

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2024.10.6.875

JCCT 2024-11-107

# 보강토 옹벽 보강재의 설계기준 적정성 평가에 대한 사례 연구

## Case Study on Adequacy Evaluation of Design Standards for Reinforced Soil Retaining Wall Reinforcement

신종현\*, 손영현\*\*, 홍성욱\*\*\*, 채원규\*\*\*\*, 이명구\*\*\*\*\*

Jong Hyun Shin\*, Young Hyun Son\*\*, Won Kyu Chai\*\*\*\*, Myeong Gu Lee\*\*\*\*\*

**요약** 본 연구에서는 보강토 옹벽 보강재의 설계 및 시공에 대한 설계기준에 대하여 알아보고, 기 시공된 보강토 옹벽 보강재의 설치 여부, 설치 위치에 대한 설계기준 적정성 평가 및 보강토 옹벽 상부에 구조물이 설치될 경우에 대한 최상단 2개 보강재의 수평력에 대한 설계기준 적정성 평가를 수행하였으며, 이들 결과들을 고찰함으로써 차후 수행되는 보강토 옹벽 보강재의 설계, 시공 및 유지관리 업무에 활용자료를 제공하고자 한다.

**주요어** : 보강토 옹벽, 보강재, 설계적정성, 수평변위, 상태평가

**Abstract** In this study, we investigate the design standards for the design and construction of reinforced soil retaining wall reinforcement, evaluate the adequacy of design standards for the installation location and installation of already constructed reinforced soil retaining wall reinforcement, and determine the top 2 for the case where the structure is installed on the upper part of the reinforced soil retaining wall. We conducted an evaluation of the adequacy of design standards for the horizontal force of reinforcing materials, and by considering these results, we aim to provide useful data for the design, construction, and maintenance work of reinforced soil retaining wall reinforcements to be performed in the future.

**Key words** : Reinforced soil retaining wall, Reinforcement, Safety evaluation

### 1. 서 론

최근 집중호우 등의 자연재해와 배수시설 미흡, 보강토 뒤채움 흙의 부실시공, 보강재의 설계기준 미적용 등으로 인해서 보강토 옹벽의 붕괴사고가 종종 발

생하고 있다. 보강토 옹벽은 보강재와 흙의 마찰력에 의해 수평력을 지지하는 구조로, 보강토 옹벽 보강재의 설계 및 시공에 설계기준의 적정성에 각별한 주의가 필요하다. 최근 발생된 보강토 옹벽의 붕괴 사고 중 보강재 부실이 사고원인으로 지적된 보강토 옹벽 붕괴사고는 다음과 같다.

\*정회원, 을지대학교 보건환경안전학과 박사과정(제1저자)

\*\*정회원, 에스알기술(주) 대표 (참여자자)

\*\*\*정회원, 한림성심대학교 건설도시과 교수 (참여자자)

\*\*\*\*정회원, 신구대학교 스마트건설정보과 퇴직교수 (참여자자)

\*\*\*\*\*정회원, 을지대학교 안전공학전공 교수 (교신저자)

접수일: 2024년 9월 30일, 수정완료일: 2024년 10월 30일

게재확정일: 2024년 11월 10일

Received: September 30, 2024 / Revised: October 30, 2024

Accepted: November 10, 2024

\*\*\*\*Corresponding Author: lmg@eulji.ac.kr

Dept. of Environment Health and Safety, Eulji Univ, Korea

2020년 5월 16일 발생한 김해시 나전일반산업단지 보강토옹벽(높이 10.5m, 길이 120m) 붕괴사고는 붕괴 전 약 40.9mm의 강우에 따른 침투수의 영향으로 옹벽 뒤채움부 토사층이 연약화되면서 보강재와 흙 사이의 마찰저항력이 감소된 것이 직접적인 원인이라고 밝혔다.[1]

2020년 12월 준공된 광주학생해양수련원의 본관과 강당건물 사이 뒤편 옹벽(높이 5m, 길이 5~8m) 3개소에서 집중호우로 인해서 20여m 정도 경사면 토사가 무너져 내린 사고가 발생하였다.[2]

