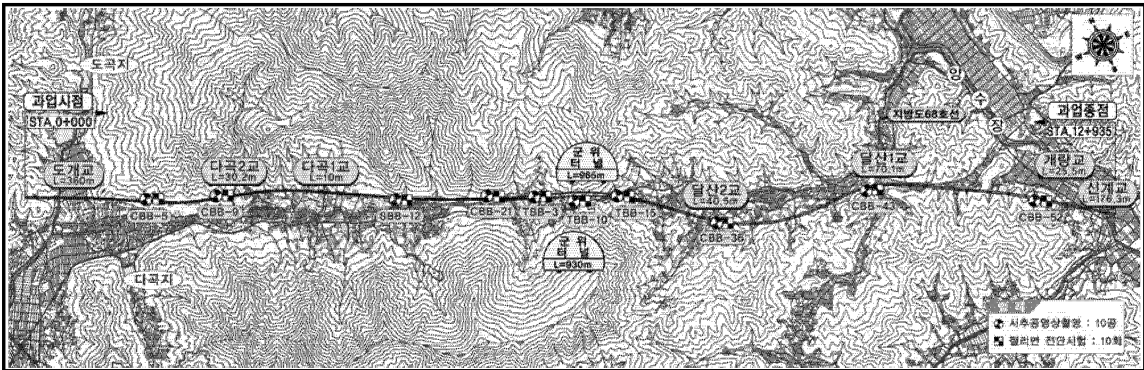


- 전단파속도(m/sec)는 붕적층 : 433~518, 퇴적층 : 469~519, 풍화토 : 515~661, 풍화암 514~1,365, 연암 : 924~3,032, 경암 : 910~3,351의 범위를 보임

4.8 불연속면 특성 분석을 위한 조사

4.8.1 개 요

- 가. 기본방향
 - 지중 암반에 대해 시추공절리조사를 수행하여 절리자료 획득
 - 절리면의 전단특성 및 변형 특성 파악
 - 구조구 분류 및 불연속체 설계정수 산정을 위한 자료 획득
- 나. 조사위치 및 수량
 - 시추공영상촬영 10공, 절리면 전단시험 10회 실시



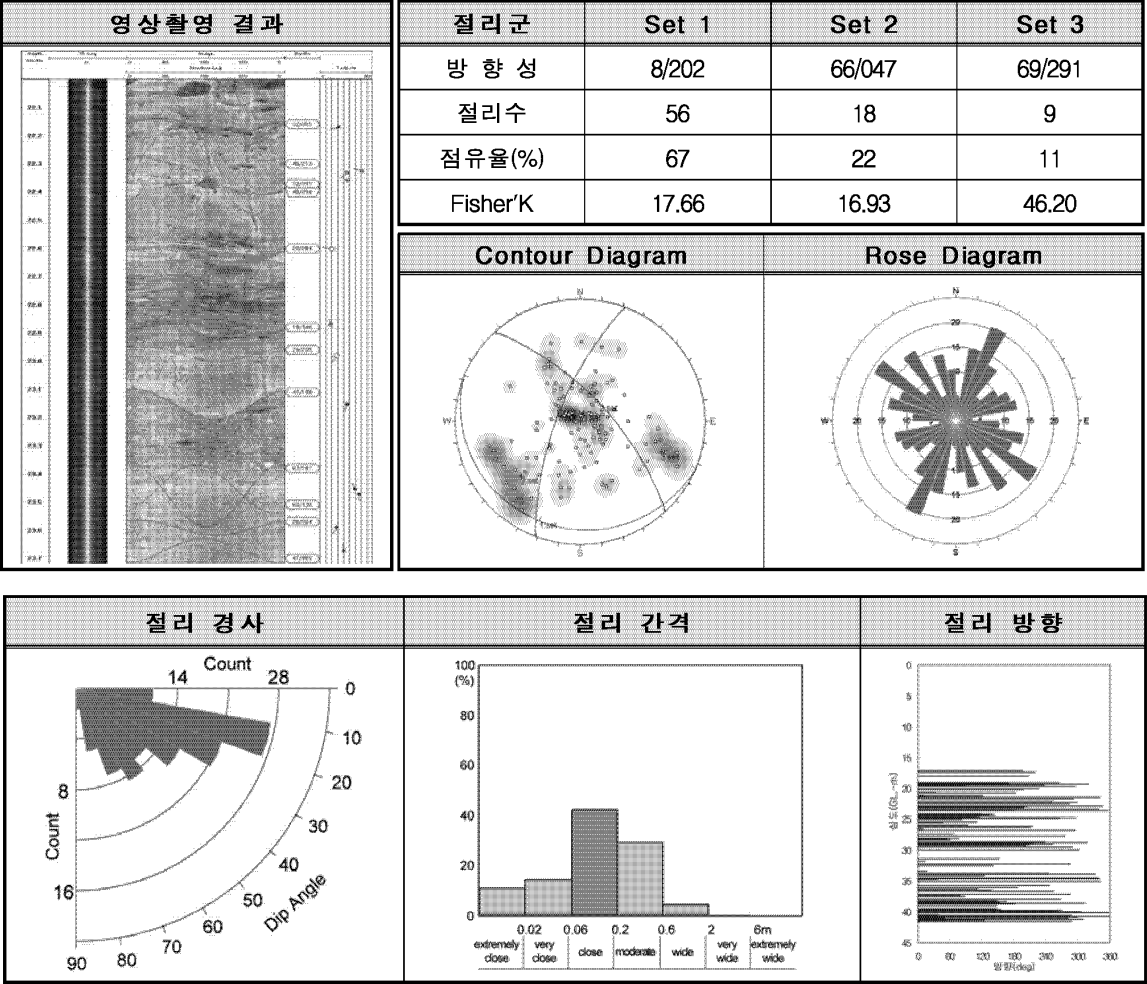
4.8.2 시추공 영상 촬영

- 가. 목 적
 - 암반의 불연속면 분포상태를 영상화하고 불연속면의 방향 및 크기, 틈새 등의 측정
 - 주요 불연속면의 분포상태 및 주향, 경사를 파악하여 터널과 교차하는 불연속면에 대한 분석
 - 구조구(Domain) 구분시 방향의 동질여부 판단 자료로 활용
- 나. 시험 결과

구 분		촬영심도(m)	지하수위 (GL.-m)	주 방 향	부 방 향
터널구간	TBB-3	1.71~41.69	5.3	8/202	66/047, 69/291
	TBB-10	1.69~109.62	37.6	45/157	45/046, 44/286
	TBB-15	1.79~32.85	12.0	48/286	23/133, 63/055
비탈면구간	CBB-5	1.70~37.41	-	57/153	35/088, 35/269
	CBB-9	1.55~27.52	19.0	22/188	53/166, 67/115
	CBB-21	1.65~23.71	10.2	21/343	17/190, 68/253
	CBB-36	1.51~21.85	17.9	73/360	28/310, 67/223
	CBB-43	1.82~29.31	-	61/357	11/139, 66/184
	CBB-52	1.69~37.79	34.9	9/070	45/080, 57/323, 52/235
	SBB-12	1.7~29.69	1.0	32/154	16/012

