제 Ⅲ 편 옹벽편

제1장 패널식 옹벽 01
제2장 패널식 옹벽 02
제3장 블럭식 옹벽 03
제4장 블럭식 옹벽 04
제5장 패널식 옹벽 05
제6장 블럭식 옹벽 06
제7장 패널식 옹벽 07
제8장 패널식 옹벽 08
제9장 블럭식 옹벽 09
제10장 패널식 옹벽 10
제11장 패널식 옹벽 11
제12장 패널식 옹벽 12
제13장 패널식 옹벽 13
제14장 패널식 옹벽 14
제15장 패널식 옹벽 15

제67장 패널식 옹벽 01

67.1 시설물 개요

67.2 자료수집 및 분석

67.3 현장조사

67.4 콘크리트 재료시험 조사

67.5 안전성능 평가

67.6 내구성능 평가

67.7 종합평가

67.8 유지관리 전략 제안

67.9 종합결론

제67장 패널식 옹벽 01

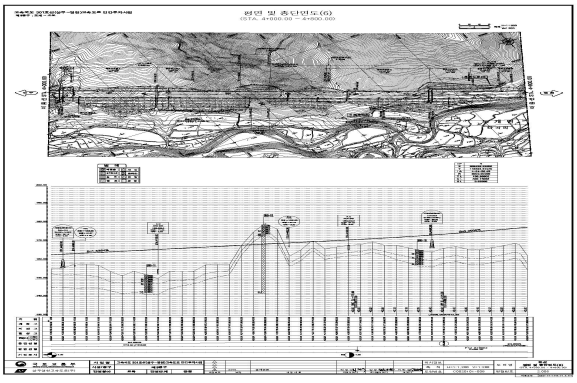
67.1. 대상 시설물 현황

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 다곡리(상주영천고속도로 20.694~21.190km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 496.0m, 지면노출높이 19.0m의 패널식 보강토옹벽이다.

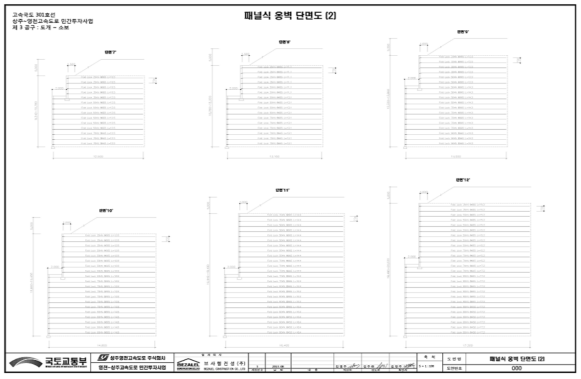
67.1.1 일반사항

【표 67.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 01		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2017-0000080		**관리번호**	SY RW1
시설물위치	**행정구역**	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
	위치좌표	시점 : 36°27′54.0″128°40′39.4″		
		종점 : 36°27′39.2″128°40′78.2″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 20.694~21.190km			
제 원	**옹벽형식**	보강토	**옹벽재료**	패널식
	연 장	496.0m	**지면노출 높 이**	19.0m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	농경지		
시공현황	**준공년도**	2017년 06월 27일	**시 공 자**	㈜한화건설, ㈜삼호
	부대시설	-		
비 고				