이에 본 연구에서는 보강토 옹벽 보강재에 대한 설계기준, 시공 및 유지관리 지침의 적정성에 대해서 조사하고, 사고가 발생한 보강토 옹벽에 대한 외관조사, 수평변위조사, 지반조사 등을 수행하였다. 이들 결과를 토대로 시공상태 조사에서 굴착 시공으로 보강토 옹벽 보강재의 배치상태를 조사하고, 대상 보강토 옹벽 보강재의 설계 및 시공 결과를 설계기준과 비교 검토함으로써 보강토 옹벽 보강재의 설계기준의 적정성을 평가하였다.

## II. 보강토 옹벽 보강재에 대한 설계기준

국가건설기준 KDS 11 80 10:2021(보강토옹벽 설계기준)에서 제시하고 있는 보강토 옹벽 보강재에 대한 주요 설계 일반사항은 다음과 같다.[3]

(1) 보강재의 길이는 전면벽체 기초부터 벽체높이의 0.7배 이상이어야 하며 최소 2.5 m보다 길어야 한다. 실제 보강재 길이는 상재하중과 외력, 보강재와 뒤채움과의 마찰저항력을 고려하여 최종적으로 결정한다.

(2) 두 벽체의 교차각이 70° 이하인 우각부 및 곡선부의 설계는 되도록 피해야 한다.

(3) 보강재의 설치길이는 전체높이에 걸쳐 동일하게 하며, 특별한 하중조건이나 목적을 위해서 상부나 하부의 보강재 길이를 길거나 짧게 할 수 있다.

(4) 보강재의 수직설치간격은 0.8m를 초과하지 않도록 하고, 최상단 보강재의 설치위치는 전면벽 최상부 표면에서 0.5m 이내로 한다.

(5) 저항영역 내로 설치되는 보강재의 길이는 최소 1.0m 이상이 되어야 한다.

또한 건설공사 보강토 옹벽 설계·시공 및 유지관

리 잠정지침에서 보강토 옹벽 상부 및 보강토체 내의 구조물 설치에 대한 보강토 옹벽 보강재의 설계기준을 다음과 같이 정하고 있다.[4]

(1) 보강토 옹벽 상부에 방호벽이나 방음벽 기초로서 L형 옹벽 등이 설치될 경우에는 보강토 옹벽에 차량의 활하중, 성토하중, L형 옹벽 배면에 작용하는 토압에 의한 수평력, L형 옹벽의 편심에 의한 수직력 등이 추가로 작용하게 되므로, 설계시 이를 고려해야 한다.

(2) 보강토 옹벽 상부에 방호벽, 방음벽 등이 설치되는 경우에는 차량 충돌시의 하중을 고려하여, 설계시 상부 2개열의 보강재에 29kN/m의 수평력을 부가시킨다. 부가된 총 수평력의 2/3(19.3 kN/m)는 최상단 보강재가 부담하고, 나머지 1/3(9.7 kN/m)은 두 번째 단의 보강재가 부담한다. 한편, 차량의 충돌하중은 일시적으로 작용하기 때문에, 토목섬유를 보강재로 사용한 경우에는 충돌하중 고려시 보강재의 장기설계인장강도 산정에서 크리프 감소계수를 제외한다. 따라서 토목섬유 보강재를 사용한 경우에는, (설계시 산정된 최상단 및 두 번째 단 보강재의 유발인장력 + 차량 충돌로 인해 부가된 수평력)과 (크리프 감소계수를 제외한 장기설계인장강도)를 비교하여 설계의 적정성을 평가한다.