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

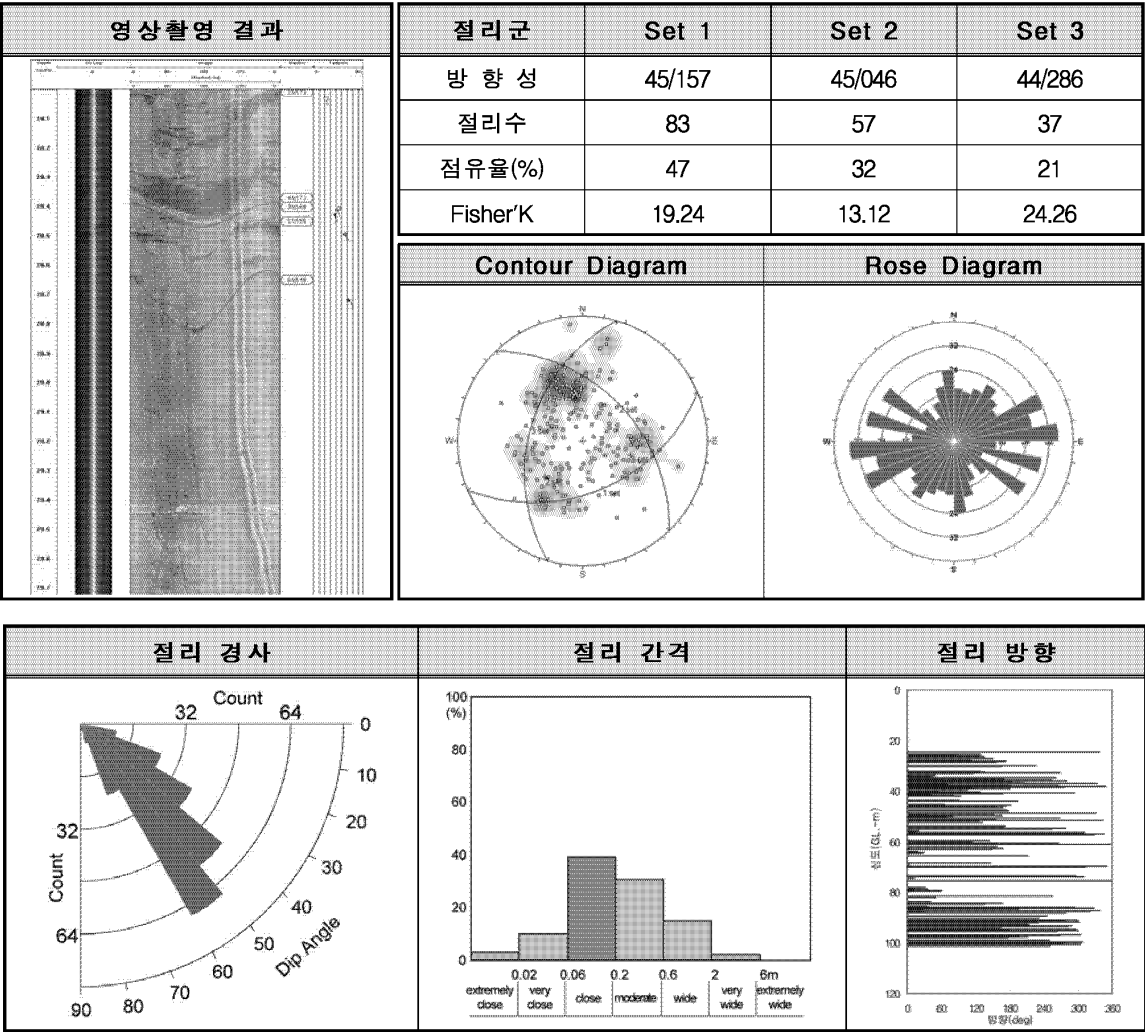
(1) TBB-3
• 절리특성



• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기 타	계
Closed Fractures	28	12	5	36	81 (62%)
Semi-opened Fractures	16	6	3	8	33 (25%)
Opened Fractures	1	—	2	—	3 (2%)
Fractured zone	9	—	—	1	10 (8%)
Primary Structure	2	—	1	—	3 (2%)
Mineral Vein	—	—	—	1	1 (1%)
계	56 (43%)	18 (14%)	9 (7%)	48 (37%)	131 (100%)

(2) TBB-10
• 절리특성

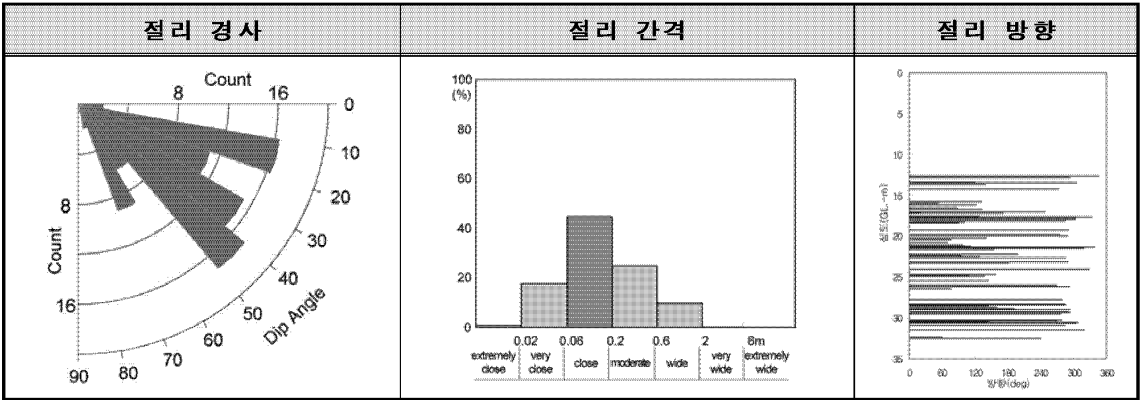
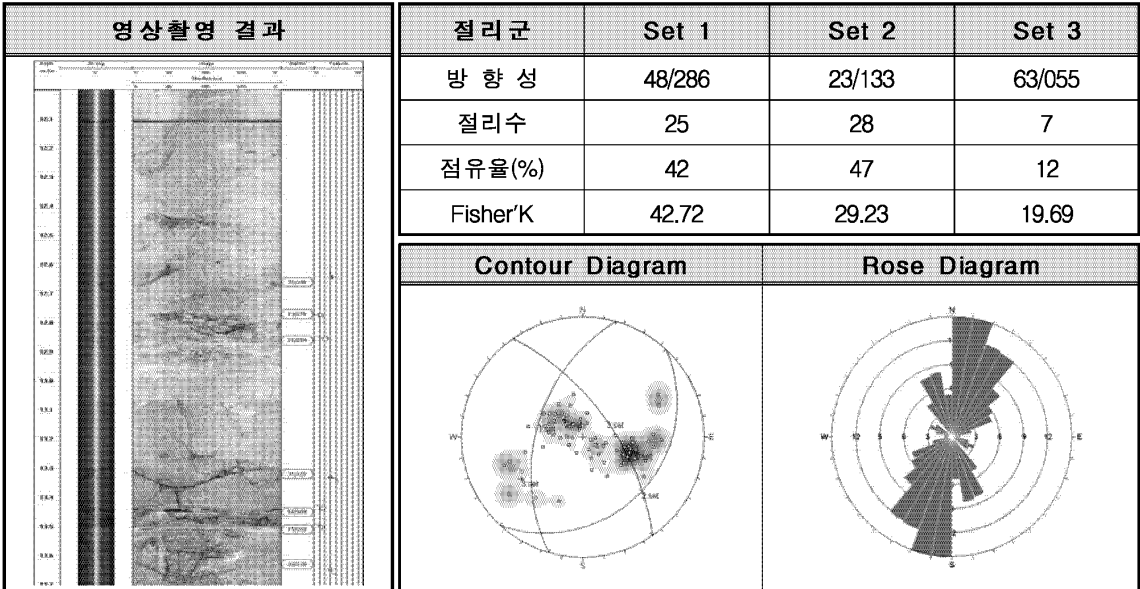


• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기타	계
Closed Fractures	49	35	25	36	145 (63%)
Semi-opened Fractures	17	8	2	8	35 (15%)
Opened Fractures	1	1	3	4	9 (4%)
Fractured zone	11	12	6	3	32 (14%)
Primary Structure	1	-	-	2	3 (1%)
Mineral Vein	4	1	1	-	6 (3%)
계	83 (36%)	57 (25%)	37 (16%)	53 (23%)	230 (100%)

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

(3) TBB-15
• 절리특성

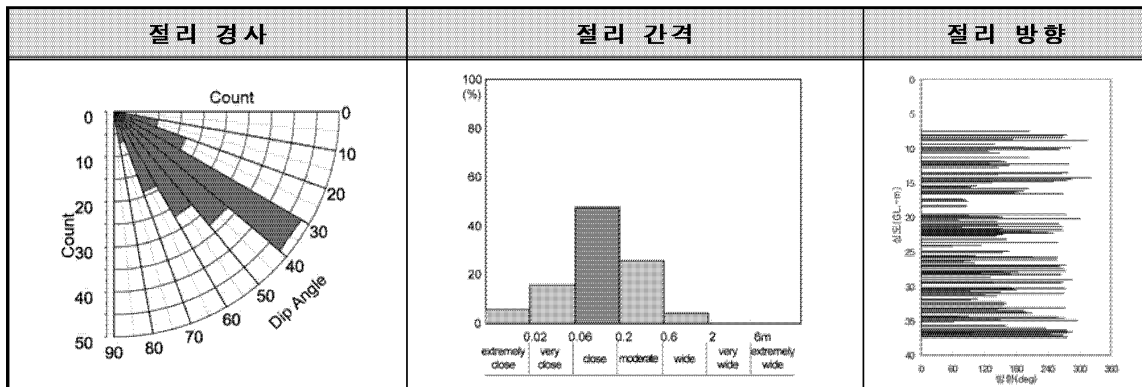
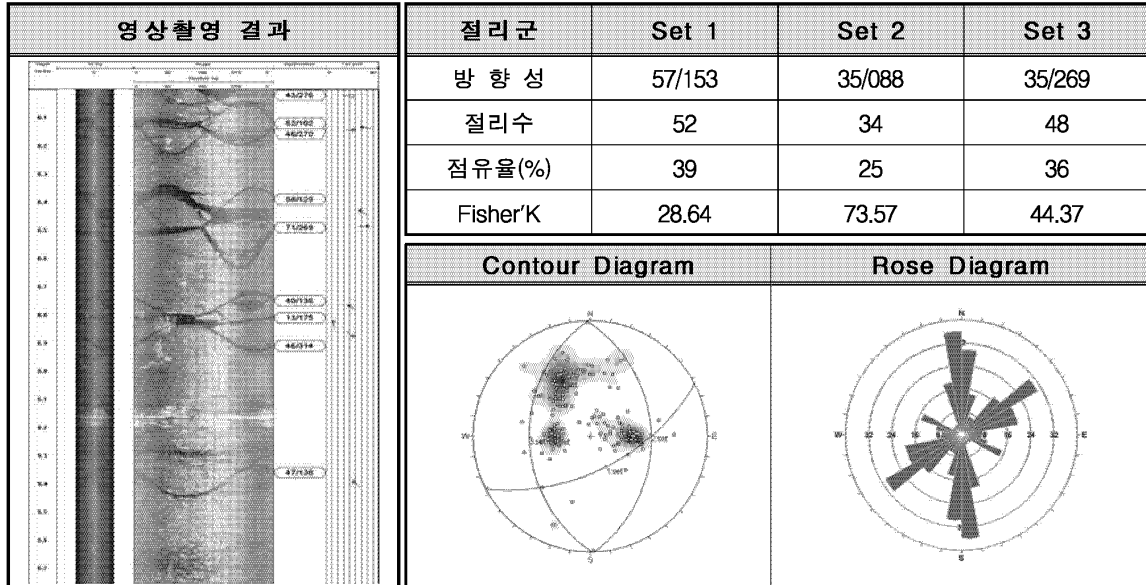


• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기 타	계
Closed Fractures	15	12	5	8	40 (51)
Semi-opened Fractures	8	14	1	5	28 (36%)
Opened Fractures	-	2	-	-	2 (3%)
Fractured zone	-	-	-	4	4 (5%)
Primary Structure	1	-	-	1	2 (3%)
Mineral Vein	1	-	1	-	2 (3%)
계	25 (32%)	28 (36%)	7 (9%)	18 (23%)	78 (100%)

(4) CBB-5

• 절리특성

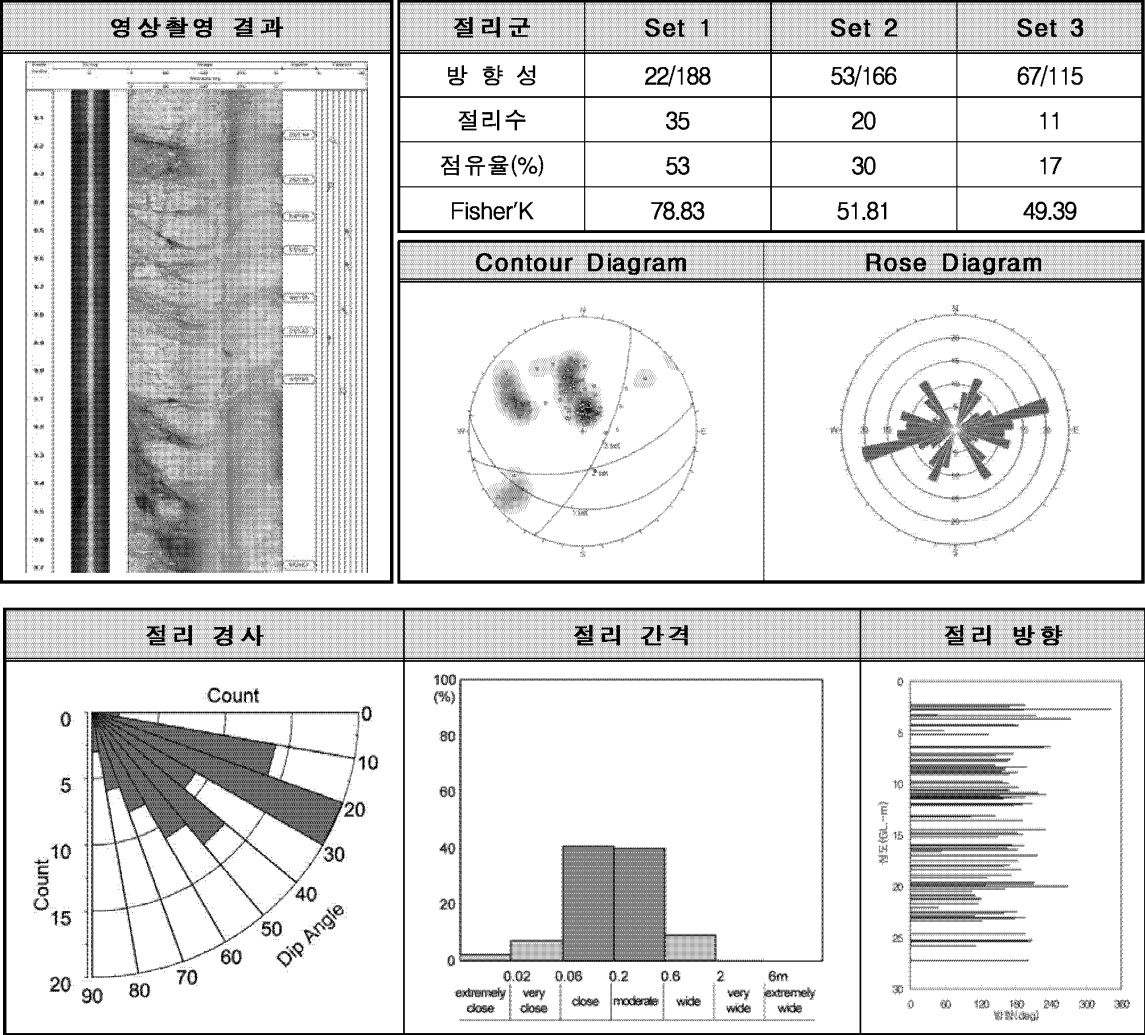


• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기타	계
Closed Fractures	5	7	13	7	32 (20%)
Semi-opened Fractures	12	9	11	6	38 (24%)
Opened Fractures	27	16	23	9	75 (47%)
Fractured zone	8	2	1	5	16 (10%)
Primary Structure	-	-	-	-	-
Mineral Vein	-	-	-	-	-
계	52 (32%)	34 (21%)	48 (30%)	27 (17%)	161 (100%)

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

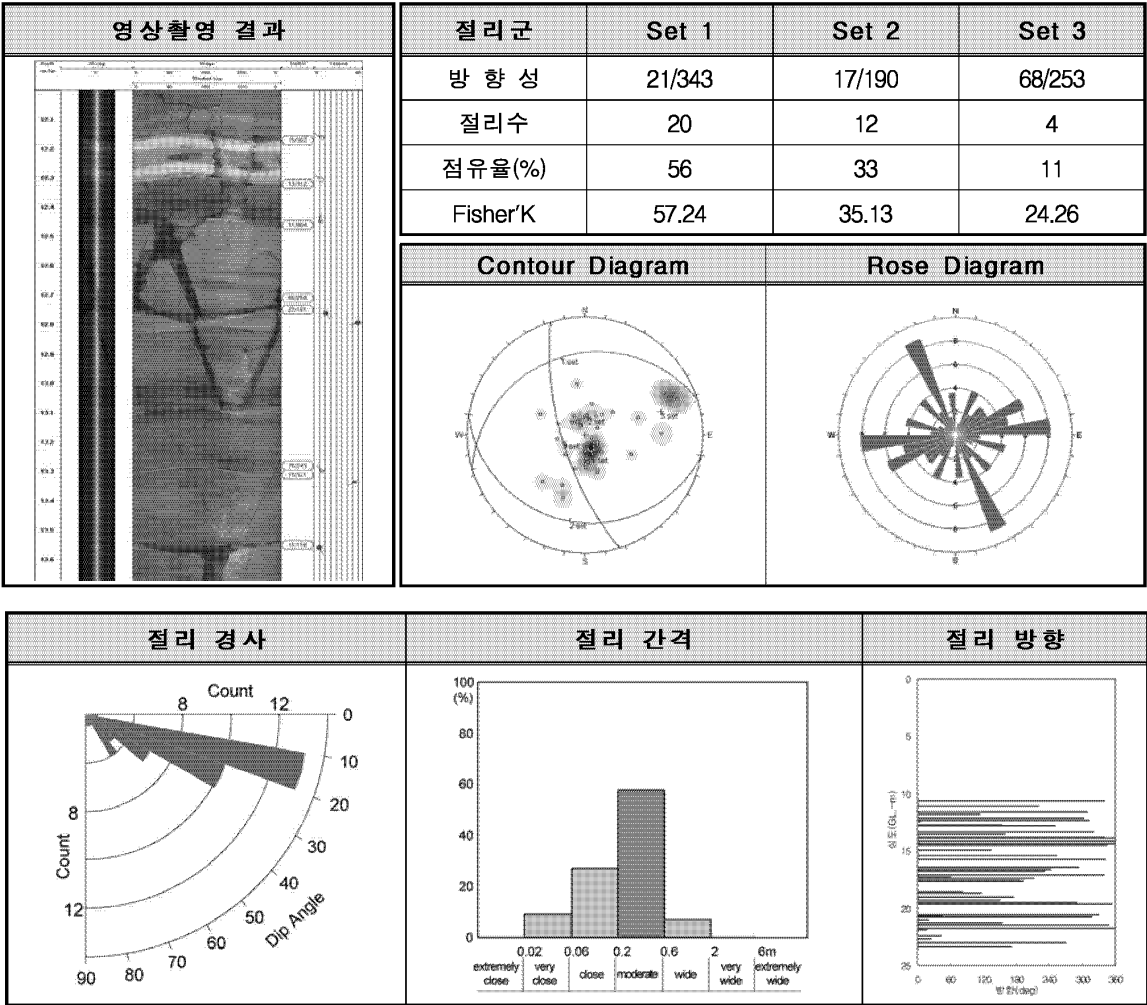
(5) CBB-9
• 절리특성



• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기 타	계
Closed Fractures	12	6	1	5	24 (28%)
Semi-opened Fractures	11	9	10	12	42 (49%)
Opened Fractures	6	1	—	1	8 (9%)
Fractured zone	6	4	—	2	12 (14%)
Primary Structure	—	—	—	—	—
Mineral Vein	—	—	—	—	—
계	35 (41%)	20 (23%)	11 (13%)	20 (23%)	86 (100%)