위치도



단면도

67.1.2 위치도 및 전경사진

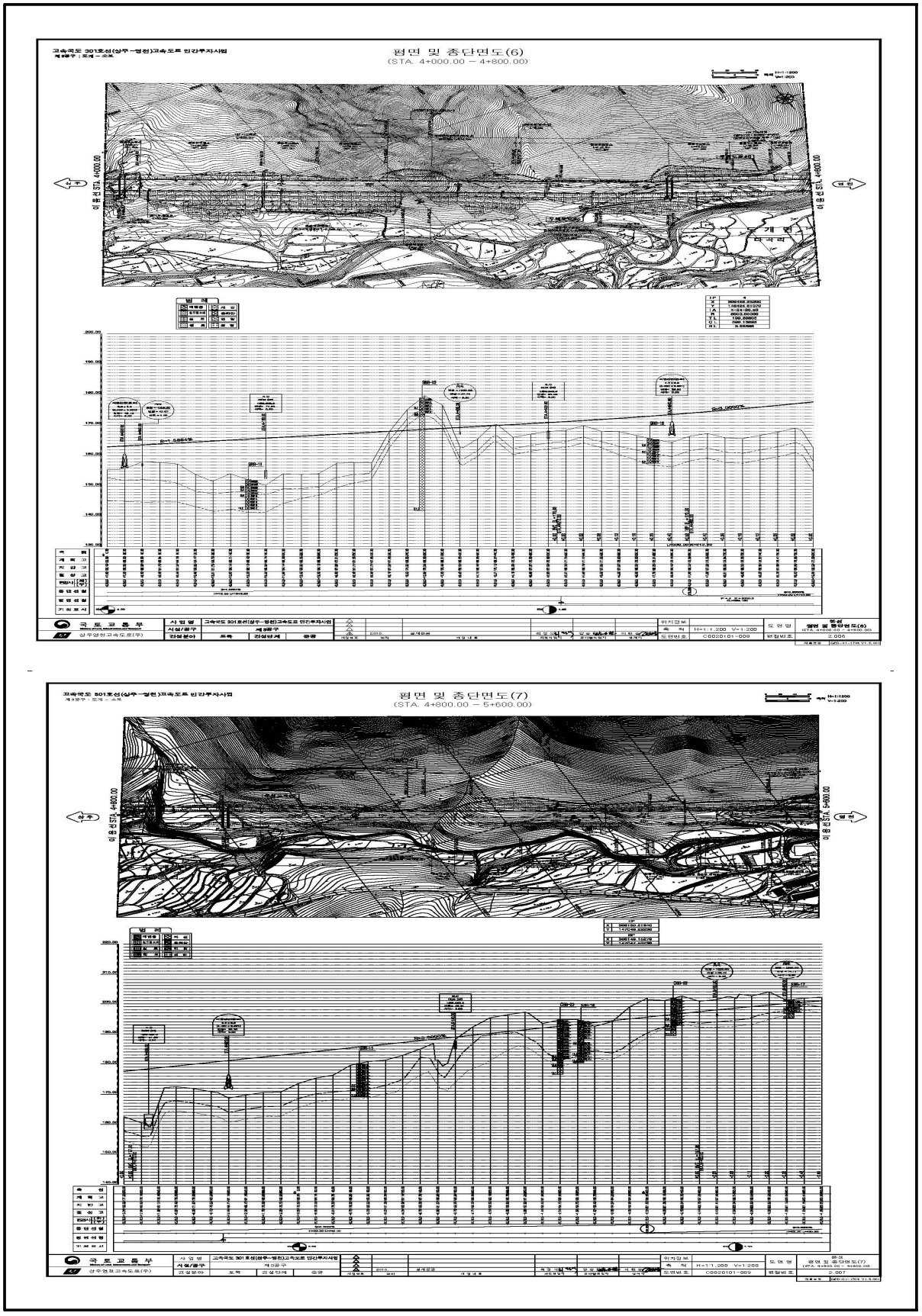
【그림 67.1】 위치도

시점부 전경	종점부 전경

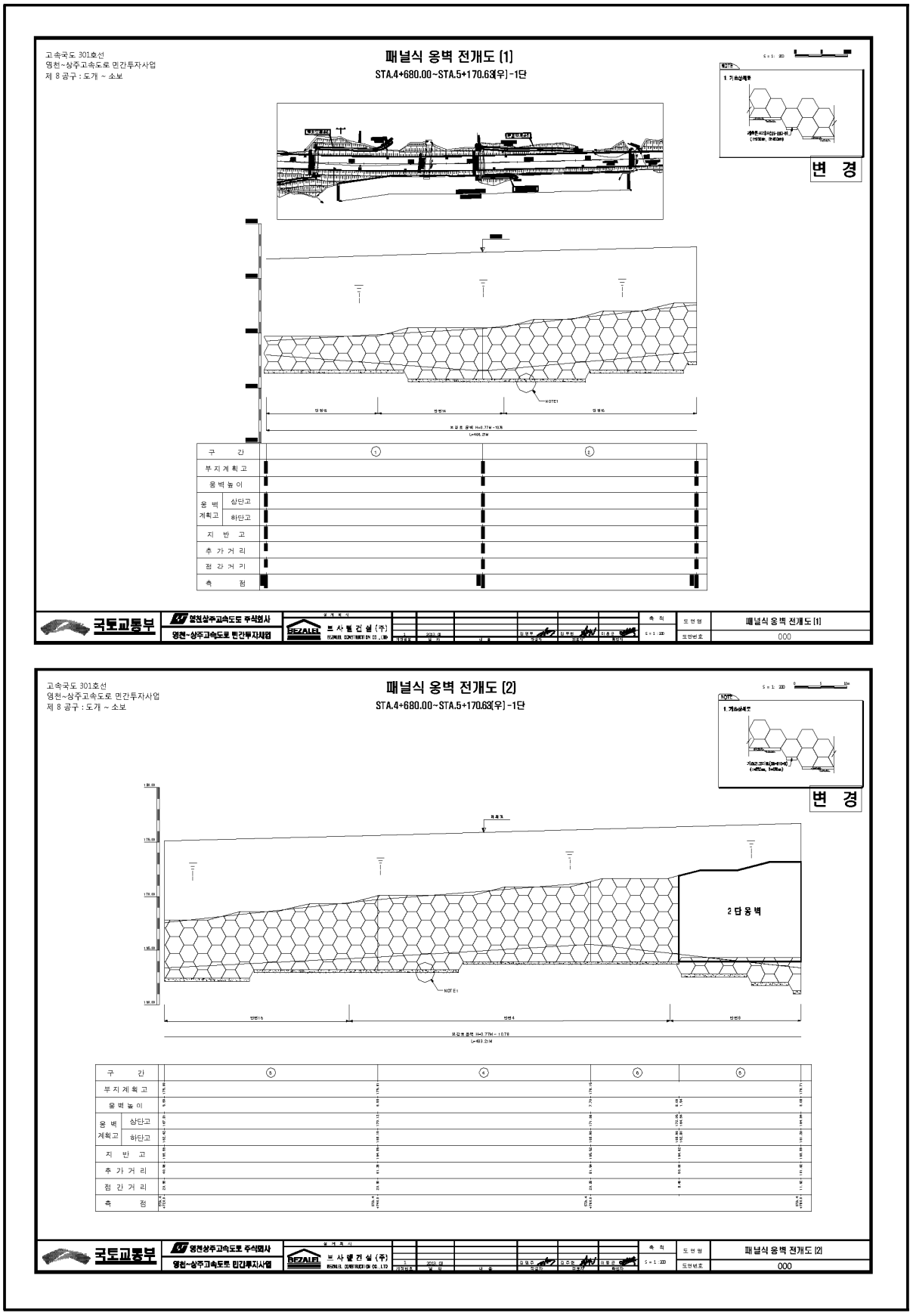
【그림 67.2】 전경사진

전면부 전경	배수로 전경
하부 전경	상부 성토부 전경
광파기를 이용한 측량 작업	경사계를 이용한 경사도 측정

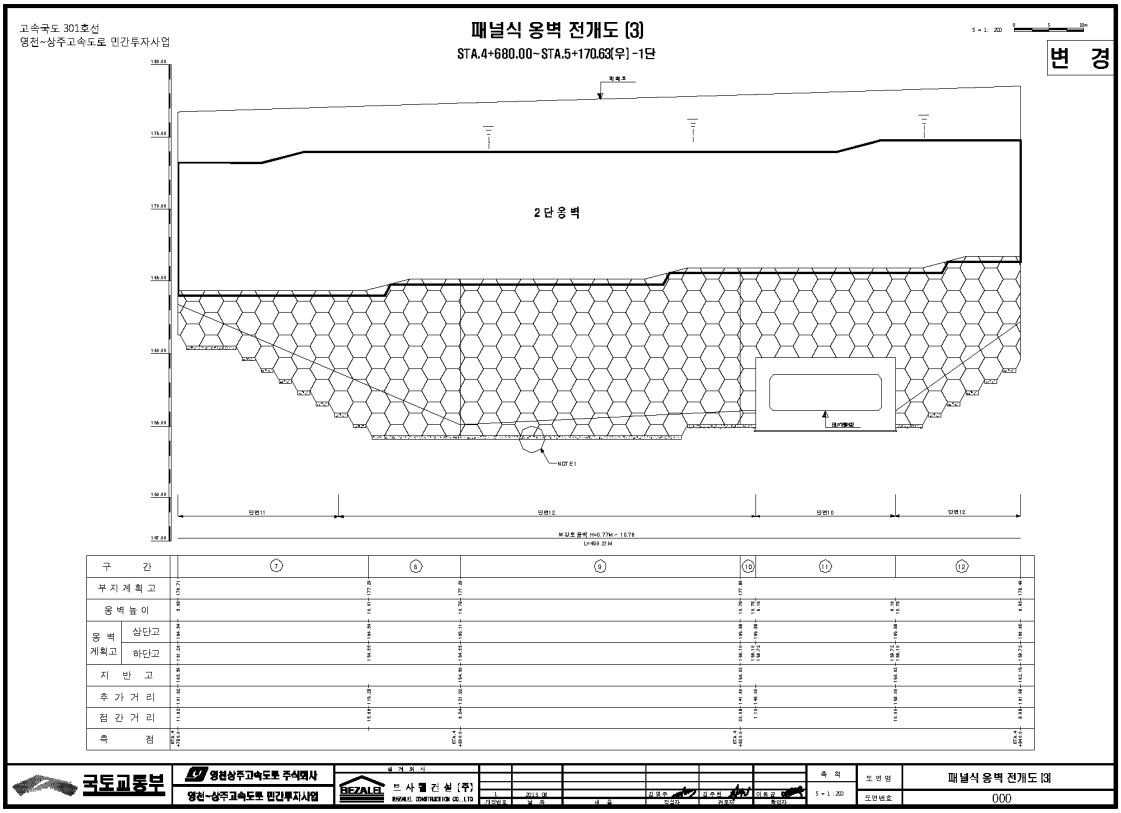
67.1.3 시설물 일반도

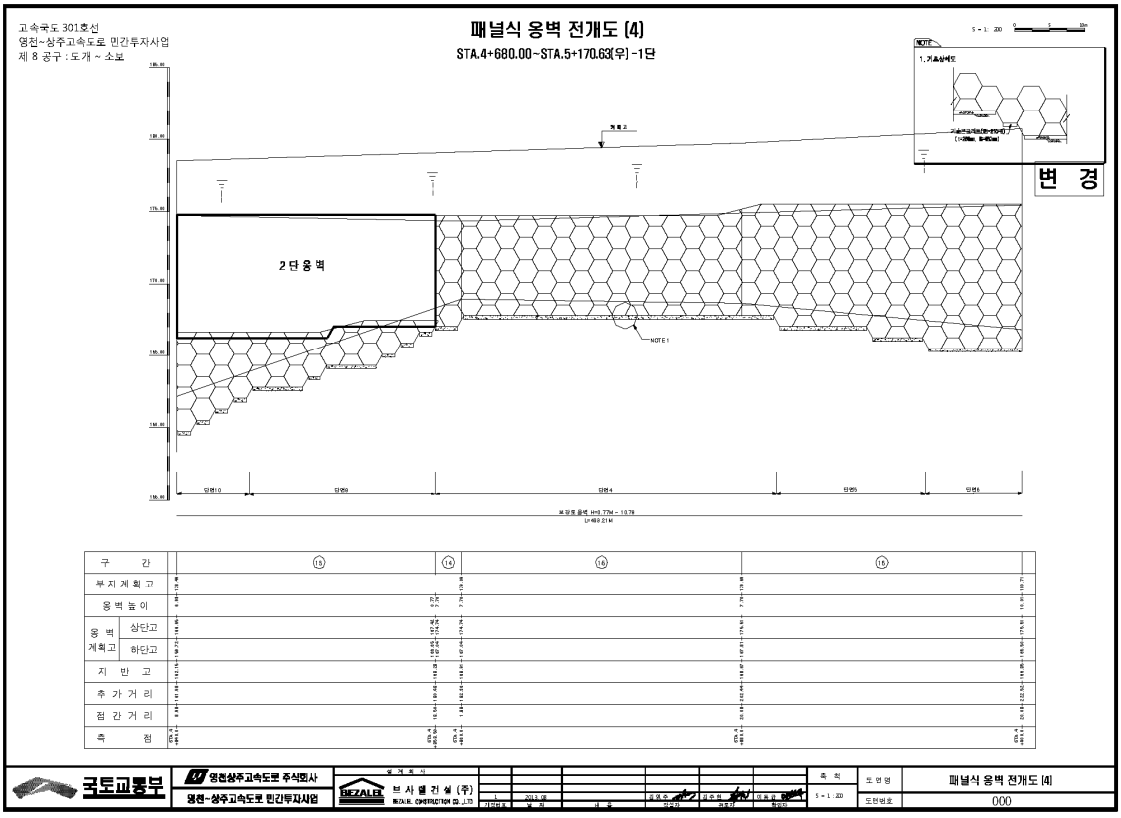


【그림 67.3】 종평면도

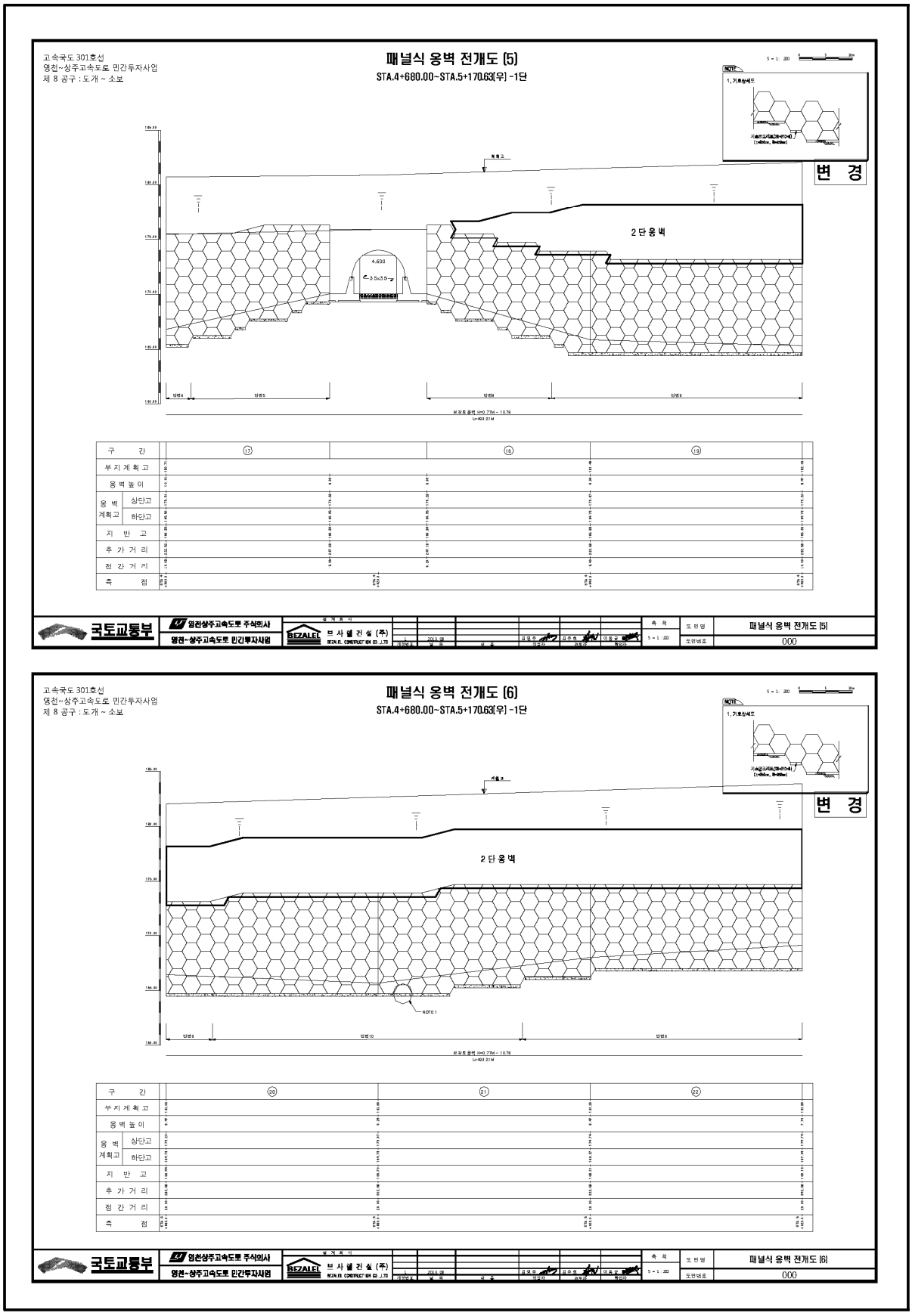

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (1)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단
변 경
NOTE1
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
패널식 옹벽 전개도 (1)
000
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (2)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단
변 경
2 단 옹 벽
NOTE1
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
패널식 옹벽 전개도 (2)
000

【그림 67.4】 전개도

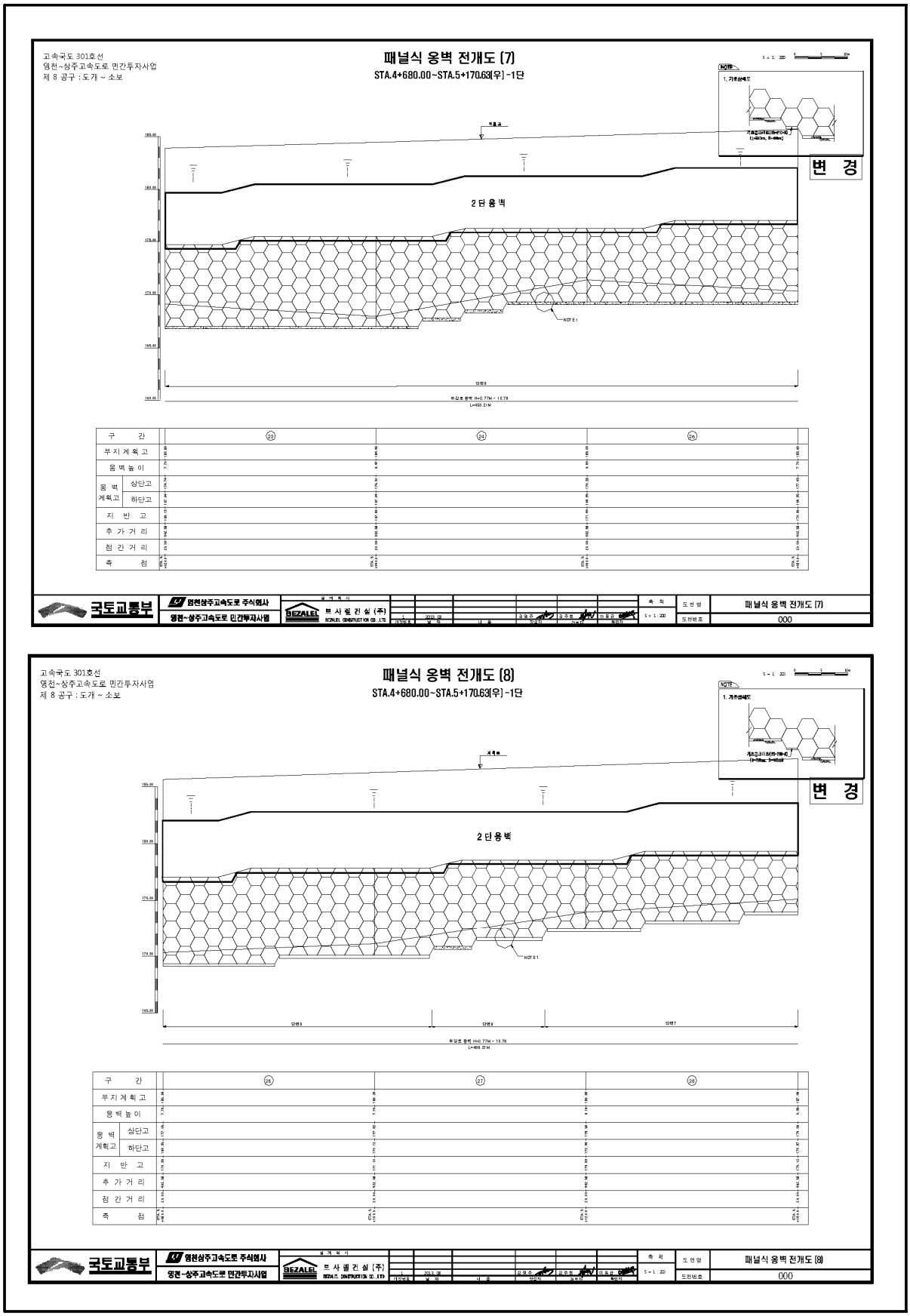

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
패널식 옹벽 전개도 (3)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우)-1단
변 경
2단옹벽
NOTE1
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추가거리
점간거리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브사엘건설(주)
패널식 옹벽 전개도 (3)
000


고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소로
패널식 옹벽 전개도 (4)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우)-1단
변 경
2단옹벽
NOTE1
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추가거리
점간거리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브사엘건설(주)
패널식 옹벽 전개도 (4)
000

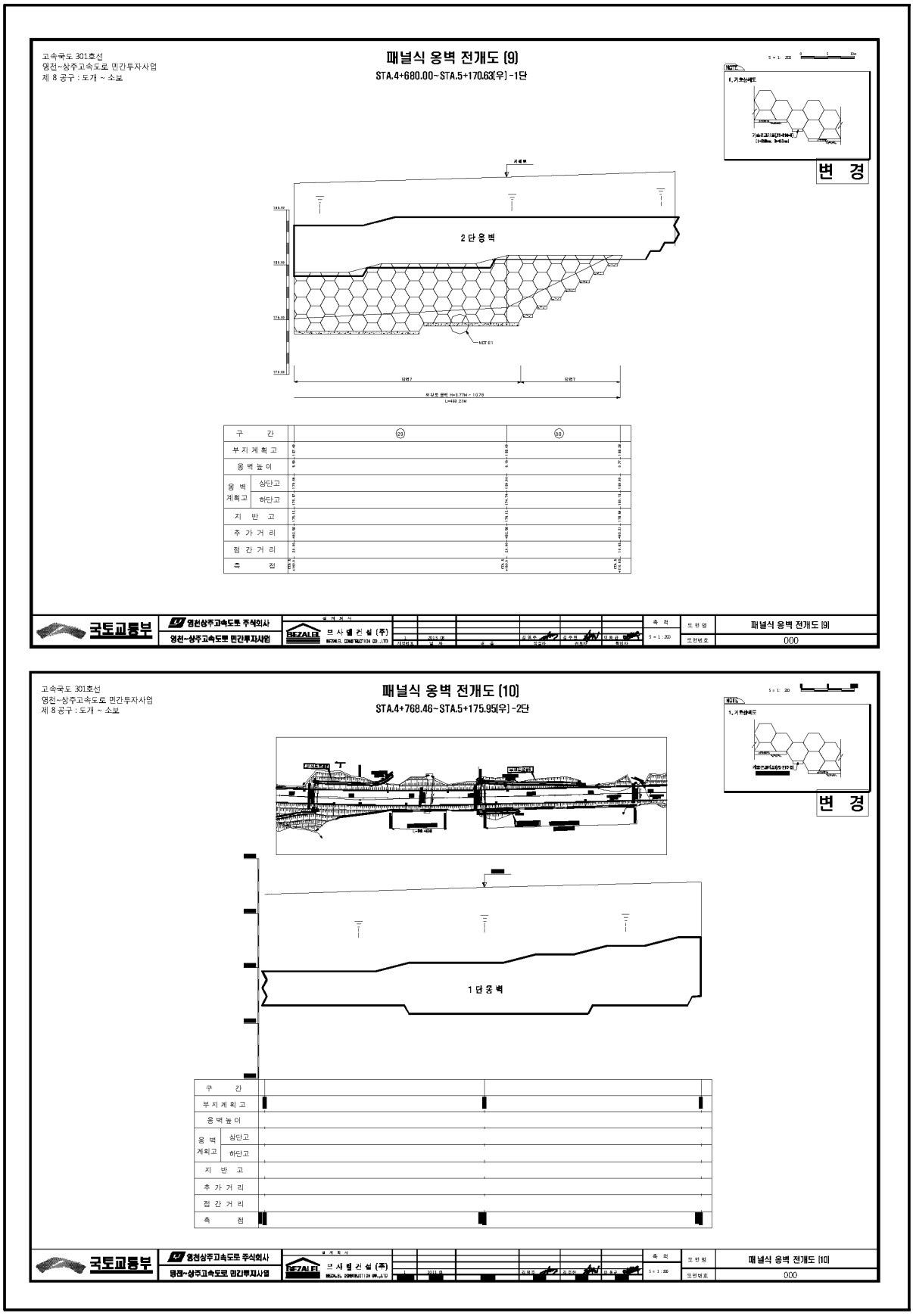
【그림 1.4】전개도(계속)


고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (5)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단
변 경
2 단 옹 벽
4.600
3.5x3.5
구 간
부 지 계 획 고
옹 벽 높 이
옹 벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브 사 엘 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 (5)
000
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (6)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단
변 경
2 단 옹 벽
NOTE 1
구 간
부 지 계 획 고
옹 벽 높 이
옹 벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브 사 엘 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 (6)
000

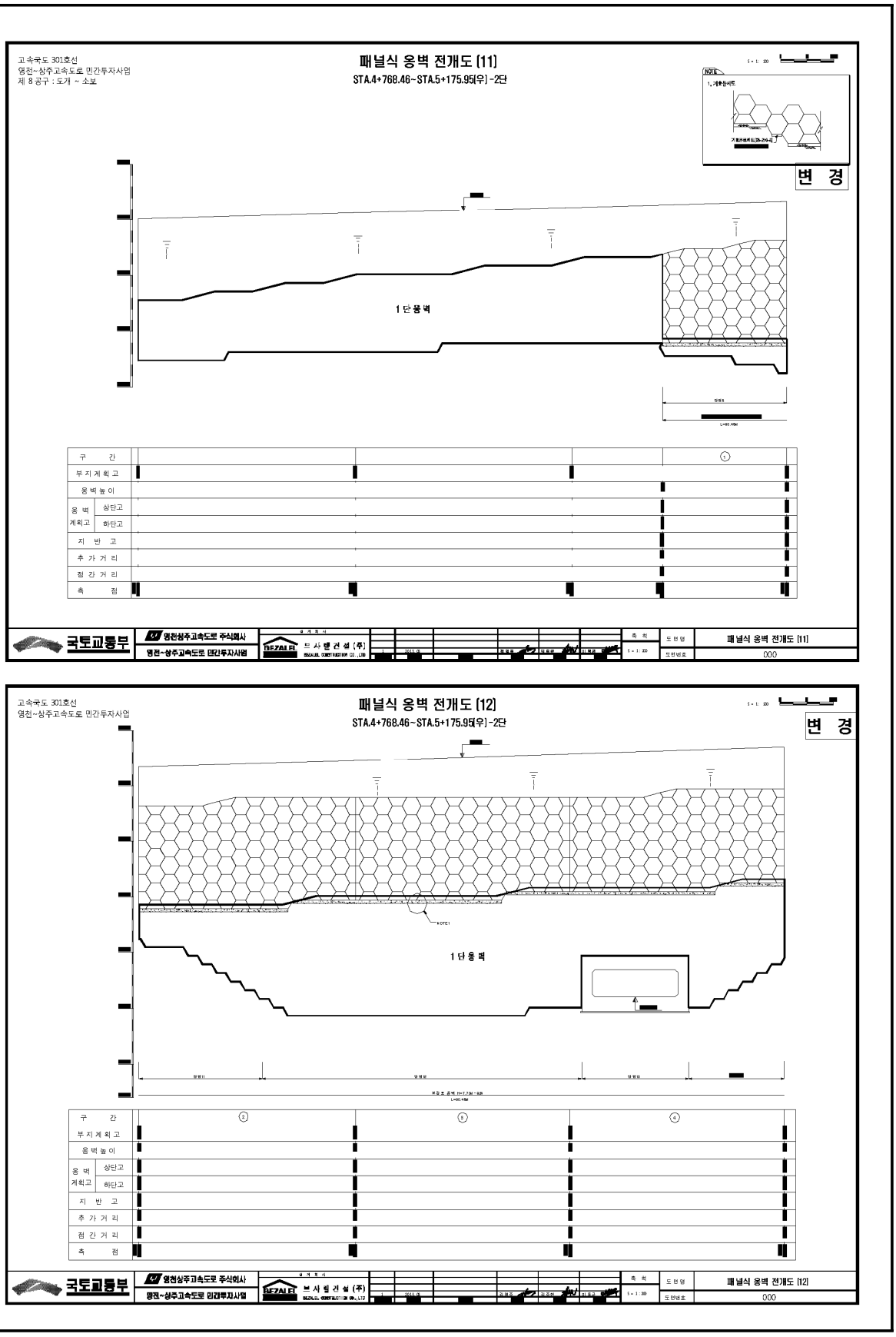
【그림 1.4】전개도(계속)


고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (7)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우)-1단
변 경
2 단 옹 벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브 사 엘 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 (7)
000
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (8)
STA.4+680.00~STA.5+170.63(우)-1단
변 경
2 단 옹 벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브 사 엘 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 (8)
000