(3) 보강토 옹벽 상부에 가드레일, 방음벽 등의 지주(flexible post, beam barriers)를 설치할 필요가 있을 경우, 이 지주는 보강토 옹벽의 전면에서 1m 이상 떨어진 위치에 설치한다. 또한 가급적 보강재에 손상이 가지 않도록 하여야 하며, 지주 설치로 인해 보강재에 손상이 있을 경우 보강재의 파단안정 검토시 이를 고려한다. 한편, 설계시 상부 2개열의 보강재에는 총 4.4kN/m의 수평력을 부가시킨다. 부가된 총 수평력의 2/3(2.9kN/m)는 최상단 보강재가 부담하고, 나머지 1/3(1.5kN/m)은 두 번째 단의 보강재가 부담한다. 따라서 (설계시 산정된 최상단 및 두 번째 단 보강재의 유발인장력 + 부가된 수평력)과 장기설계인장강도를 비교하여 설계의 적정성을 평가한다.

한편, 고속도로 설계공사 보강토 옹벽 설계기준에서 제시하고 있는 보강토 옹벽 보강재의 적용기준은 다음과 같다.[5]

(1) 보강재의 길이는 전면판 기초부터 벽체높이의 0.7배보다 길어야 하며, 실제 보강재 길이는 상재하중과 외력, 보강재와 뒤채움과의 마찰저항력을 고려하여 최종적으로 결정한다.

(2) 보강재의 설치길이는 전체높이에 걸쳐 동일하게 하며, 특별한 하중조건이나 목적을 위해서 상부나 하부의 보강재 길이를 길거나 짧게 할 수 있다.

(3) 보강재의 수직설치간격은 1.0m를 초과하지 않도록 하고, 저항영역내로 설치되는 보강재의 길이는 최소 1.0m 이상이 되어야 한다.

(4) 블록식 보강토 옹벽부에 성토부 시설이 있는 경우는 보강토 옹벽 보강재를 기초에 저촉되지 않도록 하향 조정해야 한다.

### III. 현장조사

#### 1. 현황

대상 보강토 옹벽의 형식은 블록식 보강토 옹벽이며, 연장은 약 120m(Sta. 0.0~120.0m), 지면 노출 높이는 0.8~3.4m이다. 대상 보강토 옹벽의 측면 전경은 그림 1. 대상 보강토 옹벽의 보강재 표준단면도는 그림 2와 같다.



그림 1. 보강토 옹벽의 측면 전경  
 Figure 1. Side view of the target reinforced earth retaining wall

#### 2. 현장조사

본 연구에서는 대상 보강토 옹벽 보강재의 설계기준 적정성 평가에 대한 기초자료 수집을 위해서 대상 보강토 옹벽에 대한 현장조사를 실시하였으며, 대상 구조물의 재료조사, 외관조사, 수평변위 측정, 지반조사, 보강토 블록의 압축강도 추정을 수행하였다.

대상 보강토 옹벽에 대한 재료조사 결과, 시공된 보강토 블록, 기초 콘크리트의 주요 재료는 설계도면과

일치하였다.

대상 보강토 옹벽에 대한 외관조사 결과, Sta. 30.0m 지점의 옹벽 전면부에 균열폭 0.3mm 이상의 수직균열, 보강토 블록 일부 파손, 뒤채움부 슬래그 포설 노상표면의 인장균열이 조사되었다.

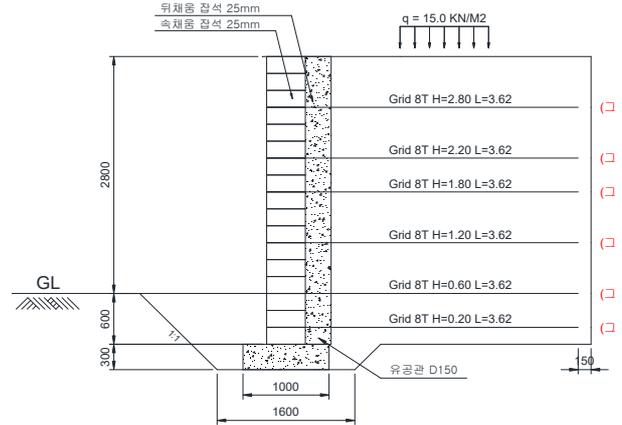


그림 2. 보강토 옹벽 보강재 표준단면도  
 Figure 2. Standard cross section of reinforcement of target structure.

