

## 옹벽구조물 시공시 유의사항

장익규 / 토목기술부 대리

**옹벽**(Retaining Wall)이란 배후의 토사 붕괴를 방지할 목적으로 만들어지는 구조물을 말하며 배후의 토압에 대하여 옹벽의 구체지중과 뒷굽에 실리는 토사의 자중으로 안정을 유지하는 구조물로서 역학적으로도 비교적 단순한 거동을 보이는 구조물임에도 불구하고 전체 공정 중 여타 공정보다 문제점이 빈번히 발생하고 있다.

따라서, 본 Troubleshooting의 목적은 여러 현장에서 실제로 일어난 사례를 바탕으로 시공시 점검하여야 할 몇 가지 중요한 유의사항을 제시하여 앞으로 시공될 옹벽구조물의 완벽 시공에 기여코자 한다.

### 시공사례

#### 사례 1

본 사례는 원 설계에 설계오류가 있었으나 시공 전 당부서의 기술 검토에 의해 무리없이 시공되고있는 사례.

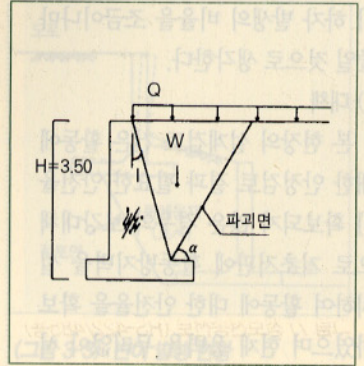
#### 1) 현황

성토부의 사면을 보호하기 위해 도로를 따라 도로양측에 변화 단면의 중력식 옹벽이 설계되어있는 현장으로, 옹벽의 배면 성토형상이 (그림 1-1) (그림 1-2)와 같이 사면이 있는 경우와 사면이 없는 경우가 상존하고 옹벽의 높이는 1.5m~7.5m, 사면의 높이는 0.0m~3.5m로 각 구간별로 다양한 단면이 존재한다.

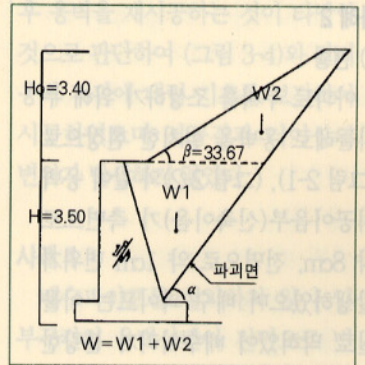
#### 2) 문제점

설계시 작용하중이 작은 사면이 없는 경우의 옹벽만 구조계산한 후 작용하중이 상대적으로 큰 사면이 있는 경우의 옹벽에도 적용하여 시공후 하자가 발생할 가능성이 상당히 높았다. 이 두가지 경우의 하중크기와 안정검토를 비교해보기로 한다.

(표 1)의 비교표와 같이 작용하는 하중 형상 및 크기가 상당한 차이가



(그림 1-1) 사면이 없는 경우



(그림 1-2) 사면이 있는 경우

있어 안정검토시 활동에 대한 안정에서 안전율이 확보되지 않은 결과가 나온 것을 알 수 있다.

#### 3) 유의사항

원 설계에서부터 오류가 발생할 소지가 많으므로 신규 공사의 수주나 설계변경을 할 경우 해당 기술부서에 설계도서 검토를 의뢰하는 것

(표 1) 작용하중 비교 및 안정검토 비교표

구분	수직력(Ton)	수평력(Ton)	활동에 대한 안전율	결과
사면이 없는 경우	14.392	4.458	FS = 1.94 > 1.5	만족
사면이 있는 경우	18.958	8.262	FS = 1.38 < 1.5	불만족

이 하자 발생의 비율을 조금이나마 줄일 것으로 생각한다.

#### 4) 대책

본 현장의 설계검토 건은 활동에 대한 안정검토 결과 필요한 안전율이 확보되지 않은 경우의 보강대책으로 기초저판에 활동방지벽을 설치하여 활동에 대한 안전율을 확보하였으며 현재 옹벽을 무리없이 시공하고 있다.