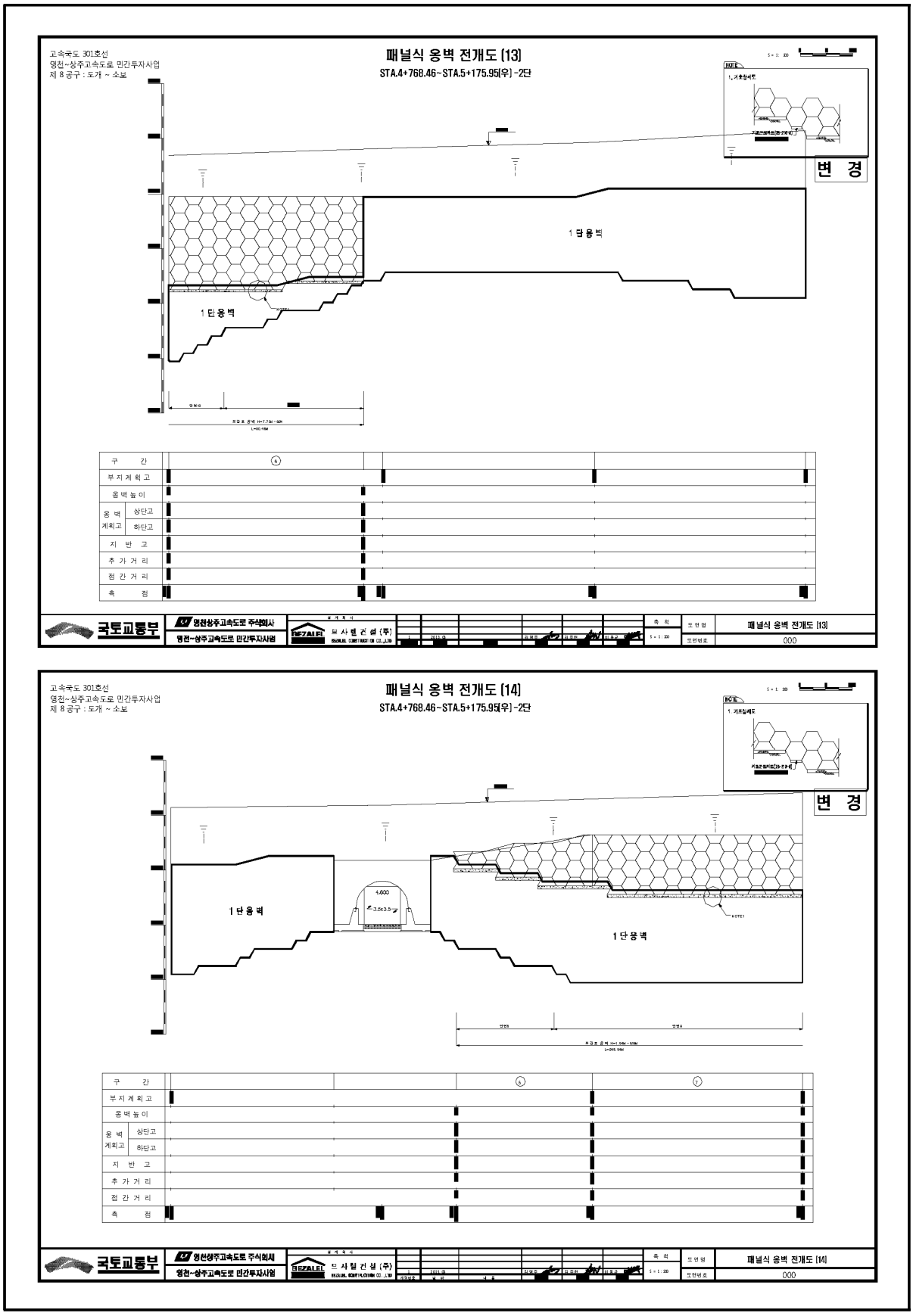
【그림 1.4】전개도(계속)


패널식 옹벽 전개도 (9)
STA.4+680.00~STA.5+170.63[우] -1단
2단옹벽
변 경
패널식 옹벽 전개도 (10)
STA.4+768.46~STA.5+175.95[우] -2단
1단옹벽
변 경
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브사텔건설(주)

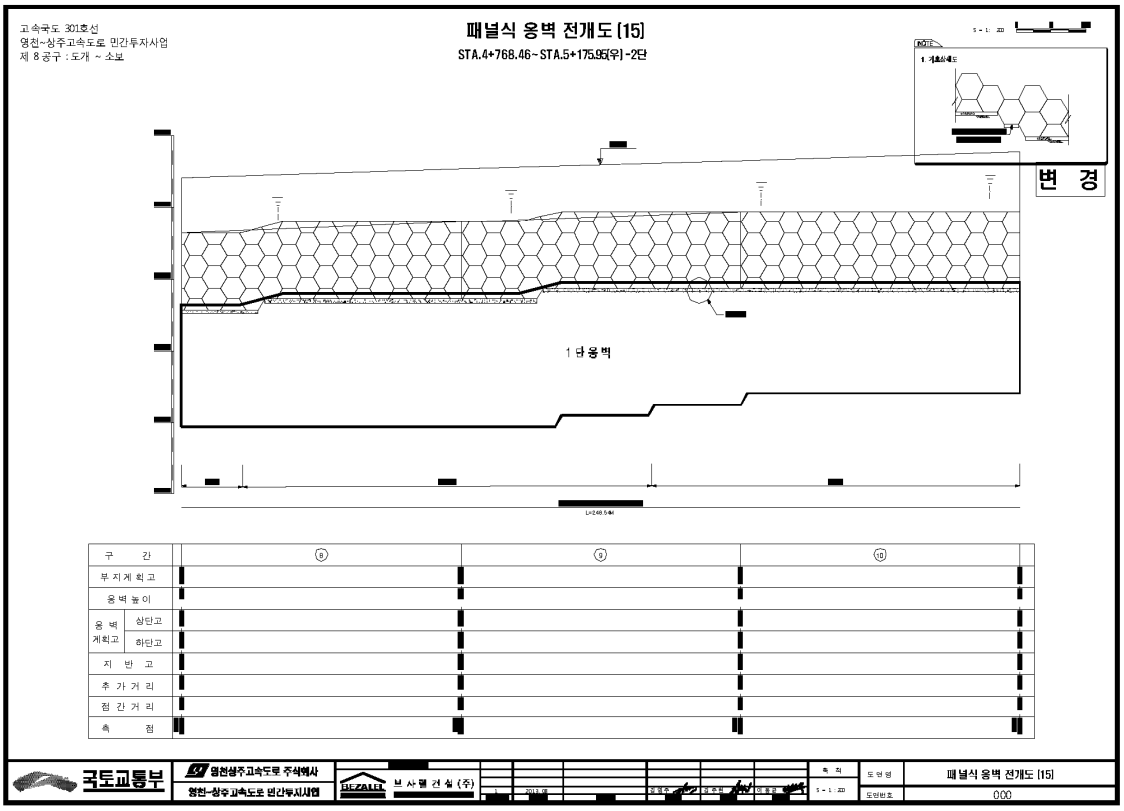
【그림 1.4】전개도(계속)

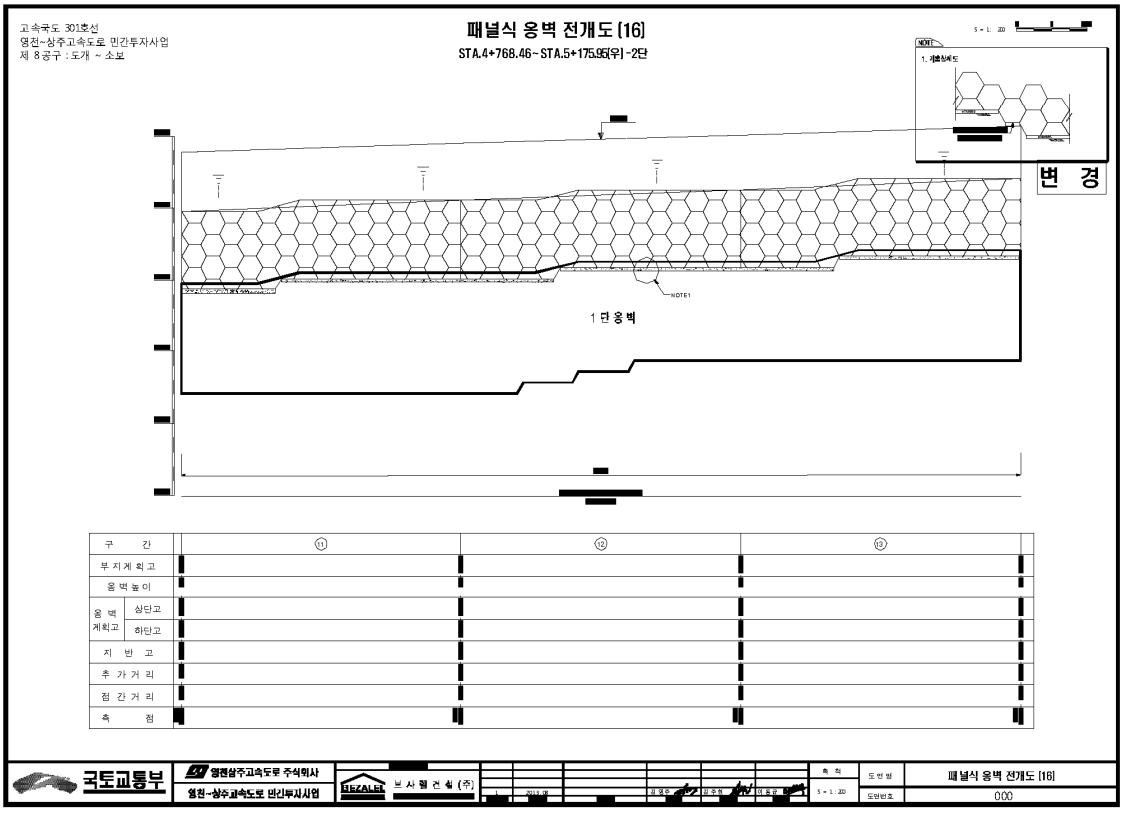

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 (11)
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹 벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
브시엘건설(주)
패널식 옹벽 전개도 (11)
000
패널식 옹벽 전개도 (12)
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹 벽
패널식 옹벽 전개도 (12)
000

【그림 1.4】전개도(계속)

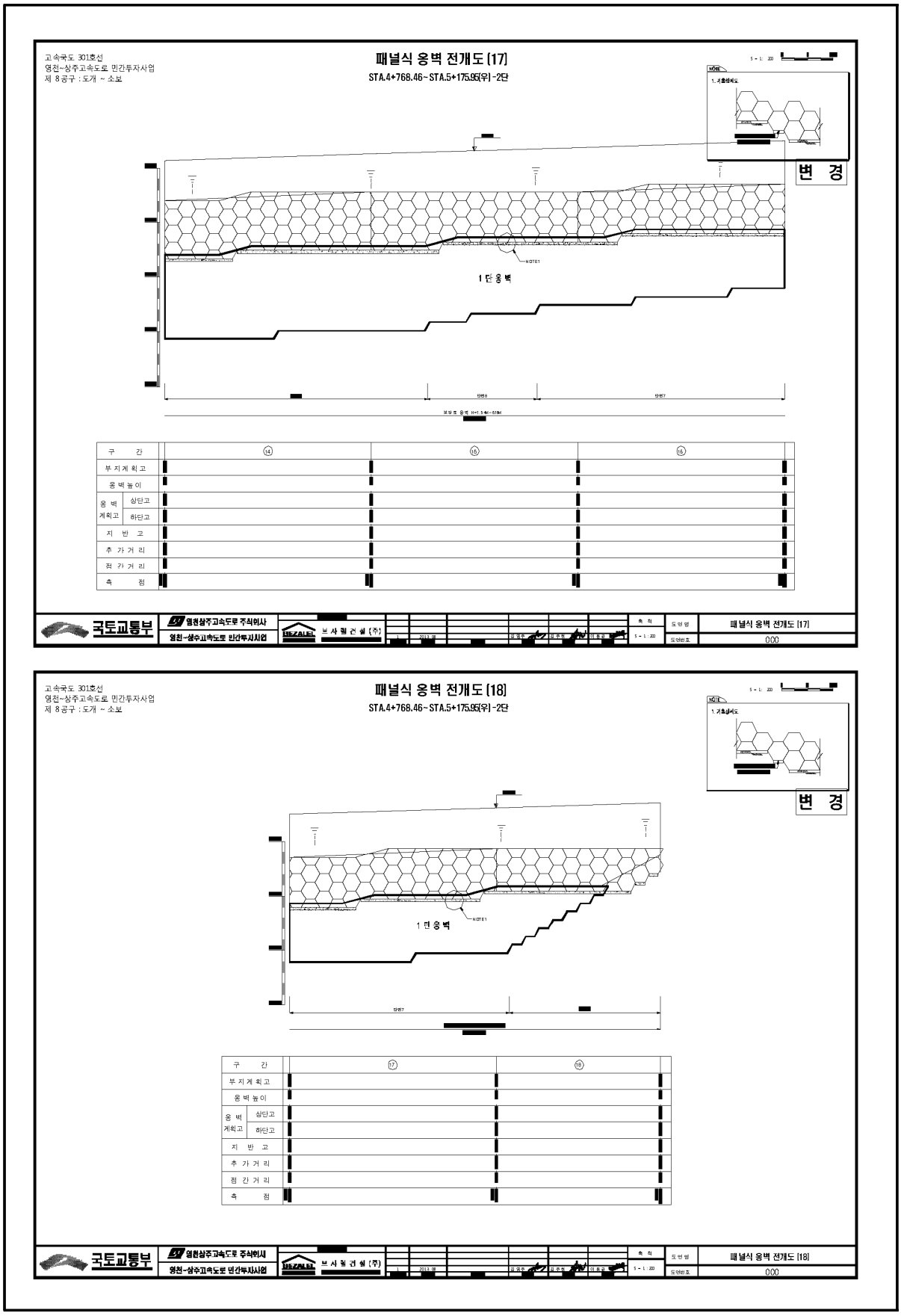

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 [13]
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹 벽
1 단 옹 벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
드 사 빌 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 [13]
000
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 [14]
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹 벽
1 단 옹 벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업
드 사 빌 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 [14]
000

【그림 1.4】전개도(계속)

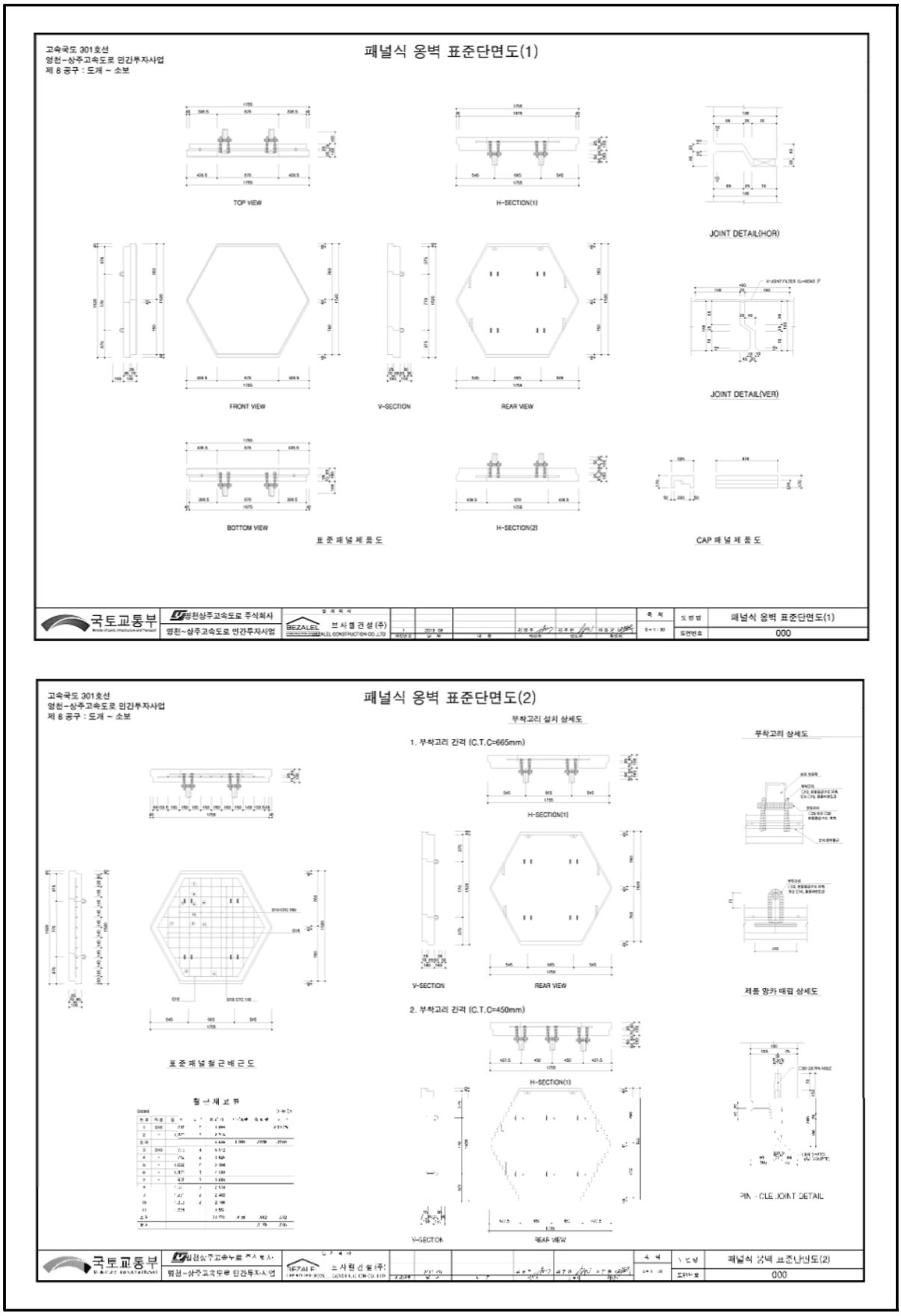

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 [15]
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천-상주고속도로 민간투자사업
보 사 웰 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 [15]
000