(6) CBB-21
• 절리특성

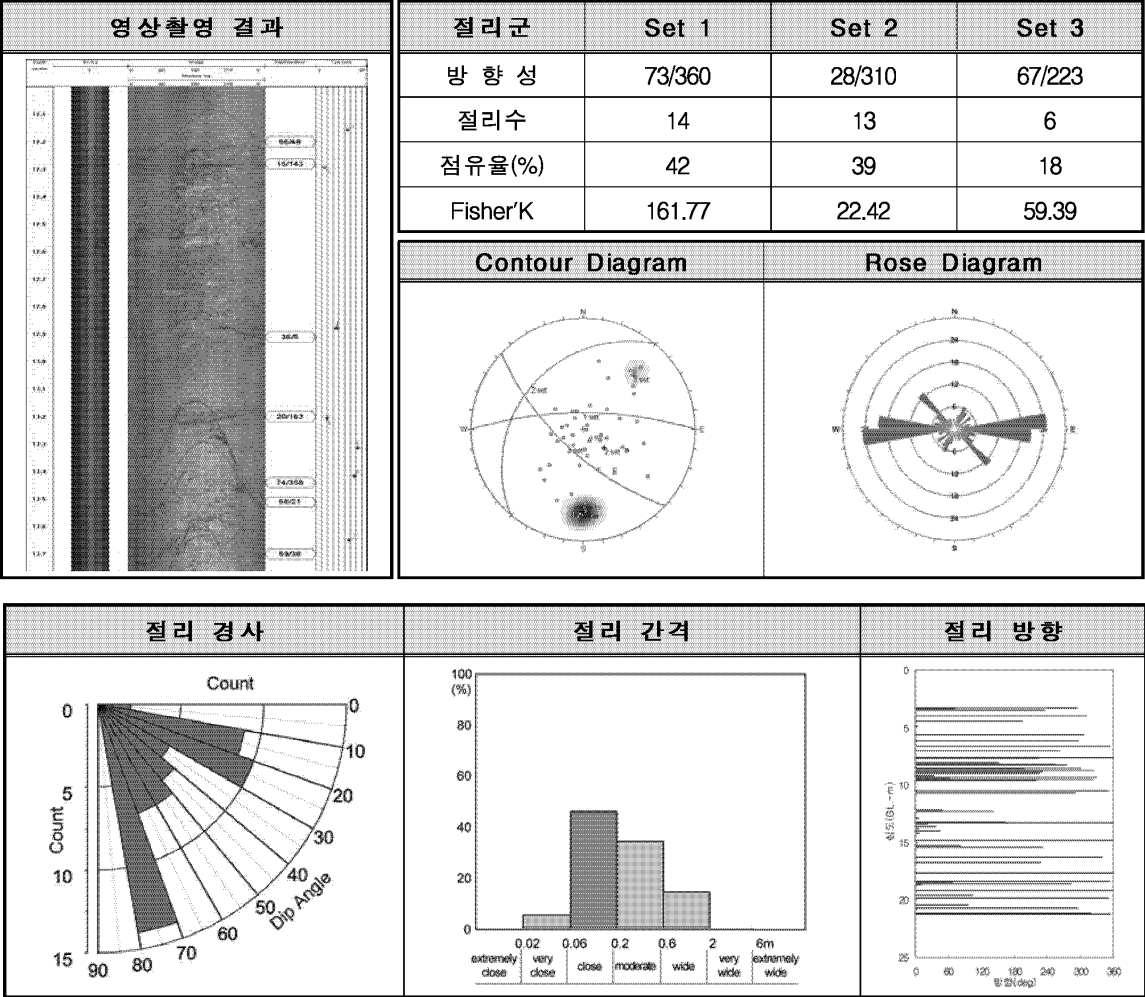


• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기타	계
Closed Fractures	11	4	4	6	25 (53%)
Semi-opened Fractures	1	1	-	-	2 (4%)
Opened Fractures	-	2	-	1	3 (6%)
Fractured zone	7	4	-	3	14 (30%)
Primary Structure	1	1	-	1	3 (6%)
Mineral Vein	-	-	-	-	- (-%)
계	20 (43%)	12 (26%)	4 (9%)	11 (23%)	47 (100%)

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

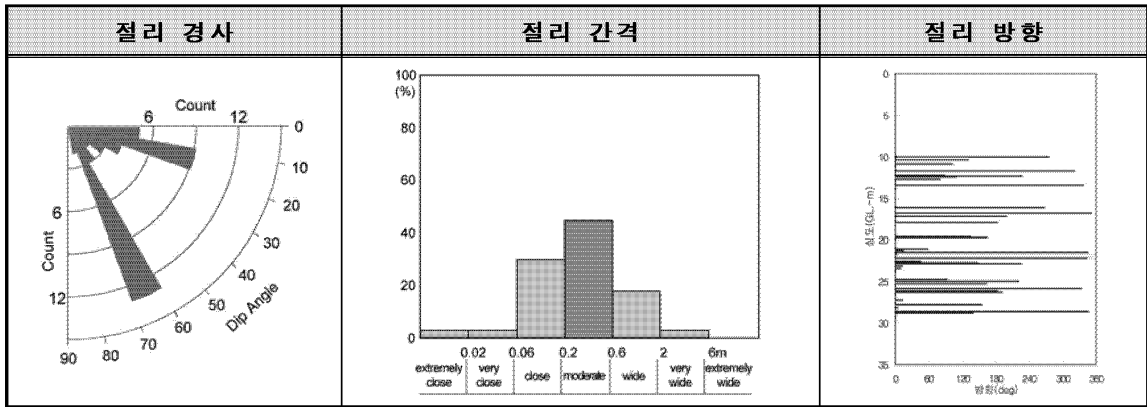
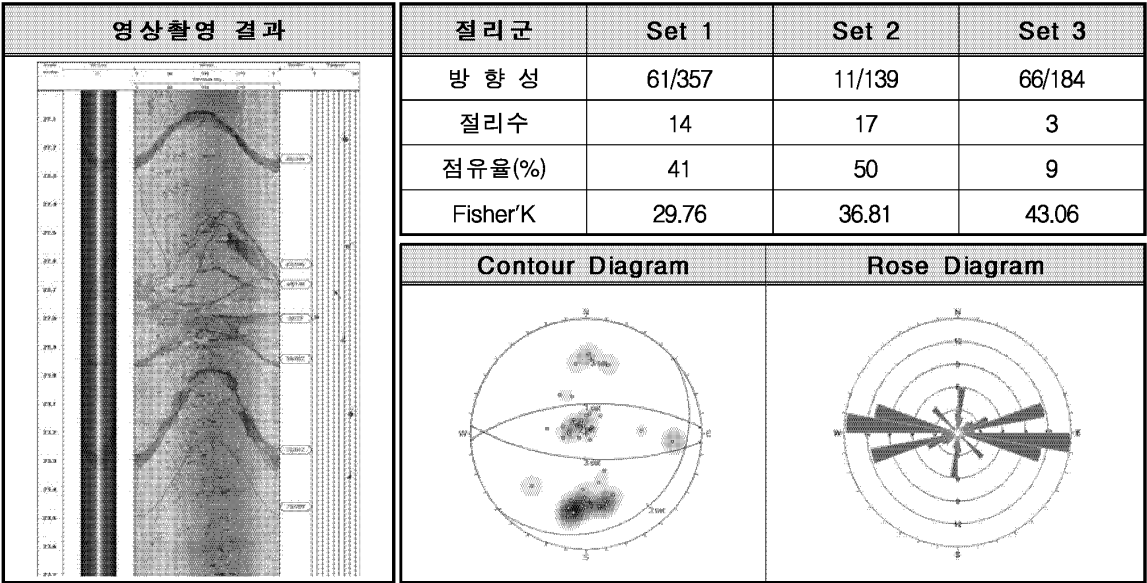
(7) CBB-36
• 절리특성



• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기타	계
Closed Fractures	7	4	3	15	29 (48%)
Semi-opened Fractures	3	4	3	5	15 (25%)
Opened Fractures	3	4	—	5	12 (20%)
Fractured zone	1	1	—	2	4 (7%)
Primary Structure	—	—	—	—	—
Mineral Vein	—	—	—	—	—
계	14 (23%)	13 (22%)	6 (10%)	27 (45%)	60 (100%)

(8) CBB-43
• 절리특성

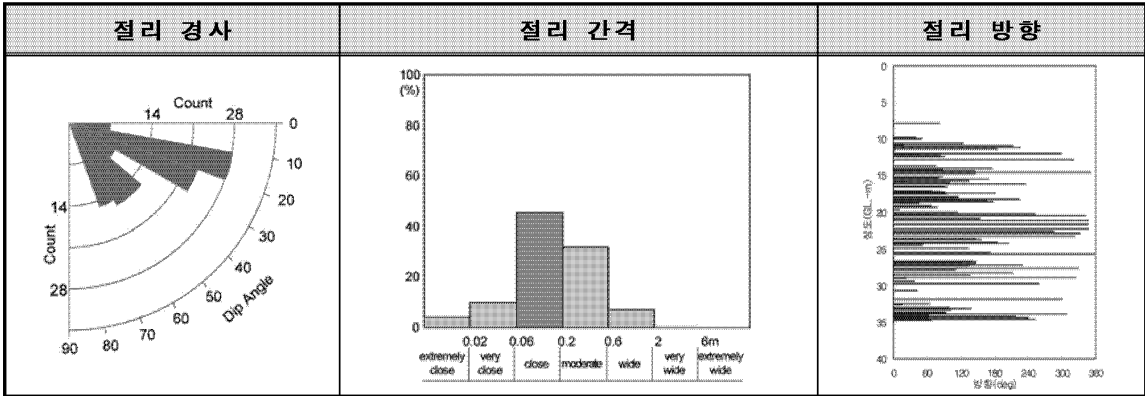
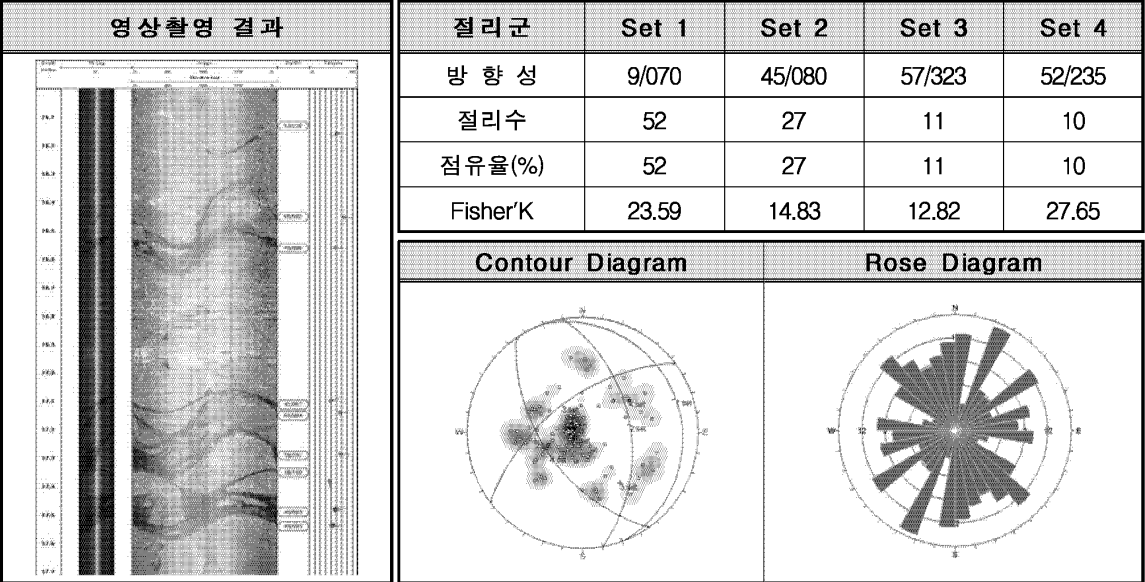


• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	기타	계
Closed Fractures	6	7	–	2	15 (37%)
Semi-opened Fractures	5	7	3	5	20 (49%)
Opened Fractures	2	–	–	–	2 (5%)
Fractured zone	1	3	–	–	4 (10%)
Primary Structure	–	–	–	–	–
Mineral Vein	–	–	–	–	–
계	17 (41%)	14 (34%)	3 (7%)	7 (17%)	41 (100%)

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

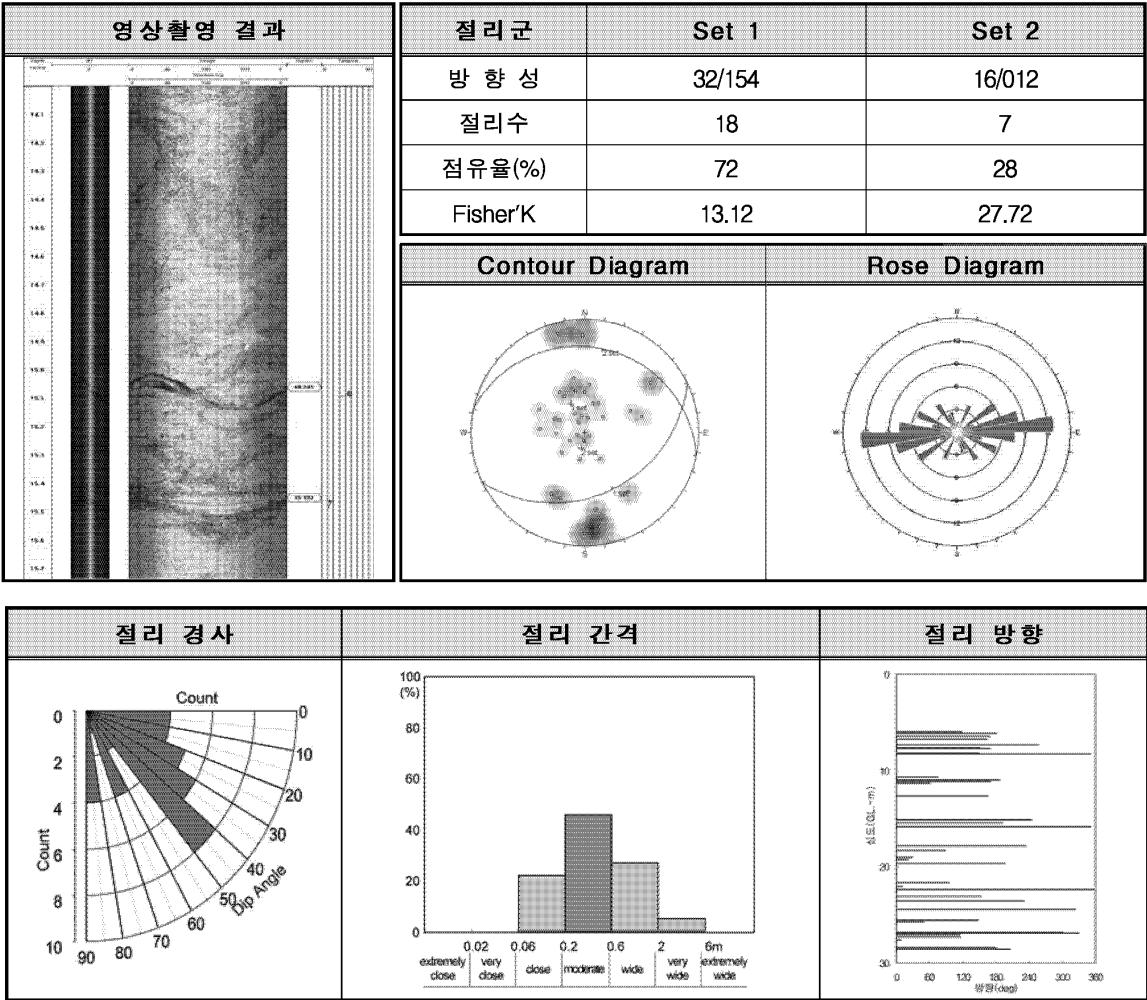
(9) CBB-52
• 절리특성



• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	기타	계
Closed Fractures	11	7	6	2	4	30 (26%)
Semi-opened Fractures	24	17	4	7	7	59 (52%)
Opened Fractures	3	2	1	1	1	8 (7%)
Fractured zone	13	1	-	-	2	16 (14%)
Primary Structure	1	-	-	-	-	1 (1%)
Mineral Vein	-	-	-	-	-	-
계	52 (46%)	27 (24%)	11 (10%)	10 (12%)	14 (12%)	114 (100%)

(10) SBB-12
• 절리특성



• 절리군별 균열분포

절리군	Set 1	Set 2	기타	계
Closed Fractures	9	7	4	20 (53%)
Semi-opened Fractures	8	-	7	15 (39%)
Opened Fractures	1	-	2	3 (8%)
계	18 (47%)	7 (18%)	13 (34%)	38 (100%)