### 사례 2

#### 1) 현황

아파트 부지를 조성하기 위해 부지둘레로 옹벽을 설치한 현장으로 (그림 2-1), (그림 2-2)와 같이 옹벽 시공이음부(신축이음)가 측면으로 약 8cm, 전면으로 약 1cm 변이가 발생하였으며 배수 파이프는 이물 질로 막혀있어 배수처리가 불량한 상태였다.

#### 2) 문제점

본 현장의 시공과정을 확인한 결과 현장의 지반여건이 연약지반인



(그림 2-1) 옹벽 전면



(그림 2-2) 옹벽 상단

관계로 기초보강공법인 항타식 말뚝기초 공법을 선택하였다. 옹벽 시공 완료후 말뚝을 시공하는 과정에서 말뚝항타시 급격한 토사압밀에 의한 토압작용과 진동으로 옹벽 기초지반이 불균등한 즉시침하가 많이 발생된 것으로 판단되었으며, 배수파이프의 배수처리가 불량하였다.

#### 3) 유의 사항

시공 전체 공정중 옹벽에 추가하중이 작용할 가능성이 존재하면 추가하중이 발생하지 않도록 시공순서를 고려하거나 설계시 추가하중

을 고려하여야 한다.

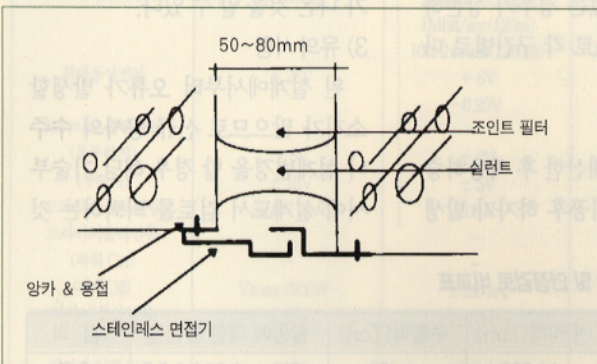
배수파이프 시공시 옹벽배면에 설치하는 부직포와 쇠석은 시방규정에 맞는 규격을 사용하는 것이 추후 문제점 발생요인을 줄일 수 있는 대처방안중 하나이다.

#### 4) 대책

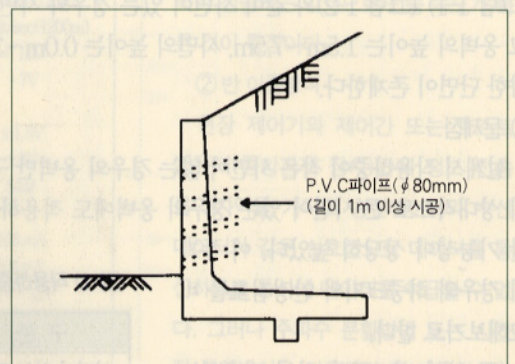
문제점으로 미루어 보아 추후 장기적인 침하는 미세할 것으로 판단되므로 신축이음부와 배수처리를 보강 조치하였다.

#### (1) 신축이음부

미관을 고려하여 접착성, 내구성이 뛰어나고 신축이 용이한 탄성 실



(그림 2-3) 신축이음부 보강 상세



(그림 2-4) 배수처리 보강 상세

링재를 사용하여 충전과 표면처리를 병행하여 시공하였다.(그림 2-3)

## (2) 배수처리

기존 시공된 배수파이프( $\phi$  100mm)내부에  $\phi$  80mm유공관을 1m이상 천공하여 설치하며, 관사이의 간극은 실링을 하고 유공관을 부직포로 씌워 토사가 유실되지 않도록 하였다.(그림 2-4)

## 사례 3

지반의 침하로 옹벽이 전면으로 전도되는 사례.

### 1) 현황

(그림 3-1), (그림 3-3)과 같이 하부옹벽 시공후 상부옹벽을 시공하는 현장으로 (그림 3-2)와 같이 상부옹벽의 상단에 초기에 약 6cm까지 수평변위가 발생하여 점차적으로 변위가 진전되었으며 보수방안으로 뒷채움 성토부에 그라우팅을 실시하고 상부옹벽의 뒷채움 토사를 제거한 후 재차 변위를 측정한 결과 약 8cm에서 변위의 진전이 중

단되었다. 그러나 추후 활하중 등의 상재하중 재하시 추가 변위발생의 우려가 있어 보강대책이 필요할 것으로 판단되었다.