고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 [16]
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
변 경
1 단 옹벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천-상주고속도로 민간투자사업
보 사 웰 건 설 (주)
패널식 옹벽 전개도 [16]
000

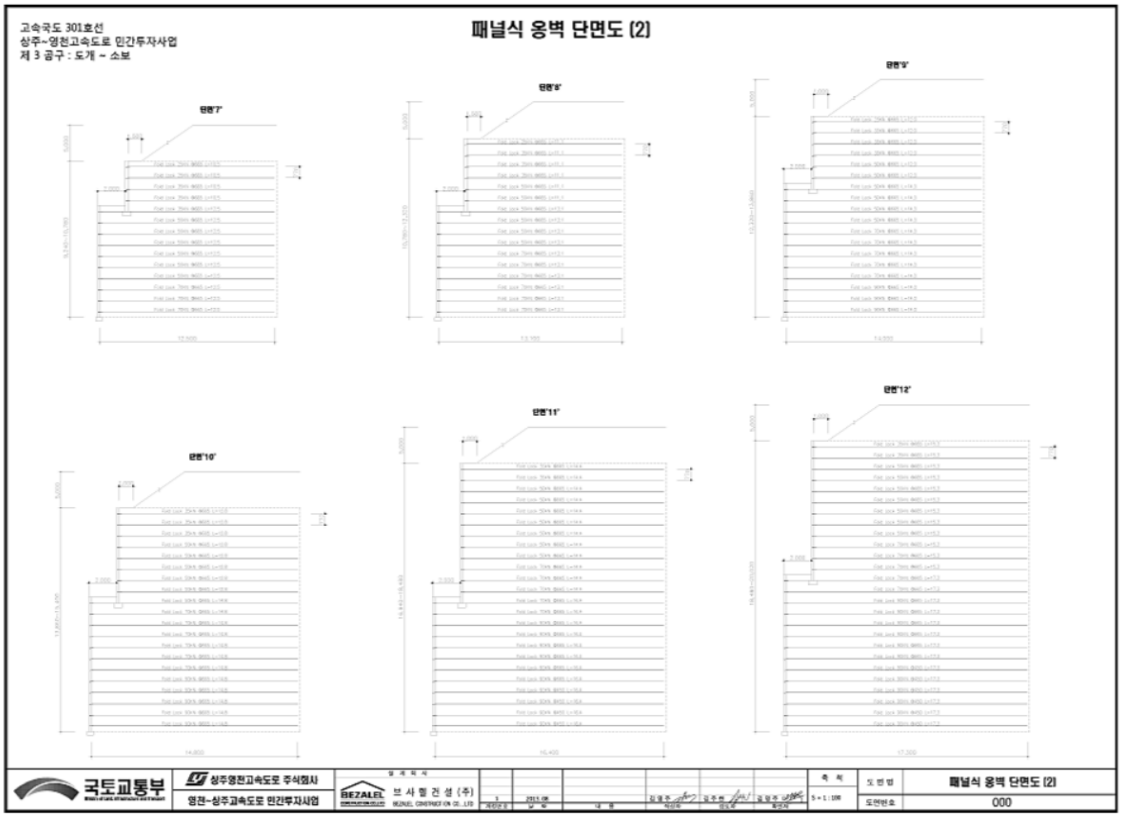
【그림 1.4】전개도(계속)

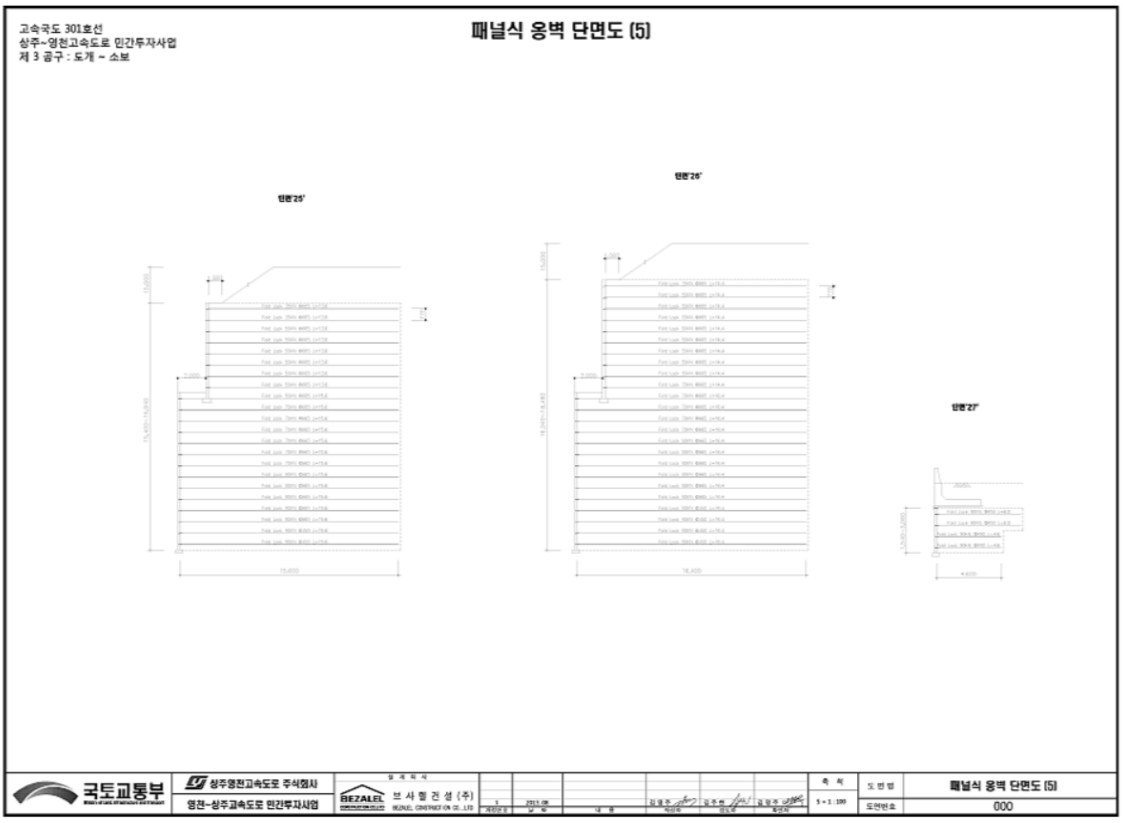

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 전개도 [17]
STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단
1.기본단면도
변 경
1 단 옹벽
구 간
부지계획고
옹벽높이
옹벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 가 거 리
측 점
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
영천-상주고속도로 민간투자사업
보사월건설(주)
패널식 옹벽 전개도 [17]
패널식 옹벽 전개도 [18]
000

【그림 1.4】전개도(계속)


패널식 옹벽 표준단면도(1)
TOP VIEW
H-SECTION(1)
JOINT DETAIL(HOR)
FRONT VIEW
V-SECTION
REAR VIEW
JOINT DETAIL(VER)
BOTTOM VIEW
H-SECTION(2)
표준패널제품도
CAP 패널제품도
패널식 옹벽 표준단면도(1)
000
패널식 옹벽 표준단면도(2)
부착고리 설치 상세도
1. 부착고리 간격 (C.T.C=665mm)
H-SECTION(1)
V-SECTION
REAR VIEW
2. 부착고리 간격 (C.T.C=450mm)
H-SECTION(1)
V-SECTION
REAR VIEW
부착고리 상세도
제품 앙카 매립 상세도
표준패널철근배근도
PIN - CLE JOINT DETAIL

【그림 67.5】 단면도


고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 단면도 (2)
단면'7'
단면'8'
단면'9'
단면'10'
단면'11'
단면'12'
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
영천-상주고속도로 민간투자사업
BEZALEL
브사렐건설(주)
BEZALEL CONSTRUCTION CO., LTD
1
2011.08
5 = 1 : 100
도면번호
000
패널식 옹벽 단면도 (2)


고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도개 ~ 소보
패널식 옹벽 단면도 (5)
단면'25'
단면'26'
단면'27'
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
영천-상주고속도로 민간투자사업
BEZALEL
브사렐건설(주)
BEZALEL CONSTRUCTION CO., LTD
1
2011.08
5 = 1 : 100
도면번호
000
패널식 옹벽 단면도 (5)

【그림 1.5】단면도(계속)

67.2. 자료수집 및 분석

67.2.1 설계자료 검토

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

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
상주~영천 고속도로 민간투자사업
MSEW(3.0): Update # 11.1

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 상주~영천 고속도로 민간투자사업
Project Number:
Client:
Designer: benalel
Station Number: H=14.19(성도8.0)

Description:

Company's information:

Name: 브사벨건설(주)
Street:

Telephone #: 02-483-7456
Fax #: 02-483-7451
E-Mail:

Original file path and name: \\Mainserver\자료실 (D)\전체공유\1설계및시공\1JOB-설계 ....\H=14.19(8.0).DEN
Original date and time of creating this file: Tue Oct 25 17:35:47 2011

PROGRAM MODE: DESIGN of a SIMPLE STRUCTURE using GEOGRID as reinforcing material.

상주~영천 고속도로 민간투자사업 Page 1 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 9.95 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.	
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: Nc = 30.14 N γ = 22.40	

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	34.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	34.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, γ_{equiv}	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, ϕ_{equiv}	30.0 deg.
Equivalent cohesion, c_{equiv}	15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.2827 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ = 62.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.5148 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.200 -> Kh = Am = 0.200

Kae (Kh > 0) = 0.5395 Kae (Kh = 0) = 0.3052 Δ Kae = 0.2343

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 73.3% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

상주~영천 고속도로 민간투자사업 Page 2 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

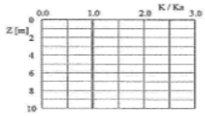
MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Geogrids (Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	60.0	80.0	100.0	150.0	
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	
Installation-damage reduction factor, RFid	1.30	1.30	1.30	1.30	
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	N/A
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	28.35	28.35	28.35	28.35	
Pullout resistance factor, F*	0.80 tanϕ	0.80 tanϕ	0.80 tanϕ	0.80 tanϕ	N/A
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00



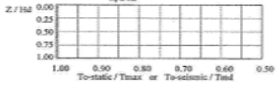
상주~영천 고속도로 민간투자사업 Page 3 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Facia and Connection (Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.44/0.22 m, Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.22 m.
Average unit weight of block is γ = 24.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00



To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90		
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	N/A	

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.90	0.0	0.90	0.0	0.90	0.0	0.90		
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	N/A	

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, To-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	6T	8T	10T	15T	N/A
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	N/A
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	N/A
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	N/A
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	N/A

상주~영천 고속도로 민간투자사업 Page 4 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

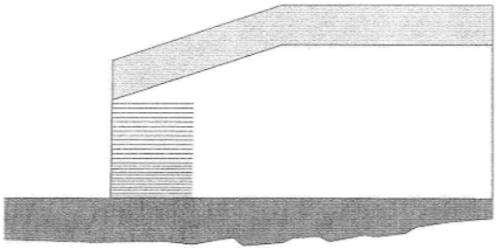
INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 14.19 [m] { Embedded depth is E = 0.00 m, and height above top of finished bottom grade is H = 14.19 m }

Batter, ω 1.0 [deg]
Backslope, β 18.7 [deg]
Backslope rise 8.0 [m] Broken back equivalent angle, I = 15.74deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 25.0 [kPa], and live load is 13.0 [kPa]

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

상주-영천 고속도로 민간투자사업 Page 5 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foudation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

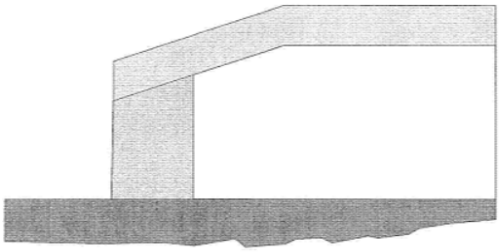
#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.22	11.21	4	V	V	V	V	V
2	0.66	11.21	4	V	V	V	V	V
3	1.10	11.21	4	V	V	V	V	V
4	1.54	11.21	4	V	V	V	V	V
5	1.98	11.21	4	V	V	V	V	V
6	2.42	11.21	4	V	V	V	V	V
7	2.86	11.21	4	V	V	V	V	V
8	3.30	11.21	4	V	V	V	V	V
9	3.74	11.21	4	V	V	V	V	V
10	4.18	11.21	4	V	V	V	V	V
11	4.62	11.21	4	V	V	V	V	V
12	5.06	11.21	4	V	V	V	V	V
13	5.72	11.21	4	V	V	V	V	V
14	6.38	11.21	4	V	V	V	V	V
15	7.04	11.21	4	V	V	V	V	V
16	7.70	11.21	4	V	V	V	V	V
17	8.36	11.21	4	V	V	V	V	V
18	9.02	11.21	4	V	V	V	V	V
19	9.68	11.21	3	V	V	V	V	V
20	10.34	11.21	3	V	V	V	V	V
21	11.00	11.21	3	V	V	V	V	V
22	11.66	11.21	2	V	V	V	V	V
23	12.32	11.21	2	V	V	V	V	V
24	12.98	11.21	2	V	V	V	V	V
25	13.64	11.21	2	V	V	V	V	V

상주-영천 고속도로 민간투자사업 Page 6 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	2359.1	1676.8	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	437.15	695.0	[kPa]
Eccentricity, e	1.12	2.73	[m]
Eccentricity, e/L	0.100	0.243	
Fs calculated	5.40	2.41	
Base length	11.21	11.21	[m]



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

상주-영천 고속도로 민간투자사업 Page 7 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 2.179 and Fs-seismic = 1.303

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.22	11.21	1.908	1.146	4	15T
2	0.66	11.21	1.943	1.176	4	15T
3	1.10	11.21	1.979	1.206	4	15T
4	1.54	11.21	2.017	1.239	4	15T
5	1.98	11.21	2.057	1.273	4	15T
6	2.42	11.21	2.098	1.310	4	15T
7	2.86	11.21	2.140	1.348	4	15T
8	3.30	11.21	2.185	1.390	4	15T
9	3.74	11.21	2.232	1.433	4	15T
10	4.18	11.21	2.281	1.480	4	15T
11	4.62	11.21	2.332	1.530	4	15T
12	5.06	11.21	2.385	1.583	4	15T
13	5.72	11.21	2.471	1.671	4	15T
14	6.38	11.21	2.562	1.768	4	15T
15	7.04	11.21	2.661	1.878	4	15T
16	7.70	11.21	2.768	2.001	4	15T
17	8.36	11.21	2.884	2.142	4	15T
18	9.02	11.21	3.010	2.301	4	15T
19	9.68	11.21	3.147	2.485	3	10T
20	10.34	11.21	3.296	2.695	3	10T
21	11.00	11.21	3.460	2.938	3	10T
22	11.66	11.21	3.639	3.217	2	8T
23	12.32	11.21	3.834	3.532	2	8T
24	12.98	11.21	4.047	3.879	2	8T
25	13.64	11.21	4.276	4.228	2	8T

상주-영천 고속도로 민간투자사업 Page 8 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

상주-영천 고속도로 민간투자사업

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1044, e/L seismic = 0.2498; Overturning: Fs-static = 3.38, Fs-seismic = 1.79