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

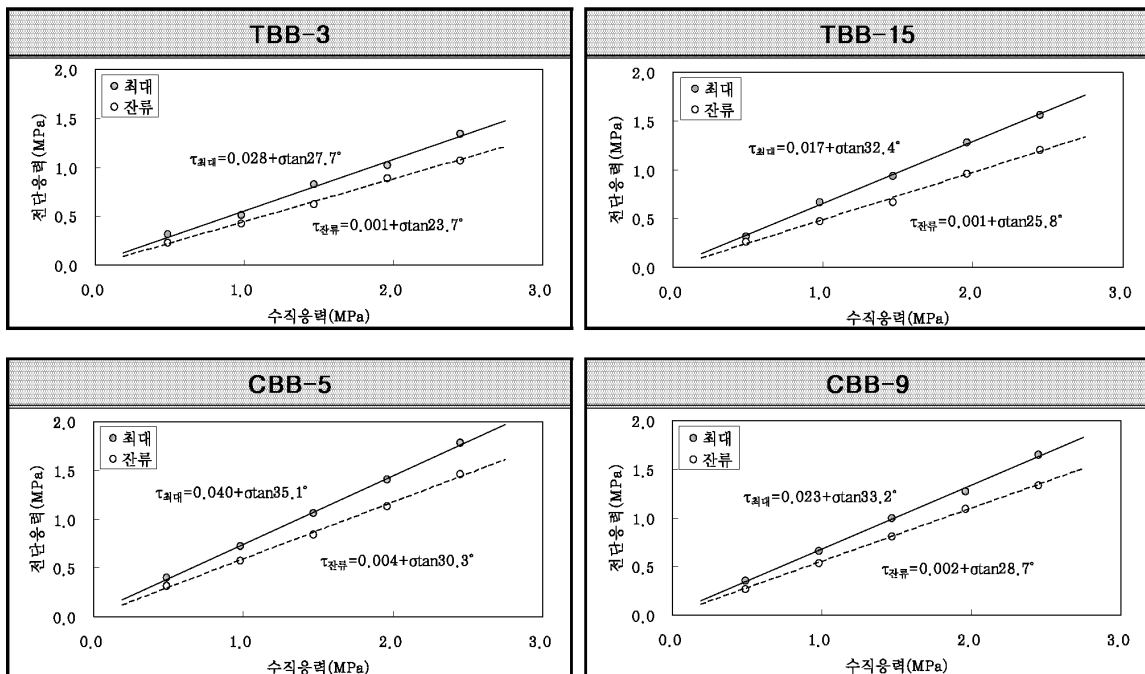
4.8.3 절리면 전단시험

가. 목 적

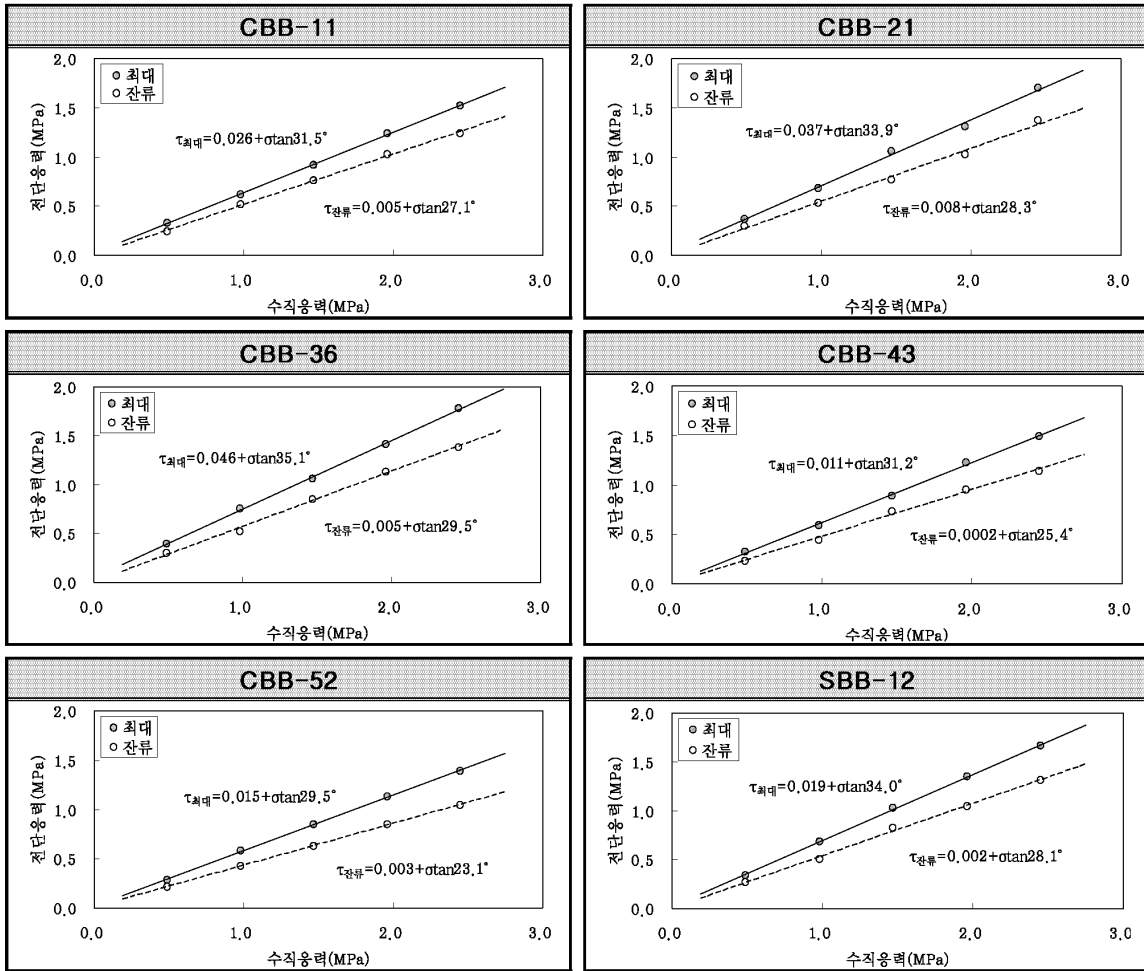
- 절리면의 JCS, 전단강성, 수직강성, 최대마찰각, 잔류마찰각, 점착력 등의 특성값을 산정
- 절리면의 강도정수 산정 및 불연속체 해석의 입력 자료로 활용

나. 시험 결과

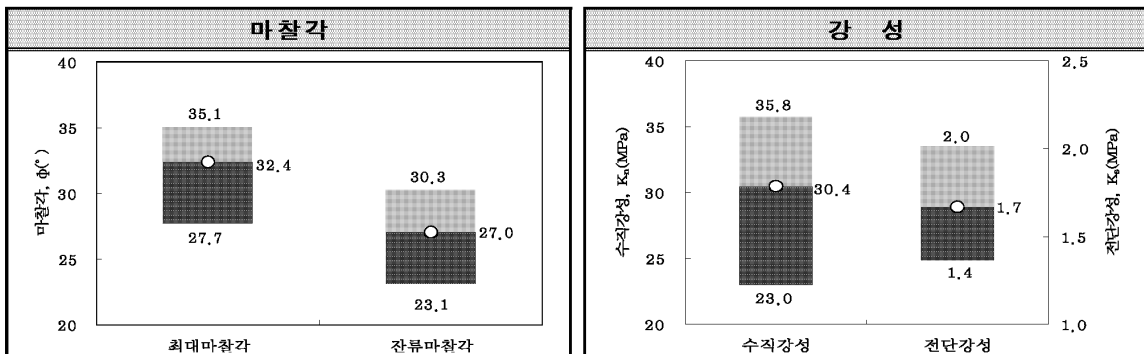
구 분	심도 (m)	점착력, c(kPa)		내부마찰각, $\phi(^{\circ})$		JRC	JCS (MPa)	K_n (MPa/mm)	K_s (MPa/mm)
		최대	잔류	최대	잔류				
TBB-3	35.4	28.0	1.0	27.7	23.7	4~6	24.20	26.61	1.59
TBB-15	32.1	17.0	1.0	32.4	25.8	4~6	22.64	23.75	1.36
CBB-5	27.3	40.0	4.0	35.1	30.3	8~10	38.47	34.09	1.60
CBB-9	19.2	23.0	2.0	33.2	28.7	4~6	36.10	33.26	1.96
CBB-11	13.7	26.0	5.0	31.5	27.1	4~6	21.71	22.96	1.45
CBB-21	17.8	37.0	8.0	33.9	28.3	4~6	25.17	27.34	1.60
CBB-36	11.95	46.0	5.0	35.1	29.5	8~10	39.25	35.75	1.50
CBB-43	36.8	11.0	0.2	31.2	25.4	4~6	34.05	32.97	1.69
CBB-52	10.5	15.0	3.0	29.5	23.1	2~4	36.12	34.98	2.01
SBB-12	22.4	19.0	2.0	34.0	28.1	4~6	36.92	32.76	1.90



제 4 장 조 사 결 과



다. 결과 분석



- 점착력, $c(\text{MPa})$ 는 최대 0.011~0.046, 잔류 0.0002~0.008의 범위를 보임
- 마찰각, $\phi(^{\circ})$ 는 최대 27.7~35.1, 잔류 23.1~30.3의 범위를 보임
- JCS(MPa)는 21.71~39.25의 범위를 보임
- 수직강성, $K_n(\text{MPa/mm})$ 은 22.96~35.75의 범위를 보임
- 전단강성, $K_s(\text{MPa/mm})$ 은 1.36~2.01의 범위를 보임

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

4.9 수리 특성 평가를 위한 조사

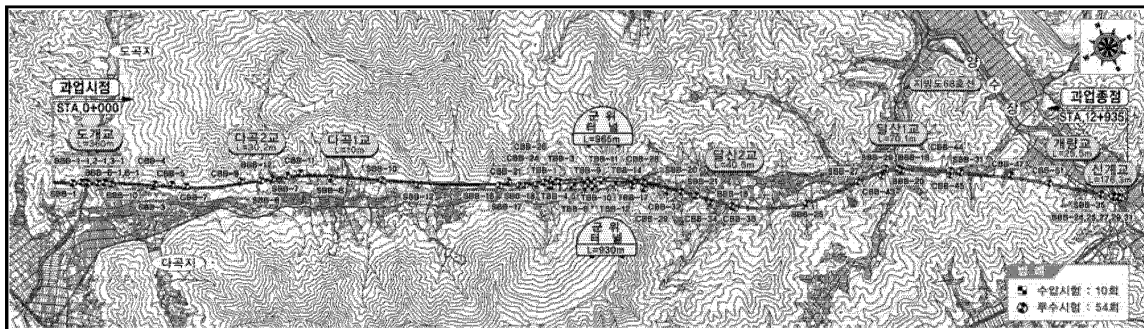
4.9.1 개요

가. 기본방향

- 지층별 투수특성 파악, 기반암 투수성 및 Lugeon Pattern 파악
- 굴착공법 중 화약을 사용한 발파공법 설계시 발파로 인해 수반되는 지반진동, 소음영향을 고려한 소음·진동 영향권 예측
- 시험발파 방법 중 가장 안전한 방법으로 지반조건을 고려한 진동감쇠경향 및 진동감쇠식 산출

나. 조사위치 및 수량

- 현장수압시험 10회, 현장투수시험 54회



4.9.2 현장수압시험

가. 목적

- 과업구간내 분포하는 기반암의 투수성 및 Lugeon Pattern 파악
- 지층별 투수계수를 산정하여 침투해석 자료 및 지반보강을 위한 그라우팅공 설계시 참고자료로 활용

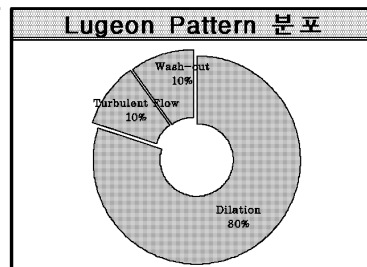
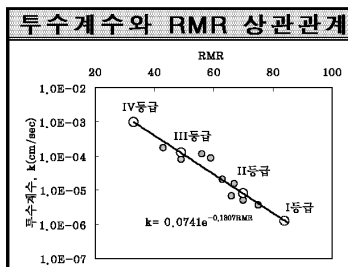
나. 시험 결과 및 분석

공번	심도 (m)	암반등급 RMR	투수계수 k(cm/sec)	Lugeon Curve	Lugeon Pattern	P-Q Curve	Lugeon Value
TBB-1	21.6 ~ 26.6	III ~ II 59~64	8.63×10^{-5}		Wash-out		6.175
TBB-3	22.4 ~ 27.4	III ~ II 51~66	6.77×10^{-6}		Dilation		0.571
TBB-8	34.5 ~ 39.5	III ~ II 55~71	1.16×10^{-4}		Turbulent Flow		8.108

