제76장 패널식 옹벽 10

76.1 대상 시설물 현황

76.2 자료수집 및 분석

76.3 현장조사

76.4 콘크리트 재료시험 조사

76.5 안전성능 평가

76.6 내구성능 평가

76.7 종합평가

76.8 유지관리 전략 제안

76.9 종합결론

제76장 패널식 옹벽 10

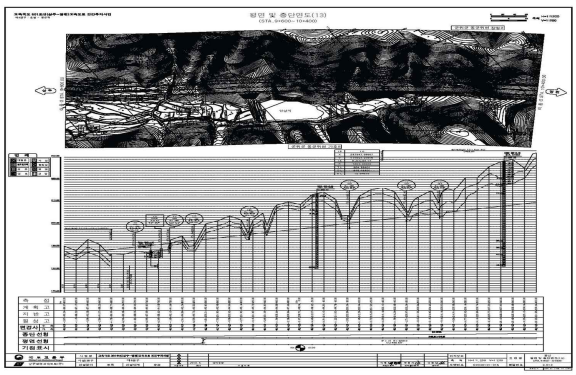
76.1. 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 부계면 가호리(상주영천고속도로 54.472~54.673km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 201.0m, 지면노출높이 27.5m의 패널식 보강토 옹벽이다.

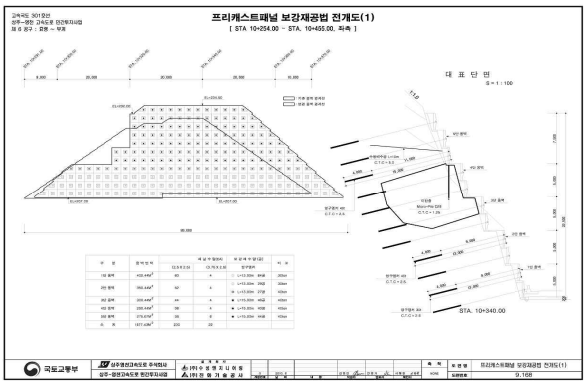
76.1.1 일반사항

【표 76.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 10		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2017-0000077		**관리번호**	SY RW10
시설물위치	**행정구역**	대구광역시 군위군 부계면 가호리		
	위치좌표	시점 : 36° 08′60.4″ 128° 67′89.8″		
		종점 : 36° 08′48.2″ 128° 68′11.7″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 54.472~54.673km			
제 원	**옹벽형식**	보강토	**옹벽재료**	패널식
	연 장	201.0m	**지면노출 높 이**	27.5m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	자연사면		
	옹벽하부	상주영천고속도로 본선		
시공현황	**준공년도**	2017년 06월 27일	**시 공 자**	지에스건설㈜
	부대시설	-		
비 고				



위치도



단면도

76.1.2 위치도 및 전경사진

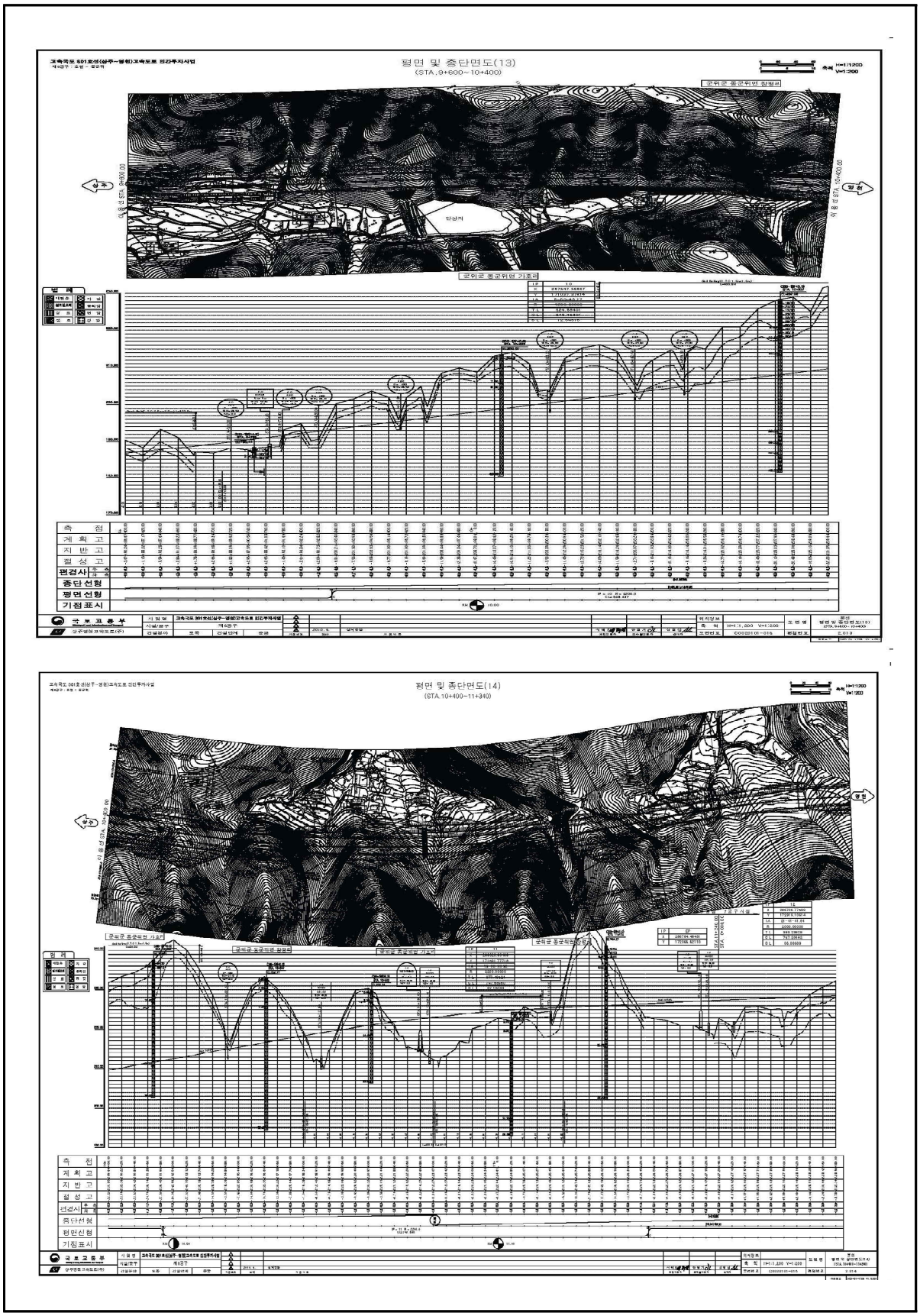
【그림 76.1】 위치도

시점부 전경	종점부 전경

【그림 76.2】 전경사진

전면부 전경	배수관, 배수로 전경
하부 전경	상부 전경
광파기를 이용한 측량 작업	광파기를 이용한 경사도 측정

76.1.3 시설물 일반도

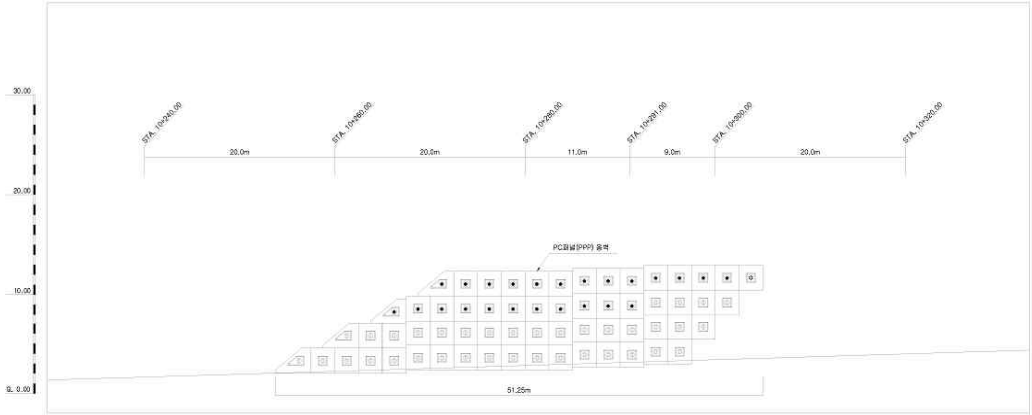


【그림 76.3】 종평단면도

고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 효령 ~ 부계

프리캐스트패널 보강재공법 전개도(3)

(STA. 10+254.00 ~ STA. 10+455.00)



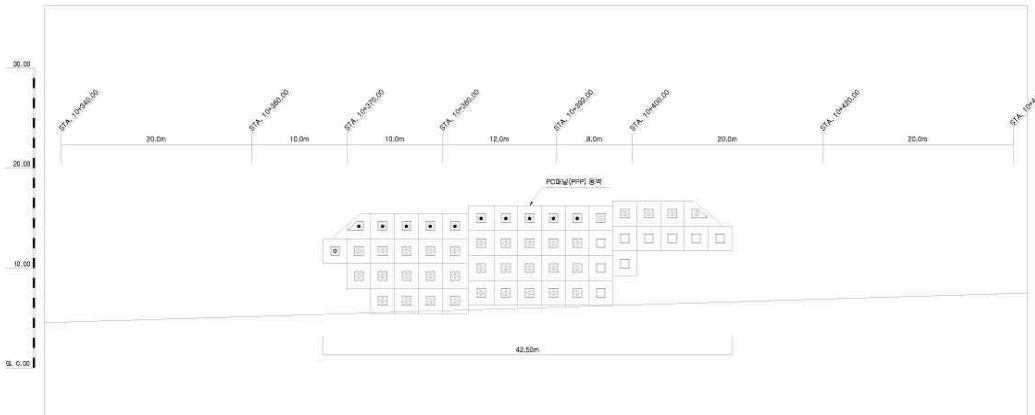
구 분	옹벽면적	패널수량(EA) (2.5 X 2.5)	패널수량(EA) (3.75 X 2.5)	보강재수량(공) 앵구앵커	비 고
1단 옹벽	200.22M²	31	2	① L=13.00m 33공	30ton
2단 옹벽	187.72M²	27	2	② L=13.00m 4공 ☆ L=13.00m 1공 ★ L=15.00m 24공	30ton 40ton 40ton
소 계	387.94M²	58	4		

국토교통부	상주영천고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사: (주)수성엔지니어링 / (주)전화기술공사	0 / 2010. 6 (개정번호 / 날 짜)	내 용	검토자 / 검토자 / 검토자 / 확인자	축 척 NONE	도 면 명	프리캐스트패널 보강재공법 전개도(3)
							도면번호	9.169-1

고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 효령 ~ 부계

프리캐스트패널 보강재공법 전개도(4)

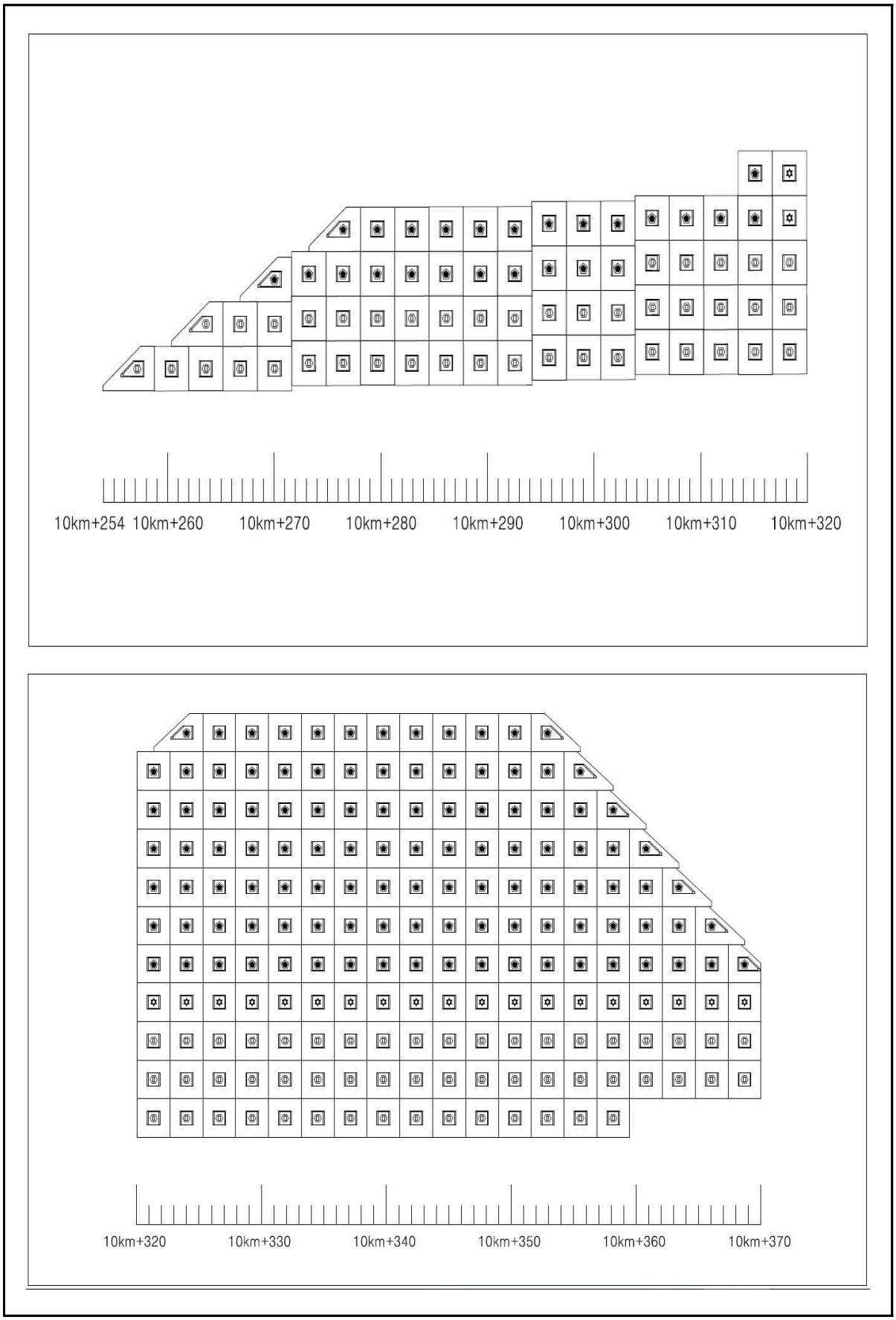
(STA. 10+254.00 ~ STA. 10+455.00)



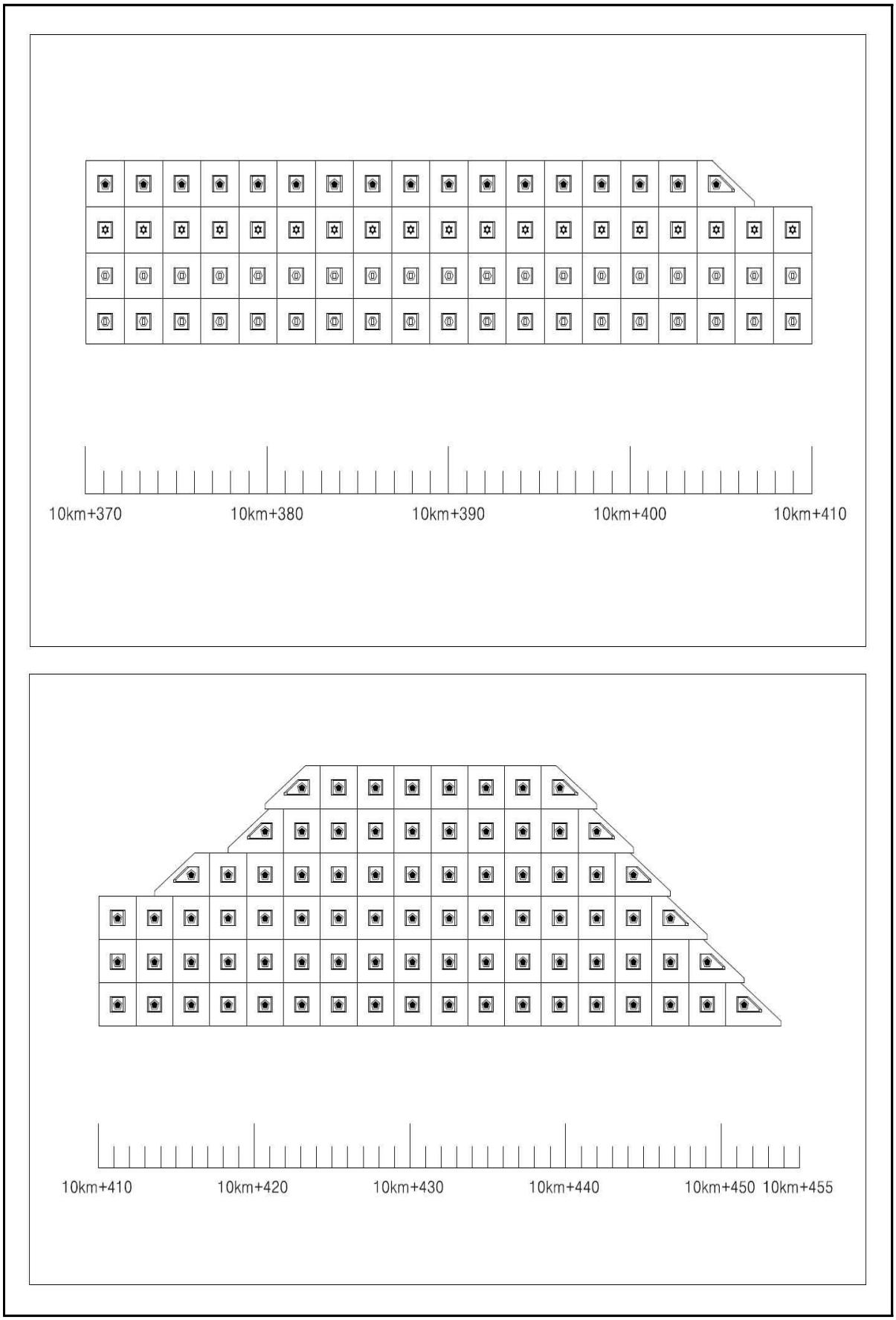
구 분	옹벽면적	패널수량(EA) (2.5 X 2.5)	패널수량(EA) (3.75 X 2.5)	보강재수량(공) 앵구앵커	비 고
1단 옹벽	168.75M²	27	0	L= 9.00m 1공 L=11.00m 2공 ① L=15.00m 19공	30ton 30ton 30ton
2단 옹벽	168.97M²	25	2	L=13.00m 6공 ② L=13.00m 15공 ☆ L=13.00m 1공 ★ L=15.00m 10공	30ton 30ton 40ton 40ton
소 계	337.72M²	52	2		

국토교통부	상주영천고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사: (주)수성엔지니어링 / (주)전화기술공사	0 / 2010. 6 (개정번호 / 날 짜)	내 용	검토자 / 검토자 / 검토자 / 확인자	축 척 NONE	도 면 명	프리캐스트패널 보강재공법 전개도(4)
							도면번호	9.169-2