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.22	11.21	0.1013	0.2421	4	15T
2	0.66	11.21	0.0951	0.2270	4	15T
3	1.10	11.21	0.0889	0.2122	4	15T
4	1.54	11.21	0.0829	0.1978	4	15T
5	1.98	11.21	0.0770	0.1838	4	15T
6	2.42	11.21	0.0712	0.1702	4	15T
7	2.86	11.21	0.0654	0.1570	4	15T
8	3.30	11.21	0.0598	0.1442	4	15T
9	3.74	11.21	0.0543	0.1317	4	15T
10	4.18	11.21	0.0488	0.1196	4	15T
11	4.62	11.21	0.0434	0.1079	4	15T
12	5.06	11.21	0.0381	0.0965	4	15T
13	5.72	11.21	0.0303	0.0801	4	15T
14	6.38	11.21	0.0226	0.0646	4	15T
15	7.04	11.21	0.0150	0.0498	4	15T
16	7.70	11.21	0.0075	0.0358	4	15T
17	8.36	11.21	0.0000	0.0225	4	15T
18	9.02	11.21	-0.0075	0.0098	4	15T
19	9.68	11.21	-0.0152	-0.0024	3	10T
20	10.34	11.21	-0.0232	-0.0141	3	10T
21	11.00	11.21	-0.0316	-0.0256	3	10T
22	11.66	11.21	-0.0407	-0.0371	2	8T
23	12.32	11.21	-0.0508	-0.0490	2	8T
24	12.98	11.21	-0.0627	-0.0620	2	8T
25	13.64	11.21	-0.0775	-0.0771	2	8T

상주-영천 고속도로 민간투자사업
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 9 of 13
License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

상주-영천 고속도로 민간투자사업

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.22	65.6	39.8	12.6	1.500	1.648	1.100	1.377	15T
2	0.66	65.6	38.8	12.3	1.500	1.690	1.100	1.411	15T
3	1.10	65.6	37.8	12.0	1.500	1.734	1.100	1.446	15T
4	1.54	65.6	36.8	11.8	1.500	1.781	1.100	1.484	15T
5	1.98	65.6	35.8	11.5	1.500	1.830	1.100	1.523	15T
6	2.42	65.6	34.8	11.3	1.500	1.881	1.100	1.565	15T
7	2.86	65.6	33.9	11.0	1.500	1.936	1.100	1.609	15T
8	3.30	65.6	32.9	10.8	1.500	1.994	1.100	1.655	15T
9	3.74	65.6	31.9	10.5	1.500	2.056	1.100	1.705	15T
10	4.18	65.6	30.9	10.3	1.500	2.121	1.100	1.757	15T
11	4.62	65.6	29.9	10.0	1.500	2.191	1.100	1.812	15T
12	5.06	65.6	36.0	9.7	1.500	1.820	1.100	1.557	15T
13	5.72	65.6	41.2	9.4	1.500	1.592	1.100	1.394	15T
14	6.38	65.6	39.0	9.0	1.500	1.682	1.100	1.471	15T
15	7.04	65.6	36.8	8.6	1.500	1.784	1.100	1.556	15T
16	7.70	65.6	34.5	8.2	1.500	1.898	1.100	1.653	15T
17	8.36	65.6	32.3	7.8	1.500	2.028	1.100	1.762	15T
18	9.02	65.6	30.1	7.4	1.500	2.178	1.100	1.886	15T
19	9.68	43.7	27.9	7.1	1.500	1.567	1.100	1.353	10T
20	10.34	43.7	25.7	6.7	1.500	1.703	1.100	1.465	10T
21	11.00	43.7	23.5	6.3	1.500	1.863	1.100	1.596	10T
22	11.66	35.0	21.2	5.9	1.500	1.646	1.100	1.403	8T
23	12.32	35.0	19.0	5.5	1.500	1.838	1.100	1.556	8T
24	12.98	35.0	16.8	5.1	1.500	2.081	1.100	1.747	8T
25	13.64	35.0	19.0	4.7	1.500	1.844	1.100	1.595	8T

상주-영천 고속도로 민간투자사업
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 10 of 13
License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

상주-영천 고속도로 민간투자사업

RESULTS for PULLOUT

Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.22	1.000	39.77	12.56	11.09	0.11	2952.6	1.500	74.236	2362.1	1.100	45.135
2	0.66	1.000	38.79	12.30	10.87	0.34	2835.4	1.500	73.899	2268.3	1.100	44.396
3	1.10	1.000	37.80	12.05	10.64	0.57	2716.4	1.500	71.697	2168.3	1.100	43.495
4	1.54	1.000	36.82	11.79	10.42	0.79	2588.2	1.500	70.297	2070.6	1.100	42.595
5	1.98	1.000	35.83	11.54	10.19	1.02	2468.8	1.500	68.898	1975.0	1.100	41.695
6	2.42	1.000	34.85	11.28	9.96	1.24	2352.2	1.500	67.501	1881.8	1.100	40.795
7	2.86	1.000	33.86	11.02	9.74	1.47	2238.5	1.500	66.105	1790.8	1.100	39.896
8	3.30	1.000	32.88	10.77	9.51	1.70	2127.5	1.500	64.710	1702.0	1.100	38.996
9	3.74	1.000	31.89	10.51	9.28	1.92	2019.3	1.500	63.318	1615.5	1.100	38.097
10	4.18	1.000	30.91	10.26	9.06	2.15	1914.0	1.500	61.927	1531.2	1.100	37.199
11	4.62	1.000	29.92	10.00	8.83	2.38	1811.4	1.500	60.538	1449.1	1.100	36.300
12	5.06	1.000	36.02	9.74	8.60	2.60	1711.6	1.500	47.524	1369.3	1.100	29.924
13	5.72	1.000	41.19	9.36	8.27	2.94	1566.8	1.500	38.041	1253.4	1.100	24.798
14	6.38	1.000	38.97	8.97	7.93	3.28	1429.2	1.500	36.674	1143.4	1.100	23.848
15	7.04	1.000	36.75	8.59	7.59	3.62	1297.1	1.500	35.298	1037.6	1.100	22.884
16	7.70	1.000	34.54	8.21	7.25	3.96	1172.0	1.500	33.936	937.6	1.100	21.937
17	8.36	1.000	32.32	7.82	6.91	4.30	1052.6	1.500	32.566	842.0	1.100	20.976
18	9.02	1.000	30.10	7.44	6.57	4.64	940.1	1.500	31.229	752.1	1.100	20.034
19	9.68	1.000	27.89	7.05	6.23	4.98	833.3	1.500	29.888	666.6	1.100	19.079
20	10.34	1.000	25.67	6.67	5.89	5.32	733.4	1.500	28.571	586.7	1.100	18.144
21	11.00	1.000	23.45	6.28	5.55	5.66	639.3	1.500	27.256	511.4	1.100	17.197
22	11.66	1.000	21.24	5.90	5.21	6.00	552.0	1.500	25.992	441.6	1.100	16.273
23	12.32	1.000	19.02	5.52	4.87	6.34	470.5	1.500	24.736	376.4	1.100	15.341
24	12.98	1.000	16.80	5.13	4.53	6.68	395.8	1.500	23.554	316.6	1.100	14.435
25	13.64	1.000	18.96	4.75	4.19	7.01	2[illegible]76	1.500	17.248	261.6	1.100	11.035

상주-영천 고속도로 민간투자사업
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 11 of 13
License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

상주-영천 고속도로 민간투자사업

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRo	Available connection strength, To break criterion [kN/m]	Available connection strength, To pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection strength Specified	Fs-overall connection strength Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.22	39.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	1.93	1.50	3.38	1.50	1.65	15T
2	0.66	38.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	1.98	1.50	3.46	1.50	1.69	15T
3	1.10	37.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.03	1.50	3.55	1.50	1.73	15T
4	1.54	36.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.08	1.50	3.65	1.50	1.78	15T
5	1.98	35.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.14	1.50	3.75	1.50	1.83	15T
6	2.42	34.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.20	1.50	3.85	1.50	1.88	15T
7	2.86	33.9	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.27	1.50	3.96	1.50	1.94	15T
8	3.30	32.9	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.33	1.50	4.08	1.50	1.99	15T
9	3.74	31.9	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.41	1.50	4.21	1.50	2.06	15T
10	4.18	30.9	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.48	1.50	4.34	1.50	2.12	15T
11	4.62	29.9	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.56	1.50	4.49	1.50	2.19	15T
12	5.06	36.0	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.13	1.50	3.73	1.50	1.82	15T
13	5.72	41.2	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	1.86	1.50	3.26	1.50	1.59	15T
14	6.38	39.0	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	1.97	1.50	3.46	1.50	1.68	15T
15	7.04	36.8	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.09	1.50	3.65	1.50	1.78	15T
16	7.70	34.5	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.22	1.50	3.89	1.50	1.90	15T
17	8.36	32.3	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.37	1.50	4.15	1.50	2.03	15T
18	9.02	30.1	0.90	0.90	76.7	134.3	65.6	1.50	2.55	1.50	4.46	1.50	2.18	15T
19	9.68	27.9	0.90	0.90	51.1	89.5	43.7	1.50	1.83	1.50	3.21	1.50	1.57	10T
20	10.34	25.7	0.90	0.90	51.1	89.5	43.7	1.50	1.99	1.50	3.49	1.50	1.70	10T
21	11.00	23.5	0.90	0.90	51.1	89.5	43.7	1.50	2.18	1.50	3.82	1.50	1.86	10T
22	11.66	21.2	0.90	0.90	40.9	71.6	35.0	1.50	1.93	1.50	3.37	1.50	1.65	8T
23	12.32	19.0	0.90	0.90	40.9	71.6	35.0	1.50	2.15	1.50	3.77	1.50	1.84	8T
24	12.98	16.8	0.90	0.90	40.9	71.8	35.0	1.50	2.43	1.50	4.27	1.50	2.08	8T
25	13.64	19.0	0.90	0.90	40.9	71.9	35.0	1.50	2.16	1.50	3.79	1.50	1.84	8T

상주-영천 고속도로 민간투자사업
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 12 of 13
License number MSEW-302329

구조계산서 및 안전검토서

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)
Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection Force, Tc [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.22	52.3	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.61	1.10	2.05	1.10	1.38	15T
2	0.66	51.1	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.65	1.10	2.10	1.10	1.41	15T
3	1.10	49.9	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.69	1.10	2.15	1.10	1.45	15T
4	1.54	48.6	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.74	1.10	2.21	1.10	1.48	15T
5	1.98	47.4	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.78	1.10	2.27	1.10	1.52	15T
6	2.42	46.1	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.83	1.10	2.33	1.10	1.56	15T
7	2.86	44.9	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.88	1.10	2.39	1.10	1.61	15T
8	3.30	43.6	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.94	1.10	2.46	1.10	1.66	15T
9	3.74	42.4	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.99	1.10	2.53	1.10	1.70	15T
10	4.18	41.2	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	2.06	1.10	2.61	1.10	1.76	15T
11	4.62	39.9	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	2.12	1.10	2.69	1.10	1.81	15T
12	5.06	45.8	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.82	1.10	2.35	1.10	1.56	15T
13	5.72	50.5	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.63	1.10	2.12	1.10	1.39	15T
14	6.38	47.9	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.72	1.10	2.24	1.10	1.47	15T
15	7.04	45.3	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.82	1.10	2.37	1.10	1.56	15T
16	7.70	42.7	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	1.93	1.10	2.51	1.10	1.65	15T
17	8.36	40.1	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	2.06	1.10	2.68	1.10	1.76	15T
18	9.02	37.5	0.90	0.72	76.7	107.4	65.6	1.10	2.21	1.10	2.86	1.10	1.89	15T
19	9.68	34.9	0.90	0.72	51.1	71.6	43.7	1.10	1.58	1.10	2.05	1.10	1.35	10T
20	10.34	32.3	0.90	0.72	51.1	71.6	43.7	1.10	1.71	1.10	2.21	1.10	1.46	10T
21	11.00	29.7	0.90	0.72	51.1	71.6	43.7	1.10	1.87	1.10	2.41	1.10	1.60	10T
22	11.66	27.1	0.90	0.72	40.9	57.3	35.0	1.10	1.64	1.10	2.11	1.10	1.40	8T
23	12.32	24.5	0.90	0.72	40.9	57.3	35.0	1.10	1.82	1.10	2.34	1.10	1.56	8T
24	12.98	21.9	0.90	0.72	40.9	57.4	35.0	1.10	2.04	1.10	2.62	1.10	1.75	8T
25	13.64	23.7	0.90	0.72	40.9	57.5	35.0	1.10	1.87	1.10	2.43	1.10	1.59	8T

상주-영천 고속도로 민간투자사업 Page 13 of 13
Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-042329

1. 개 요

안전한 설계를 위하여서는 현지 지반의 지반 공학적 특성을 충분히 고려하여 보강 방법을 계획하여야 한다. 그러나 설계단계에서 한정된 자료로부터 공사대상지역의 토질특성을 완전하게 파악한다는 것은 우리이므로 일반적으로 일률적인 가정치를 내포한 표준경사 기준에 의해 설계가 이루어지고 있는 실정이다. 본 검토는 성토부 보강토 옹벽 안정성 해석을 실시하였다.

2. 안정해석

2.1 개 요

한계평형방법(Limit Equilibrium Method)은 활동면을 따라 파괴가 일어나려는 순간에 있는 토체의 안정성을 해석하는 것으로 문제를 단순화하기 위한 가정을 설정하며, 이 방법을 이용하면 간단한 정역학 이론으로 결과를 얻을 수 있게 된다. 한계평형 방법에서는 사면의 파괴는 토체가 파괴면을 따라 활동함으로써 발생한다고 생각하고 있으며, 파괴면의 형상을 임의로 가정할 수 있다.

이 방법은 절성도 사면의 안정해석에 널리 사용되고 있으며, 해석결과의 유용성과 신뢰성은 현재까지 축적된 경험을 통하여 잘 알려져 있다. 한계평형 이론에 의한 사면안정 해석방법은 Fellenius법, Bishop의 간편법, Janbu법, Spancer법 등 여러 가지가 있으며 그 정확성은 강도정수와 사면의 기하학적 조건의 정확도 및 각 해석방법 고유의 정밀도에 따라 좌우된다. 본 보고서에서는 사면안정해석시 한계평형 이론에 근거한 Bishop 방법을 이용하였으며, 해석에 사용된 프로그램은 Terrasol사에서 개발한 TALREN을 사용하였다. 이 프로그램은 PC-Stable의 기능을 향상시킨 한계평형 해석에 의한 사면안정 해석 프로그램이다.

2.2 허용 안전율의 기준

이론상으로는 산정된 안전율이 1보다 크면 되지만, 실제에 있어서는 안전율이 허용 안전율 이상 되어야 안전한 것으로 판정된다.

2.2.1 허용 안전율의 역할

(1) 자료의 불확실성에 대한 대비수단

① 강도정수의 불확실성 ② 하중의 불확실성 ③ 파괴모델의 불확실성

(2) 비탈면의 변형을 허용치 이내로 제한하는 기능

2.2.2 허용 안전율의 기준

허용안전율에 대한 설계기준은 절토, 비탈면, 대상지역과 공사내용에 따라 상이하나 장기적인 안전율을 고려하여 건기시 FS=1.5, 지진시 FS=1.1을 적용하였다.

『건설공사 보강토 옹벽 설계.시공 및 유지관리 잠정지침』 2013 국토해양부)적용

① 적용 물성치

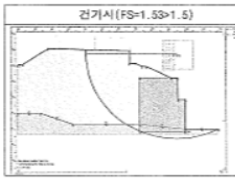
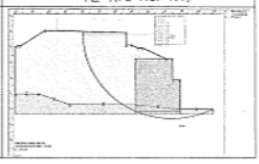
구 분	단위중량	점착력(c)	내부마찰각 (degree)
보강토체	1.8	1.5	34
성 토 체	1.8	1.5	34
풍 화 토	1.9	1.5	30

② 안정성검토에 적용된 기준안전율

구 분	건기시	지진시	비 고
기준안전율	1.50	1.10	

③ 해석 결과

○ 대표단면 1 :STA.0+743.8

건기시(FS=1.53>1.5)	지진시(FS=1.37>1.1)
	

④ 결과 정리 및 분석

이상과 같이 본 검토에서 실시한 단면에 대한 안정해석 결과를 정리하면 다음과 같다.

구 분	해 석 결 과		비 고 (판 정)
	건기시 FS≥1.5	지진시 FS≥1.1	
대표단면 1 :STA.7+720	1.53	1.37	O.K

위 표에서 보는 바와 같이 해석결과 검토 단면의 안전율이 최소기준안전율을 상회하는 안전한 상태로 평가되었다.

지표지질조사

3.3 지표지질조사 결과

지표지질조사에서는 연성 전단대의 특성, 단층의 이동방향, 절리의 방향성, 절리군 별 공학적 특성 등 불연속면의 지질공학적 자료를 수집하였다.

지표지질조사는 대상 굴기구간을 중점적으로 실시하였으며 지형도(1:5,000, 1:25,000), 지질도(1:50,000), 줄자, 지질해머, Clinometer, Schmidt hammer, Profile gauge, 아장, 확대경 등을 사용하였다.