제 4 장 조 사 결 과

공 번	심 도 (m)	암반등급 RMR	투수 계 수 k(cm/sec)	Lugeon Curve	Lugeon Pattern	P-Q Curve	Lugeon Value
TBB-9	75.0 ~ 80.0	II ~ I 75~85	3.67×10^{-6}		Dilation		0.469
TBB-9	85.7 ~ 90.7	II 74~78	4.07×10^{-7}		Dilation		0.036
TBB-10	92.6 ~ 97.6	II 70~77	4.99×10^{-6}		Dilation		0.426
TBB-10	100.8 ~ 105.8	II 63~71	2.02×10^{-5}		Dilation		1.885
TBB-11	62.0 ~ 67.0	II 67~68	1.55×10^{-5}		Dilation		1.326
TBB-12	47.0 ~ 52.0	IV 40	1.73×10^{-5}		Dilation		1.369
TBB-14	27.0 ~ 32.0	III 49~53	7.74×10^{-5}		Dilation		6.320

다. 결과 분석



• 투수계수와 RMR 상관관계 :

$$k = 0.0741e^{-0.1807 \times RMR}$$

• 투수패턴 분포

- Turbulent Flow 10.0%
- Wash-out 10.0%
- Dilation 80.0%

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

4.9.3 현장투수시험

가. 목 적

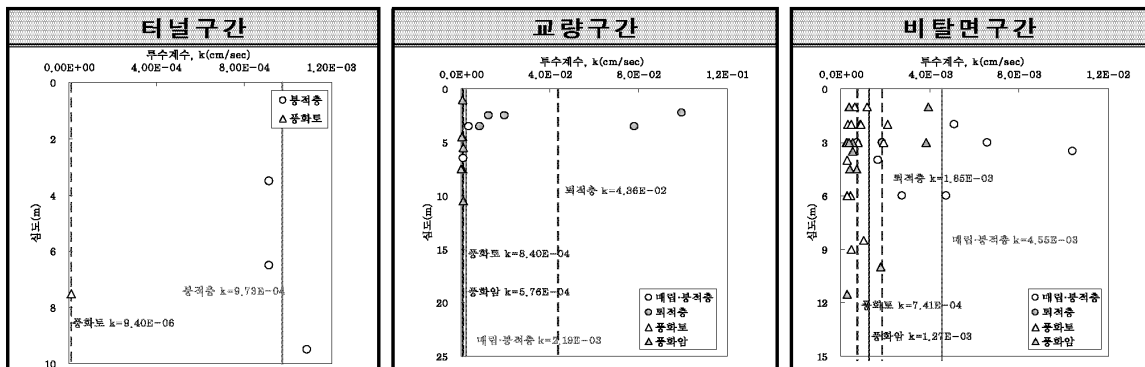
- 토사층 및 풍화대층의 투수특성을 파악

나. 시험 결과 및 분석

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	투수계수, k(cm/sec)
군 위 터 널	TBB-3	9.0~10.0	붕적층(점토질 모래섞인 자갈)	1.09×10^{-3}
	TBB-4	6.0~7.0	붕적층(점토섞인 실트질 모래)	9.16×10^{-4}
	TBB-5	3.0~4.0	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	9.15×10^{-4}
	TBB-17	7.0~8.0	풍화토(실트섞인 모래)	9.40×10^{-6}
도개교	BBB-1-1	4.0~5.0	풍화암(실트질 모래)	5.56×10^{-4}
	BBB-2-1	2.0~3.0	퇴적층(실트섞인 모래질 자갈)	1.24×10^{-2}
	BBB-3-1	2.0~3.0	퇴적층(실트섞인 모래질 자갈)	1.94×10^{-2}
	BBB-6-1	10.0~11.0	풍화암(실트질 모래)	8.29×10^{-4}
	BBB-8-1	6.0~7.0	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	1.07×10^{-3}
	BBB-10	10.0~11.0	풍화토(실트질 모래)	9.67×10^{-4}
다곡2교	BBB-12	3.0~4.0	붕적층(모래섞인 자갈)	3.30×10^{-3}
달산2교	BBB-16	5.0~6.0	풍화암(실트질 모래)	9.86×10^{-4}
달산1교	BBB-18	4.0~5.0	풍화암(실트질 모래)	3.48×10^{-4}
	BBB-20	0.5~1.5	풍화암(실트질 모래)	6.46×10^{-4}
신계교	BBB-24	7.0~8.0	풍화암(실트질 모래)	9.13×10^{-5}
	BBB-25	3.0~4.0	퇴적층(자갈섞인 실트질 모래)	8.47×10^{-3}
	BBB-27	2.0~2.5	퇴적층(자갈섞인 실트질 모래)	9.95×10^{-2}
	BBB-29	3.0~4.0	퇴적층(자갈섞인 실트질 모래)	7.82×10^{-2}
	BBB-31	7.0~8.0	풍화토(암편 함유한 실트질 모래)	7.12×10^{-4}
깎기	CBB-4	1.5~2.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	2.09×10^{-3}
	CBB-5	2.5~3.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	2.47×10^{-4}
	CBB-7	2.5~3.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	5.33×10^{-4}
	CBB-9	1.0	풍화암(실트질 모래)	3.60×10^{-4}
	CBB-11	1.0	풍화토(실트질 모래)	6.07×10^{-4}
	CBB-21	8.5~9.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	4.69×10^{-4}
	CBB-24	4.0~5.0	풍화암(실트질 모래)	7.24×10^{-4}
	CBB-26	2.5~3.5	퇴적층(자갈섞인 실트질 모래)	1.85×10^{-3}
	CBB-28	3.5~4.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	1.66×10^{-3}
	CBB-29	3.5~4.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	2.83×10^{-4}
	CBB-32	8.0~9.0	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	1.02×10^{-3}
	CBB-34	9.5~10.5	풍화암(실트질 모래)	1.79×10^{-3}

제 4 장 조 사 결 과

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	투수계수, k(cm/sec)
깎기	CBB-36	1.5~2.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	8.65×10^{-4}
	CBB-43	2.5~3.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	1.90×10^{-3}
	CBB-44	1.5~2.5	풍화토(실트질 모래)	3.23×10^{-4}
	CBB-45	0.5~1.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	1.16×10^{-3}
	CBB-47	2.5~3.5	풍화암(실트질 모래)	5.16×10^{-4}
	CBB-51	0.5~1.5	풍화암(실트질 모래)	3.91×10^{-3}
쌓기	SBB-1	4.0~5.0	풍화암(실트질 모래)	4.03×10^{-4}
	SBB-3	2.5~3.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	8.82×10^{-4}
	SBB-6	5.5~6.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	2.74×10^{-3}
	SBB-7	5.5~6.5	풍화토(자갈섞인 실트질 모래)	2.70×10^{-4}
	SBB-8	1.5~2.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	5.08×10^{-3}
	SBB-10	2.5~3.5	풍화암(실트질 모래)	3.81×10^{-3}
	SBB-12	2.5~3.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	6.95×10^{-4}
	SBB-16	5.5~6.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	4.71×10^{-3}
	SBB-17	2.5~3.5	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	6.56×10^{-3}
	SBB-18	5.5~6.5	풍화토(실트질 모래)	4.37×10^{-4}
	SBB-20	3.0~4.0	붕적층(실트질 모래섞인 자갈)	1.04×10^{-2}
	SBB-21	2.5~3.5	풍화토(실트질 모래)	2.90×10^{-4}
	SBB-25	2.0~3.0	풍화암(실트질 모래)	5.30×10^{-4}
	SBB-27	2.5~3.5	풍화토(실트질 모래)	7.64×10^{-4}
	SBB-29	1.5~2.5	풍화토(점토섞인 실트질 모래)	4.61×10^{-4}
	SBB-31	2.5~3.5	풍화암(실트질 모래)	3.74×10^{-4}
	SBB-35	11.0~12.0	풍화암(실트질 모래)	2.66×10^{-4}



- 터널구간 k(cm/sec) : 붕적층 $9.15 \times 10^{-4} \sim 1.09 \times 10^{-3}$, 풍화토 9.40×10^{-6}
- 교량구간 k(cm/sec) : 매립·붕적층 $1.07 \times 10^{-3} \sim 3.03 \times 10^{-3}$, 퇴적층 $8.47 \times 10^{-3} \sim 9.95 \times 10^{-2}$, 풍화토 $7.12 \times 10^{-4} \sim 9.67 \times 10^{-4}$, 풍화암 $3.48 \times 10^{-4} \sim 9.86 \times 10^{-4}$
- 비탈면구간 k(cm/sec) : 붕적층 $6.95 \times 10^{-4} \sim 1.04 \times 10^{-2}$, 풍화토 $2.47 \times 10^{-4} \sim 2.09 \times 10^{-3}$, 풍화암 $2.66 \times 10^{-4} \sim 3.91 \times 10^{-3}$

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

4.10 시공 계획을 위한 조사

4.10.1 본선암 유용성 평가

가. 목 적

- 터널 및 깎기구간에서 발생하는 암버력의 유용가능성을 판단하기 위하여 재료 품질 시험을 7회 실시하여 유용암 적합여부 판단

나. 시험결과 및 분석

(1) 콘크리트용 부순골재(KS F 2527)

항 목	용 도	시 방기 준	TBB-7	TBB-8	CBB-13	CBB-23	CBB-43	CBB-48	CBB-50
비 중	굵은골재	2.5이상	2.57	2.58	2.55	2.63	2.55	2.55	2.75
	잔골재								
흡수율(%)	굵은골재	3.0이하	1.10	1.10	1.70	0.80	1.58	2.03	0.65
	잔골재								
마모율(%)	굵은골재	40.0이하	24.00	24.00	27.00	22.00	30.40	25.00	12.80
	잔골재								
안정성(%)	굵은골재	12이하	3.20	2.90	3.80	2.90	4.60	8.80	2.40
	잔골재	10이하							
알칼리 골재 반응		무해	무해	무해	무해	무해	무해	무해	무해
판 정	굵은골재		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	잔골재		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

(2) 아스팔트 혼합물용 골재(KS F 2357)