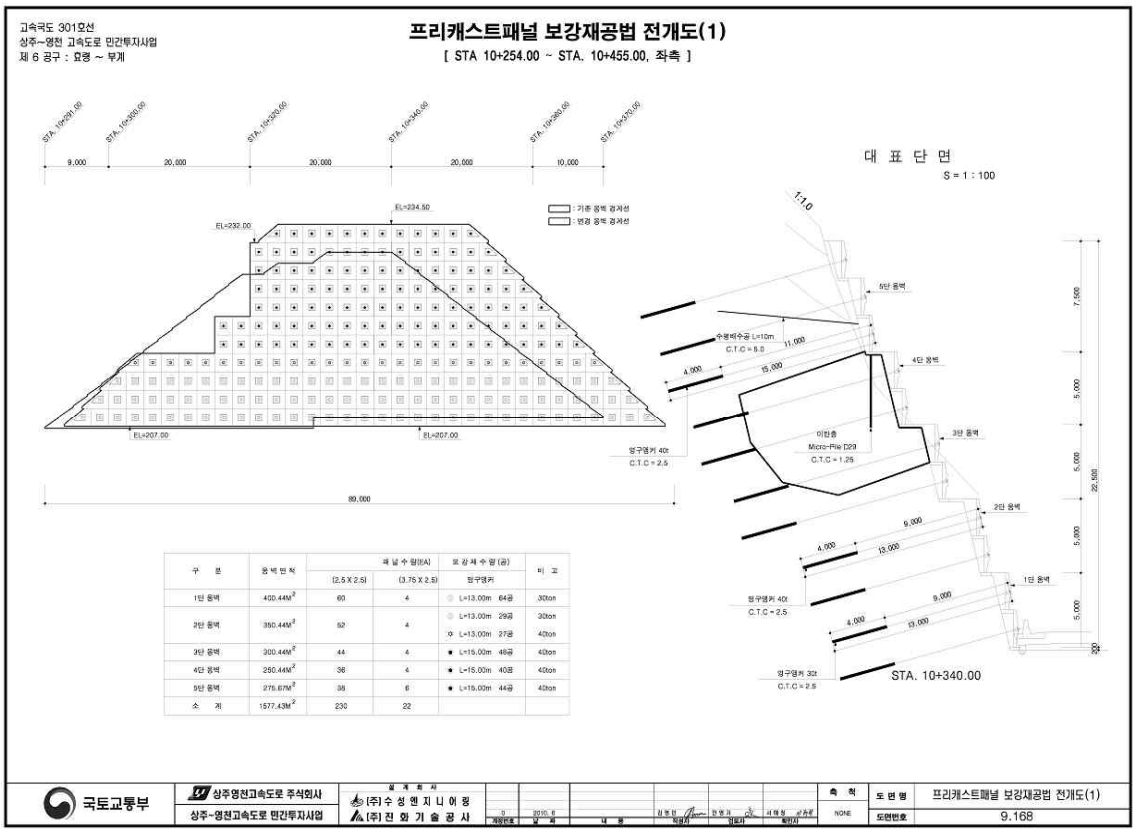
【그림 76.4】 전개도

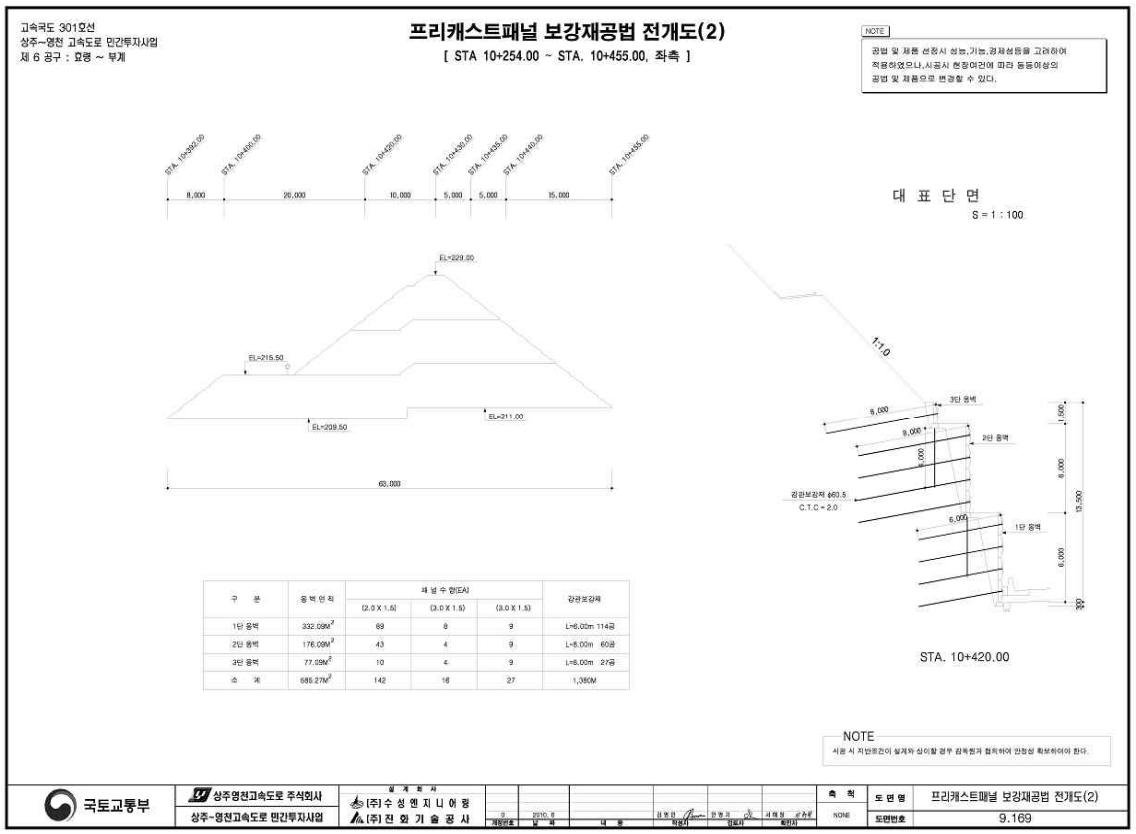

10km+254
10km+260
10km+270
10km+280
10km+290
10km+300
10km+310
10km+320
10km+320
10km+330
10km+340
10km+350
10km+360
10km+370

【그림 10.4】 전개도(계속)


10km+370
10km+380
10km+390
10km+400
10km+410
10km+410
10km+420
10km+430
10km+440
10km+450
10km+455

【그림 10.4】 전개도(계속)


고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 호명 ~ 부계
프리캐스트패널 보강재공법 전개도(1)
[STA 10+254.00 ~ STA. 10+455.00, 좌측]
대 표 단 면
S = 1 : 100
STA. 10+340.00
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
[주]수 성 엔 지 니 어 링
[주]전 화 기 술 공 사
프리캐스트패널 보강재공법 전개도(1)
9.168


고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 호명 ~ 부계
프리캐스트패널 보강재공법 전개도(2)
[STA 10+254.00 ~ STA. 10+455.00, 좌측]
대 표 단 면
S = 1 : 100
STA. 10+420.00
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
[주]수 성 엔 지 니 어 링
[주]전 화 기 술 공 사
프리캐스트패널 보강재공법 전개도(2)
9.169

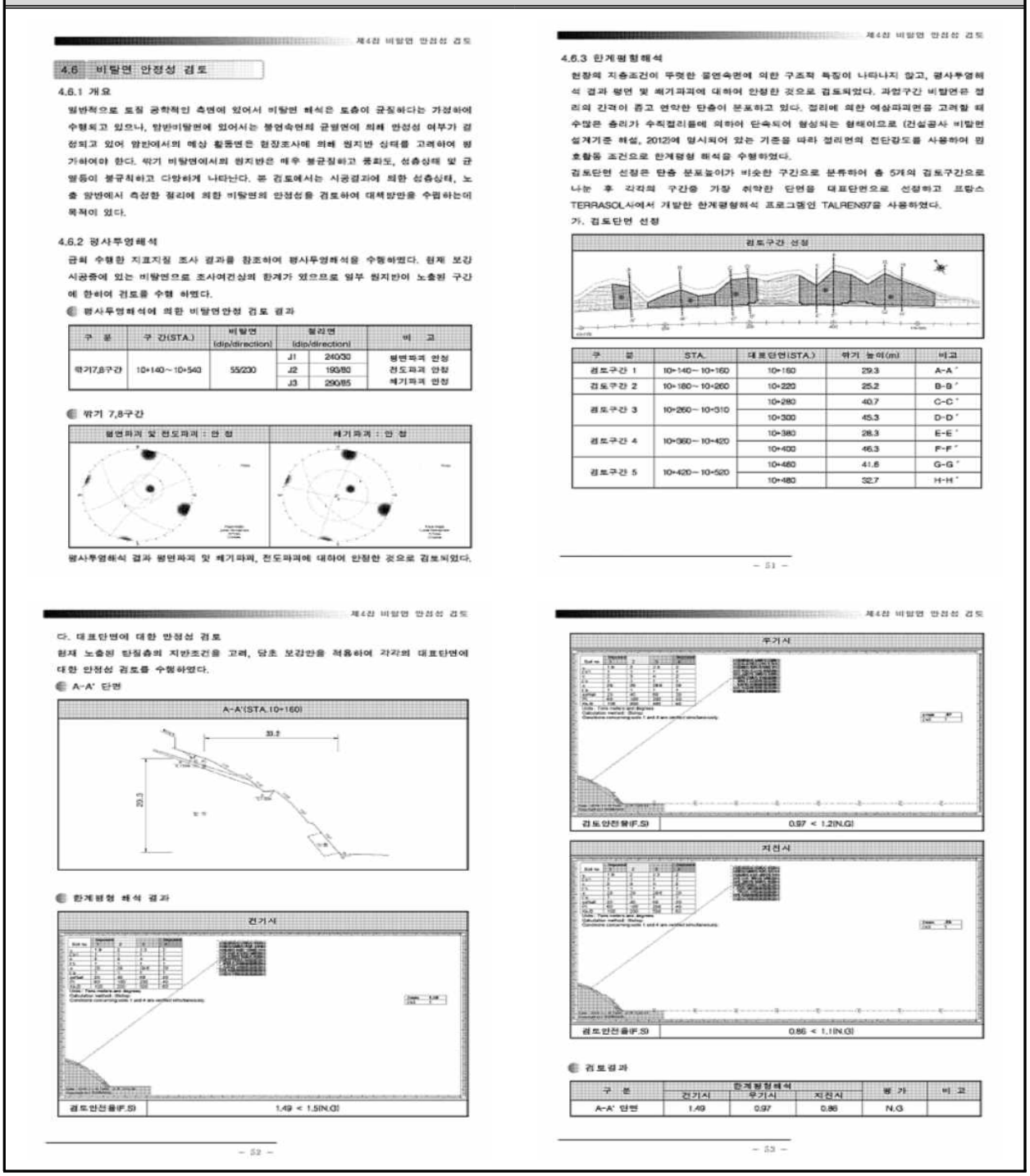
【그림 76.5】 단면도

76.2. 자료수집 및 분석

76.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2017년에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서



제4장 비탈면 안정성 검토

4.6 비탈면 안정성 검토

4.6.1 개요

일반적으로 토질 공학적인 측면에 있어서 비탈면 해석은 토층이 균질하다는 가정하에 수행되고 있으나, 암반비탈면에 있어서는 불연속면의 균열면에 의해 안정성 여부가 결정되고 있어 암반에서의 예상 활동면은 현장조사에 의해 원지반 상태를 고려하여 평가하여야 한다. 특기 비탈면에서의 원지반은 매우 불균질하고 풍화도, 성층상태 및 균열등이 불규칙하고 다양하게 나타난다. 본 검토에서는 시공결과에 의한 성층상태, 노출 암반에서 측정한 절리에 의한 비탈면의 안정성을 검토하여 대책방안을 수립하는데 목적이 있다.

4.6.2 평사투영해석

금회 수행한 지표지질 조사 결과를 참조하여 평사투영해석을 수행하였다. 현재 보강시공중에 있는 비탈면으로 조사여건상의 한계가 있으므로 일부 원지반이 노출된 구간에 한하여 검토를 수행 하였다.

◐ 평사투영해석에 의한 비탈면안정 검토 결과

구 분	구 간(STA.)	비탈면 (dip/direction)	절리면 (dip/direction)		비 고
북기7,8구간	10+140~10+540	55/230	J1	240/30	평면파괴 안정
			J2	190/80	전도파괴 안정
			J3	290/85	쐐기파괴 안정

◐ 북기 7,8구간

평면파괴 및 전도파괴 : 안 정	쐐기파괴 : 안 정

평사투영해석 결과 평면파괴 및 쐐기파괴, 전도파괴에 대하여 안정한 것으로 검토되었다.

제4장 비탈면 안정성 검토

4.6.3 한계평형해석

현장의 지층조건이 뚜렷한 불연속면에 의한 구조적 특징이 나타나지 않고, 평사투영해석 결과 평면 및 쐐기파괴에 대하여 안정한 것으로 검토되었다. 과업구간 비탈면은 절리의 간격이 좁고 연약한 단층이 분포하고 있다. 절리에 의한 예상파괴면을 고려할 때 수많은 층리가 수직절리들에 의하여 단속되어 형성되는 형태이므로 (건설공사 비탈면 설계기준 해설, 2012)에 명시되어 있는 기준을 따라 절리면의 전단강도를 사용하여 평활동 조건으로 한계평형 해석을 수행하였다.

검토단면 선정은 단층 분포높이가 비슷한 구간으로 분류하여 총 5개의 검토구간으로 나눈 후 각각의 구간중 가장 취약한 단면을 대표단면으로 선정하고 프랑스 TERRASOL사에서 개발한 한계평형해석 프로그램인 TALREN97을 사용하였다.

가. 검토단면 선정

구 분	STA.	대표단면(STA.)	옹기 높이(m)	비고
검토구간 1	10+140~ 10+160	10+160	29.3	A-A'
검토구간 2	10+180~ 10+260	10+220	25.2	B-B'
검토구간 3	10+260~ 10+310	10+280	40.7	C-C'
		10+300	45.3	D-D'
검토구간 4	10+360~ 10+420	10+380	28.3	E-E'
		10+400	46.3	F-F'
검토구간 5	10+420~ 10+520	10+460	41.6	G-G'
		10+480	32.7	H-H'

제4장 비탈면 안정성 검토

다. 대표단면에 대한 안정성 검토

현재 노출된 탐질층의 지반조건을 고려, 당초 보강안을 적용하여 각각의 대표단면에 대한 안정성 검토를 수행하였다.

◐ A-A' 단면

◐ 한계평형 해석 결과

검토안전율(F.S)	1.49 < 1.5(N.G)

검토안전율(F.S)	0.97 < 1.2(N.G)

검토안전율(F.S)	0.86 < 1.1(N.G)

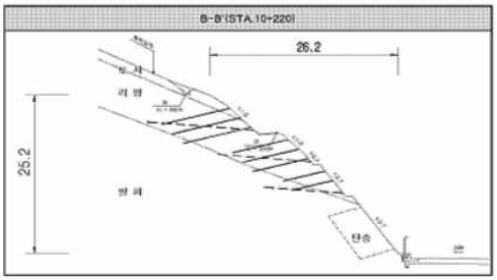
◐ 검토결과

구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
A-A' 단면	1.49	0.97	0.86	N.G	

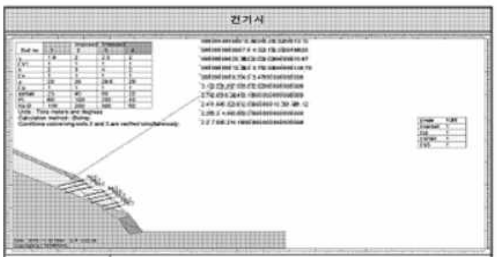
구조계산서 및 안전검토서

제4장 비탈면 안정성 검토

B-B' 단면

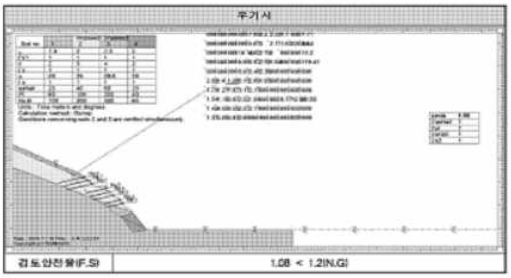


한계평형 해석 결과

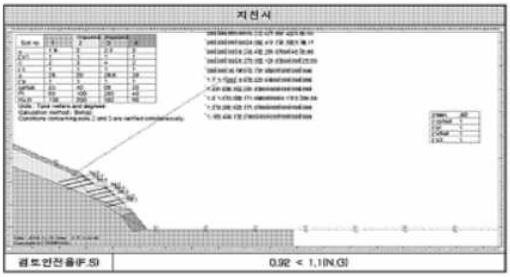


검토안전율(F.S)	1.81 > 1.5(O.K)

제4장 비탈면 안정성 검토



검토안전율(F.S)	1.08 < 1.2(N.G)



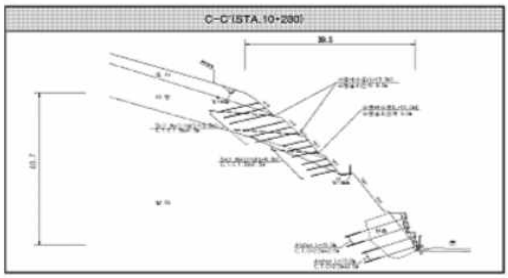
검토안전율(F.S)	0.92 < 1.1(N.G)

검토결과

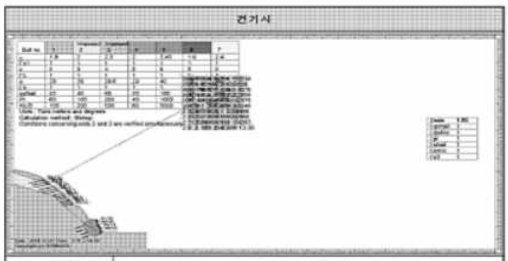
구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
B-B' 단면	1.81	1.08	0.92	N.G	

제4장 비탈면 안정성 검토

C-C' 단면

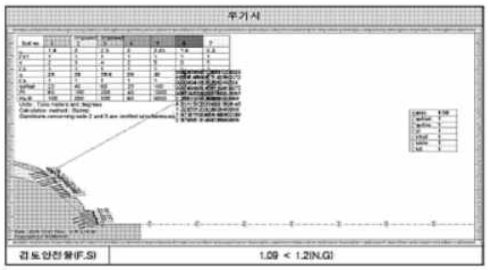


한계평형 해석 결과

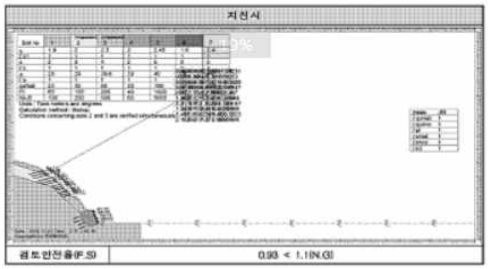


검토안전율(F.S)	1.83 > 1.5(O.K)

제4장 비탈면 안정성 검토



검토안전율(F.S)	1.09 < 1.2(N.G)



검토안전율(F.S)	0.93 < 1.1(N.G)

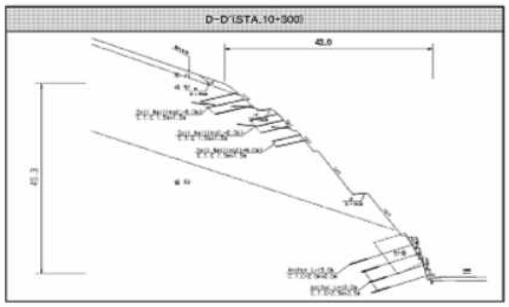
검토결과

구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
C-C' 단면	1.83	1.09	0.93	N.G	

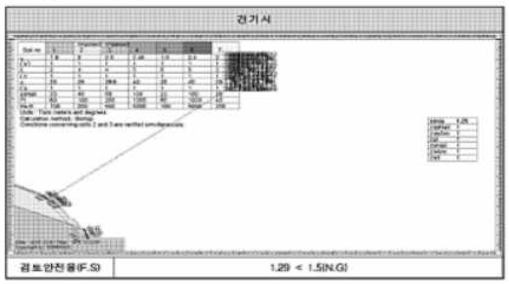
구조계산서 및 안전검토서

제4장 비탈면 안정성 검토

D-D' 단면

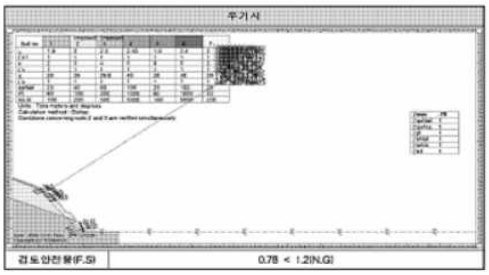


한계평형 해석 결과

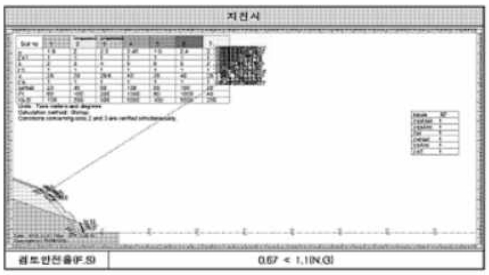


검토안전율(F.S)	1.29 < 1.5(N.G)

제4장 비탈면 안정성 검토



검토안전율(F.S)	0.78 < 1.2(N.G)



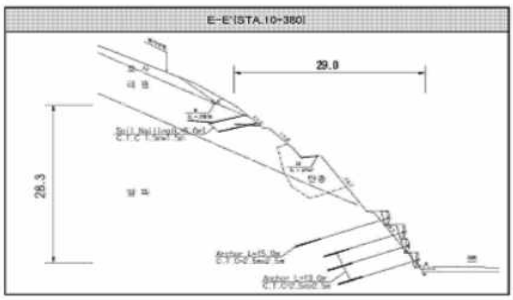
검토안전율(F.S)	0.67 < 1.1(N.G)

검토결과

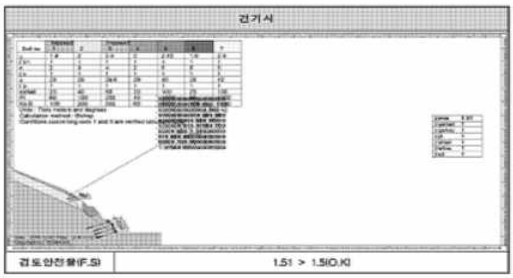
구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
D-D' 단면	1.29	0.78	0.67	N.G	

제4장 비탈면 안정성 검토

E-E' 단면

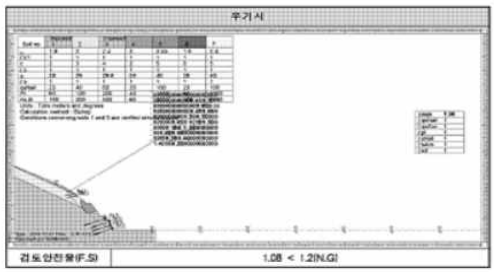


한계평형 해석 결과

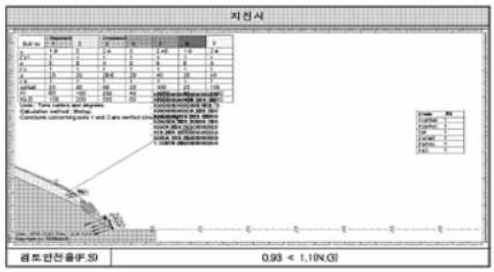


검토안전율(F.S)	1.51 > 1.5(O.K)