3.3.1 지표지질조사 내용

- 광역조사 : 문포암층, 선구조 중점지역, 단층 등 개괄적인 조사 수행.
- 세부조사 : 불연속면의 방향, 상태, 간격, 풍화상태 등 항목을 조사.
- 조사항목 : 절리면의 경사방향 ⇒ Clinometer를 이용하여 측정.

  절리면의 경사각 ⇒ Clinometer를 이용하여 측정.

  절리의 간격 ⇒ 절리간의 수직거리 측정.

  절리의 연속성 ⇒ 절리의 연장된 길이 측정.

  절리면의 거칠기 ⇒ Profilegauge로 측정, 절리면의 전단강도에 영향.

  절리면의 강도 ⇒ Schmidt hammer로 측정.

  절리면의 틈새 ⇒ 줄자, 버니어캘리퍼스, Crack gauge 등을 이용하여 측정.

  절리의 충진물질 ⇒ 충진물 종류에 따라 전단강도, 투수율, 변형률이 다양.

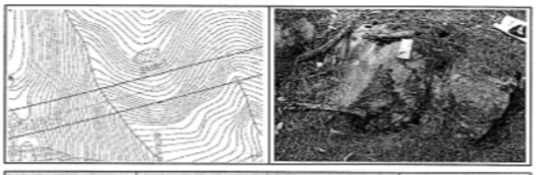
  절리의 지하수 용출 상태 ⇒ 암반의 유효응력을 감소.

  절리군의 수 ⇒ 발파시 파쇄되는 양 및 비탈면의 안정성 결정.

  풍화상태 ⇒ 육반강할로 암석 및 암반의 풍화상태 파악

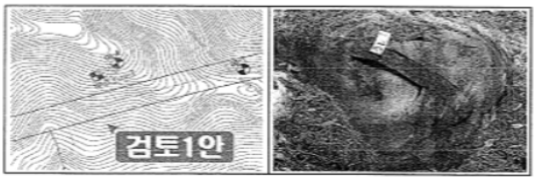
3.3.2 지표지질조사 결과

◐ Site-1 (STA. 0+100 좌 30m)



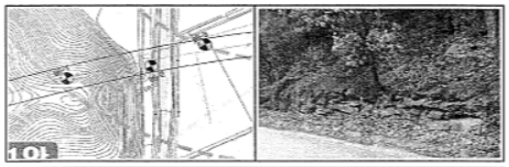
구 분	J1	J2	J3
경사/경사방향	54/208	85/270	70/013
절리간격(Spacing)	0.2~2.0m	0.2~2.0m	0.2~2.0m
연속성(Persistence)	1~3m	1~3m	<1m
거칠기(Roughness)	평활	약간거침	평활
강도(Strength)	보통강함	보통강함	보통강함
틈새(Aperture)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm
충진물(Filling)	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래
누수상태(Seepage)	습윤	습윤	습윤
암반특성	사암, 퇴상으로 분포		

◐ Site-2 (STA. 0+220 좌 30m)



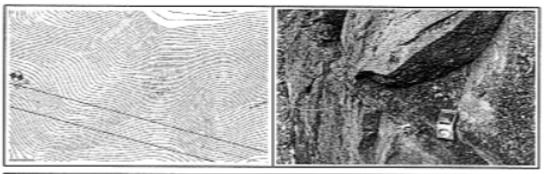
구 분	J1	J2	J3
경사/경사방향	43/83	48/224	72/028
절리간격(Spacing)	0.2~2.0m	0.6~2.0m	0.6~2.0m
연속성(Persistence)	1~3m	1~3m	<1m
거칠기(Roughness)	평활	평활	평활
강도(Strength)	보통강함~강함	보통강함~강함	보통강함~강함
틈새(Aperture)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm
충진물(Filling)	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래
누수상태(Seepage)	습윤	습윤	습윤
암반특성	사암, 퇴상으로 분포		

◐ Site-3 (STA. 0+400 우 15m)



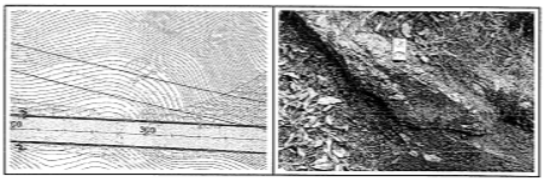
구 분	J1	J2	J3
경사/경사방향	43/02	30/220	85/042
절리간격(Spacing)	0.6~2.0m	0.6~2.0m	0.6~2.0m
연속성(Persistence)	1~6m	1~3m	1~3m
거칠기(Roughness)	약간거침	약간거침	약간거침
강도(Strength)	보통강함	보통강함	보통강함
틈새(Aperture)	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm
충진물(Filling)	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래	연약한 충진물 (<5mm) 모래
누수상태(Seepage)	습윤	습윤	습윤
암반특성	역암, 아판암, 분문점판		

◐ Site-4 (STA. 1+120 좌 50m)



구 분	J1	J2	J3
경사/경사방향	55/078	68/114	85/202
절리간격(Spacing)	0.6~2.0m	0.6~2.0m	0.6~2.0m
연속성(Persistence)	1~6m	1~3m	1~3m
거칠기(Roughness)	약간거침	약간거침	약간거침
강도(Strength)	보통강함~강함	보통강함~강함	보통강함~강함
틈새(Aperture)	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm
충진물(Filling)	단단한 충진물 (<5mm) 모래	단단한 충진물 (<5mm) 모래	단단한 충진물 (<5mm) 모래
누수상태(Seepage)	습윤	습윤	습윤
암반특성	사암, 퇴상으로 분포, 주변 지역 테일러스 형성		

◐ Site-5 (STA. 1+120 좌 50m)



지표지질조사

구 분	J1	J2	J3
경사/경사방향	60/160	57/254	80/290
불리간격(Spacing)	0.2~2.0m	0.2~2.0m	0.2~2.0m
연속성(Persistence)	1~3m	1~3m	<1m
거칠기(Roughness)	약간거침	약간거침	약간거침
강도(Strength)	약함~보통강함	약함~보통강함	약함~보통강함
틈새(Aperture)	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm	0.1~5.0mm
충전물(Filling)	연약한 충전물 (<5mm) 모래	연약한 충전물 (<5mm) 모래	연약한 충전물 (<5mm) 모래
누수상태(Seepage)	습윤	습윤	습윤
암반특성	화강암, 계곡부 주변 지역으로 테일러스 형성		

67.2.2 시설물 점검이력

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

【표 67.2】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽1에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽1에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽1에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽1에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손이 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,문제점이 없는최상의상태인"A"등급의우수한상태로 평가되었다. 패널식옹벽01의전면부,배수시설,상부성토부,기초부에는구조적결함이없는양호한상태로조사되었고,사용성에문제는없는상태로주기적인점검을통한신규손상의발생확인등에대한유지관리가필요하다고판단된다.	A등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽01의 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에 문제는 없는 상태로 확인되었다. 해당 구조물의 경우 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사·평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관상태도손상이없는양호한상태로조사됨. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과"A"로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B"등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는"A"등급상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽01의 조사결과 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에도 문제는 없는 상태로 확인되었다. 해당 구조물의 경우 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	패널식 옹벽 01의 조사결과 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에도 문제는 없는 상태로 확인되었다. 해당 구조물의 경우 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부상태양호 -기초부상태양호 -주변영향인자상태양호	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 전반적으로 상태양호	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	- 전반적으로 상태양호	양호
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 전반적으로 상태양호	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전점검	-전면부상태양호 -기초부상태양호 -주변영향인자상태양호	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 전반적으로 상태양호	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 전반적으로 상태양호	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽상태양호 -기초지반상태양호 -배수시설상태양호 -사면상태양호	양호

67.2.3 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 상태양호 ■ 기초부 상태양호 ■ 주변영향인자 상태양호	
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 0.00으로 A등급	
보수보강 (진단시)	■ 해당없음	
종합의견	■ 패널식 옹벽 01의 전면부는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으나, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 지반, 기초부의 경우 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. ■ 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, 기초부, 주변영향인자에 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 0.00, 상태평가결과는 "A"로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 "A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태"으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 하부구조 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.	

67.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 01		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.00	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 01		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	ㅇ옹벽의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.080 × 0.2) = 0.128 ㅇ종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

본 옹벽의 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.

67.2.5 시설물 보수 이력

【표 67.3】 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.

67.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 67.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		구조계산서 검토결과 내진설계 반영

67.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

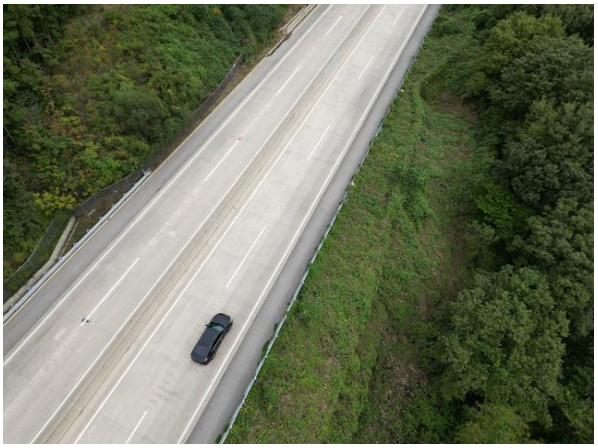
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

67.2.8 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 01은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치하고 상주영천고속도로 하부에 시공되어있는 보강토 옹벽이다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이며, 향후 본 옹벽 및 옹벽 상부에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 옹벽의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일현재의 옹벽 주변 현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

	
상부 상태현황 전경	**상부 상태현황 전경**
기초부 상태현황 전경	**기초부 상태현황 전경**

67.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 67.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	성능평가 과업 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 상태양호 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호	◇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

67.3. 현장조사

67.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 농경지 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 2.0~19.0m를 보이며, 총 연장은 496.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=496.0m, H=19.0m)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 67.6】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 12.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		시설물번호	RW2017-0000080
시설물위치	행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
	위치좌표	시점 : 36°27′54.0″128°40′39.4″		
		종점 : 36°27′39.2″128°40′78.2″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 20.694~21.190km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	496.0m	지면노출 높 이	19.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	농경지		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	㈜한화건설, ㈜삼호
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 2종 성능평가시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 25개 구간(S1~S25)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 67.7】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	4.2	14	260.0~280.0m	280.0	12.1
2	20.0~40.0m	40.0	4.5	15	280.0~300.0m	300.0	13.7
3	40.0~60.0m	60.0	4.6	16	300.0~320.0m	320.0	13.5
4	60.0~80.0m	80.0	5.8	17	320.0~340.0m	340.0	11.8
5	80.0~100.0m	100.0	7.0	18	340.0~360.0m	360.0	12.0
6	100.0~120.0m	120.0	18.2	19	360.0~380.0m	380.0	12.0
7	120.0~140.0m	140.0	19.0	20	380.0~400.0m	400.0	9.0
8	140.0~160.0m	160.0	19.0	21	400.0~420.0m	420.0	11.5
9	160.0~180.0m	180.0	13.2	22	420.0~440.0m	440.0	11.2
10	180.0~200.0m	200.0	6.0	23	440.0~460.0m	460.0	9.2
11	200.0~220.0m	220.0	7.0	24	460.0~480.0m	480.0	7.8
12	220.0~240.0m	240.0	8.8	25	480.0~496.0m	496.0	7.4
13	240.0~260.0m	260.0	11.8	-	-	-	-

측점분할 작업사진

측점분할 작업사진

주1) 88.0~180.0m, 250.0~496.0m 구간은 2단임

67.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.

2) 조사결과

- 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 67.8】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-

구분	상태양호	
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
합계	**-**	**-**

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

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 필요하고, 점검당시 전면부에 국부적으로 과도한 식생이 산재하고 있는 것으로 확인되어 시설물의 원활한 유지관리를 위한 정비가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 보강토 옹벽은 2단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 패널식 보강토옹벽으로 패널의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다.

2) 조사결과

■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 전면부 패널은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 67.9】 전면부 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-

구분	상태양호	
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
합계	**-**	**-**

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

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

3) 검토의견

■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 조사 당시에 전면부 패널은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하고, 점검당시 전면부에 국부적으로 과도한 식생이 산재하고 있는 것으로 확인되어 시설물의 원활한 유지관리를 위한 정비가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

본 보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 옹벽의 시점에서 종점부로 설치되어 있으며, 상단(2단)의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다.

본 패널식 옹벽 상단부는 토공의 성토사면으로 이루어져 있으며, 성토부 상면에는 상주영천고속도로 본선이 시공되어 있는 상태이다.

2) 조사결과

■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 67.10】 주변영향인자 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-

구분	상태양호	
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
합계	**-**	**-**

현 황	· 배수시설 상태현황
원 인	· -
대 책	· -

현 황	· 배수시설 상태현황
원 인	· -
대 책	· -

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

3) 검토의견

■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으나, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 01에는 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, 주변영향인자"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 67.11】 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 01은 상주영천고속도로 본선 하부에 시공되어 있는 옹벽이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 사면붕괴 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 옹벽에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 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	이상없음	-	

전면부 상태현황	전면부 상태현황
전면부 상태현황	전면부 상태현황
주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황

67.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 67.12】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수・보강 방안
전면부	상태양호	-
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	상태양호	-
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 필요하고, 점검당시 전면부에 국부적으로 과도한 식생이 산재하고 있는 것으로 확인되어 시설물의 원활한 유지관리를 위한 정비가 필요할 것으로 사료된다. ■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 조사 당시에 전면부 패널은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하고, 점검당시 전면부에 국부적으로 과도한 식생이 산재하고 있는 것으로 확인되어 시설물의 원활한 유지관리를 위한 정비가 필요할 것으로 사료된다. ■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으나, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.	

【표 67.13】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	-	-	-	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

67.4. 콘크리트 재료시험 조사

67.4.1 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[안전점검·성능평가편](이하'세부지침')] 옹벽편에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

67.4.2 조사현황 및 위치도

가. 조사현황

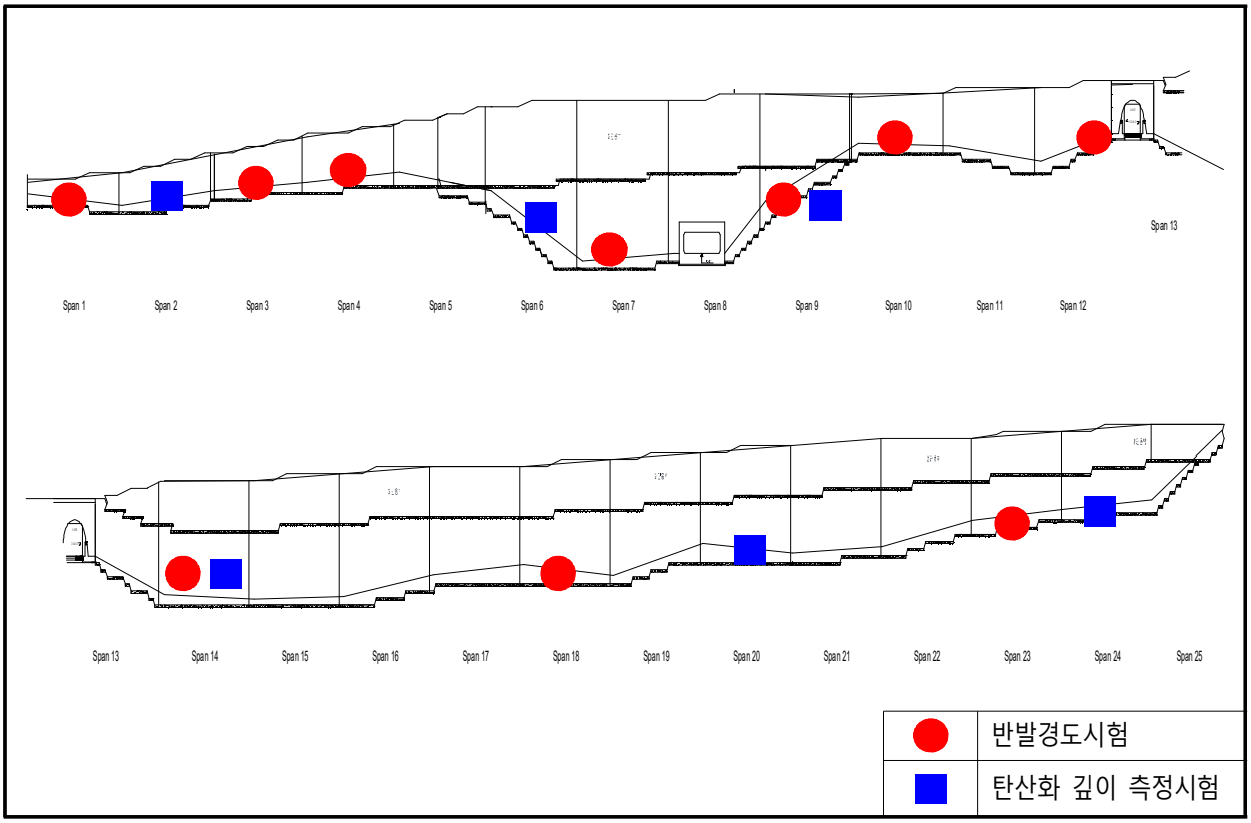
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 비교·검토할 수 있도록 하였으며, 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다. 본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 67.14】 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	10	10	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	6	6	

반발경도측정	탄산화 깊이측정

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 67.6】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

67.4.3 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.