한편 보강토 옹벽 보강재에 의해 많은 영향을 받는 수평변위를 조사하기 위해서 Sta. 0.0m에서 Sta. 120.0m까지 5m 간격으로 수평변위를 측정하였다.

수평변위 측정결과, Sta. 19.0m~38.5m 지점에서 시설물 안전 및 유지관리실시 세부지침 옹벽편의 상태평가 기준에 의하면 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가기준(보강토 옹벽)의 최대기울기의 범위가 3%이상~4%미만인 평가기준 d등급과 최대기울기의 범위가 4%이상인 e등급 수준의 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태로 평가되었다.[6] 대상 보강토 옹벽의 수평변위 측정결과는 그림 3과 같으며, 수평변위에 대한 상태평가 결과는 표 1과 같다.

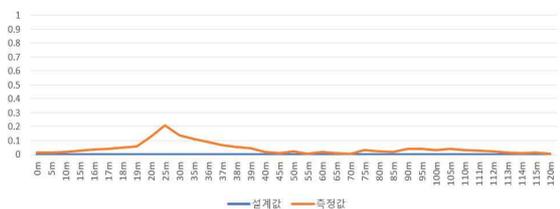


그림 3. 수평변위 측정결과  
 Figure 3. Horizontal displacement measurement results

표 1. 수평 변위에 대한 상태평가 결과

Table 1. Condition Evaluation Results for Horizontal Displacement

측정 위치	기울기	수평변위(%)	상태평가
Sta. 19.0m	87.11°	3.2	d
Sta. 20.0m	86.65°	3.9	d
Sta. 25.0m	82.55°	9.0	e
Sta. 30.0m	78.05°	15.3	e
Sta. 35.0m	82.20°	9.5	e
Sta. 36.0m	85.53°	7.2	e
Sta. 37.0m	84.86°	5.7	e
Sta. 38.0m	86.21°	4.2	e
Sta. 38.5m	86.88°	3.5	d

한편 대상 보강토 옹벽에 대한 지반조사를 위해 Sta. 55.0m 지점에서 채취한 시료에 대한 들밀도시험, 기본 물성시험, 직접 전단시험을 실시하였다.

지반조사 시험 결과, 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험(KS F 2311) 기준 95%를 하회하는 94%로 추정되었으며, 모래치환법에 의한 흙의 밀도시험을 제외한 기본 물성시험, 전단시험은 뒷채움재 역할로서 적정한 수준인 것으로 시험 측정되었다.

보강토 옹벽에 대한 반발경도 시험결과, 설계기준강도 대비 80~92%로 설계기준강도 대비 하회하는 것으로 추정되었으며, 측정 부위 및 부재에 육안상 심각한 강도 저하 현상은 없는 상태 조사되었다.

### 3. 보강재 배치상태 조사

본 연구에서는 앞의 외관조사 결과에서 균열폭 0.3mm 이상의 수직균열이 발생한 Sta. 30.0m 지점과 수평변위 조사결과에서 수평 변위의 상태평가가 d, e 등급으로 나타난 Sta. 19.0m~38.5m 지점에 대하여 보강재의 시공상태를 조사하기 위해서 Sta. 15.0m, Sta. 27.0m, Sta. 32.0m 지점에서 보강토 옹벽 보강재 배치상태 조사를 위해 굴착 시공을 실시하였다.

보강토 옹벽 보강재 배치상태 조사결과, Sta. 15.0m, Sta. 27.0m, Sta. 32.0m 지점에서 뒷채움재 속 그리드 보강재 6단 중 하부를 기준으로 No.1, No.2 그리드 보강재만 시공된 것으로 확인되었으며, 나머지 No.3~No.6 보강재는 미시공된 것으로 조사되었으며, 보강재가 미시공된 구간에서는 보강토 블록 상단고 기준 약 1.0m 굴착 후에도 보강재가 확인되지 않았다. 보강재 미시공 지점의 보강재 굴착확인은 그림 4, 그림 5와 같다.