제4장 비탈면 안정성 검토



검토안전율(F.S)	1.08 < 1.2(N.G)



검토안전율(F.S)	0.93 < 1.1(N.G)

검토결과

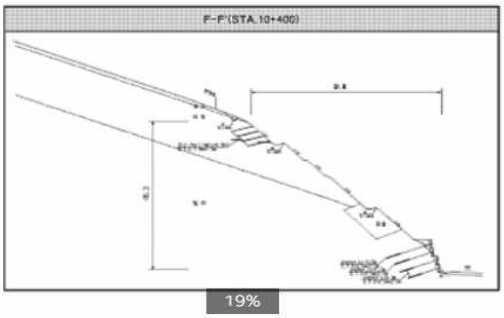
구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
E-E' 단면	1.51	1.08	0.93	N.G	

구조계산서 및 안전검토서

제4장 비탈면 안정성 검토

F-F' 단면

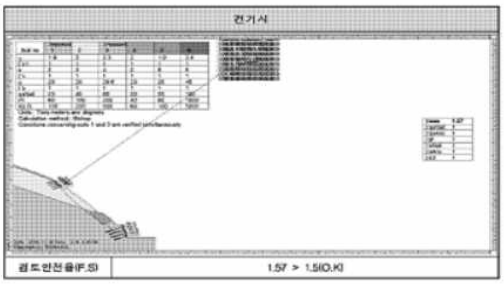
F-F'(STA.10+400)



19%

한계평형 해석 결과

건기시

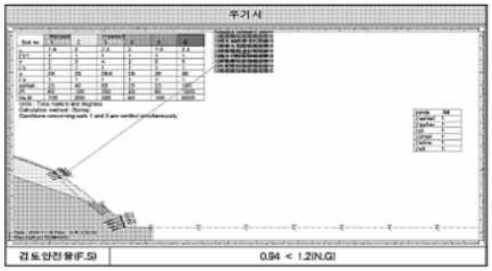


검토안전율(F.S)	1.57 > 1.5(O.K)

- 62 -

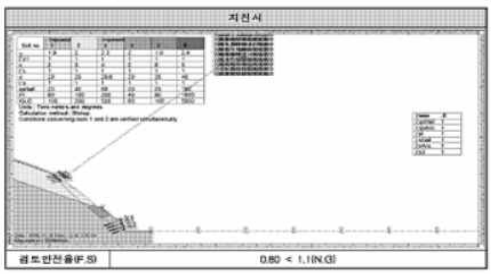
제4장 비탈면 안정성 검토

우기시



검토안전율(F.S)	0.94 < 1.2(N.G)

지진시



검토안전율(F.S)	0.80 < 1.1(N.G)

검토결과

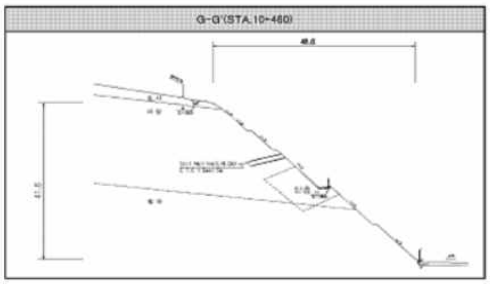
구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
F-F' 단면	1.57	0.94	0.80	N.G	

- 63 -

제4장 비탈면 안정성 검토

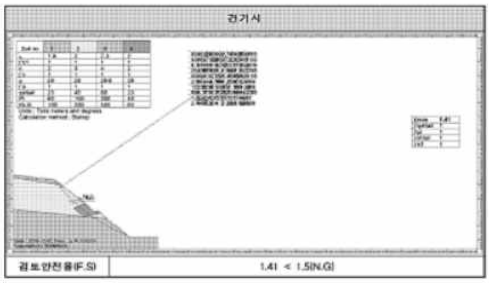
G-G' 단면

G-G'(STA.10+460)



한계평형 해석 결과

건기시

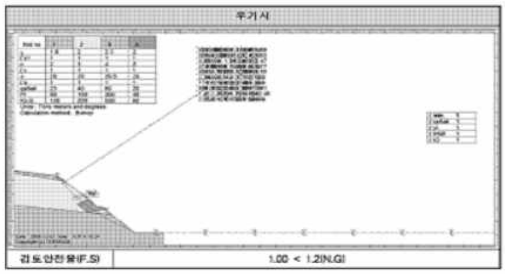


검토안전율(F.S)	1.41 < 1.5(N.G)

- 64 -

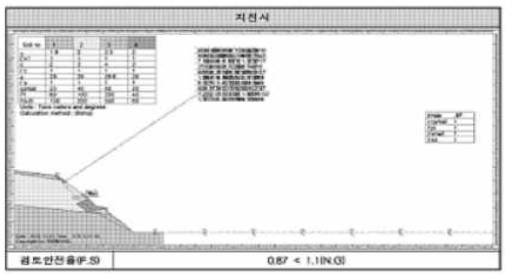
제4장 비탈면 안정성 검토

우기시



검토안전율(F.S)	1.00 < 1.2(N.G)

지진시



검토안전율(F.S)	0.87 < 1.1(N.G)

검토결과

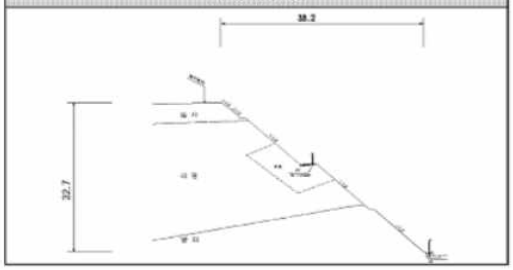
구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
G-G' 단면	1.41	1.00	0.87	N.G	

- 65 -

구조계산서 및 안전검토서

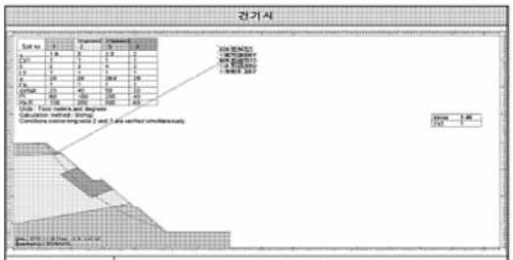
◐ H-H' 단면

H-H'(STA.10+400)



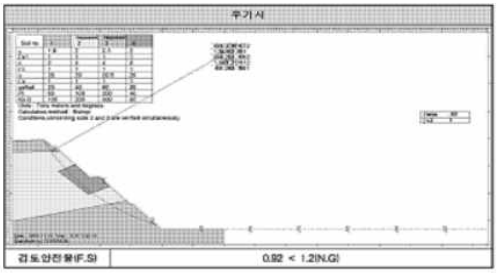
◐ 한계평형 해석 결과

건기시



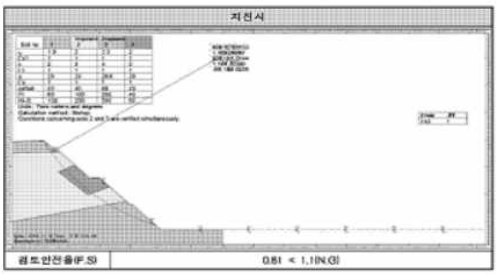
검토안전율(F.S)	1.49 < 1.5(N.G)

우기시



검토안전율(F.S)	0.92 < 1.2(N.G)

지진시



검토안전율(F.S)	0.81 < 1.1(N.G)

◐ 검토결과

구 분	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
H-H' 단면	1.49	092	0.81	N.G	

4.7 안정성 검토결과

◐ 한계평형해석 결과

대표단면	한계평형해석			평 가	비 고
	건기시	우기시	지진시		
10+160(A-A')	1.49	0.97	0.86	N.G	1구간
10+220(B-B')	1.81	1.08	0.92	N.G	2구간
10+260(C-C')	1.80	1.09	0.93	N.G	3구간
10+300(D-D')	1.29	0.78	0.67	N.G	
10+380(E-E')	1.51	1.08	0.93	N.G	4구간
10+400(F-F')	1.57	0.94	0.80	N.G	
10+460(G-G')	1.41	1.00	0.87	N.G	5구간
10+480(H-H')	1.49	092	0.81	N.G	

각각의 대표단면에 대한 한계평형해석결과 지진시 검토안전율이 0.67~0.93으로 기준안전율 1.1을 만족하지 못하여 불안정한 비탈면으로 검토되었다.

이는 당초 설계시 예상하지 못한 지층조건(단층층) 때문인 것으로 판단된다. 암질이 불량한 퇴적암(니질암, 세일)의 특성상 풍화와 및 세련화 되어 있는 기소들이 많이 관찰되므로 현재 현장상황에 적합한 비탈면 보강대책을 수립하여야할 것으로 판단된다.

지표지질조사

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

·이 지역의 지질은 백악기 경상층군의 중·하부층인 진주층 상부로부터 최상부의 자인층까지 분포하고 있으며 경상층군 상부에 해당하는 신라아층군에는 응회암층이 협재되어 있음

·이 층을 팔공산화강암을 비롯해서 산성 또는 중성 맥암과 규장암 등이 관입하고 있음

나. 지형특성

군위군계의 팔공산(해발 1193m)을 최고봉으로 동서로 긴 산맥을 이루고, 청송군계의 보현산(해발 1124m)에서 서쪽으로 산맥을 이루며 팔각산(해발 750m)에 이르며 북서로 매봉과 복두산 (해발 879m), 국사봉(해발 564m)으로 연결되는 산맥과 남서로 광가산(해발 755m)-화산 (해발 828m)-팔암산(해발 556m) 으로 이어지는 산릉을 이룸

동부는 노고산-화산, 북서로 조림산(해발637m), 매봉산 (해발 480m) 능선, 화장산(해발 402m), 용무리산(해발 304m), 건지봉(해발 471m) 등이 위치함

서부는 팔공산에서 분리된 시루봉(해발 714m)과 북서로 발달된 긴 능선, 백자산(해발 352m), 남쪽으로 길게 뻗은 용무리 산릉, 북부의 청화산봉에서 남동-남-북서로 발달하는 성산(해발 692m) 능과 삼봉산(해발 448m) 북동부에서 남남서로 발달되어 팔무산 (해발 509m)으로 연결되는 긴 능선과 낮은 구릉들로 이루어짐

보현산 서쪽 산릉지에서 발원하는 고현천과 안천, 신녕천과 중호천이 각각 합류하여, 금호강으로 유입되어 남류하고, 북으로 발원하여 흐르는 위천에 구천이 합류하고, 영천시 북서부 팔공산-무재산 계곡에서 발원 하여 북으로 흐르는 사창천이 남천에 합류되어 효령면에서 위천으로 유입되고, 군위읍 동부에서 서류하는 신안천이 위천에 합류되어, 위천은 사행하면서 북동류하여 상주군 낙동면에서 낙동강으로 유입됨

다. 분포암층 특성

구 분	지질특성	지질도
동명층 (진주층)	·적색 또는 적질사암을 기저로 하는 암회색 세일로 구성 ·대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룸	
칠곡층 (칠곡층)	·역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 이회암, 이암 및 세일로 구성 ·대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사 이룸	
산성 및 중성 암맥	·주로 산성암맥이며, 안산암질 암맥도 일부 분포 ·지형적으로 지지대층 형성 테일러스 및 충적층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임	

라. 지질 계통도

지질시대		층 명		특 성	비 고
제4기		충적층(Qu)		·하천 및 산록 퇴적물	
		~~ 부정합 ~~			
중생대	백악기	산성암맥(Kad) 중성암맥(Kd)		·괴상의 세립	·전 구간에서 기반암을 관입
		── 관입 ──			
		유천층군	안산암질암(Kal)	·주로 응회암으로 구성	·분포하지 않음
		── 관입 및 분출 ──			
		하양층군	일직층(Ko4)	·사암, 적색 이사질 세일, 역암 ·주로 사암이 우세	·4공구 종점부 및 5공구 종점
		신동층군	진주층(Ko3)	·역질사암, 사암, 세일의 교호 ·하부층에서 이회암 층층 분포	·5공구 전 구간
		~~ 부정합 ~~			
선캠브리아		화강암질 편마암(Pcgn)		·엽리가 부분적으로 발달 ·괴상의 조립	·10공구 일원 일부 분포

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

• 목 적

·과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악

·지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악

·과업구간에 대한 지질분포와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

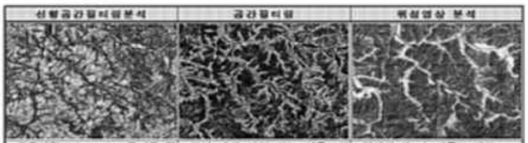
• 원리 및 방법

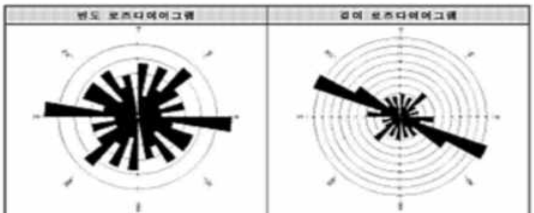
·30m급 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석실시

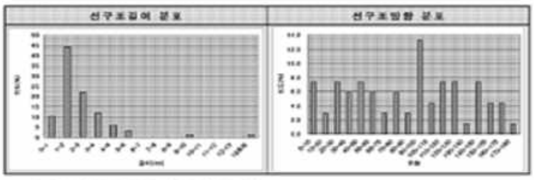
·선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용

·식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

• 위성영상결과

선형공간필터링분석	공간필터링	위성영상 분석
		
·고주파강조 Laplacian 필터를 적용 인공적 선구조 판별 ·능걸지와 수로 등 저지대 선곡구조들이 잘 판찰됨	·영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 ·선구조 육안 판독에 유용한 자료임	·68개의 대, 소 선구조 파악 ·우세한 방향은 N80°~90°W로 나타남 ·과업노선과 4개의 선구조 교차

빈도 로즈다이어그램	길이 로즈다이어그램
	
·N80°~85°W 방향의 선구조 우세 ·대체적으로 모든 방향으로 선구조 발달	·N50°~60°W 방향의 선구조 우세

선구조길이 분포	선구조방향 분포
	

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

• 목 적

·과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석

·수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인

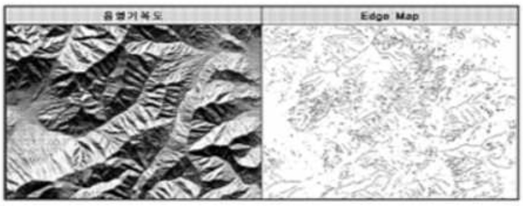
·선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

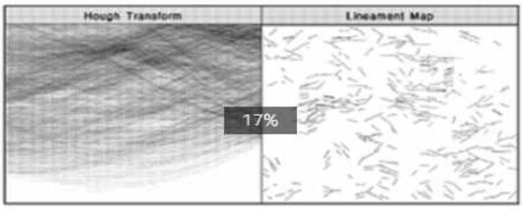
• 분석 방법 및 과정

·수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출

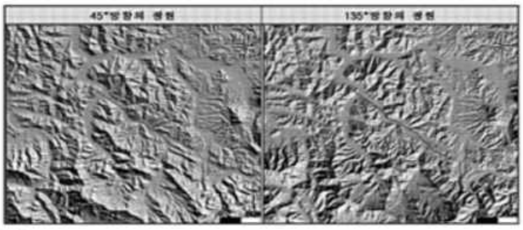
·선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

초기 이미지 → 이미지 분석 → Edge 처리 → Edge 지도 → Hough 변환처리 → 구간 최대영역 설정 → Hough 변환처리 역산 → 선구조도

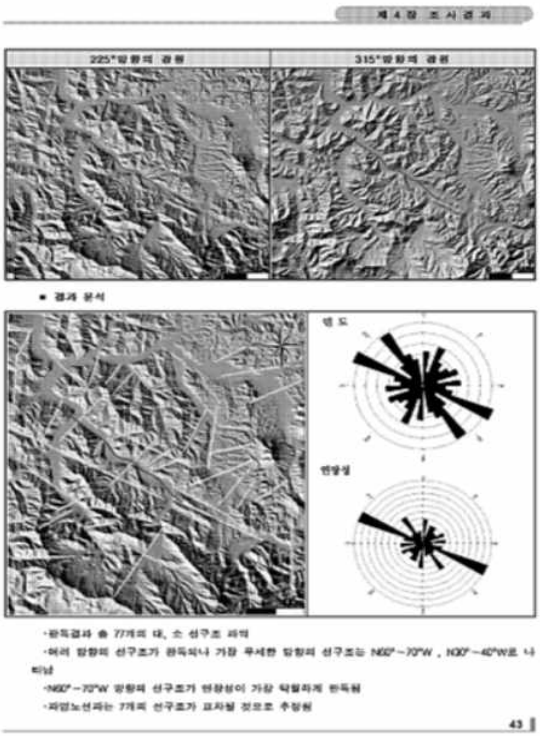
음영기복도	Edge Map
	

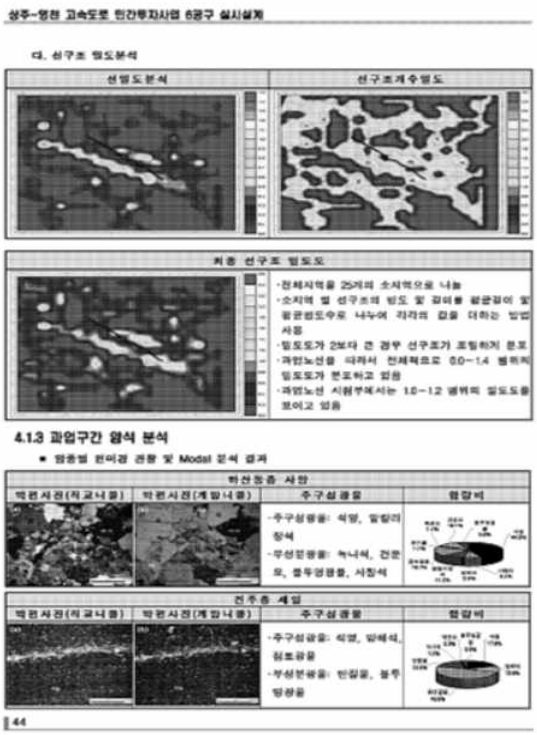
Hough Transform	Lineament Map
	

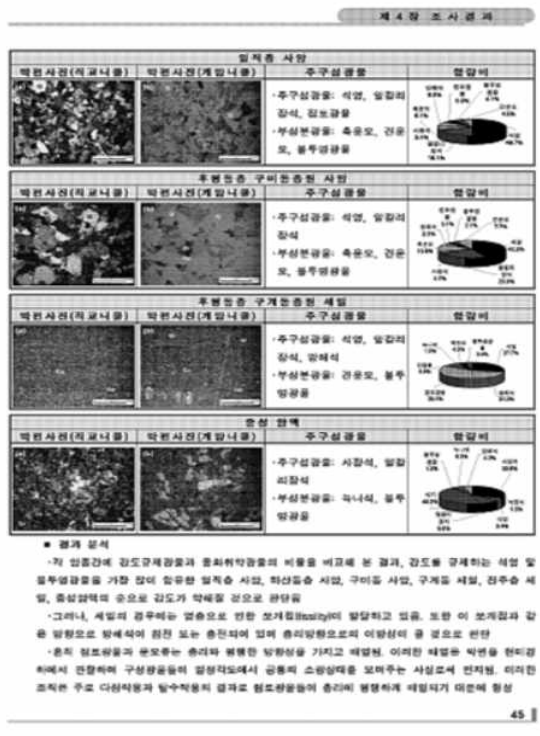
• 음영기복도(DEM)