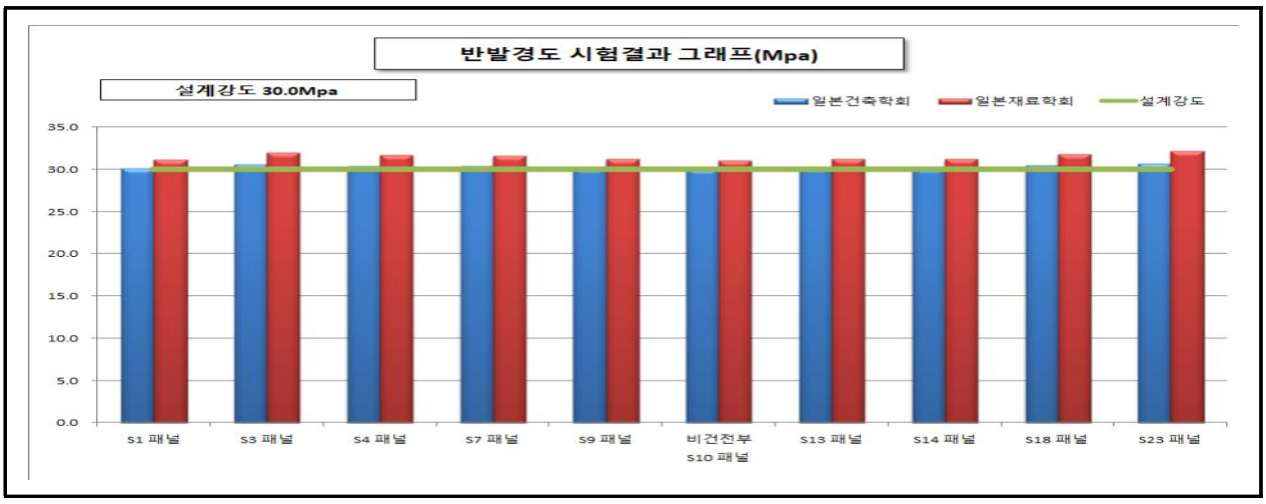
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상 설계도서에 패널의 강도가 나와 있지 않아, 인근 공구의 동일한 제품의 패널식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 67.15】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	S1	패널	53.2	31.2	**30.1**	0.63	30.0	건전부
	S3	패널	54.2	32.0	**30.6**			건전부
	S4	패널	53.9	31.7	**30.4**			건전부
	S7	패널	53.7	31.6	**30.4**			건전부
	S9	패널	53.2	31.2	**30.2**			건전부
	S10	패널	53.0	31.1	**30.1**			비건전부
	S13	패널	53.3	31.3	**30.2**			건전부
	S14	패널	53.2	31.2	**30.1**			건전부
	S18	패널	54.0	31.8	**30.5**			건전부
	S23	패널	54.4	32.1	**30.7**			건전부
평균			-	31.5	**30.3**	-	-	
표준편차			-	0.11	**0.06**	-	-	
변동계수			-	0.004	**0.002**	-	-	
최대값			-	32.1	**30.7**	-	-	
최소값			-	31.1	**30.1**	-	-	

【표 67.16】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
전면부 패널	30.1 ~ 30.7	30.0	30.3	100.3 ~ 102.3	



【그림 67.7】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 30.1~30.7㎫로 측정되었으며, 설계기준압축강도(30.0㎫)를 100%이상 상회하는 것으로 확인되었고, 건전부와 비건전부의 강도를 비교 및 검토한 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 97.4%이상으로 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 콘크리트의 내구성능은 양호한 상태인 것으로 판단되며, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.

다. 반발경도 시험 보고서

【표 67.17】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	**내 용**
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 12. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	패널식 옹벽 01
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 패널 : 30.0MPa
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	21.8℃, 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	

67.4.4 탄산화 깊이 측정

가. 시험결과

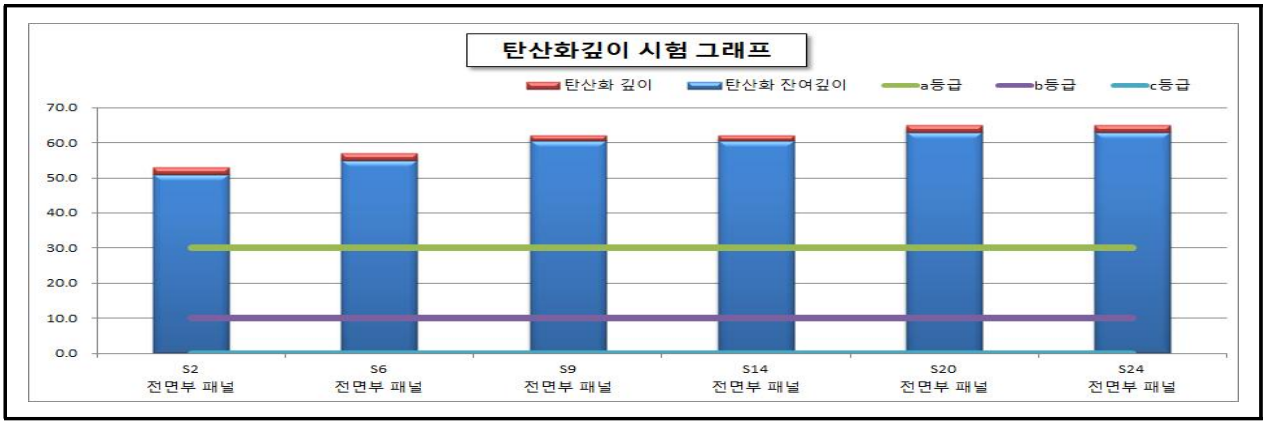
탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

【표 67.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S2 전면부 패널	2.0	53.0	51.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S6 전면부 패널	2.0	57.0	55.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S9 전면부 패널	1.5	62.0	60.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S14 전면부 패널	1.5	62.0	60.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S20 전면부 패널	2.0	65.0	63.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S24 전면부 패널	2.0	65.0	63.0	8	0.71	100년 이상	a등급	

【표 67.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
전면부 패널	1.5~2.0	51.0~63.0	



【그림 67.8】 탄산화 깊이 측정결과

- 금회 점검에서 탄산화시험은 총 6개소 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 67.20】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 - 패널 S6	
실측 피복두께(㎜)	53.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	51.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S6	
실측 피복두께(㎜)	57.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	55.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S9	
실측 피복두께(㎜)	62.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	60.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S14	
실측 피복두께(㎜)	62.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	60.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S20	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	63.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S24	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	63.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

다. 탄산화 시험 보고서

【표 67.21】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 12일
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

67.4.5 염화물 침투량 평가

염화물 침투량 시험 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다

67.4.6 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 67.22】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가등급)	
비파괴 강도 (MPa)	패널(전면부)	30.1 ~ 30.7	30	■설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	패널(전면부)	63.5~71.0	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			

67.4.7 측량

가. 개요

금회 2종 성능평가 대상시설물(패널식 옹벽 01)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 측정위치의 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 67.23】 금회 경사도 측정결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	90.00	0.00	-	-	-	-	-	-
2	S2	89.80	0.35	89.90	0.17	-0.10	0.17	a	배면
3	S3	89.90	0.17	-	-	-	-	-	-
4	S4	89.90	0.17	88.90	1.92	1.00	1.75	a	전면
5	S5	90.00	0.00	-	-	-	-	-	-
6	S6	90.00	0.00	89.20	1.40	0.80	1.40	a	전면
7	S7	89.90	0.17	-	-	-	-	-	-
8	S8	89.80	0.35	89.50	0.87	0.30	0.52	a	전면
9	S9	89.90	0.17	-	-	-	-	-	-

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

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
10	S10	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
11	S11	89.80	0.35	-	-	-	-	-	-
12	S12	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
13	S13	89.90	0.17	-	-	-	-	-	-
14	S14	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
15	S15	89.80	0.35	-	-	-	-	-	-
16	S16	89.80	0.35	89.90	0.17	-0.10	0.17	a	배면
17	S17	89.70	0.52	-	-	-	-	-	-
18	S18	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
19	S19	89.80	0.35	-	-	-	-	-	-
20	S20	89.80	0.35	89.90	0.17	-0.10	0.17	a	배면
21	S21	90.00	0.00	-	-	-	-	-	-
22	S22	89.80	0.35	89.90	0.17	-0.10	0.17	a	배면
23	S23	89.70	0.52	-	-	-	-	-	-
24	S24	90.00	0.00	89.90	0.17	0.10	0.17	a	전면
25	S25	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-

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

【표 67.24】 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	90.00	0.00	89.90	0.17	0.10	0.17	a	전면
2	S2	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
3	S3	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면
4	S4	89.90	0.17	89.70	0.52	0.20	0.35	a	전면
5	S5	90.00	0.00	89.80	0.35	0.20	0.35	a	전면
6	S6	90.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	a	-
7	S7	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
8	S8	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
9	S9	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면
10	S10	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
11	S11	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
12	S12	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
13	S13	89.90	0.17	89.80	0.35	0.10	0.17	a	전면
14	S14	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	-
15	S15	89.80	0.35	89.90	0.17	-0.10	0.17	a	배면
16	S16	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
17	S17	89.70	0.52	89.70	0.52	0.00	0.00	a	-
18	S18	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면
19	S19	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
20	S20	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	-
21	S21	90.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	a	-
22	S22	89.80	0.35	90.00	0.00	-0.20	0.35	a	배면
23	S23	89.70	0.52	89.70	0.52	0.00	0.00	a	-
24	S24	90.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	a	-
25	S25	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면

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

다. 선형 및 수준 측량결과

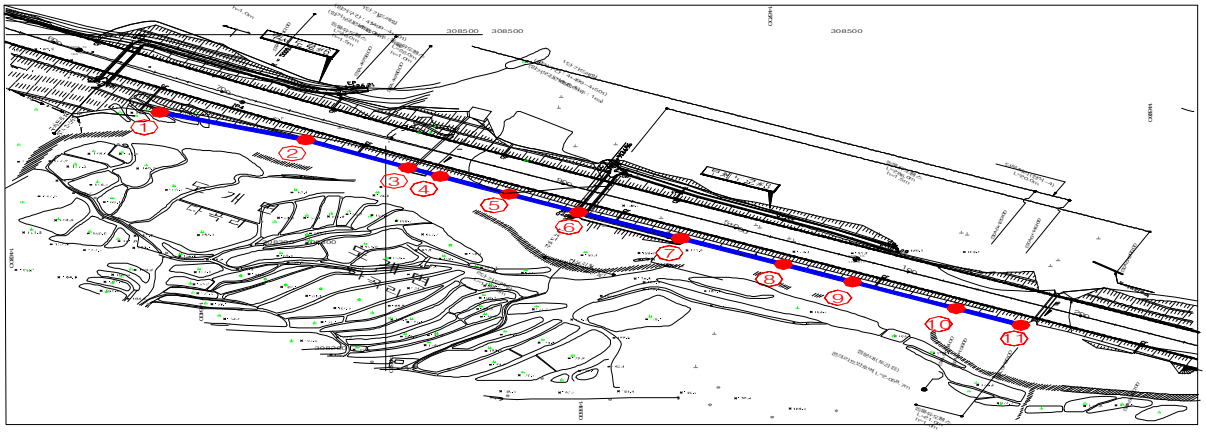
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형 측량을 금회 선형측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 67.25】 수준측량(수직변위) 결과

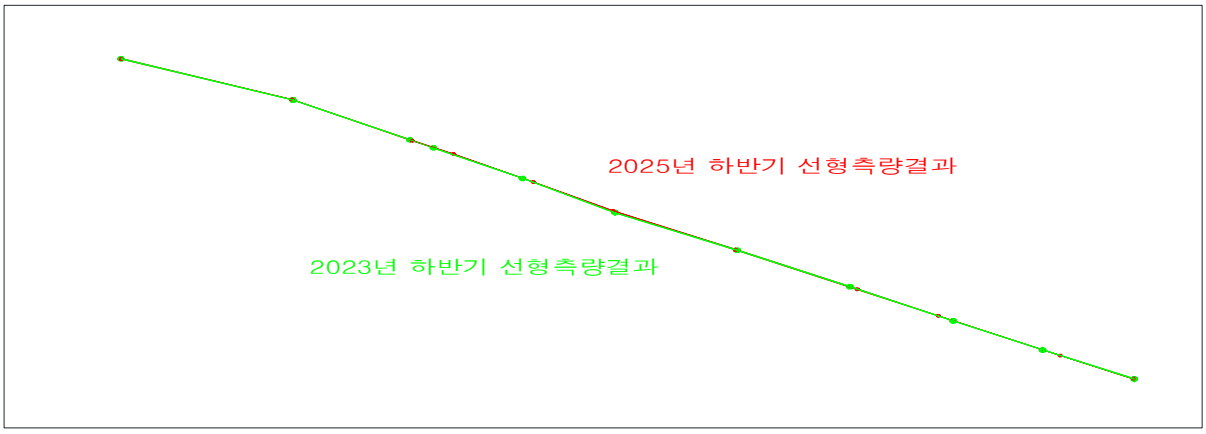
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 2종 성능평가		
S1(20m) 1단	165.50	-	-	식생
S2(40m) 1단	167.81	-	-	식생
S3(60m) 1단	170.12	-	-	식생
S4(80m) 1단	171.66	-	-	식생
S5(100m) 2단	173.20	-	-	식생
S6(120m) 2단	173.97	-	-	식생
S7(140m) 2단	173.97	173.86	-0.11	수로암거(좌)
S8(160m) 2단	174.74	174.59	-0.15	
S9(180m) 1단	174.74	-	-	식생
S10(200m) 1단	175.51	-	-	식생
S11(220m) 1단	175.51	-	-	식생
S12(240m) 2단	-	-	-	통로암거(식생)
S13(260m) 2단	178.20	178.17	-0.03	
S14(280m) 2단	178.20	178.15	-0.05	
S15(300m) 2단	178.97	178.90	-0.07	
S16(320m) 2단	178.74	178.79	0.05	
S17(340m) 2단	178.74	178.65	-0.09	
S18(360m) 2단	180.51	180.38	0.13	
S19(380m) 2단	181.28	181.10	-0.18	
S20(400m) 2단	182.05	182.00	-0.05	
S21(420m) 2단	182.82	-	-	식생
S22(440m) 2단	182.82	-	-	식생
S23(460m) 2단	183.59	-	-	식생
S24(480m) 2단	184.36	-	-	식생
S25(495m) 2단	184.36	-	-	식생

【표 67.26】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
(1)	408740.070	146435.126	
(2)	408714.540	146511.059	
(3)	408688.346	146565.053	
(4)	408680.057	146583.271	
(5)	408662.320	146619.135	
(6)	408644.121	146654.786	
(7)	408619.492	146709.500	
(8)	408594.495	146764.045	
(9)	408577.587	146800.296	
(10)	408552.603	146854.847	
(11)	408537.936	146887.498	



[선형측량 결과]



[선형측량 결과 비교]

【그림 67.9】 선형측량 결과 및 비교

67.5. 안전성능 평가

67.5.1 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 67.27】 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 67.28】 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 67.29】 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	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
									상태평가 결과					A	

67.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00으로서 평가결과는 "A"로 산정되었다.

67.5.3 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.