그림 4. 굴착확인에 의한 보강재 미시공(Sta. 15.0m)  
Figure 4. Non-construction of reinforcement by confirmation of excavation(Sta. 15.0m)



그림 5. 굴착확인에 의한 보강재 미시공(Sta. 27.0m)  
Figure 5. Non-construction of reinforcement by confirmation of excavation(Sta. 27.0m)

## IV. 보강재 설계기준 적정성 평가

### 1. 보강재 설치 설계기준 적정성 평가

현장굴착에 따른 보강토 옹벽 보강재 배치상태 조사결과, Sta. 15.0m, Sta. 27.0, Sta. 32.0m 지점에서 보강재 6단 중 하부를 기준으로 No.1, No.2 강재만 시공되고, No.3~No.6 보강재는 미시공되어 설계기준에 미치지 못한 것을 알 수 있었다.

이는 외관조사결과 Sta. 30.0m 지점의 옹벽 전면부에 균열폭이 0.3mm 이상인 수직균열이 발생하고 보강토 블록 일부가 파손된 부분과 일치하였으며, 시설물 안전 및 유지관리 실시 세부지침 옹벽편의 상태평가 기준에 따른 보강토 옹벽 수평변위 측정결과, Sta. 19.0m~38.5m 지점에서 d~e 등급 수준의 경사 정도가 측정되었다.

따라서 보강토 옹벽 보강재의 설치에 대한 설계기

준 적정성 평가를 위해서는 외관조사 결과와 수평면위 조사에 의한 상태평가 결과가 기본자료로 사용되면 유용할 것으로 사료된다.

이와 같은 보강재 일부 미시공 구간의 보강재 시공 상태를 표준단면도에 나타내면 그림 6과 같다.

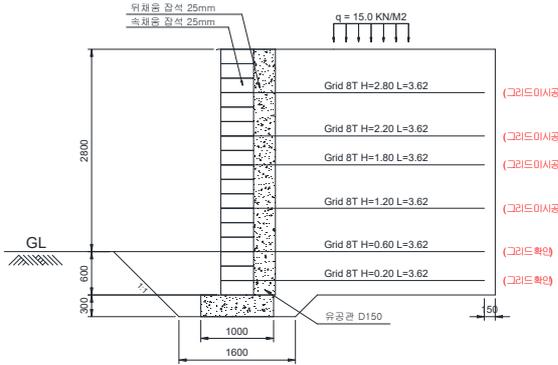


그림 6. 보강재 일부 미시공 구간의 보강재 시공 상태((Sta. 0.0m-40.0m)  
 Figure 6. Reinforcement construction status in some unconstructed sections((Sta. 0.0m-40.0m)

## 2. 보강재 설치위치에 대한 설계기준 적정성 평가

현장 굴착조사에서 보강재 배치가 확인된 구간에서 보강재 배치 조사결과, 최상단 보강재 위치가 그림 7과 같이 보강토 블럭 상단고에서 깊이 60cm에 위치하고 있음을 확인하였다.



그림 7. 최상단 보강재 위치  
 Figure 7. The location of top reinforcement

최상단 보강재 위치가 깊이 60cm에 배치된 것에 대해 보강토 옹벽의 설계와 관련된 지침 및 기준을 적용할 경우, “국가설계기준 KDS 11 80 11 보강토옹벽,

2021(국토교통부, 2021.12)”의 “4.1.1 보강토옹벽 적용기준, (4) 보강재의 수직설치간격은 0.8m를 초과하지 않도록 하고, 최상단 보강재의 설치위치는 전면벽 최상부 표면에서 0.5m 이내로 한다.”로 하고 있어서, 대상 구조물의 최상단 보강재의 설치위치는 전면벽(블럭)의 상단고를 기준으로 할 때 0.5m를 초과하는 깊이에 설계, 시공된 것으로 조사되었다.

따라서, 국가설계기준에 따른 최상층 보강재 설치위치에 대한 현 설계의 적정성을 재검토할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

## 3. 보강토 옹벽 상부의 구조물 설치될 경우 보강재에 대한 설계기준 적정성 평가

### 1) 보강토 옹벽 상부에 구조물 미설치

설계시 산정된 최상단 및 두번째 단 보강재의 유발인장력과 장기설계인장강도를 비교하여 설계의 적정성을 평가한 결과는 다음과 같다.