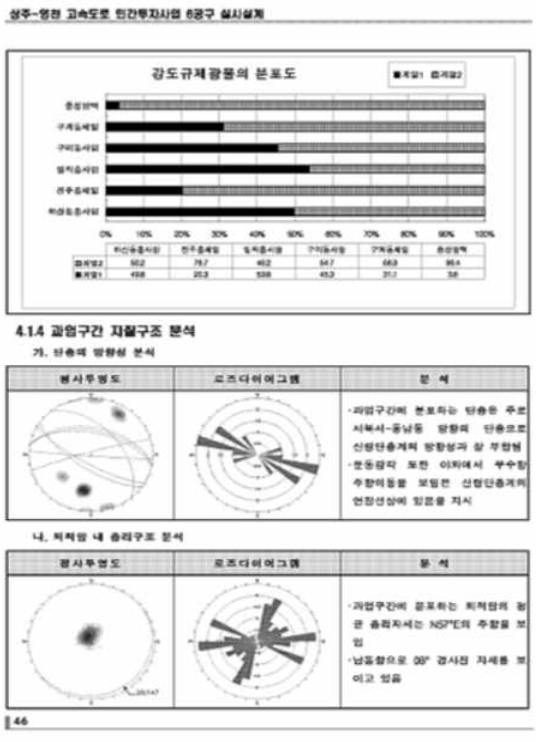
45°방향의 생성	135°방향의 생성
	

지표지질조사

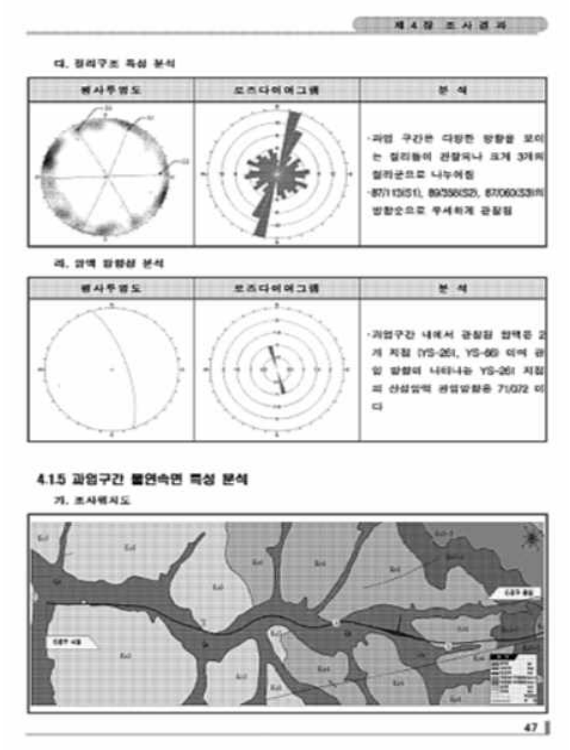

제 4 장 조 사 결 과
225°방향의 경원
315°방향의 경원
■ 결과 분석
빈도
연장성
43


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
다. 선구조 밀도분석
선밀도분석
선구조개수밀도
4.1.3 파쇄구간 양식 분석
■ 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과
44


제 4 장 조 사 결 과
■ 결과 분석
45


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
강도규제광물의 분포도
4.1.4 파쇄구간 지질구조 분석
가. 단층의 방향성 분석
나. 퇴적암 내 층리구조 분석
46

지표지질조사


제 4 장 조 사 결 과

다. 절리구조 특성 분석

평사투영도	로즈다이어그램	분 석
		·과업 구간은 다양한 방향을 보이는 절리들이 관찰되나 크게 3개의 절리군으로 나누어짐 ·87/113(S1), 89/358(S2), 87/060(S3)의 방향순으로 우세하게 관찰됨

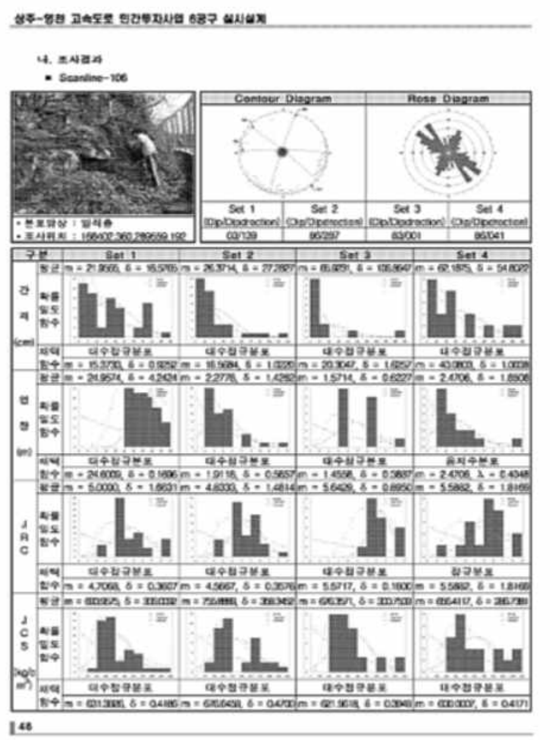
라. 암맥 방향성 분석

평사투영도	로즈다이어그램	분 석
		·과업구간 내에서 관찰된 암맥은 2개 지점 (YS-26, YS-66) 이며 관입 방향이 나타나는 YS-26 지점의 산성암맥 관입방향은 71/072 이다

4.1.5 과업구간 불연속면 특성 분석

가. 조사위치도

47


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

나. 조사결과

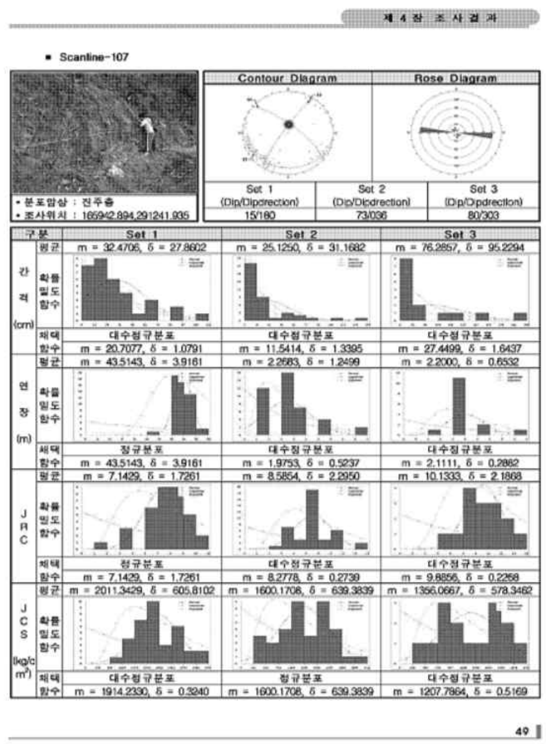
■ Scanline-106

• 분포암상 : [illegible]
• 조사위치 : 166402.360,289559.192

Set 1 (Dip/Dipdirection)	Set 2 (Dip/Dipdirection)	Set 3 (Dip/Dipdirection)	Set 4 (Dip/Dipdirection)
03/139	86/297	83/001	86/041

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 21.9565, δ = 15.5765	m = 26.3714, δ = 27.2827	m = 65.9251, δ = 106.8647	m = 62.1875, δ = 54.8022
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 15.3730, δ = 0.9252	m = 16.5684, δ = 1.0220	m = 20.3047, δ = 1.6257	m = 40.0803, δ = 1.0038
연장 (m)	평균	m = 24.9574, δ = 4.2424	m = 2.2776, δ = 1.4282	m = 1.5714, δ = 0.6227	m = 2.4706, δ = 1.8506
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	음지수분포
	함수	m = 24.6009, δ = 0.1696	m = 1.9118, δ = 0.5657	m = 1.4558, δ = 0.3887	m = 2.4706, λ = 0.4348
JRC	평균	m = 5.0000, δ = 1.8631	m = 4.8333, δ = 1.4814	m = 5.6429, δ = 0.8950	m = 5.5882, δ = 1.8169
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 4.7068, δ = 0.3607	m = 4.5667, δ = 0.3576	m = 5.5717, δ = 0.1600	m = 5.5882, δ = 1.8169
JCS (kg/cm²)	평균	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

48


제 4 장 조 사 결 과

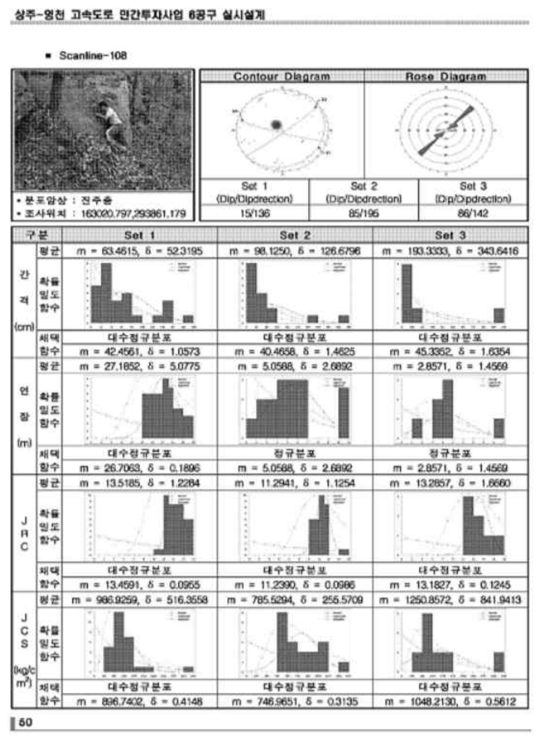
■ Scanline-107

• 분포암상 : 진주층
• 조사위치 : 165942.894,291241.935

Set 1 (Dip/Dipdirection)	Set 2 (Dip/Dipdirection)	Set 3 (Dip/Dipdirection)
15/180	73/036	80/303

구분		Set 1	Set 2	Set 3
간격 (cm)	평균	m = 32.4706, δ = 27.8602	m = 25.1250, δ = 31.1682	m = 76.2857, δ = 95.2294
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 20.7077, δ = 1.0791	m = 11.5414, δ = 1.3395	m = 27.4499, δ = 1.6437
연장 (m)	평균	m = 43.5143, δ = 3.9161	m = 2.2683, δ = 1.2499	m = 2.2000, δ = 0.6532
	확률밀도함수			
	채택	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 43.5143, δ = 3.9161	m = 1.9753, δ = 0.5237	m = 2.1111, δ = 0.2862
JRC	평균	m = 7.1429, δ = 1.7261	m = 8.5854, δ = 2.2950	m = 10.1333, δ = 2.1868
	확률밀도함수			
	채택	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 7.1429, δ = 1.7261	m = 8.2778, δ = 0.2739	m = 9.8856, δ = 0.2268
JCS (kg/cm²)	평균	m = 2011.3429, δ = 605.8102	m = 1600.1708, δ = 639.3839	m = 1356.0667, δ = 578.3462
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
	함수	m = 1914.2330, δ = 0.3240	m = 1600.1708, δ = 639.3839	m = 1207.7864, δ = 0.5169

49


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

■ Scanline-108

• 분포암상 : 진주층
• 조사위치 : 163020.797,293861.179

Set 1 (Dip/Dipdirection)	Set 2 (Dip/Dipdirection)	Set 3 (Dip/Dipdirection)
15/136	85/196	86/142

구분		Set 1	Set 2	Set 3
간격 (cm)	평균	m = 63.4615, δ = 52.3195	m = 98.1250, δ = 126.6796	m = 193.3333, δ = 343.6416
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 42.4561, δ = 1.0573	m = 40.4658, δ = 1.4625	m = 45.3352, δ = 1.6354
연장 (m)	평균	m = 27.1852, δ = 5.0775	m = 5.0588, δ = 2.6892	m = 2.8571, δ = 1.4569
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 26.7063, δ = 0.1896	m = 5.0588, δ = 2.6892	m = 2.8571, δ = 1.4569
JRC	평균	m = 13.5185, δ = 1.2284	m = 11.2941, δ = 1.1254	m = 13.2857, δ = 1.6660
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 13.4591, δ = 0.0955	m = 11.2390, δ = 0.0986	m = 13.1827, δ = 0.1245
JCS (kg/cm²)	평균	m = 986.9259, δ = 516.3558	m = 785.5294, δ = 255.5709	m = 1250.8572, δ = 841.9413
	확률밀도함수			
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 896.7402, δ = 0.4148	m = 746.9651, δ = 0.3135	m = 1048.2130, δ = 0.5612

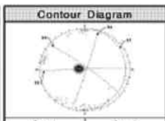
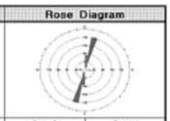
50

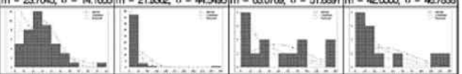
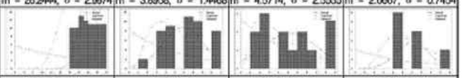
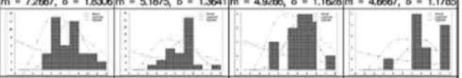
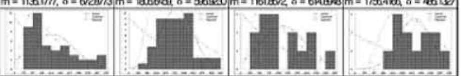
지표지질조사

제 4 장 조 사 결 과

■ Scanline-109

• 분포암상 : 하산동층 상부
• 조사위치 : 162073.238,294407.675

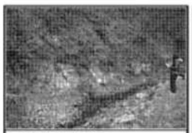
Contour Diagram		Rose Diagram	
			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
11/101	88/358	87/107	84/038

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 23.7045, δ = 14.1655	m = 21.9362, δ = 44.5495	m = 63.0769, δ = 51.6891	m = 42.0000, δ = 46.7838
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 19.6993, δ = 0.6401	m = 11.4033, δ = 1.0495	m = 33.4985, δ = 1.3845	m = 19.7246, δ = 1.3370
연장 (m)	평균	m = 26.2444, δ = 2.9974	m = 3.8958, δ = 1.4468	m = 4.5714, δ = 2.5555	m = 2.6667, δ = 0.7454
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 26.0686, δ = 0.1169	m = 3.8958, δ = 1.4468	m = 3.6770, δ = 0.7230	m = 2.5698, δ = 0.2684
JRC	평균	m = 7.2667, δ = 1.8306	m = 5.1875, δ = 1.3641	m = 4.9286, δ = 1.1628	m = 4.6667, δ = 1.1785
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 7.0232, δ = 0.2672	m = 4.9730, δ = 0.3085	m = 4.7816, δ = 0.2521	m = 4.4856, δ = 0.3000
JCS (kg/cm²)	평균	m = 1135.1777, δ = 672.8773	m = 1805.6459, δ = 586.9230	m = 1161.8572, δ = 614.8948	m = 1756.4166, δ = 485.1327
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 951.8930, δ = 0.5973	m = 1696.2997, δ = 0.3741	m = 1004.1297, δ = 0.5481	m = 1688.7726, δ = 0.2825

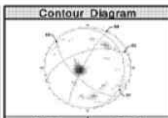
51

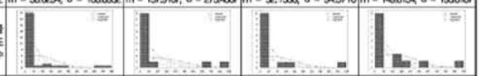
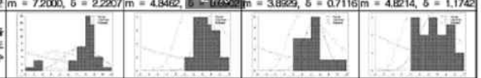
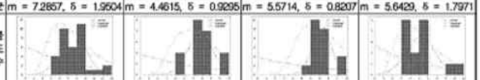
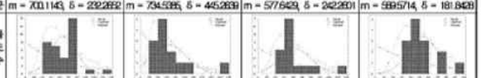
상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

■ Scanline-308



• 분포암상 : 밀직층
• 조사위치 : 170209.484,287759.150

Contour Diagram		Rose Diagram	
			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
15/075	59/217	61/351	81/296

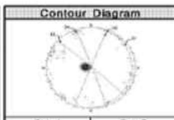
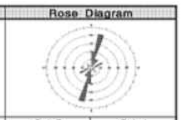
구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 58.0294, δ = 108.0932	m = 157.9167, δ = 275.4567	m = 52.1536, δ = 94.5710	m = 149.6154, δ = 195.0187
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 21.7973, δ = 1.2306	m = 46.2314, δ = 1.4346	m = 16.0113, δ = 1.3685	m = 55.4180, δ = 1.4974
연장 (m)	평균	m = 7.2000, δ = 2.2207	m = 4.8462, δ = 0.6902	m = 3.8929, δ = 0.7116	m = 4.8214, δ = 1.1742
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 6.4990, δ = 0.5547	m = 4.7946, δ = 0.1485	m = 3.8310, δ = 0.1774	m = 4.8214, δ = 1.1742
JRC	평균	m = 7.2857, δ = 1.9504	m = 4.4615, δ = 0.9295	m = 5.5714, δ = 0.8207	m = 5.6429, δ = 1.7971
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 7.0305, δ = 0.2691	m = 4.3626, δ = 0.2140	m = 5.5106, δ = 0.1488	m = 5.3998, δ = 0.2876
JCS (kg/cm²)	평균	m = 700.1143, δ = 232.2852	m = 734.5385, δ = 445.2839	m = 577.6429, δ = 242.2801	m = 589.5714, δ = 181.8428
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 663.0583, δ = 0.3319	m = 643.5120, δ = 0.4792	m = 539.7012, δ = 0.3467	m = 589.5714, δ = 181.8428

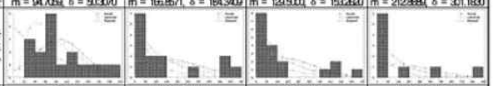
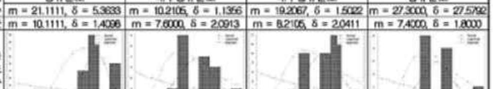
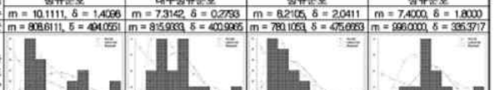
52

제 4 장 조 사 결 과

■ Scanline-OJ8

• 분포암상 : 후평동층, 구미동층원
• 조사위치 : 171600.754, 287113.482

Contour Diagram		Rose Diagram	
			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
11/096	87/041	85/113	88/070

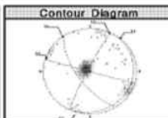
구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 94.7059, δ = 50.3070	m = 166.8571, δ = 184.3409	m = 129.5000, δ = 153.2820	m = 212.8889, δ = 301.1830
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포
	함수	m = 94.7059, δ = 50.3070	m = 62.4457, δ = 1.7535	m = 129.5000, λ = 0.0077	m = 62.3496, δ = 1.6554
연장 (m)	평균	m = 21.1111, δ = 5.3633	m = 19.4000, δ = 24.3387	m = 50.2632, δ = 74.4996	m = 27.3000, δ = 27.5792
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 21.1111, δ = 5.3633	m = 10.2105, δ = 1.1356	m = 19.2067, δ = 1.5022	m = 27.3000, δ = 27.5792
JRC	평균	m = 10.1111, δ = 1.4096	m = 7.6000, δ = 2.0913	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 10.1111, δ = 1.4096	m = 7.3142, δ = 0.2793	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
JCS (kg/cm²)	평균	m = 808.6111, δ = 494.0551	m = 815.9333, δ = 400.9965	m = 780.1053, δ = 475.6653	m = 996.0000, δ = 336.3717
	확률밀도함수				
	채택	음지수분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 808.6111, λ = 0.0012	m = 726.1642, δ = 0.4903	m = 667.4338, δ = 0.5447	m = 944.2700, δ = 0.3248

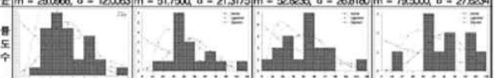
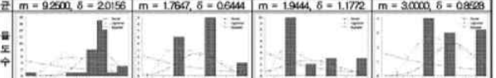
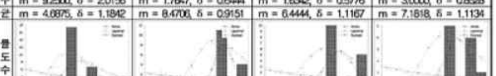
53

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

■ Scanline-S-8

• 분포암상 : 후평동층, 구미동층원
• 조사위치 : 171779.339, 286928.340

Contour Diagram		Rose Diagram	
			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
07/116	87/193	85/294	67/236

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 29.0968, δ = 12.0063	m = 51.7500, δ = 21.3175	m = 52.8235, δ = 26.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 26.7008, δ = 0.4201	m = 47.2433, δ = 0.4439	m = 52.8235, δ = 26.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
연장 (m)	평균	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.9444, δ = 1.1772	m = 3.0000, δ = 0.8628
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.6342, δ = 0.5776	m = 3.0000, δ = 0.8628
JRC	평균	m = 4.6875, δ = 1.1842	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 4.5645, δ = 0.2204	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
JCS (kg/cm²)	평균	m = 584.8125, δ = 214.2126	m = 472.2353, δ = 100.9453	m = 560.7778, δ = 201.2739	m = 546.2727, δ = 110.6280
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 561.2982, δ = 0.3349	m = 462.2086, δ = 0.2044	m = 529.4570, δ = 0.3313	m = 535.0320, δ = 0.2049

54

지표지질조사

다. 불연속면 종합

■ Scanline-106의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	3/139	86/287	83/001	86/041
	k=352.14	k=32.03	k=69.79	k=47.99
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 15.3730, δ = 0.9252	m = 16.5684, δ = 1.0220	m = 20.3047, δ = 1.6257	m = 40.0803, δ = 1.0036
연 장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	음지수분포
	m = 24.6009, δ = 0.1696	m = 1.9118, δ = 0.5857	m = 1.4558, δ = 0.3867	m = 2.4706, λ = 0.4048
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 4.7068, δ = 0.3607	m = 4.5667, δ = 0.3576	m = 5.5717, δ = 0.1600	m = 5.5882, δ = 1.8169
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 631.3926, δ = 0.4186	m = 676.6459, δ = 0.4700	m = 621.9618, δ = 0.3949	m = 600.0007, δ = 0.4171

■ Scanline-107의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/180	79/096	80/309	-
	k=1899.89	k=28.97	k=68.94	-
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 20.7077, δ = 1.0791	m = 11.5414, δ = 1.3395	m = 27.4499, δ = 1.6437	-
연 장 (m)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 43.5143, δ = 3.9161	m = 1.9753, δ = 0.5237	m = 2.1111, δ = 0.2882	-
JRC	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 7.1429, δ = 1.7261	m = 8.2778, δ = 0.2739	m = 9.8856, δ = 0.2268	-
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 1914.230, δ = 0.3240	m = 1800.1708, δ = 639.3639	m = 1207.7984, δ = 0.5169	-