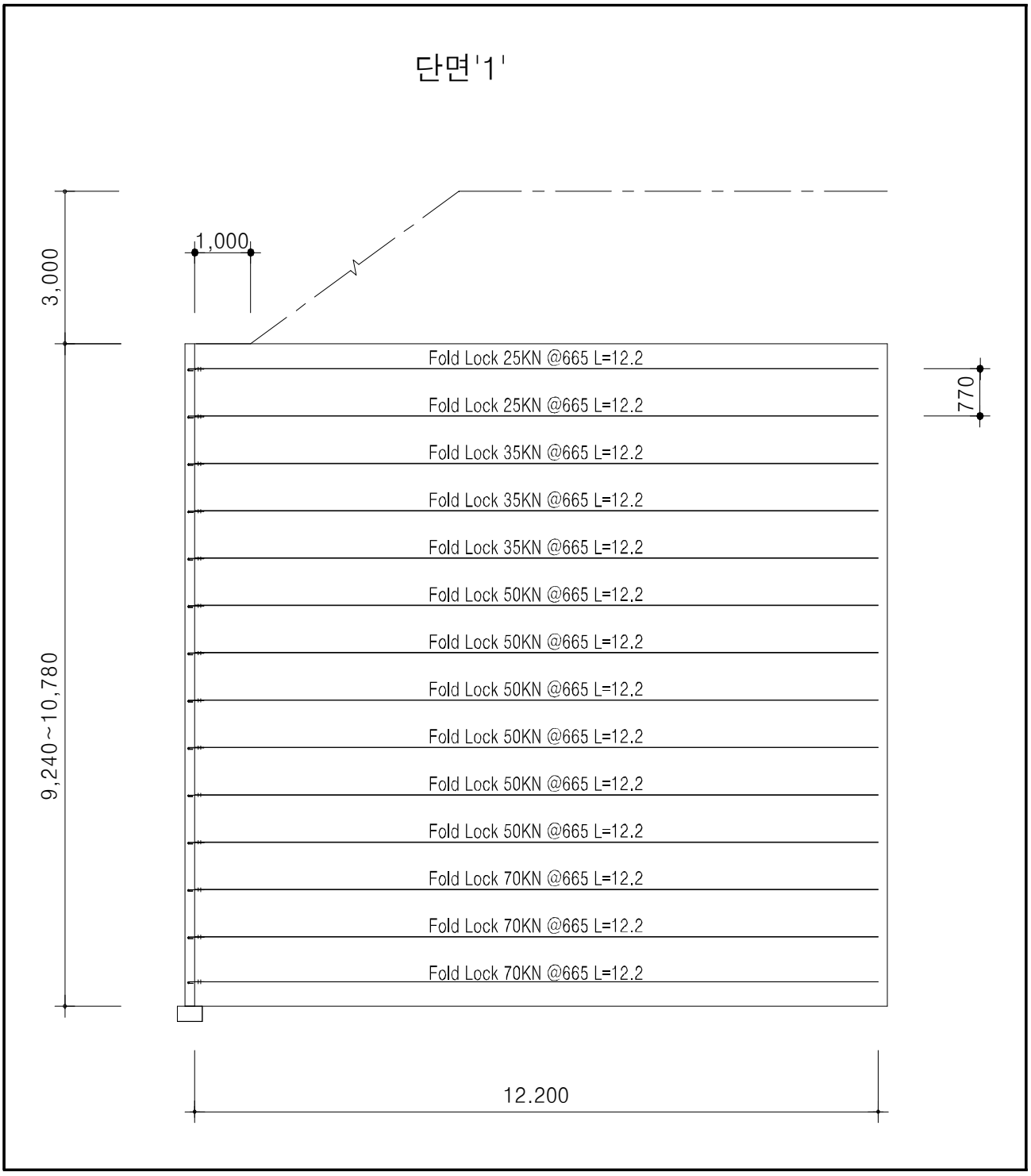
기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손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

67.5.4 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였다.

나. 검토단면도



【그림 67.10】 검토단면도

다. 설계조건

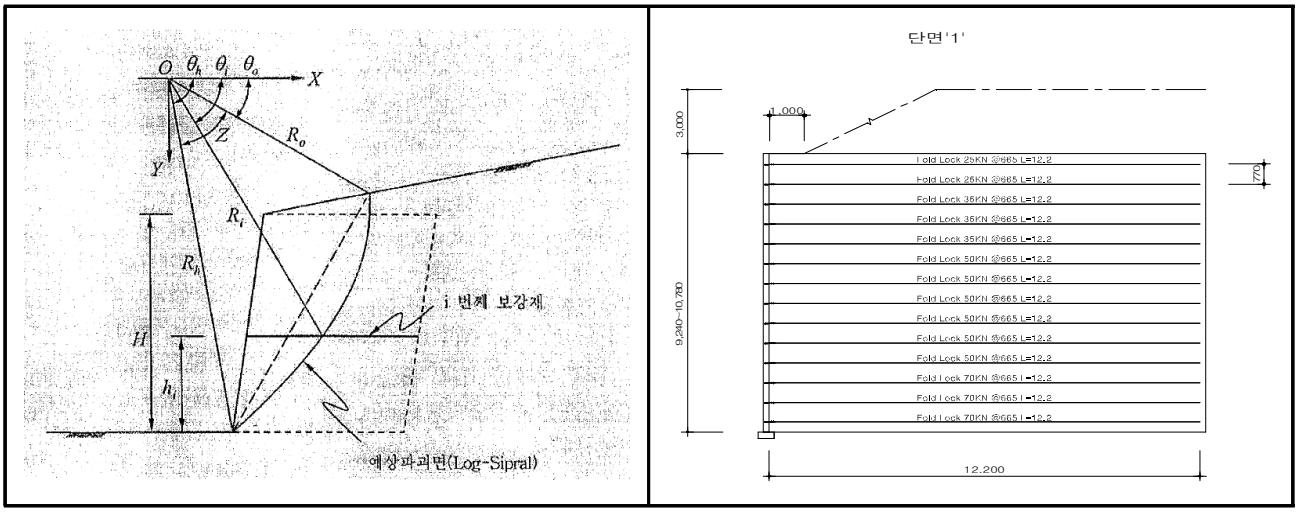
1) 토질정수

【표 67.30】 적용 토질정수

구분	단위중량 Υ_t (kN/m^3)	내부마찰각 Φ (deg)	점착력 C (kPa)	비 고
보강토 구간	1.90	30	0	
일 반 구 간	1.90	25	0	
기 초 지 반	1.75	30	1	

라. 외적안정성

1) 토압작용 모식도



<그림 1-5> 토압작용 모식도

2) 하중조건

가) 상재하중(활하중) : 1.50 tf/㎡ (15.0 kPa)

성토 높이와 구조물의 하중을 고려하여 검토하였다.

3) 토압계수

- 토압계수 = 0.296

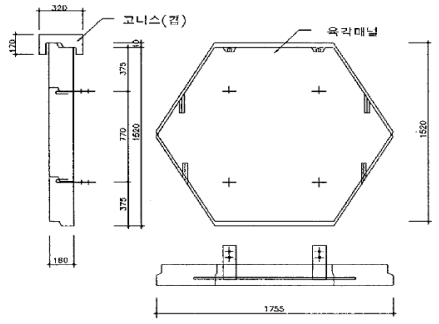
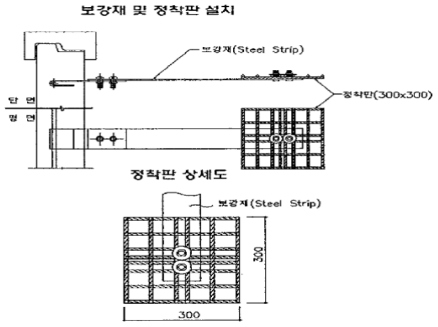
4) 설계 내구 년수

* 영구 구조물 : 100년

5) 사용재료 규격

- 폭(B) = 1,755㎜ - 높이(H) = 1,520㎜

【표 67.31】 패널 및 보강재 제원

구 분	육각 P/C 패널	보강재(Steel Strip)
전면판 제원		

마. 안정해석 결과

【표 67.32】 안정해석 결과표

구 분	외 적 안 정			내 적 안 정	
	지지력	활동	전도	보강재 파단	보강재 인발파괴
설계 안전률	2.50	1.50	2.00	1.50	2.00
계산치 안전율	3.66	1.85	3.24	1.83	6.39
검토결과	OK	OK	OK	OK	OK

다. 구조안전성능 평가 결과

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

【표 67.33】 구조안전성능 평가 결과

평가항목구분			안전율	평가결과	비 고
외적 안전성 평가	활동	상시	1.85	a	1.5이상
	전도		3.24	a	2.0이상
	지지력	상시	3.66	a	3.0이상
내적 안전성 평가	보강재 파단		1.83	a	1.0이상
	보강재 인발		6.39	a	1.0이상
구조안전성능 평가 결과	• 구조안전성능 평가 등급 = a • 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14				

67.5.5 상안전성능 평가결과

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

【표 67.34】 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 01		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.00	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ **안전성능평가 결과 : A등급**		

【표 67.35】 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

67.6. 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.

67.6.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

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

【표 67.36】 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	시험 기준수량	금회 실행수량	비 고
보강토 옹벽	열화진전 평가	피복(표면부) 콘크리트 품질	o	10 EA	10 EA	
		탄산화 깊이	o	6 EA	6 EA	
		염화물 침투량	o	6 EA	6 EA	
	열화환경 평가	염해환경	o	-	-	
		동해환경	o	-	-	

가. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

(1) 염화물 침투량 시험결과

【표 67.37】 염화물 침투량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 침투량 (kg/㎥)			평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	
염화물 침투량	패널	전면부 S2	0.131	0.097	0.095	a
		전면부 S6	0.079	0.059	0.050	a
		전면부 S9	0.102	0.079	0.054	a
		전면부 S14	0.086	0.079	0.072	a
		전면부 S20	0.075	0.072	0.072	a
		전면부 S24	0.091	0.082	0.075	a

【표 67.38】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)		
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜
염화물 확산계수	패널	전면부 S2	-	-	0.453
		전면부 S6	-	-	0.344
		전면부 S9	-	-	0.356
		전면부 S14	-	-	0.400
		전면부 S20	-	-	0.400
		전면부 S24	-	-	0.406

【표 67.39】 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 S6	30년 초과	a
		전면부 S9	30년 초과	a
		전면부 S14	30년 초과	a
		전면부 S20	30년 초과	a
		전면부 S24	30년 초과	a

【표 67.40】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 침투량 평가 결과	철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(㎏/㎥)가 되는 시점	염화물 침투량 최종 평가 등급
패널	전면부 S2	a	a	a
	전면부 S6	a	a	a
	전면부 S9	a	a	a
	전면부 S14	a	a	a
	전면부 S20	a	a	a
	전면부 S24	a	a	a

(2) 염화물 침투량 시험 보고서

【표 67.41】 염화물 침투량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2025년 09월 12일	
	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			

2) 탄산화 깊이

【표 67.42】 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 전면부 패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S6 전면부 패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S9 전면부 패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S14 전면부 패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S20 전면부 패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S24 전면부 패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 67.43】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명			설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	전면부	S1	패널	100.4	-	a	0.10	a
		S3	패널	102.0	-	a		
		S4	패널	101.5	-	a		
		S7	패널	101.2	-	a		
		S9	패널	100.5	-	a		
		S10	패널	-	97.4	a		
		S13	패널	100.6	-	a		
		S14	패널	100.4	-	a		
		S18	패널	101.6	-	a		
		S23	패널	102.2		a		

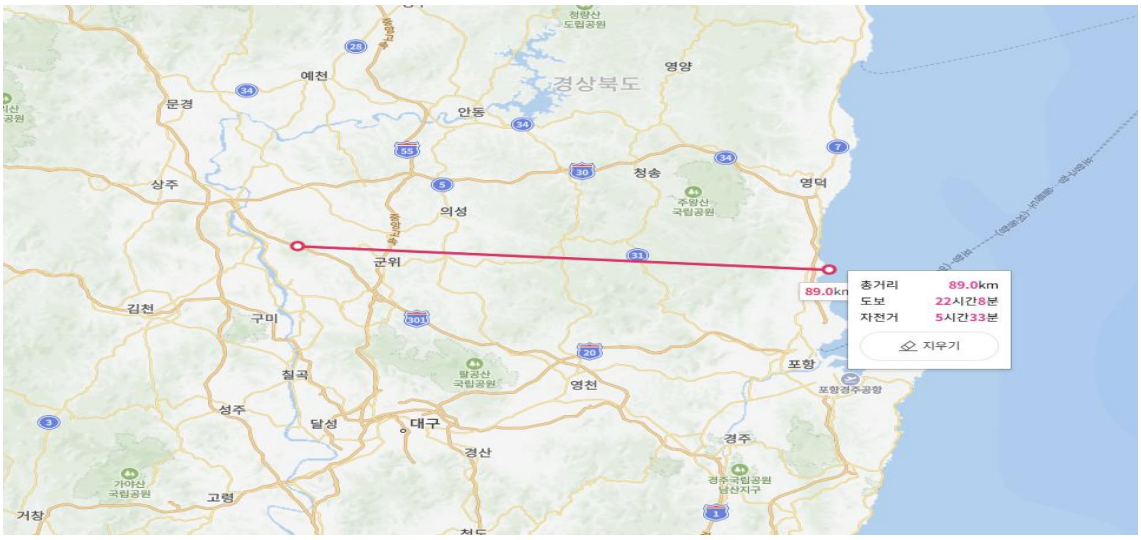
나. 열화환경평가

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 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치하며, 동해안으로부터 약 89.0km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 67.11】 위치도

【표 67.44】 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 최심신적설자료 중 2015년부터 2025년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 10.1일로 확인되었고, 평가등급은 B등급으로 분석되었다.

【표 67.45】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 구미시 도개면 다곡리				
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			10.1일

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 구미 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 54.4회로써 동결융해 환경은 "B"등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 5.3회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 67.46】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 구미시 도개면 다곡리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	51일	2019.11~2020.3	34일	2022.11~2023.3	63일
2016.11~2017.3	59일	2020.11~2021.3	49일	2023.11~2024.3	44일
2017.11~2018.3	62일	2021.11~2022.3	65일	2024.11~2025.3	63일
2018.11~2019.3	54일	동결융해 횟수 (수분접촉)			55.4회

【표 67.47】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 구미시 도개면 다곡리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	5일	2019.11~2020.3	1일	2022.11~2023.3	5일
2016.11~2017.3	9일	2020.11~2021.3	6일	2023.11~2024.3	6일
2017.11~2018.3	6일	2021.11~2022.3	2일	2024.11~2025.3	6일
2018.11~2019.3	7일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			5.3회

67.6.2 콘크리트 내구성능 평가결과

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

【표 67.48】 옹벽의 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 67.49】 열화환경지표의 평가결과

열화환경지표		평가결과	평가등급
제설제 염해환경		10.1회	B
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	89.0Km	A
동해환경		55.4회	C

67.6.3 강재 내구성능 평가

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

67.6.4 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 67.50】 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		

67.7. 종합평가

67.7.1 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 67.12】 종합평가 흐름도

67.7.2 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 67.51】 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 67.52】 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 01			
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 67.53】 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

67.8. 유지관리 전략 제안

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

67.8.1 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.

67.8.2 성능목표 등급 산정

【표 67.54】 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 67.55】 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 67.56】 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 67.57】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량		평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉	55.4일	A	C
	지속적인 수분접촉 없음	5.3일	C	
강설일수	10.1일		A	

【표 67.58】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가옹벽	평가등급
지진구역계수	대구	A
공용연수	약 8년	E

【표 67.59】 성능목표 등급 산정표

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경		지진 구역계수 (4)	공용 연수 (5)
		동해환경 (2)	강설일수 (3)		
평가등급	B	A	A	A	E
평가점수	0.23	0.08	0.08	0.08	0.88
가중치	0.8	0.1		0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.08+0.08}/2]×0.1 + 0.08×0.08 + 0.88×0.02 = **0.216(상B)**				

67.8.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과

· 상태안전성능 평가결과
→ A등급(0.00)
· 구조안전성능 평가결과
→ A등급(0.14)

내구성능평가 결과

· 내구성능 평가결과
→ A등급(0.08)

종합평가	A등급(0.128)
성능목표	B등급(0.15≤X < 0.23)
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.

67.8.4 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 67.60】 보수.보강 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

개략공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	0	0	0
	재경비 (순공사비의 50%)	0	0	0
	합계	0	0	0
개략공사비 총계(천원)		**0**		

※ 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 67.61】 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		
-	-	-	-	-	상태양호	-	안전 성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.00480	7
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	10
-	-	-	-	-	계획선형 오차	-	안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	10
-	-	-	-	-	활동	-	안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	5
-	-	-	-	-	전면부 진행성 배부름	-	안전 성능	a	0.19	1.00	0.80	0.05	0.00769	4
-	-	-	-	-	유실	-	안전 성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.00462	8
-	-	-	-	-	이격	-	안전 성능	a	0.08	1.00	0.80	0.05	0.00308	9
-	-	-	-	-	세굴	-	안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	5
-	-	-	-	-	배수시설	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	11
-	-	-	-	-	사면구배	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	11
-	-	-	-	-	낙석흔적	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	11
-	-	-	-	-	침출수	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	11
-	-	-	-	-	내적 안전성	구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.80	0.05	0.04000	1

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		
-	-	-	-	-	저면활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	원호활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	전도	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	지지력	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.11	0.00508	6
-	-	-	-	-	염화물	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	6
-	-	-	-	-	탄산화	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	6
-	-	-	-	-	피복콘크리트의 품질	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	6

67.9. 종합결론

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 다곡리(상주영천고속도로 20.694~21.190km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 496.0m, 지면노출높이 19.0m의 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.

67.9.1 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 01			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				

67.9.2 종합결론

- 패널식 옹벽 01은 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.

67.9.3 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 2종 성능평가 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

67.9.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 옹벽의 전면부, 상부성토부, 배수시설에서 특별한 관리가 요구되는 사항은 조사되지 않았다.

67.9.5 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.