보강재 장기설계인장강도

$$T_{\text{available}} = 80 / (1.3 \times 1.3 \times 1.7) = 27.845 (\text{kN/m})$$

보강재 6단(최상단)

$$T_{\text{max}} = 16.47 (\text{kN/m}) : \text{안전율 } 1.691 > 1.5 \therefore \text{O.K}$$

보강재 5단

$$T_{\text{max}} = 10.77 (\text{kN/m}) : \text{안전율 } 2.585 > 1.5 \therefore \text{O.K}$$

### 2) 보강토 옹벽 상부에 가드레일, 방음벽 등 지주 설치

차량 충돌하중을 고려해서 설계시 상부 2개열의 보강재에 29kN/m의 수평력을 부가시킨다. 부가된 총 수평력의 2/3(=19.3kN/m)는 최상단 보강재가 부담하고, 나머지 1/3(9.7kN/m)은 두번째 단의 보강재가 부담한다. 따라서 토목섬유 보강재를 사용한 경우 (설계시 산정된 최상단 및 두번째 단 보강재의 유발인장력 + 차량 충돌로 인해 부가된 수평력)과 (크리프 감소계수를 제외한 장기설계인장강도)를 비교하여 설계의 적정성을 평가하였다.

• 보강재 장기설계인장강도

$$T_{\text{available}} = 80 / (1.3 \times 1.3 \times 1.0) = 47.337 (\text{kN/m})$$

• 보강재 6단(최상단)

$$T_{\text{max}} = 16.47 + 19.3 = 35.77 (\text{kN/m}), \text{ 안전율 } 1.323 < 1.5 \therefore \text{N.G}$$

• 보강재 5단

$T_{max}=10.77+9.7=20.47(kN/m)$ , 안전율  $2.312>1.5 \therefore O.K$

3) 보강토 옹벽 상부에 방호벽, 방음벽 등 설치

설계시 상부 2개열의 보강재에는 총  $4.4kN/m$ 의 수평력을 부가시킨다. 부가된 총 수평력의  $2/3(=2.9kN/m)$ 는 최상단 보강재가 부담하고, 나머지  $1/3(=1.5kN/m)$ 은 두번째 단의 보강재가 부담한다.

따라서 설계시 산정된 최상단 및 두번째 단 보강재의 유발인장력과 부가된 수평력의 합과 장기설계인장강도를 비교해서 설계의 적정성을 평가하였다.

· 보강재 장기설계인장강도

$T_{available} = 80/(1.3 \times 1.3 \times 1.7) = 27.845(kN/m)$

· 보강재 6단(최상단)

$T_{max} = 16.47+2.9=19.37(kN/m)$ , 안전율  $1.438<1.5 \therefore N.G$

· 보강재 5단

$T_{max} = 10.77+1.5=12.27(kN/m)$ , 안전율  $2.269>1.5 \therefore O.K$

보강토 옹벽 상부의 구조물 설치될 여부에 대한 검토 결과 대상 보강토 옹벽의 경우, 설계시 상부의 구조물 설치가 없는 경우 산정된 최상단 및 두번째 단 보강재의 안전율이 설계에 적정함을 알 수 있었다.

그러나 보강토 옹벽에 가드레일의 설치가 계획되어 있을 경우 산정된 최상단 보강재의 유발인장력과 장기설계인장강도를 비교한 안전율은 적정하지 않은 것을 알 수 있었는데, 따라서 최상단 및 두번째 단 보강재의 유발인장력과 장기설계인장강도를 비교해서 보강재의 안전율로 설계의 적정성을 평가할 경우 보강토 옹벽 상부의 구조물 설치될 경우에 대한 세심한 검토가 필요함을 알 수 있었다.