■ Scanline-108의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/136	85/195	86/142	-
	k=474.86	k=51.81	k=45.03	-
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 42.4561, δ = 1.0573	m = 40.4658, δ = 1.4825	m = 45.3352, δ = 1.6354	-
연 장 (m)	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 26.7063, δ = 0.1896	m = 5.0583, δ = 2.6892	m = 2.8571, δ = 1.4569	-
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 13.4591, δ = 0.0955	m = 11.2390, δ = 0.0966	m = 13.1827, δ = 0.1245	-
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 895.7432, δ = 0.4148	m = 746.9651, δ = 0.3135	m = 1048.2130, δ = 0.5612	-

■ Scanline-109의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	11/101	88/356	87/107	84/038
	k=1456.96	k=62.37	k=71.71	k=94.66
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 19.6993, δ = 0.6401	m = 11.4033, δ = 1.0495	m = 33.4965, δ = 1.3845	m = 19.7246, δ = 1.3370
연 장 (m)	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 26.0686, δ = 0.1169	m = 3.8958, δ = 1.4468	m = 3.6770, δ = 0.7230	m = 2.5698, δ = 0.2684
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.0232, δ = 0.2672	m = 4.9730, δ = 0.3085	m = 4.7816, δ = 0.2521	m = 4.4856, δ = 0.3000
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 951.8930, δ = 0.5073	m = 1666.2697, δ = 0.3741	m = 1004.1287, δ = 0.5481	m = 1688.7726, δ = 0.3825

■ Scanline-308의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/075	59/217	61/351	81/296
	k=70.12	k=51.12	k=40.97	k=78.63
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 21.7973, δ = 1.2306	m = 46.2314, δ = 1.4345	m = 16.0113, δ = 1.3885	m = 55.4180, δ = 1.4974
연 장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 6.4980, δ = 0.5647	m = 4.7946, δ = 0.1485	m = 3.8310, δ = 0.1774	m = 4.8214, δ = 1.1742
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.0305, δ = 0.2691	m = 4.3926, δ = 0.2140	m = 5.5106, δ = 0.1486	m = 5.3998, δ = 0.2876
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 663.0583, δ = 0.3319	m = 643.5120, δ = 0.4752	m = 539.7012, δ = 0.3457	m = 589.5714, δ = 181.8428

■ Scanline-OJ8의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	11/096	87/041	85/113	89/070
	k=592.35	k=149.18	k=50.29	k=84.71
간 격 (cm)	정규분포	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포
	m = 94.7069, δ = 50.9070	m = 62.4457, δ = 1.7535	m = 129.5000, λ = 0.0077	m = 62.3496, δ = 1.6664
연 장 (m)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 21.1111, δ = 5.9693	m = 10.2105, δ = 1.1356	m = 19.2067, δ = 1.5022	m = 27.3000, δ = 27.5762
JRC	정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	m = 10.1111, δ = 1.4098	m = 7.3142, δ = 0.2753	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
JCS (kg/cm²)	음지수분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 808.6111, λ = 0.0012	m = 726.1642, δ = 0.4903	m = 667.4308, δ = 0.5447	m = 944.2700, δ = 0.3248

■ Scanline-S-8의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	07/116	87/159	85/294	67/236
	k=64.39	k=68.60	k=70.65	k=35.47
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	m = 26.7005, δ = 0.4201	m = 47.2433, δ = 0.4439	m = 52.8235, δ = 25.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
연 장 (m)	정규분포	정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.6342, δ = 0.5776	m = 3.0000, δ = 0.8528
JRC	대수정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	m = 4.5645, δ = 0.2204	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 551.2982, δ = 0.3349	m = 462.2086, δ = 0.2044	m = 523.4570, δ = 0.3313	m = 535.0320, δ = 0.2049

76.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검, 성능평가를 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 76.2】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 들뜸, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이없는최상의상태인"A"등급의우수한상태로평가되었다. 블록식옹벽04의전면부에는배부름,블록재균열이조사되었고,배부름의경우주의관찰및계측을통한유지관리후손상의진전시적절한조치를취하는것이바람직할것으로판단된다. 또한,블록재균열의경우손상의진전방지를위한표면처리등의조치가필요하다.주변영향인자(사면부,배수시설)에서는배수로파손,배수로균열등이조사되었으며,내구성증진위한단면보수,주입보수등의보수가필요하다고판단된다.금회조사시기에는사용성에문제는없는상태로판단되나주기적인점검을통한손상의증가및확대등에대해확인,조치를실시하는유지관리가필요할것으로판단된다.	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사·평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관에는블록재균열,배부름,배수로균열,배수로파손,실란트파손등의손상이조사되었으나,옹벽의사용성에는영향을주지않는것으로판단되므로내구성증진을위한표면처리,단면보수,실란트재시공등의적절한보수가필요하다고판단됨.또한,전면부에배부름발생의원인은시공미흡으로추정되며,배부름의진행성확인을위한주기적인점검및계측을통한자료분석후손상의진전시적절한보수를통한관리가필요함. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과"A"로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B"등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는"A"등급상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	블럭식 옹벽 04에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	블럭식 옹벽 04에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	블럭식 옹벽 04에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	블럭식 옹벽 04에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

76.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	▪ 전면부 판넬 균열 및 파손, 누수흔적, 표면오염, 백태, 망상균열, 강선 절단, 앵커캡 탈락 등 ▪ 기초부 상태양호 ▪ 주변영향인자 절토부 숏크리트 파손, 숏크리트 내부 토사유실	
비파괴조사	▪ 금회(2023년) 정밀안전점검을 실시하면서 전면 패널부에 대한 반발경도시험을 실시한 결과, 시험시 전개소에서 설계기준강도 100%이상의 강도비를 보이고 있어 콘크리트 강도는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다. 또한 전회(2021년) 정밀안전점검에서 실시한 강도 값과 비교하여 전면 패널의 강도저하 등 별다른 문제점은 없는 것으로 확인되었다.	
안전성평가 (진단시)	▪ 해당없음	
상태평가	▪ 손상결함도 지수 0.11로 A등급	
보수보강 (진단시)	▪ 해당없음	
종합의견	▪ 패널식 옹벽 10의 전면부 조사결과, 건조수축, 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 앵커캡 내부 누수 등으로 인한 판넬 파손, 판넬 균열, 앵커캡 탈락, 판넬 누수흔적, 판넬 표면오염, 판넬 백태, 앵커캡 탈락, 판넬 파손(누수), 앵커캡 누수흔적(누수), 등의 손상이 조사되었으며, 앵커캡 탈락 등의 손상은 절토사면의 상부 하중에 의해 옹벽 인장재의 스트레스, 강우시 우수유입 및 지표수 지하수위 상승 등이 원인으로 발생한 것으로 유추된다. 본 옹벽이 시공되어있는 상주절토37은 2021년 하반기에 자연사면부를 절토하여 옹벽에 작용하는 상부하중을 줄이기 위한 공사가 완료 된 상태로 발생한 손상에 대하여 단면보수, 표면처리, 주입보수, 정비 등의 보수를 실시하고 차후 점검시에도 지속적으로 기 손상의 현황, 신규 손상의 발생 등 옹벽의 상태를 확인하는 것이 필요하며, 다음 회차 정밀안전점검에서 기 손상의 현황 손상 발생의 정도, 옹벽의 선형 등의 자료를 비교하여 지속적인 손상의 진전시 정밀안전진단을 실시하는 등의 조치가 필요하다. ▪ 주변영향인자(사면부, 배수시설)의 경우 옹벽 상부에 숏크리트 내부 토사유실, 숏크리트 파손이 확인되었고, 이는 절토사면의 지속적인 상부하중에 영향을 받은 것으로 유추된다. 조사된 손상을 방치할시 강우시에 숏크리트 내부에 보강토 부근과 절토사면부에 추가적인 내부 유실의 가능성이 존재하여 단면보수 등의 조치가 필요하다. 전회(2021년) 정밀안전점검 시기에 절토사면부에서 옹벽에 작용하는 상부하중, 인장재의 스트레스 감소 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하였다. 이에 현재까지 본 옹벽과 옹벽이 시공되어 있는 절토사면이 안정화에 들어가고 있는 상태이므로 향후 주기적인 점검을 통한 손상의 추가적인 발생 및 기 손상의 진전여부를 파악하고 일정 이상의 손상 발생시 정밀안전진단 등의 조차가 필요하다고 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
종합의견	■ 지반, 기초부의 경우 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 금회 조사 시기에는 사용성에 문제는 없는 상태로 판단되나 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 공중이 이용하는 부위중 도로포장은 본문의 지반, 기초부에 기입된 내용으로 대체하였으며, 도로부 신축이음부, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다. ■ 측량결과, 전회 및 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 미소한 차이가 확인되었으며, 측량시 발생할 수 있는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동 등이 발생하지 않은 상태로 판단된다. ■ 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다. ■ 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.11, 상태평가결과는 "A"로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 "A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태"으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 판넬 누수흔적(누수) - 판넬 누수흔적(누수)의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 앵커캡 내부 누수에 의한 것으로 유추되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 파악하는 것이 필요 ■ 앵커캡 누수흔적(누수) - 앵커캡 누수흔적(누수)의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 앵커캡 내부 누수에 의한 것으로 유추되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 파악하는 것이 필요 ■ 판넬 파손 - 자연사면부 절토 이전에 옹벽 상부 절토사면의 하중에 의해 발생한 손상으로 유추되며, 현재는 절도사면의 자연사면부에 대한 절토가 완료되어 지반 안정화 상태로 추후 점검을 통하여 추가적인 손상의 발생여부 확인이 필요. ■ 숏크리트 파손 - 숏크리트 파손는 강우시 우수유입에 의한 2차손상이 발생할 수 있으므로, 단면보수를 통하여 우수가 유입되는 것을 방지하는 조치가 필요하며, 보수후 주기적인 점검을 실시하여 추가 발생여부 확인요망 ■ 숏크리트 내부 토사유실 - 숏크리트 내부 토사유실은 강우시 우수유입에 의한 2차손상이 발생할 수 있으므로, 단면보수를 통하여 우수가 유입되는 것을 방지하는 조치가 필요하며, 보수후 주기적인 점검을 실시하여 추가 발생여부 확인요망	

76.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 10		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.01	A	-
구조안전성능	0.14	A	-
안전성능 결과	ㅇ상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ㅇ안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목		등급	등급 점수	비고
열화 진전 평가	탄산화 깊이	-	-	-
	피복(표면부) 콘크리트 품질	A	0.08	-
	염화물 침투량 평가	-	-	-
열화 환경 평가	제설제 염해환경	A	0.08	-
	비래염분 염해환경	A	0.08	-
	동해환경	A	0.08	-
결함도 지수				0.08
등 급				A

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 10		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	-
내구성능평가	Pd=0.080	A	0.2	-
종합평가 결과	ㅇ사면의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.080 × 0.2) = 0.128 ㅇ종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 이상인 "A등급"인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

76.2.5 시설물 보수 이력

【표 76.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수.보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-
	-		-	-	-

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

76.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 76.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

76.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

76.2.8 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 10은 대구광역시 군위군 부계면 가호리에 위치하고 상주영천고속도로 본선 상부 상주절토37 에 시공되어있는 보강토 옹벽이다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이나 2020년~2023년에 본 옹벽에 작용하는 상부하중, 인장재의 스트레스 감소 등을 감소시키기 위하여 상주절토37 상부 자연사면부 절토 및 평탄화 작업시 시행되어 설계도서 대비 상부 하중이 감소한 것으로 확인되었다.

향후 본 옹벽 및 옹벽 상부에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 옹벽의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

상부 자면사면부 상태현황 전경	상부 자면사면부 상태현황 전경
기초부 상태현황 전경	기초부 상태현황 전경

76.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 76.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교・검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇전차 성능평가 보고서 ◇전차 정밀안전점검 및 안전점검 보고서 ◇사고기록	◇부재별 중점손상 - 전면부 판넬 균열 및 파손, 누수흔적, 표면오염, 백태, 망상균열, 강선 절단, 앵커캡 탈락 등 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 절토부 숏크리트 파손, 숏크리트 내부 토사유실	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교・검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수・보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇보수부 상태 확인

76.3. 현장조사

76.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 군위군 부계면 가호리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 자연사면이 있으며, 하부로는 상주영천고속도로 본선이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~27.5m를 보이며, 총 연장은 201.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=201.0m, L=27.5m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 76.6】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 26.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		시설물번호	RW2017-0000077
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 부계면 가호리		
	위치좌표	시점 : 36° 08′60.4″ 128° 67′89.8″		
		종점 : 36° 08′48.2″ 128° 68′11.7″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 54.472~54.673km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	201.0m	지면노출 높 이	27.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	자연사면		
	옹벽하부	상주영천고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	지에스건설㈜
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 2종 성능평가시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 11개 구간(S1~S11)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 76.7】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	7.8	7	120.0~140.0m	140.0	10.1
2	20.0~40.0m	40.0	10.4	8	140.0~160.0m	160.0	9.8
3	40.0~60.0m	60.0	10.2	9	160.0~180.0m	180.0	15.0
4	60.0~80.0m	80.0	27.5	10	180.0~200.0m	200.0	15.3
5	80.0~100.0m	100.0	27.3	11	200.0~201.0m	201.0	1.5
6	100.0~120.0m	120.0	27.0	-	-	-	-

측점분할 작업사진

측점분할 작업사진

76.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽의 기초부가 본선 방호벽 및 포장(아스팔트)인 상태이다.

2) 조사결과

■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 하부 도로 포장부에도 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 76.8】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	**-**	**-**

현 황	· 상태양호	**현 황**	· 상태양호
원 인	· -	**원 인**	· -
대 책	· -	**대 책**	· -

3) 검토의견

■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 점검 당시에 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

패널식 보강토 옹벽으로 판넬의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 5단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 옹벽에 전면부에 보강재가 추가적으로 시공되어 있는 상태이다.

2) 조사결과

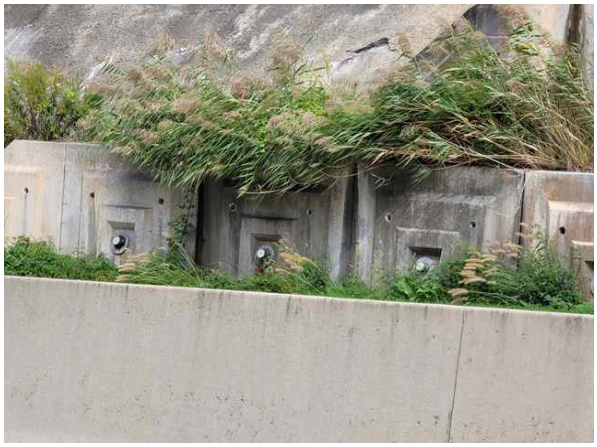
■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 전면부에서 판넬 파손, 판넬 파손(누수), 판넬 균열, 판넬 누수흔적, 앵커캡 탈락, 앵커캡 누수흔적 등의 손상이 조사되었으며, 전반적으로 열화 및 박리가 발생되어있는 상태이다.

【표 76.9】 전면부 손상현황

구분	판넬 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		판넬 균열(0.3㎜이상) (m/개소)		판넬 균열(0.5㎜이상) (m/개소)		판넬 망상균열 (㎡/개소)		판넬 망상균열 및 백태 (㎡/개소)		판넬 백태 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	1.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-	0.25	1	-	-	2.25	3
S5	1.00	1	-	-	4.00	2	-	-	9.00	3	1.00	1
S6	-	-	1.50	1	3.50	2	-	-	-	-	4.00	2
S7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S9	2.00	1	1.50	1	-	-	-	-	-	-	-	-
S10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S11	-	-	1.50	1	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	**4.00**	**3**	**4.50**	**3**	**7.50**	**4**	**0.25**	**1**	**9.00**	**3**	**7.25**	**6**

구분	판넬 균열부백태 (㎡/개소)		판넬 누수흔적 (㎡/개소)		판넬 표면오염 (㎡/개소)		판넬 박락 (㎡/개소)		판넬 파손 (㎡/개소)		판넬 누수 및 박락 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	1
S2	0.15	1	-	-	-	-	-	-	0.46	2	0.60	1
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	2	-	-
S4	4.20	5	25.00	1	2.00	2	-	-	0.65	2	-	-
S5	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	4	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	0.30	1	-	-	-	-
S8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55	3	-	-
S9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	1	-	-
S10	0.20	1	-	-	-	-	-	-	0.06	1	-	-
S11	0.30	1	-	-	-	-	-	-	0.32	2	-	-
합계	**5.15**	**9**	**25.00**	**1**	**2.00**	**2**	**0.30**	**1**	**3.46**	**17**	**0.90**	**2**

구분	판넬 층분리 (㎡/개소)		판넬 표면열화 및 박리 (㎡/개소)		판넬 잡철근노출 (㎡/개소)		앵커캡 탈락 (개소/개소)		앵커캡 누수흔적(누수) (개소/개소)		식생 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	7	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2	24.00	3
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.00	1
S4	-	-	16.00	4	-	-	4.00	4	4.00	4	25.00	1
S5	-	-	5.05	4	-	-	14.00	14	-	-	-	-
S6	1.00	1	-	-	-	-	11.00	11	5.00	5	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	4.00	4	2.00	2	-	-
S8	0.09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S9	-	-	-	-	0.03	1	1.00	1	-	-	-	-
S10	-	-	-	-	-	-	5.00	5	-	-	-	-
S11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	**1.09**	**2**	**21.05**	**8**	**0.03**	**1**	**39.00**	**39**	**20.00**	**20**	**126.00**	**5**



현 황	· S1 앵커캡 누수흔적(누수) (1EA)
원 인	· 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 누수
대 책	· 주의관찰

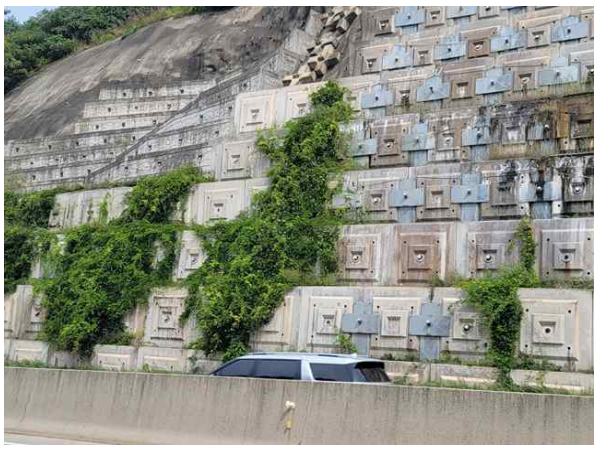
현 황	· S1 판넬 누수 및 박락(0.2x1.5)
원 인	· 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 누수
대 책	· 단면보수

현 황	· S2 식생(1.0x8.0 x3EA)
원 인	· 공용기간 증가, 지하수위 상승으로 인한 누수
대 책	· 정비

현 황	· S2 판넬 균열부백태(0.5x0.3)
원 인	· 공용기간 증가, 손상부 습기흡착 등
대 책	· 표면처리

현 황	· S2 판넬 누수 및 박락(0.3x2.0)
원 인	· 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 누수
대 책	· 단면보수

현 황	· S2 판넬 파손(1.5x0.3)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중 등
대 책	· 주입보수

현 황	· S3 식생(11.0x7.0)	현 황	· S4 판넬 균열부백태(2.0x0.5 x3EA)
원 인	· 공용기간 증가, 지하수위 상승으로 인한 누수	원 인	· 공용기간 증가, 손상부 습기흡착 등
대 책	· 정비	대 책	· 표면처리
현 황	· S3 판넬 파손(1.5x0.3)	현 황	· S3 판넬 파손(1.5x0.3)
원 인	· 공용기간 증가, 시공미흡 등	원 인	· 공용기간 증가, 시공미흡 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수
			
현 황	· S4 식생(2.5x0.3)	현 황	· S4 판넬 균열부백태(2.0x0.3)
원 인	· 공용기간 증가, 지하수위 상승으로 인한 누수	원 인	· 공용기간 증가, 손상부 습기흡착 등
대 책	· 정비	대 책	· 주입보수

현 황	· S4 망상균열 및 백태(2.0x1.5 x3EA)
원 인	· 공용기간 증가, 손상부 습기흡착 등
대 책	· 표면처리

현 황	· S4 표면열화 및 박리(1.5x1.5 x2EA)
원 인	· 지하수위 상승으로 인한 누수, 열화 등
대 책	· 단면보수

현 황	· S4 백태, 표면오염, 누수흔적 등
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S4 표면열화 및 박리(2.0x2.0 x4EA)
원 인	· 지하수위 상승으로 인한 누수, 열화 등
대 책	· 단면보수

현 황	· S5 앵커캡 누수흔적(누수) (1EA)
원 인	· 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 누수
대 책	· 주의관찰

현 황	· S5 판넬 균열(0.5㎜이상) (L=2.0m)
원 인	· 공용기간 증가, 시공미흡 등
대 책	· 주입보수

현 황	· S5 표면열화 및 박리(0.5x0.5)
원 인	· 지하수위 상승으로 인한 누수, 열화 등
대 책	· 주입보수

현 황	· S5 표면열화 및 박리(1.0x0.3)
원 인	· 지하수위 상승으로 인한 누수, 열화 등
대 책	· 단면보수

현 황	· S5 표면열화 및 박리(1.5x1.5 x2EA)
원 인	· 지하수위 상승으로 인한 누수, 열화 등
대 책	· 단면보수

현 황	· S6 판넬 균열(0.3㎜이상) (L=1.5m)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중 등
대 책	· 주입보수

현 황	· S7 앵커캡 탈락(3EA)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중 등
대 책	· 정비

현 황	· S9 판넬 잡철근노출(0.1x0.1 x2EA)
원 인	· 시공미흡, 열화 등
대 책	· 단면보수(방청)

3) 검토의견

- 패널식 옹벽 10 시설물은 2020년 ~ 2021년에 절토사면 상주절토37 자연사면부 사전에 조사된 인장균열 발생에 대한 사면안전 검토실시 후 절토사면 및 본 옹벽의 상부하중, 인장재의 스트레스 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하였고, 이후 현재까지 약 5년간 공용중인 상태이며, 점검당시 전면부에 전반적으로 열화 및 박리가 미미하게 진행되고 있는 상태이다. 이에 발생한 손상들에 대한 전면적인 보수를 실시하고, 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 필요하다고 판단되며, 기 손상의 현황 손상 발생의 정도, 옹벽의 선형 등의 자료를 비교하여 지속적인 손상의 진전시 정밀안전진단을 실시하는 등의 조치가 필요하다.
- 전면부에서 조사된 판넬 균열, 망상균열, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 건조수축, 공용기간 증가, 손상부 우수유입, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상진전방지, 구조물의 구조적 안정성 및 내구성 확보차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하고, 주기적으로 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 판넬 박락, 파손, 층분리, 누수 및 파손, 표면열화 및 박리의 경우 손상부 우수유입, 열화, 공용기간 증가, 외부 충격, 지하수위 상승, 이전 상부하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 현 옹벽의 상태를 면밀하게 파악하고, 손상의 진전방지, 구조물의 안정성 확보 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 단면을 보호할 수 있는 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 판넬 잡철근노출의 경우 시공미흡으로 인한 잡철물 미제거 손상으로 잡철근의 부식으로 인한 단면손상을 방지하기 위하면 단면보수(방청) 등의 보수가 필요하다.
- 조사된 앵커캡 탈락, 식생의 경우 외부충격 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 유추되며, 앵커캡 내 강선을 보호하고, 식생으로 인한 판넬부 손상발생방지 및 구조물의 원활한 관리를 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 조사된 앵커캡 누수흔적(누수)의 경우 지하수위 상승, 우천시 상부 절토사면 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되며, 주기적인 점검을 통하여 누수로 인한 판넬 및 앵커 손상의 발생여부를 확인하고, 신규손상의 발생시 발생한 손상에 맞는 보수공법을 선정하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)와 전면부에 수직도수로가 설치되어 있으며, 상단(5단)의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어있으나 하단의 일부구간에서 지표수가 원활하게 배수되지 않아 판넬 락볼트에 누수가 있는 상태이다. 본 패널식옹벽 상단부는 계단식옹벽 및 숏크리트, 자연사면으로 이루어져 있고, 2020년~2021년에 본 옹벽이 시공된 절토사면 상주절토37의 자연사면부의 상부하중을 감소 및 긴장재 스트레스를 감소시키기 위한 공사가 실시되었다.