항 목	용 도	시 방기 준	TBB-7	TBB-8	CBB-13	CBB-23	CBB-43	CBB-48	CBB-50
비 중	굵은골재 표층	2.5이상	2.57	2.58	2.55	2.63	2.55	2.55	2.75
	기층								
흡수율(%)	잔골재	3.0이상	1.10	1.10	1.70	0.80	1.58	2.03	0.65
	잔골재								
마모율(%)	굵은골재 표층	35.0이하	24.00	24.00	27.00	22.00	30.40	25.00	12.80
	기층	40.0이하							
안정성(%)	잔골재	-	3.20	2.90	3.80	2.90	4.60	8.80	2.40
	잔골재	-							
판 정	굵은골재 표층	12.0이하	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	기층	15.0이하							
판 정	잔골재		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	잔골재		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

(3) 도로용 부순 골재(KS F 2525)

항 목	용 도	시 방기 준	TBB-7	TBB-8	CBB-13	CBB-23	CBB-43	CBB-48	CBB-50
비 중	1종	2.45이상	2.57	2.58	2.55	2.63	2.55	2.55	2.75
	2종								
흡수율(%)	1종	3.0이하	1.10	1.10	1.70	0.80	1.58	2.03	0.65
	2종								
마모율(%)	1종	40.0이하	24.00	24.00	27.00	22.00	30.40	25.00	12.80
	2종								
아스팔트피막박리 (피복면적)(%)		95.0이상	95.0이상	95.0이상	95.0이상	95.0이상	95.0이상	95.0이상	95.0이상
판 정	1종	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK
	2종	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK

• 비중, 흡수율, 마모율, 안정성, 알카리 골재 반응, 아스팔트피막박리 결과 모두 시방 기준에 적합

4.10.2 다짐 및 CBR시험

가. 목 적

- 시료의 최대 건조단위중량(γ_{dmax})과 최적함수비(w_{opt})를 구하여 다짐특성 파악
- 쌓기 재료로서의 적부 판정과 경제성을 고려한 쌓기재 및 노상재료로서의 유용 가능성 파악

나. 시험결과 및 분석

공 번	함수비 (%)	비 중	LL (%)	PI	A다짐		D다짐		CBR (%)	USCS
					$\gamma_{dmax}(kN/m^3)$	OMC(%)	$\gamma_{dmax}(kN/m^3)$	OMC(%)		
TP-1	15.2	2.66	33.5	13.9	16.08	21.2	17.34	16.5	7.5	CL
TP-2	7.6	2.65	NP	-	17.55	14.6	19.01	10.9	16.2	SM
TP-3	4.6	2.65	NP	-	17.41	14.7	18.86	10.6	15.6	SW-SM
TP-4	11.8	2.67	NP	-	17.05	15.1	18.51	11.4	15.2	SM
TP-5	10.3	2.65	NP	-	17.11	14.5	18.58	11.1	16.6	SM
TP-6	6.7	2.65	NP	-	17.81	12.8	19.28	9.3	18.5	SP-SM
TP-7	11.9	2.66	NP	-	17.66	14.0	19.05	10.6	17.5	SM
TP-8	13.8	2.65	26.0	2.8	17.25	14.5	18.66	11.1	18.3	SM
TP-9	19.1	2.65	32.8	12.1	16.61	18.2	17.83	14.4	10.7	SC
TP-10	13.9	2.69	NP	-	17.06	14.8	18.53	11.3	16.4	SM
TP-11	8.3	2.67	NP	-	17.36	15.1	18.78	10.9	16.1	SW-SM
TP-12	16.4	2.65	27.4	4.7	16.92	15.8	18.39	11.9	14.3	SM
TP-13	16.2	2.67	NP	-	17.29	14.7	18.60	11.4	16.8	SM
TP-14	13.3	2.66	NP	-	17.06	15.2	18.44	11.7	15.4	SM
TP-15	14.8	2.68	27.9	4.9	17.01	15.6	18.39	12.1	14.9	SM

- D다짐을 실시한 결과 최대건조 단위중량은 17.34~19.28 kN/m^3
- 최적함수비는 9.3~16.5%, 노상지지력비는 7.5~18.5%의 범위를 보임

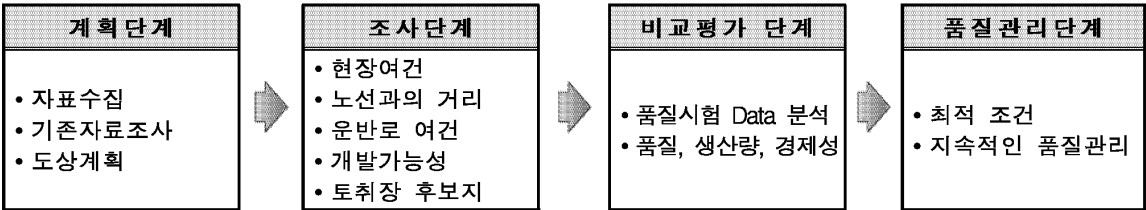
4.10.3 재료원 평가 및 조사

가. 재료원 조사

(1) 개요

- 본 과업에 사용될 레미콘, 아스콘 및 골재의 원활한 공급계획을 수립하기 위하여 과업노선 인근에 위치하고 있는 재료원과 현재 개발 중인 육상골재에 대하여 조사를 실시
- 재료의 공급 계획 수립에 따른 기초 자료를 제공함

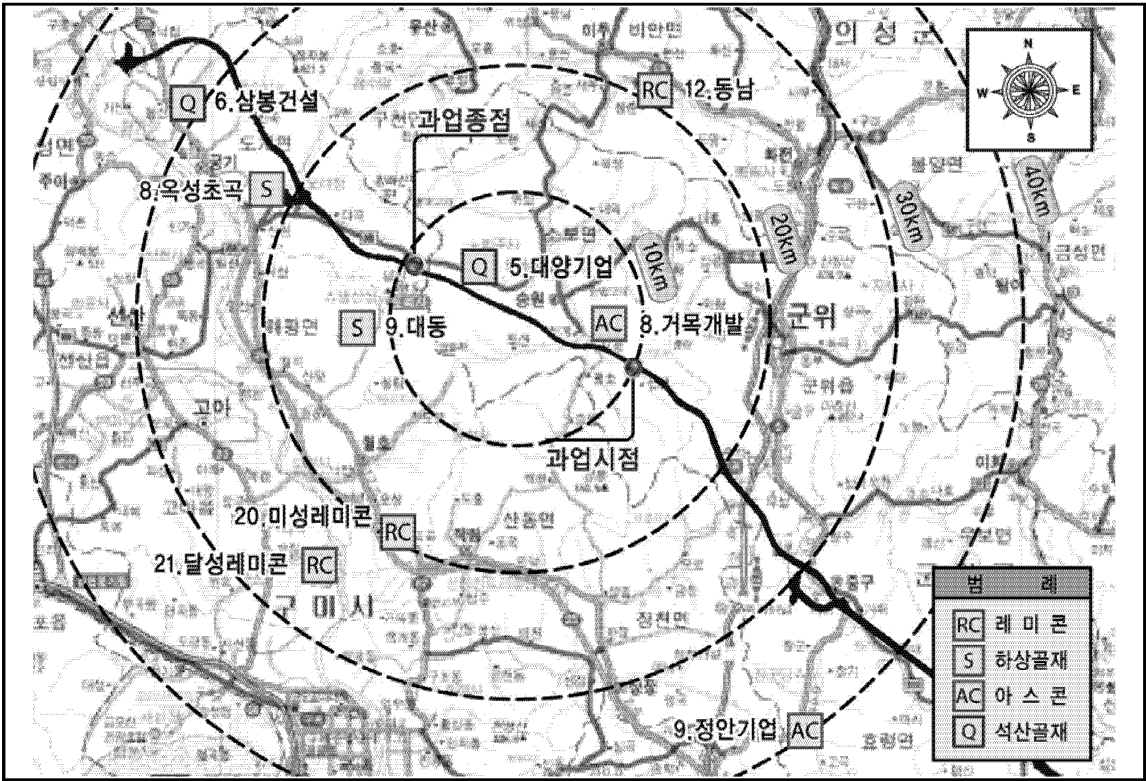
(2) 조사 흐름도



(3) 조사 수량

구 분	육 상 골재원	하 상 골재원	레 미 콘	아 스 콘
개 소	2	2	3	2

(4) 조사 위치도



(5) 조사 현황

• 육상골재원

구 분	생 산업체	위 치	허가량(㎥)	운반거리(km)
Q-5	대양기업	경북 구미시 도개면 다곡리 산113-1번지	3,079,160	3.8
Q-6	삼봉건설	경북 구미시 옥성면 옥관리 산73-8번지	1,022,000	16.6

• 하상골재원

구 분	생 산업체	위 치	허가량(㎥)	운반거리(km)
S-8	옥성초곡	경북 구미시 옥성면 초곡리 29	345,000	13.4
S-9	대동	경북 구미시 해평면 낙산리 1095-33번지	581,000	4.5

• 레미콘

구 분	생 산업체	위 치	생산량(㎥/hr)	운반거리(km)
RC-12	동남레미콘	경북 의성군 비안면 용남리 172-1번지	120	24.5
RC-20	미성레미콘	경북 구미시 고아읍 봉한리 911-99번지	200	15.2
RC-21	달성레미콘	경북 구미시 고아읍 원호리 304-1번지	250	17.9

• 아스콘

구 분	생 산업체	위 치	생산량(㎥/hr)	운반거리(km)
AC-8	거목개발	경북 군위군 소보면 송원리 335번지	200	2.7
AC-9	정안기업	경북 칠곡군 가산면 석우리 756-1번지	230	34.0