## V. 결 론

본 연구는 보강토 옹벽 보강재의 설계기준 적정성 평가에 대한 사례 연구로 대상 보강토 옹벽에 대한 일련의 현장조사를 수행하고, 보강토 옹벽 보강재에 대한 설계 및 시공 내용을 설계기준 비교 검토하였다.

본 연구에서는 보강토 옹벽 보강재의 설계기준 적정성 평가를 위해 보강토 옹벽 보강재의 설치 여부와 배치 상태를 조사하기 위해 굴착 확인 작업을 수행하였으며, 굴착 위치 선정은 현장조사의 결과를 활용하였다. 즉 대상 보강토 옹벽의 외관조사 결과 균열폭이  $0.3mm$ 이상 되는 위치와 수평 변위 측정결과에 의한 상태평가 기준  $d_e$  등급 수준의 경사 정도가 심하게

측정되는 위치를 현장 굴착 위치로 정하였으며, 보강재 6단 중 하부를 기준으로 No.1, No.2 강재만 시공되고, No.3~No.6 보강재는 미시공되어 설계기준에 적정하지 못함을 알 수 있었다.

또한 보강재 배치가 확인된 구간에 대해 보강토 옹벽 보강재의 설치 위치에 대한 설계기준 적정성 검토를 수행하기 위해서 최상단 보강재 위치를 측정하여 ‘보강토 옹벽의 설계와 관련된 지침 및 기준’을 만족하는지를 검토하였다.

본 연구의 대상 보강토 옹벽에서는 최상단 보강재가 전면벽 최상부 표면으로부터  $60cm$ 에 위치하고 있음을 확인하여 설계기준인  $0.5m$ 를 초과하는 깊이에 설계, 시공된 것으로 조사되었다.

한편 본 연구에서는 대상구조물에 대해 보강토 옹벽 상부의 구조물 설치될 경우 보강재에 대한 설계기준 적정성 검토를 수행하였다.

대상구조물의 경우 당초 설계시 보강토 옹벽 상부의 구조물 설치가 없는 경우로 설계하여 최상단 및 두번째 단 보강재의 설계가 적정한 것으로 검토하였는데 보강토 옹벽 상부에 가드레일의 지주를 설치할 필요가 있을 경우에 대하여 검토한 경우 최상단의 보강재의 수평력에 대한 안전율이 설계기준을 만족하지 않아서 대상구조물에 가드레일의 설치 계획되어 있다면 최상단 보강재의 경우 재설계가 필요한 상태일 수 있다고 판단되었다.

따라서 보강토 옹벽의 최상단 및 두번째 단 보강재의 유발인장력과 장기설계인장강도를 비교하여 보강재의 안전율로 설계의 적정성을 평가할 경우 보강토 옹벽 상부의 구조물 설치 될 경우에 대한 세심한 검토가 필요함을 알 수 있었다.

## References

- [1] Gyeongnam Domin Ilbo, “Gimhae Retaining Wall Collapse caused by Construction without Drainage Measures”, Reporter Jonghyun Kim, June 2021, ([http://www.idomin.com/news/articleView.html?id\\_xno=764568](http://www.idomin.com/news/articleView.html?id_xno=764568))
- [2] No Cut News, “Gwangju Student Marine Training Center, Controversy over Poor Construction... 20 Meters of Retaining Wall on Slope Collapsed”, Gwangju CBS reporter Park Jun-il, February 2017. (<https://www.nocutnews.co.kr/news/4738008>)

- [3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “KDS 11 80 11 : 2021 Reinforced Earth Retaining Wall”, Korean Design Standard, pp. 5-6, December 2021.
- [4] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, “Temporary Guidelines for Design, Construction and Maintenance of Reinforced Earth Retaining Walls for Construction Work”, pp. 7-8, January 2013.
- [5] Korea Expressway Corporation, “Design Standards for Reinforced Earth Retaining Walls for Highway Construction Work”, pp. 6-7, December 2007.
- [6] National Land Safety Management Agency. “Detailed Guidelines for Implementing Safety and Maintenance of Facilities(Safety Inspection/Diagnosis)”, p. 13-31, December 2023.