2) 조사결과

■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 사면부 숏크리트에서 숏크리트 내부 토사유실, 숏크리트 파손이 조사되었다.

【표 76.10】 주변영향인자 손상현황

구분	숏크리트 내부 토사유실 (㎡/개소)		숏크리트 파손 (㎡/개소)	
S1	1.50	1	14.00	2
S2	-	-	23.00	2
S3	-	-	50.00	1
S4	-	-	28.75	2
S5	-	-	14.00	1
S6	-	-	9.00	2
S7	-	-	3.50	2
S8	-	-	17.50	1
S9	-	-	12.25	2
S10	-	-	2.25	1
S11	-	-	-	-
합계	**1.50**	**1**	**174.25**	**16**

현 황	· S1 숏크리트 내부 토사유실(현재양호)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S1 숏크리트 내부 토사유실(현재양호)
원 인	· 숏크리트 마감불량
대 책	· 단면보수

현 황	· S1 숏크리트 파손(10.0x0.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S1 숏크리트 파손(10.0x0.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S3 숏크리트 파손(20.0x2.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S3 숏크리트 파손(20.0x2.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S4 숏크리트 파손(6.5x3.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S4 숏크리트 파손(6.5x3.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S4 숏크리트 파손(6.0x1.0)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S4 숏크리트 파손(6.0x1.0)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S5 숏크리트 파손(14.0x1.0)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S5 숏크리트 파손(14.0x1.0)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S6 숏크리트 파손(3.0x2.0)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S4 숏크리트 파손(6.0x1.0)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S6 숏크리트 파손(3.0x1.0)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S6 숏크리트 파손(3.0x1.0)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S7 숏크리트 파손(5.0x0.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S7 숏크리트 파손(5.0x0.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S8 숏크리트 파손(7.0x2.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S8 숏크리트 파손(7.0x2.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S8 숏크리트 파손(4.0x2.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S8 숏크리트 파손(4.0x2.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· S10 숏크리트 파손(4.5x0.5)
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· S10 숏크리트 파손(4.5x0.5)
원 인	· 절토사면으로 인한 상부하중
대 책	· 단면보수

현 황	· 상부 자연사면 평탄화 현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 상부 자연사면 평탄화 현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 상부 계단식옹벽 현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 상부 계단식옹벽 현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 상부 계단식옹벽 현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 상부 계단식옹벽 현황
원 인	· -
대 책	· -

3) 검토의견

- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부에 숏크리트 내부 토사유실, 숏크리트 파손이 확인되었고, 이는 절토사면의 지속적인 상부하중에 영향을 받은 것으로 추정되나 2020년~2021년에 절토사면부에서 옹벽에 작용하는 상부하중, 인장재의 스트레스 감소 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하여 현재 추가적인 진행성은 확인되지 않은 상태이며, 손상부의 우수유입 및 공용기간 증가 등으로 인한 손상의 진전방지 차원의 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 10에 별도의 점검시설은 시공되어있지 않은 것으로 확인되었다.

마. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 "현장조사 결과 - 지반, 기초부"에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 미설치된 상태이다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

바. 옹벽의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

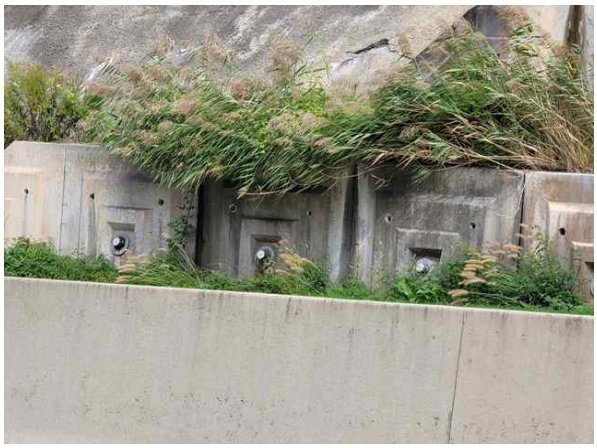
【표 76.11】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 패널식 옹벽 10은 상주영천고속도로 본선 절토사면 상주절토37에 시공되어 있는 옹벽이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 사면붕괴 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 옹벽에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 금회 점검에서 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 조사되지 않은 상태이나 확인된 일반손상들에 대하여 주기적으로 점검 및 보수를 실시하고 손상의 진전 및 재발생여부를 확인하는 조치가 필요하다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	절토사면·옹벽 표면 손상	▣유, □무	판넬 균열, 표면열화 및 박리, 층분리, 누수 및 박락, 파손, 숏크리트 파손 등	주입보수, 단면보수	

	
앵커캡 누수흔적(누수)	판넬 누수 및 박락
망상균열 및 백태	판넬 파손
식생	판넬 균열부백태

표면열화 및 박리	판넬 균열(0.5㎜이상)
표면열화 및 박리	판넬 균열(0.3㎜이상)
앵커캡 탈락	판넬 잡철근노출

주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 숏크리트 내부 토사유실	주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 숏크리트 파손
주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 숏크리트 파손	주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 숏크리트 파손
주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 상태현황	주변영향인자(절토사면부, 배수시설) 상태현황

76.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 76.12】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	판넬 균열(0.3㎜미만)	표면처리
	판넬 균열(0.3㎜이상)	주입보수
	판넬 균열(0.5㎜이상)	주입보수
	판넬 망상균열	표면처리
	판넬 망상균열 및 백태	표면처리
	판넬 백태	표면처리
	판넬 균열부백태	표면처리
	판넬 누수흔적	표면처리
	판넬 표면오염	표면처리
	판넬 박락	단면보수
	판넬 파손	단면보수
	판넬 누수 및 파손	단면보수
	판넬 층분리	단면보수
	판넬 표면열화 및 박리	단면보수
	판넬 잡철근노출	단면보수(방청)
	앵커캡 탈락	정비
	앵커캡 누수흔적(누수)	주의관찰
	식생	정비
주변영향인자	숏크리트 파손	단면보수
	숏크리트 내부 토사유실	단면보수
기초부의 세굴	상태양호	-

구 분	점검 결과
결과요약	■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 점검 당시에 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 패널식 옹벽 10 시설물은 2020년 ~ 2021년에 절토사면 상주절토37 자연사면부 사전에 조사된 인장균열 발생에 대한 사면안전 검토실시 후 절토사면 및 본 옹벽의 상부하중, 인장재의 스트레스 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하였고, 이후 현재까지 약 5년간 공용중인 상태이며, 점검당시 전면부에 전반적으로 열화 및 박리가 미미하게 진행되고 있는 상태이다. 이에 발생한 손상들에 대한 전면적인 보수를 실시하고, 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 필요하다고 판단되며, 기 손상의 현황 손상 발생의 정도, 옹벽의 선형 등의 자료를 비교하여 지속적인 손상의 진전시 정밀안전진단을 실시하는 등의 조치가 필요하다. ■ 전면부에서 조사된 판넬 균열, 망상균열, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 건조수축, 공용기간 증가, 손상부 우수유입, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상진전방지, 구조물의 구조적 안정성 및 내구성 확보차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하고, 주기적으로 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. ■ 조사된 판넬 박락, 파손, 층분리, 누수 및 파손, 표면열화 및 박리의 경우 손상부 우수유입, 열화, 공용기간 증가, 외부 충격, 지하수위 상승, 이전 상부하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 현 옹벽의 상태를 면밀하게 파악하고, 손상의 진전방지, 구조물의 안정성 확보 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 단면을 보호할 수 있는 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. ■ 조사된 판넬 잡철근노출의 경우 시공미흡으로 인한 잡철물 미제거 손상으로 잡철근의 부식으로 인한 단면손상을 방지하기 위하면 단면보수(방청) 등의 보수가 필요하다. ■ 조사된 앵커캡 탈락, 식생의 경우 외부충격 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 유추되며, 앵커캡 내 강선을 보호하고, 식생으로 인한 판넬부 손상발생방지 및 구조물의 원활한 관리를 위한 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 조사된 앵커캡 누수흔적(누수)의 경우 지하수위 상승, 우천시 상부 절토사면 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되며, 주기적인 점검을 통하여 누수로 인한 판넬 및 앵커 손상의 발생여부를 확인하고, 신규손상의 발생시 발생한 손상에 맞는 보수공법을 선정하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. ■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부에 숏크리트 내부 토사유실, 숏크리트 파손이 확인되었고, 이는 절토사면의 지속적인 상부하중에 영향을 받은 것으로 추정되나 2020년~2021년에 절토사면부에서 옹벽에 작용하는 상부하중, 인장재의 스트레스 감소 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하여 현재 추가적인 진행성은 확인되지 않은 상태이며, 손상부의 우수유입 및 공용기간 증가 등으로 인한 손상의 진전방지 차원의 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

【표 76.13】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	판넬 균열(0.3㎜미만)	m	4.00	3	
	판넬 균열(0.3㎜이상)	m	4.50	3	
	판넬 균열(0.5㎜이상)	m	7.50	4	
	판넬 망상균열	㎡	0.25	1	
	판넬 망상균열 및 백태	㎡	9.00	3	
	판넬 백태	㎡	7.25	6	
	판넬 균열부백태	㎡	5.15	9	
	판넬 누수흔적	㎡	25.00	1	
	판넬 표면오염	㎡	2.00	2	
	판넬 박락	㎡	0.30	1	
	판넬 파손	㎡	3.46	17	
	판넬 누수 및 파손	㎡	0.90	2	
	판넬 층분리	㎡	1.09	2	
	판넬 표면열화 및 박리	㎡	21.05	8	
	판넬 잡철근노출	㎡	0.03	1	
	앵커캡 탈락	EA	39.00	39	
	앵커캡 누수흔적(누수)	EA	20.00	20	
	식생	㎡	126.00	5	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	숏크리트 파손	㎡	174.25	15	
	숏크리트 내부 토사유실	㎡	1.50	1	
기초부	상태양호	-	-	-	

76.4. 콘크리트 재료시험 조사

76.4.1 개요

콘크리트 재료시험 조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[성능평가편](이하'세부지침')] 옹벽편 10.3.2에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

76.4.2 조사현황 및 위치도

가. 조사현황

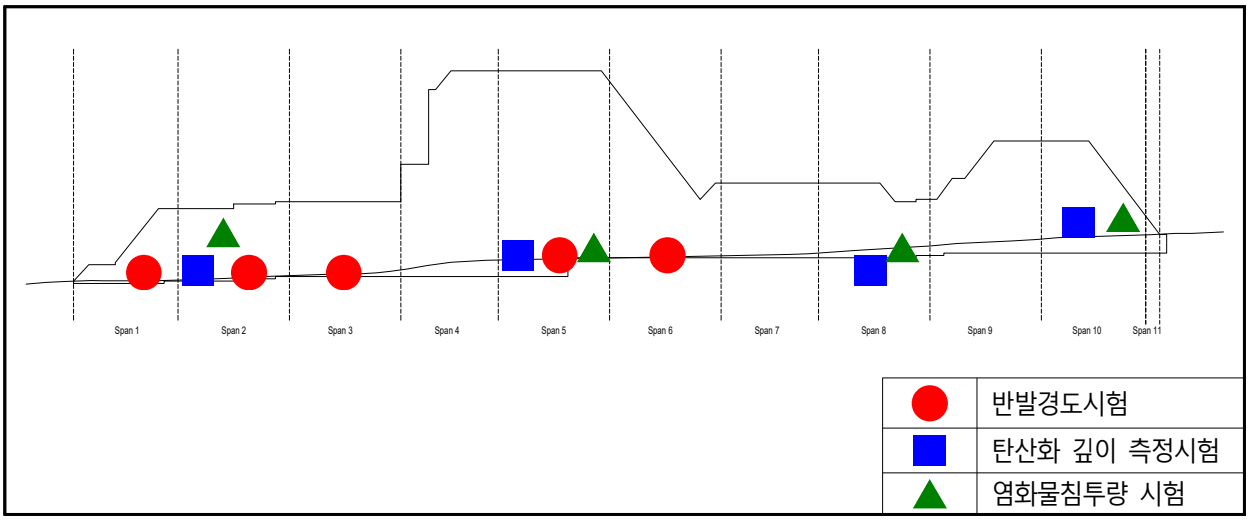
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 비교·검토할 수 있도록 하였으며, 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다. 본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 76.14】 제2종 성능평가 재료시험 기준수량 및 실시수량 현황

항 목	기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
측량	◦ 옹벽의 선형측량 및 수준측량	-	-	
반발경도시험	◦ 총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	5	5	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	4	4	
염화물 침투량		4	4	

반발경도측정	탄산화 및 염화물 침투량 재료채취

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 76.6】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

76.4.3 반발경도시험

가. 시험결과

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물에 이물질을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈이 있는 부위들은 측정위치에서 제외하였고, 반발경도 값은 각 측정 부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다.

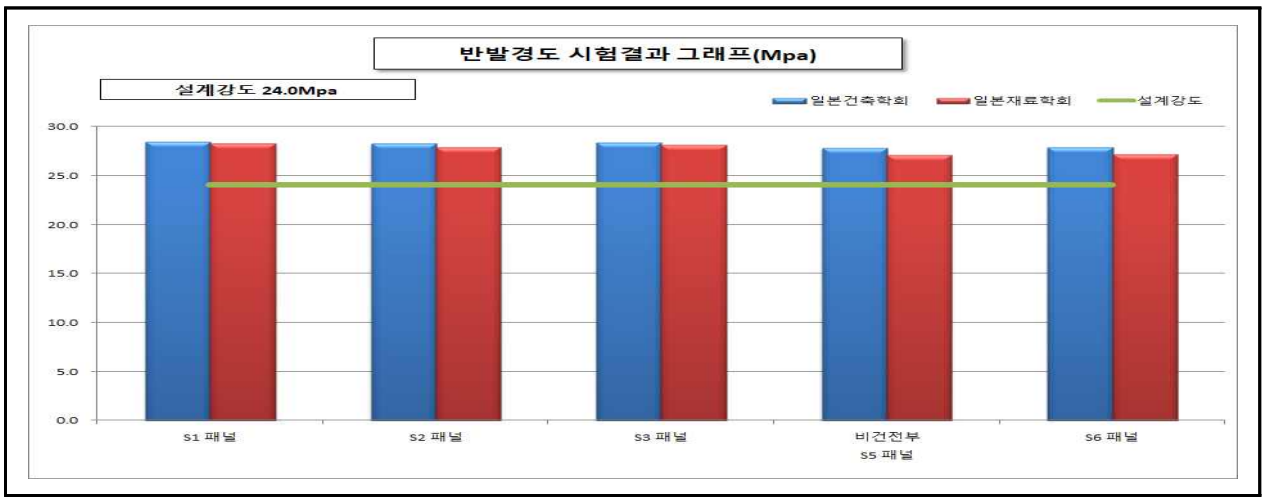
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 증 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상에 패널식 옹벽 10의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준 강도를 확인하여 작성하였다.

【표 76.15】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	S1	패널	49.5	28.3	**28.5**	0.63	24.0	건전부
	S2	패널	49.1	27.9	**28.3**			건전부
	S3	패널	49.3	28.1	**28.4**			건전부
	S5	패널	48.1	27.1	**27.8**			비건전부
	S6	패널	48.1	27.1	**27.9**			건전부
평균			-	27.7	**28.2**	-	-	
표준편차			-	0.28	**0.16**	-	-	
변동계수			-	0.010	**0.006**	-	-	
최대값			-	28.3	**28.5**	-	-	
최소값			-	27.1	**27.8**	-	-	

【표 76.16】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
전면부 패널	27.8 ~ 28.5	24.0	28.2	115.8 ~ 118.8	



【그림 76.7】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 27.8~28.5㎫로 측정되었으며, 설계기준압축강도(24.0㎫)를 100%이상 상회하는 것으로 검토되었고, 전개소에서 설계기준강도를 상회하므로 콘크리트의 내구성능이 양호한 상태인 것으로 판단된다. 따라서, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.

다. 반발경도 시험 보고서

【표 76.17】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	**내 용**
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 26. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	패널식 옹벽 10
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 패널 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	21.3℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	**내 용**
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	**내 용**
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

76.4.4 탄산화 깊이 측정

가. 시험결과

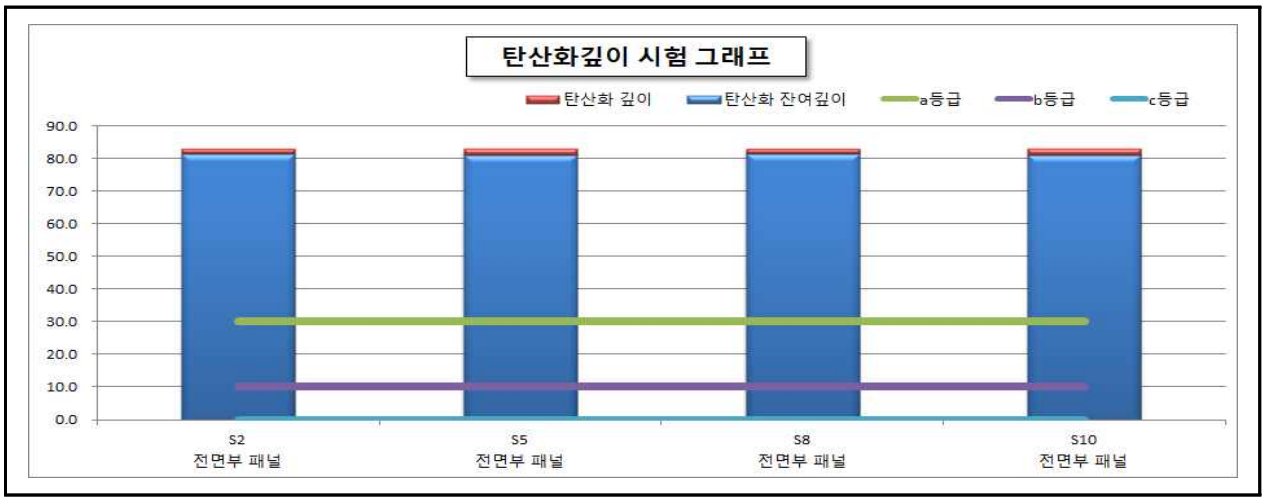
탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

【표 76.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S2 전면부패널	1.5	83.0	81.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S5 전면부패널	2.0	83.0	81.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S8 전면부패널	1.5	83.0	81.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S10 전면부패널	2.0	83.0	81.0	8	0.71	100년 이상	a등급	

【표 76.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
전면부 패널	1.5~2.0	81.0~81.5	



【그림 76.8】 탄산화 깊이 측정결과

- 금회 점검에서 탄산화시험은 총 4개소 시험을 실시하였으며 분석 결과, 전개소 모두"탄산화에 의한 부식발생 우려 없음"인 'a'등급으로 평가되었고 100년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

다. 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 상촌교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 76.20】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 - 패널 S2	
실측 피복두께(㎜)	83.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	81.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S5	
실측 피복두께(㎜)	110.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.5
잔여깊이(㎜)	107.5
탄산화 속도계수	0.88
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S8	
실측 피복두께(㎜)	83.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	81.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S10	
실측 피복두께(㎜)	110.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.5
잔여깊이(㎜)	107.5
탄산화 속도계수	0.88
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

다. 탄산화 시험 보고서

【표 76.21】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 26일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	전면부 패널
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	탄산화시험 Set, 버니어 캘리퍼스
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	부록 참조
연한 적자색 변색 유무	유

76.4.5 염화물 침투량 평가

염화물 침투량 시험 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다

76.4.6 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 76.22】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가등급)	
비파괴 강도 (MPa)	패널(전면부)	27.8 ~ 28.5	30	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	패널(전면부)	81.0~81.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상 ■ 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성 없음
종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성은 없는 상태임			

76.4.7 측량

가. 개요

금회 2종 성능평가 대상시설물(패널식 옹벽 10)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 전차 정밀안전점검의 측정된 값과 금회 2종 성능평가의 측정값을 비교 검토하여 침하 및 활동에 대해 검토하였다.

나. 경사도 측정결과

설계도서 및 초기점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류 및 측정위치(단수 등)의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었고, 전회 점검과의 비교값 또한 측정 위치에 의한 차이는 있지만 사용성에 영향을 미칠만한 차이는 아닌 것으로 확인되었다.

【표 76.23】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	89.60	0.70	89.30	1.22	0.30	0.52	a	전면
2	S2	89.80	0.35	-	-	-	-	-	-
3	S3	89.60	0.70	88.60	2.44	1.00	1.75	a	전면
4	S4	90.40	-0.70	-	-	-	-	-	-
5	S5	90.00	0.00	89.00	1.75	1.00	1.75	a	전면
6	S6	90.20	-0.35	-	-	-	-	-	-
7	S7	90.20	-0.35	-	-	-	-	-	-
8	S8	89.60	0.70	89.70	0.52	-0.10	0.17	a	배면
9	S9	90.00	0.00	-	-	-	-	-	-
10	S10	89.70	0.52	88.90	1.92	0.80	1.40	a	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (−)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 76.24】 경사도 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	측정위치 (Span)	2025년 2종 성능평가 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전등급	전회 점검 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	89.60	0.70	90.00	0.00	-0.40	0.70	a	배면
2	S2	89.80	0.35	90.50	-0.87	-0.70	1.22	a	배면
3	S3	89.60	0.70	90.70	-1.22	-1.10	1.92	a	배면
4	S4	90.40	-0.70	91.20	-2.09	-0.80	1.40	a	배면
5	S5	90.00	0.00	91.50	-2.62	-1.50	2.62	b	배면
6	S6	90.20	-0.35	90.00	0.00	0.20	0.35	a	전면
7	S7	90.20	-0.35	89.90	0.17	0.30	0.52	a	전면
8	S8	89.60	0.70	89.80	0.35	-0.20	0.35	a	배면
9	S9	90.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	a	-
10	S10	89.70	0.52	89.70	0.52	0.00	0.00	a	-

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (−)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

다. 선형 및 수준 측량결과

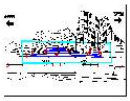
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서에서 옹벽의 설계변경 기준점 레벨이 확인되지 않아 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형 측량을 금회 선형측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 76.25】 수준측량(수직변위) 결과

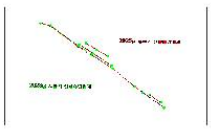
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	전회 정밀안전점검	금회 2종 성능평가		
①	207.263	207.265	0.02	
②	214.915	214.910	-0.05	
③	215.454	215.456	0.02	
④	220.430	220.427	-0.03	
⑤	230.488	230.479	-0.09	
⑥	230.482	230.472	-0.10	
⑦	215.662	215.664	0.02	
⑧	215.810	215.803	-0.07	
⑨	216.421	216.419	-0.02	
⑩	223.966	223.965	-0.01	
⑪	223.930	223.932	0.02	
⑫	216.419	216.419	-	
⑬	220.672	220.663	-0.09	
⑭	230.480	230.463	-0.17	
⑮	220.640	220.632	-0.08	
⑯	215.628	215.625	-0.03	

【표 76.26】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
①	387601.124	171168.010	
②	387597.368	171180.939	
③	387571.780	171215.618	
④	387574.131	171217.206	
⑤	387575.579	171225.482	
⑥	387559.021	171253.156	
⑦	387543.489	171259.215	
⑧	387520.735	171286.428	
⑨	387513.844	171296.544	
⑩	387510.859	171305.438	
⑪	387500.868	171319.107	
⑫	387494.296	171323.611	
⑬	387547.382	171257.397	
⑭	387567.168	171239.340	
⑮	387563.080	171233.902	
⑯	38756.817	171232.817	



[선형측량 결과]



[선형측량 결과 비교]

【그림 76.9】 선형측량 결과 및 비교

76.5. 안전성능 평가

76.5.1 상태안전성능 평가

가. 개요

옹벽의 상태안전성능 평가는 외관조사를 실시하여 결함 및 손상 등을 조사하고, 성능지표별 평가기준에 따라 결함점수 및 결함지수를 산정하는 방식으로 이루어진다.

나. 상태안전성능 평가방법

옹벽분류에 따른 옹벽별 상태안전성능 평가를 위한 결함등급 및 결함점수와 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

【표 76.27】 보강토 옹벽 평가기준

결 함 점 수		a	b	c	d	e
		0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0 .30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f
침 하		0	0	1	2	3
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	2	3
활 동		0	2	4	6	8
전면부 진행성 배부름		0	2	5	8	10
파손, 손상 및 균열		0	1	2	4	6
유 실		0	1	2	4	6
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	2	4	6	8
주변 영향인자	배수 시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면 조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
옹벽 결함지수 (F)		① $\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{52}$		② $\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{44}$		

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용함.
※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.
※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산함.

다. 상태안전성능 평가결과

옹벽 형식별 상태안전성능 평가 결과에 따라 결함지수를 구하고, 아래의 표 산정기준을 적용하여 해당 시설물의 상태안전성능 평가 등급을 도출한다.

【표 76.28】 보강토 옹벽 평가기준

a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0 .30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f

【표 76.29】 상태안전성능 평가 산정 결과

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 손상 및 균열	유실	이격	전면부 진행성 배부름	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출 수			
S1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S3	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S4	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S5	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S7	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0.11	A
S8	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0.09	A
S9	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0.09	A
S10	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0.09	A
S11	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0.09	A
평균	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.60	5.20	0.11	
									상태평가 결과					A	

76.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.11로서 평가결과는 "A"로 산정되었다.

76.5.3 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

최상의 상태로 "a" 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	**○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태**
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

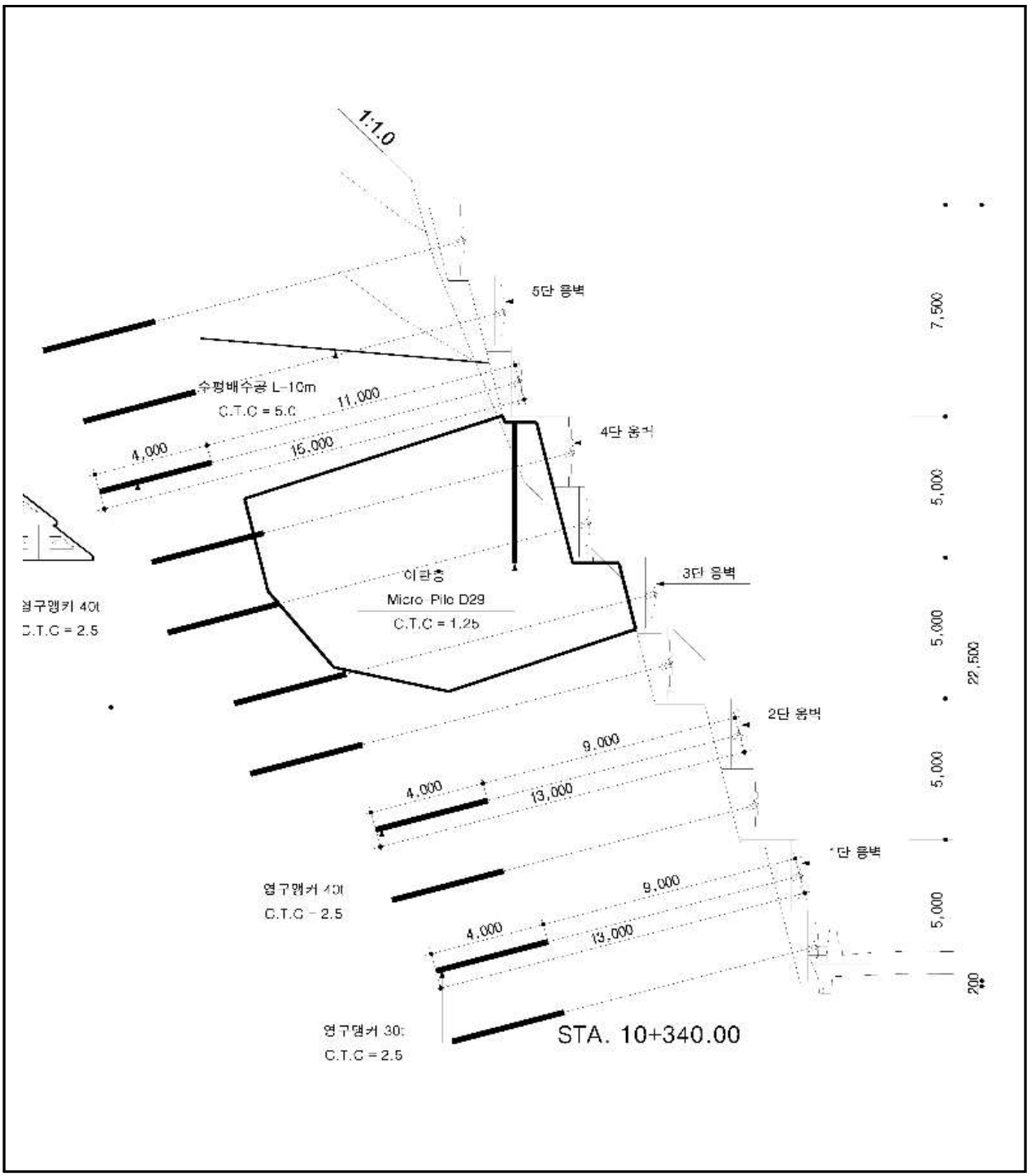
기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

76.5.4 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였다.

나. 검토단면도



【그림 76.10】 검토단면도

다. 설계조건

1) 지반의 강도정수

【표 76.30】 대상 옹벽 지반 강도정수

구분	단위중량 Υ_t (kN/m^3)	내부마찰각 Φ (°)	점착력 C (kPa)	비 고
풍 화 토	19.0	28.0	20.0	상주~영천고속도로 민간투자사업 실시설계 보고서
풍 화 암	20.0	29.0	30.0	상주~영천고속도로 민간투자사업 실시설계 보고서
기 반 암	24.0	32.0	200.0	상주~영천고속도로 민간투자사업 실시설계 보고서
불연속면	23.0	29.6	40.0	상주~영천고속도로 민간투자사업 실시설계 보고서
탄 질 층	20.0	29.0	20.0	PPP옹벽 사면안정해석 검토 보고서, 2016.05

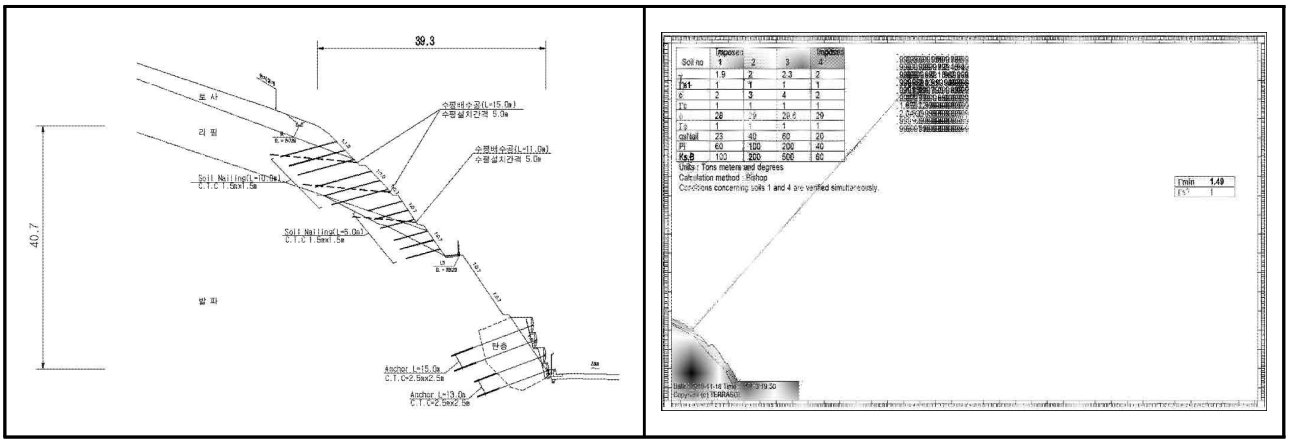
2) 건기시와 우기시 기준안전율

【표 76.31】 건기시와 우기시 기준안전율

구분	최소안전율	참 조
건 기 시	F.S > 1.50	건설공사 비탈면 설계기준 (건설교통부 P.127)
우 기 시	F.S > 1.20	건설공사 비탈면 설계기준 (건설교통부 P.127)

라. 외적안정성

1) 토압작용 모식도



【그림 76.11】 검토단면도

2) 설계 내구 년수

* 영구 구조물 : 100년

3) 사용재료 규격

【표 76.32】 사용재료 규격표

구 분	PPP 패널	강관 보강재(Steel Strip)
내용	◦ 크기 : 1. 2,500 x 2,500(B x H) 2. 3,750 x 2,500(B x H) 3. 3,000 x 1,500(B x H)	◦ 일반구조용 탄소강관(STK400)

4) 강관보강재 제원

【표 76.33】 강관보강재 제원표

외경 (㎜)	두께 (㎜)	단위중량 (kg/㎠)	단위면적 (㎠)	인장강도 (tonf)	단면2차 모멘트 (㎤)	단면계수 (㎤)	휨강성 (tf/㎡)	비고
Φ60.5	4.00	5.57	7.10	15.20	28.48	9.41	5.69	KSD3566

마. 안정해석 결과

1) 전체 안정성 검토결과(보강전)

【표 76.34】 안정성 검토결과(보강전)

구 분		한계평형해석			판정	비고
		건기시(>1.5)	우기시(>1.2)	지진시(>1.1)		
STA. 10+160	보강전	1.49	0.97	0.86	NG	
STA. 10+220	보강전	1.81	1.08	0.92	NG	
STA. 10+280	보강전	1.83	1.09	0.93	NG	
STA. 10+300	보강전	1.29	0.78	0.67	NG	
STA. 10+380	보강전	1.51	1.08	0.93	NG	
STA. 10+400	보강전	1.57	0.94	0.80	NG	
STA. 10+460	보강전	1.41	1.00	0.87	NG	
STA. 10+480	보강전	1.49	0.92	0.81	NG	

2) 전체 안정성 검토결과(보강후)

【표 76.35】 안정성 검토결과(보강후)

구 분		한계평형해석			판정	비고
		건기시(>1.5)	우기시(>1.2)	지진시(>1.1)		
STA. 10+160	보강후	1.99	1.33	1.14	OK	Nailing + 숏크리트
STA. 10+220	보강후	3.28	2.10	1.70	OK	
STA. 10+280	보강후	2.23	1.39	1.16	OK	계단식옹벽 + Nailing
STA. 10+300	보강후	1.90	1.34	1.12	OK	
STA. 10+380	보강후	2.17	1.72	1.44	OK	경사조정 + Nailing
STA. 10+400	상부 보강후	2.17	1.37	1.12	OK	
	하부 보강후	2.67	1.94	1.63	OK	
STA. 10+460	상부 보강후	2.33	1.46	1.19	OK	
	하부 보강후	2.46	1.76	1.52	OK	
STA. 10+480	보강후	2.02	1.30	1.11	OK	

바. 구조안전성능 평가 결과

조안전성능 평가 결과, 각 평가항목의 허용안전율 이상을 확보하고 있는 상태로서 구조안전성능 평가 등급은 "a"로 평가되었다.

【표 76.36】 구조안전성능 평가 결과표

평가항목구분			안전율	평가결과	비 고
전체 안전성 평가	건기시	상시	1.90	a	1.5이상
	우기시	상시	1.30	a	1.2이상
	지진시		1.11	a	1.1이상
구조안전성능 평가 결과	• 구조안전성능 평가 등급 = a • 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14				

76.5.5 안전성능 평가결과

본 콘크리트 옹벽에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능 평가를 실시한 후 각 결함지수를 비교하여 보수적인 값을 최종 안전성능평가 결과로 결정한다.

【표 76.37】 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 10		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.11	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ **안전성능평가 결과 : A등급**		

【표 76.38】 안전성능 평가 결과에 따른 시설물 상태 정의

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	0.00≤P<0.15	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	0.15≤P<0.30	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	0.30≤P<0.55	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나, 전체적이 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능수준
D (미흡)	0.55≤P<0.75	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	0.75≤P	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

76.6. 내구성능 평가

콘크리트 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분된다. 열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시한다. 대상 시설물의 내구성능 종합 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 콘크리트 내구성능 등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용한다.

76.6.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

패널식 보강토 옹벽의 전면부 패널에 대해 내구성능 평가를 수행하며, 부재별 가중치를 고려하지 않고 단일 구조물 형식으로 적용한다.

【표 76.39】 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	시험 기준수량	금회 실행수량	비 고
보강토 옹벽	열화진전 평가	피복(표면부) 콘크리트 품질	o	5 EA	5 EA	
		탄산화 깊이	o	4 EA	4 EA	
		염화물 침투량	o	4 EA	4 EA	
	열화환경 평가	염해환경	o	-	-	
		동해환경	o	-	-	

가. 열화진전 평가

1) 반발경도시험

① 반발경도시험 측정결과

반발경도법에 의한 콘크리트 강도 조사결과, 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (24.0㎫)를 상회하는 것으로 분석되었다.

【표 76.40】 피복(표면부)콘크리트 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명			설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	전면부	S1	패널	118.7	-	a	0.10	a
		S2	패널	117.8	-	a		
		S3	패널	118.3	-	a		
		S5	패널	-	97.1	a		
		S6	패널	116.1	-	a		

2) 탄산화깊이 측정

① 탄산화깊이 측정 시험결과

【표 76.41】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S2 전면부패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S5 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S8 전면부패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S10 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a

3) 염화물 침투량 평가

① 염화물 침투량 시험결과

【표 76.42】 염화물 침투량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 침투량 (㎏/㎥)				평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	60~80㎜	
염화물 침투량	패널	전면부 S2	0.138	0.120	0.079	0.036	a
		전면부 S5	0.077	0.077	0.072	0.070	a
		전면부 S8	0.181	0.091	0.075	0.066	a
		전면부 S10	0.097	0.086	0.086	0.082	a

【표 76.43】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)			
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	60~80㎜
염화물 확산계수	패널	전면부 S2	-	-	-	0.602
		전면부 S5	-	-	-	0.774
		전면부 S8	-	-	-	0.753
		전면부 S10	-	-	-	0.827

【표 76.44】 철근부의 전염화물 침투량이 2.5(㎏/㎥)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	패널	전면부 S2	30년 초과	a
		전면부 S5	30년 초과	a
		전면부 S8	30년 초과	a
		전면부 S10	30년 초과	a

【표 76.45】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 침투량 평가 결과	철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	염화물 침투량 최종 평가 등급
패널	전면부 S2	a	a	a
	전면부 S5	a	a	a
	전면부 S8	a	a	a
	전면부 S10	a	a	a

② 염화물 침투량 시험 보고서

【표 76.46】 염화물 침투량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2025년 09월 26일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	패널 전면부	
조 사 수 량		6개소	패널 전면부
구조물 경과년수		경과년수 : 8년	
측정면 종류		기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)	
사용 골재의 종류		보통골재(추정)	
시험방법		시험부재의 철근깊이까지 10~20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713의 산-가용성 염화물시험 방법으로 실시	
시험 성과표 참조			

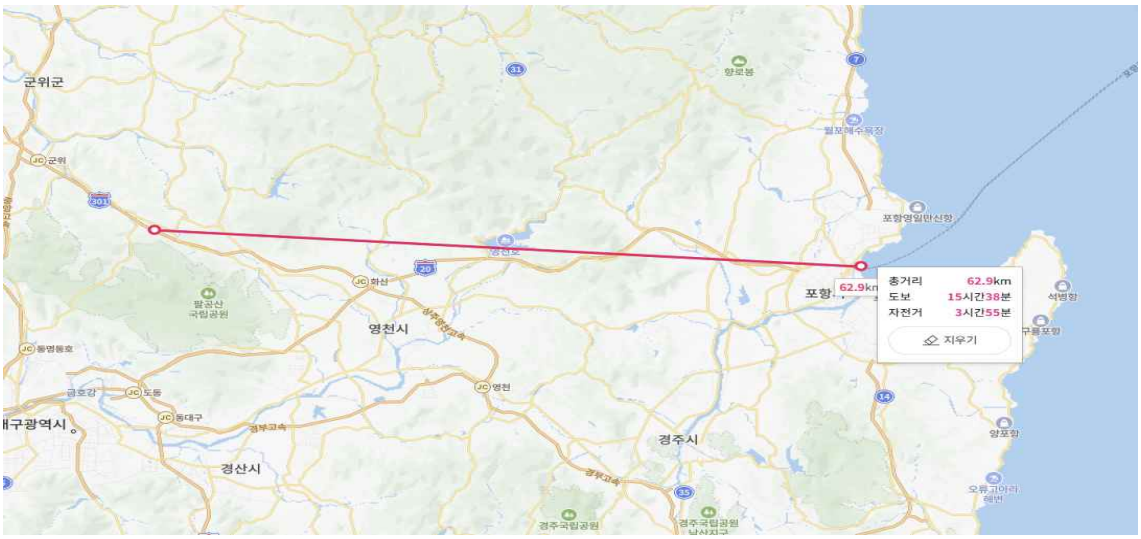
나. 열화환경평가

본 보강토 옹벽의 열화환경은 동결융해에 대하여 평가를 수행하며, 동결융해 반복지수(X)는 수분과 직접 접촉하지 않는 부재로 평가등급을 산정하였다.

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 대구광역시 군위군 부계면 가호리에 위치하며, 동해안으로부터 약 62.9km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 동해안으로부터 교량까지의 거리가 500m 초과로 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 76.12】 위치도

【표 76.47】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500 초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2015년부터 2025년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.6일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 76.48】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	대구광역시 군위군 부계면 가호리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	11일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	12일
2016.11~2017.3	7일	2020.11~2021.3	11일	2023.11~2024.3	8일
2017.11~2018.3	16일	2021.11~2022.3	8일	2024.11~2025.3	19일
2018.11~2019.3	6일	평균 강설일수			1.6일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (https://data.kma.go.kr/)

3) 동해환경

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

· 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우
{일 최저기온 < –2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수
· 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우
{일 최저기온 < –2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.3회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 45.2회로써 동결융해 환경은 "B"등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 2.3회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 76.49】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 부계면 가호리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	41일	2019.11~2020.3	29일	2022.11~2023.3	52일
2016.11~2017.3	43일	2020.11~2021.3	43일	2023.11~2024.3	35일
2017.11~2018.3	58일	2021.11~2022.3	53일	2024.11~2025.3	49일
2018.11~2019.3	49일	동결융해 횟수 (수분접촉)			45.2회

【표 76.50】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 부계면 가호리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	1일	2019.11~2020.3	1일	2022.11~2023.3	2일
2016.11~2017.3	4일	2020.11~2021.3	2일	2023.11~2024.3	6일
2017.11~2018.3	2일	2021.11~2022.3	0일	2024.11~2025.3	1일
2018.11~2019.3	4일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			2.3회

76.6.2 콘크리트 내구성능 평가결과

본 보강토 옹벽에 대하여 콘크리트 내구성능 평가는 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

【표 76.51】 옹벽의 콘크리트 내구성능 평가

대상 시설물	항목별 평가결과			
	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복콘크리트 품질	평가등급
옹벽	a	a	a	a (0.08)
	최저등급제			

【표 76.52】 열화환경지표의 평가결과

열화환경지표		평가결과	평가등급
제설제 염해환경		2.3회	A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	62.9Km	A
동해환경		45.2회	B

76.6.3 강재 내구성능 평가

강재 내구성능 평가의 경우 선택과업으로 본 보강토 옹벽에 대하여 강재 내구성능 평가는 실시하지 않았다.

76.6.4 내구성능 평가결과산정

가. 보강토 옹벽 내구성능 평가결과산정 방법

보강토 옹벽의 보강재에 대한 내구성능 평가를 실시한 경우, 강재에 대한 내구성능 평가 후, 콘크리트 : 강재 = 60 : 40의 가중치를 적용하여 종합 내구성능 평가를 수행한다.

단, 금회 성능평가 과업에서 강재 내구성능 평가는 실시되지 않은 상태로 콘크리트 강재의 가중치를 100으로 적용하여 평가 하였다.

【표 76.53】 보강토 옹벽의 종합 내구성능 평가결과

내구성능 평가결과 산정표			
시설물명 / 평가항목구분	보강토 옹벽	표번호	비 고
콘크리트 내구성평가	a (0.08)	-	
강재 내구성평가	-	-	
내구성능 평가결과	◦ 내구성능 평가결과 = 0.08 X 1.00 = 0.08 ◦ 내구성능 등급 : a등급		

76.7. 종합평가

76.7.1 종합평가 개요

종합평가의 산정방법은 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때는 안전성능 등급을 종합성능등급으로 선정한다. 이외의 경우에는 안전성능 평가와 내구성능 평가 각 성능항목별로 부여된 가중치를 고려하여 최종등급을 결정한다.

○ 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때

· 안전성능 평가지수가 종합평가의 대표 지수로 산정

○ 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급이 아닐 경우

· 안전성능과 내구성능 각 성능항목의 가중치를 고려하여 산정

【그림 76.13】 종합평가 흐름도

76.7.2 종합평가 결과 산정결과

종합평가의 산정방법은 옹벽의 안전성능 평가와 내구성능 평가 지수에 대해 각 성능항목에 따라 부여된 가중치를 곱한 값을 합산하여 구한다. 단, 안전성능 평가 결과와 내구성능 평가 결과를 비교하여 안전성능 평가 결과가 최저값인 경우에는 가중치를 적용하지 않고 안전성능 평가 결과를 종합평가 결과로 산정한다.

옹벽의 종합평가지수(P)=Σ(성능 평가지수(Pn)×성능항목 가중치(Wn))

【표 76.54】 콘크리트옹벽 성능항목 가중치

구 분		기준 가중치(Wn)		적용 가중치(Wn)	
		안전성능	내구성능	안전성능	내구성능
보강토 옹벽	일반 블록 및 패널	0.80	0.20	-	-

【표 76.55】 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 10			
평가 구분	성능평가지수	평가 결과	성능간 가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	0.140	A	0.8	
내구성능평가	0.080	B	0.2	
종합성능 평가결과	○옹벽의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = 0.14 × 0.8 + 0.08 × 0.2 = 0.128 ○종합평가 결과 : A			

당해 시설물에 대해 종합적으로 성능평가를 실시한 결과 종합성능 등급은 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A등급(우수)인 것으로 평가되었다.

【표 76.56】 옹벽의 종합평가 결과에 따른 종합성능 등급 기준

평가등급	평가지수	정의
A (우수)	0.00≤P<0.15	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	0.15≤P<0.30	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성능 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	0.30≤P<0.55	광범위한 부재에서 결함이나 내구성능 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 불편함이 있으나, 전체적인 시설물의 안전성능에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	0.55≤P<0.75	시설물의 지속적인 사용이 우려되는 수준으로 긴급한 보수 또는 보강 및 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	0.75≤P	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전성능에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

76.8. 유지관리 전략 제안

시설물의 성능목표를 설정하기 위해 성능평가 실시결과와 함께 시설물의 사용환경 등을 검토하여 성능목표에 대한 등급을 지정하여야 한다.

76.8.1 성능목표 설정

『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 성능평가편(2024.01)』에서의 옹벽시설물의 성능목표는 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 B등급으로 설정하도록 하였다.

76.8.2 성능목표 등급 산정

【표 76.57】 등급점수 범위 및 대표점수

구분		A	B		C	D	E
			상B	하B			
옹벽	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
			0.18	0.27			
	범위	0≤X < 0.15	0.15≤X <0.23	0.23≤X <0.3	0.3≤X < 0.55	0.55≤X <0.75	0.75≤X

【표 76.58】 평가지표별 가중치 및 성능목표 등급산정 방법

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경		지진 구역계수 (4)	공용 연수 (5)
		동해환경 (2)	강설일수 (3)		
가중치	0.8	0.1		0.08	0.02
성능목표 = (1)×0.8 + [{(2)+(3)}/2]×0.1 + (4)×0.08 + (5)×0.02					

【표 76.59】 사용성 및 기능성 성능목표 선정

구분	항목	내용	평가등급	
			모든 조건 해당	나머지
도로교량	일교통량1)	구간당 일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		구간당 고속국도: 20,000대 이상		
	중차량 통행량	차선당 일반국도: 1,000대 이상		
		차선당 고속국도: 2,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상		
철도교량	일통과량 × 평균속도	6,000 이상	상B	하B
도로터널	일교통량	일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		고속국도: 20,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상		
철도터널	평균속도 × 일 통행횟수	6,000 이상	상B	하B
항만2)	연간 화물량(백만 톤 GT) × 하역능력(천 톤)	10,000 이상	상B	하B
	접안능력	50,000톤(DWT) 이상		
댐	연평균 저수용량	700 백만m3 이상	상B	하B
공항	연간 이용객수	10,000,000명 이상	상B	하B
	연간 항공기 운항편수	90,000대 이상		
하구둑	-	-	B	
수문	-	-	B	
제방	-	-	B	
상수도	가동률3)	75% 이상	상B	하B
옹벽	**-**	**-**	**B**	
절토사면	-	-	B	

【표 76.60】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량		평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉	45.2일	B	B
	지속적인 수분접촉 없음	2.3일	D	
강설일수	1.6일		C	

【표 76.61】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가옹벽	평가등급
지진구역계수	대구	A
공용연수	약 8년	E

【표 76.62】 성능목표 등급 산정표

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경		지진 구역계수 (4)	공용 연수 (5)
		동해환경 (2)	강설일수 (3)		
평가등급	B	B	C	A	E
평가점수	0.23	0.23	0.43	0.08	0.88
가중치	0.8	0.1		0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.23+0.43}/2]×0.1 + 0.08×0.08 + 0.88×0.02 = **0.241(하B)**				

76.8.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과

· 상태안전성능 평가결과
→ A등급(0.11)
· 구조안전성능 평가결과
→ A등급(0.14)

내구성능평가 결과

· 내구성능 평가결과
→ A등급(0.08)

종합평가	A등급(0.128)
성능목표	B등급(0.23≤X < 0.30)
분석결과	· 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 A등급, 내구성능 평가 A등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 A등급으로 판정되었다. · 이는 시설물의 성능평가 목표치인 B등급으로 평가되었으며, 발생된 손상 중 긴급보수를 요하는 손상은 발생하지 않았고, 발생된 손상은 보수를 시행토록하고, 그 외 손상은 주기적인 점검을 통한 관리로 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

76.8.4 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

유지관리 전략 제안의 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능평가지표인 상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

가. 보수.보강 개략공사비

【표 76.63】 보수.보강 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	판넬 균열(0.3㎜미만)	표면처리	4.00	1.50	㎡	230	345	2순위
	판넬 균열(0.3㎜이상)	주입보수	4.50	6.75	m	103	695	2순위
	판넬 균열(0.5㎜이상)	주입보수	7.50	11.25	m	103	1,159	1순위
	판넬 망상균열	표면처리	0.25	0.38	㎡	230	86	2순위
	판넬 망상균열 및 백태	표면처리	9.00	13.50	㎡	230	3,105	1순위
	판넬 백태	표면처리	7.25	10.88	㎡	230	2,501	2순위
	판넬 균열부백태	표면처리	5.15	7.73	㎡	230	1,777	2순위
	판넬 누수흔적	표면처리	25.00	37.50	㎡	230	8,625	3순위
	판넬 표면오염	표면처리	2.00	3.00	㎡	230	690	2순위
	판넬 박락	단면보수	0.30	0.45	㎡	960	432	1순위
	판넬 파손	단면보수	3.46	5.19	㎡	960	4,982	2순위
	판넬 누수 및 파손	단면보수	0.90	1.35	㎡	960	1,296	1순위
	판넬 층분리	단면보수	1.09	1.64	㎡	960	1,570	2순위
	판넬 표면열화 및 박리	단면보수	21.05	31.58	㎡	960	30,312	1순위
	판넬 잡철근노출	단면보수(방청)	0.03	0.05	㎡	1,132	51	2순위
	앵커캡 탈락	표면처리	39.00	39.00	EA	184	7,176	2순위
	식생	정비	126.00	189.00	㎡	184	34,776	2순위
배수 시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부 성토부	숏크리트 파손	단면보수	174.25	261.38	㎡	960	250,920	2순위
	숏크리트 내부 토사유실	단면보수	1.50	2.25	㎡	960	2,160	2순위
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

개략공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	36,304	307,729	8,625
	재경비 (순공사비의 50%)	18,152	153,865	4,313
	합계	54,456	461,594	12,938
개략공사비 총계(천원)		**528,987**		

※ 주의관찰이 필요한 손상은 본 개략공사비 산정에서 제외함.
※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

나. 보수·보강 우선순위 지수 산출

【표 76.64】 보수·보강 우선순위 지수 산출

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
표면 처리	4.00	1.50	230	345	판넬 균열(0.3㎜미만)	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
주입 보수	4.50	6.75	103	695	판넬 균열(0.3㎜이상)	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
주입 보수	7.50	11.25	103	1,159	판넬 균열(0.5㎜이상)	-	안전 성능	c	0.12	1.00	0.80	0.20	0.01846	3
표면 처리	0.25	0.38	230	86	판넬 망상균열	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
표면 처리	9.00	13.50	230	3,105	판넬 망상균열 및 백태	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
표면 처리	7.25	10.88	230	2,501	판넬 백태	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
표면 처리	5.15	7.73	230	1,777	판넬 균열부백태	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
표면 처리	25.00	37.50	230	8,625	판넬 누수흔적	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
표면 처리	2.00	3.00	230	690	판넬 표면오염	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
단면 보수	0.30	0.45	960	432	판넬 박락	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
단면 보수	3.46	5.19	960	4,982	판넬 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
단면 보수	0.90	1.35	960	1,296	판넬 누수 및 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
단면 보수	1.09	1.64	960	1,570	판넬 층분리	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
단면 보수	21.05	31.58	960	30,312	판넬 표면열화 및 박리	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
단면 보수(방청)	0.03	0.05	1,132	51	판넬 잡철근노출	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
표면 처리	39.00	39.00	184	7,176	앵커캡 탈락	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
정비	126.00	189.00	184	34,776	식생	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
단면 보수	174.25	261.38	960	250,920	숏크리트 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
단면 보수	1.50	2.25	960	2,160	숏크리트 내부 토사유실	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	7
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.11	0.00508	11
-	-	-	-	-	계획선형 오차	-	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.11	0.00508	11
-	-	-	-	-	활동	-	안전 성능	b	0.15	1.00	0.80	0.11	0.01354	6
-	-	-	-	-	전면부 진행성 배부름	-	안전 성능	b	0.19	1.00	0.80	0.11	0.01692	5
-	-	-	-	-	유실	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	8
-	-	-	-	-	이격	-	안전 성능	b	0.08	1.00	0.80	0.11	0.00677	10
-	-	-	-	-	세굴	-	안전 성능	b	0.15	1.00	0.80	0.11	0.01354	6
-	-	-	-	-	배수시설	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	12
-	-	-	-	-	사면구배	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	12
-	-	-	-	-	낙석흔적	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	12

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
-	-	-	-	-	침출수	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	12
-	-	-	-	-	내적안전성	구조	안전 성능	b	1.00	1.00	0.80	0.11	0.08800	1
-	-	-	-	-	저면활동	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	4
-	-	-	-	-	원호활동	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	4
-	-	-	-	-	전도	구조	안전 성능	c	0.20	1.00	0.80	0.20	0.03200	2
-	-	-	-	-	지지력	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	4
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.11	0.00508	11
-	-	-	-	-	염화물	전면	안전 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	9
-	-	-	-	-	탄산화	전면	안전 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	9
-	-	-	-	-	피복콘크리트의 품질	전면	안전 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	9

76.9. 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 부계면 가호리(상주영천고속도로 54.472~54.673km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 201.0m, 지면노출높이 27.5m의 패널식 보강토 옹벽이고, 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 옹벽 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 안전성능 평가, 내구성능 평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

76.9.1 성능평가 결과 요약

가. 안전성능 평가

안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였다. 현장조사 및 분석결과 중대결함은 관찰되지 않았으며, 일부 손상이 조사되었으나 상태안전성능 평가 등급은 "A"로 평가되었고, 구조안전성능 평가 또한 "A"등급으로 검토되어 최종 안전성능 평가 등급은 "A"등급으로 평가되었다.

나. 내구성능 평가

내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 콘크리트 옹벽의 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

다. 성능평가 결과

종합평가결과산정 표					
시설물명	패널식 옹벽 10			표번호	-
평가구분	성능 평가지수	평가결과	성능간 가중치(W_n)	비 고	
안전성능 평가	0.14	a	0.70	근거 표번호	
내구성능 평가	0.08	a	0.30	근거 표번호	
종합평가 결과	○ 옹벽의 종합평가지수(P) = ∑(성능 평가지수(p_n) × 성능간 가중치(W_n)) = 0.14 × 0.80 + 0.08 × 0.20 = 0.128 ○ 옹벽의 종합평가지수 : 0.128 ○ 옹벽의 종합평가결과 : A				

76.9.2 종합결론

- 패널식 옹벽 10은 약 8년의 공용기간이 경과한 보강토 옹벽 시설물로 현장조사 결과, 점검당시 손상이 없는 대체로 양호한 상태를 유지하고 있는 상태이다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, 0.128로 A등급으로 평가되었으며, 성능목표인 B등급(0.23≤X<0.30)을 상회하여 만족하는 것으로 분석되었다. 따라서, 시설물의 성능유지를 위해 우선순위 산정결과에 따라 순차적으로 보수를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

76.9.3 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 패널식 옹벽 10 시설물은 2020년 ~ 2021년에 절토사면 상주절토37 자연사면부 사전에 조사된 인장균열 발생에 대한 사면안전 검토실시 후 절토사면 및 본 옹벽의 상부하중, 인장재의 스트레스 등을 감소시키기 위한 상부 자연사면의 절토와 평탄화 공사를 실시하였고, 이후 현재까지 약 5년간 공용중인 상태이며, 점검당시 전면부에 전반적으로 열화 및 박리가 미미하게 진행되고 있는 상태이다.
- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 전면부 판넬 균열, 파손, 박락, 누수 및 박락, 표면열화 및 박리, 잡철근노출, 균열부백태, 망상균열 및 백태, 식생, 앵커캡 누수흔적(누수), 탈락, 주변영향인자 숏크리트 내부 토사유실, 파손 등의 손상이 조사되었으며,손상이 다량으로 발생하여 있는 상태이며, 표면열화 및 박리, 누수 및 박락 등 일부 손상은 판넬부재의 단면감소가 발생하여 내구성 저하가 우려되므로 단면보수 등의 보수를 실시하여 부재의 내구성 및 기능성을 확보하고 균열(0.5㎜이상), 망상균열 및 백태, 균열부백태 손상은 점검당시 옹벽 전면부에 전반적으로 누수가 발생하여 있는 상태로 손상의 진전이 우려되어 손상의 진전을 방지하고 내구성 확보를 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수가 필요하다고 판단된다. 이에 발생한 손상등에 대하여 우선순위를 적용한 보수조치를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시한다면 옹벽의 사용성에 문제는 없을 것으로 사료된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

76.9.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 판넬 누수 및 박락 - 판넬 누수 및 박락의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 손상부 우수유입에 의한 것으로 유추되며, 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요
- 앵커캡 누수흔적(누수) - 앵커캡 누수흔적(누수)의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 앵커캡 내부 누수에 의한 것으로 유추되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 파악하는 것이 필요
- 판넬 균열부백태, 망상균열 및 백태 - 판넬 균열부백태, 망상균열 및 백태의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 손상부 우수유입에 의한 것으로 유추되며, 표면처리 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요
- 판넬 표면열화 및 박리 - 판넬 표면열화 및 박리의 발생 원인은 지표수 침투, 지하수위 상승으로 인한 누수, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 보호 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요
- 판넬 균열(0.5㎜이상) - 자연사면부 절토 이전에 옹벽 상부 절토사면의 하중에 의해 발생한 손상으로 유추되며, 현재는 절도사면의 자연사면부에 대한 절토가 완료되어 있는 상태로 주입보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부 확인이 필요
- 숏크리트 파손 - 숏크리트 파손는 강우시 우수유입에 의한 2차 손상이 발생할 수 있으므로, 단면보수를 통하여 우수가 유입되는 것을 방지하는 조치가 필요하며, 보수후 주기적인 점검을 실시하여 추가 발생여부 확인요망
- 숏크리트 내부 토사유실 - 숏크리트 내부 토사유실은 강우시 우수유입에 의한 2차손상이 발생할 수 있으므로, 단면보수를 통하여 우수가 유입되는 것을 방지하는 조치가 필요하며, 보수후 주기적인 점검을 실시하여 추가 발생여부 확인요망

76.9.5 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직하다고 판단된다.