### 2) 문제점

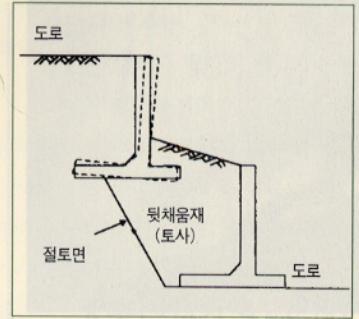
상부옹벽 시공전 하부옹벽 뒷채움 토사의 다짐불량으로 인한 침하와 횡토압에 의한 활동 등의 복합적인 원인으로 변위가 발생한 것으로 판단되었다.

### 3) 유의 사항

옹벽의 뒷채움 토사다짐이 불량할 경우 본 현장의 경우와 같이 상부 옹벽에 변위가 발생할 뿐만 아니라 옹벽 위 구간이 도로일 경우 활하중과 같은 상재하중에 의해 배면토의 침하로 포장층도 침하되어 전면 개보수하는 경우가 발생할 수 있으므로 양질의 토사 사용 및 충분한 다짐을 하는 것이 필수적 사항이다.

### 4) 대책

본 현장은 다짐의 문제 뿐만 아니라 측면 방향에서 작용하는 횡토압의 영향이 있으므로 수평 방향으로



(그림 3-3) 변이 발생 현황

변위 발생한 구간을 5m 정도 절취 후 옹벽을 재시공하는 것이 타당할 것으로 판단하여 (그림 3-4)와 같이 옹벽 저판에 내림 기초를 보강하여 시공하였으며 시공결과 더이상의 변위가 발생하지 않았다.

## 사례 4

배수파이프를 설치하지 않아 일부구간의 옹벽상단이 전면으로 변위가 발생한 사례.

### 1) 현황

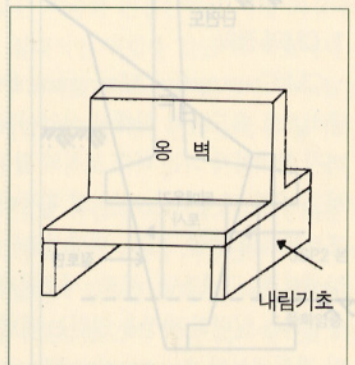
건물의 부지 확보를 위해 건물 주위로 사면을 절토후 중력식 옹벽을



(그림 3-1) 시공전경



(그림 3-2) 옹벽배면



(그림 3-4) 기초보강도

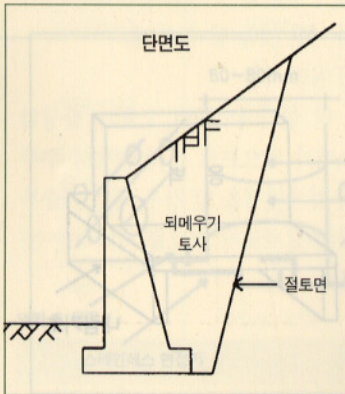


(그림 4-1) 옹벽 전면

시공한 현장으로 주변의 지반조건이 풍화암이어서 구조물을 시공하여도 충분한 지내력이 있었으나 (그림 4-1)과 같이 일부 구간에서 옹벽상단의 전면으로 변위와 균열이 발생하였다.

## 2) 문제점

옹벽 배면의 지반조건이 암반이어서 작용하는 토압 크기가 작음에도 불구하고, 옹벽 상단에 변위가 발생한 점을 보아 설계시 고려 안된 옹벽 배면의 침투수에 의한 수압이 추가작용력으로 발생한 것으로 판단되었다.



(그림 4-2) 시공 단면도

## 3) 유의 사항

옹벽 배면의 지반조건이 암반이라 하여도 옹벽시공시 (그림 4-2)와 같이 옹벽 시공을 위한 절토후 배면에 토사를 되메우기를 하기 때문에 침투수에 의한 수압이 작용하며 배수파이프의 설치는 필수적이라고 할 수 있다.

## 4) 대책

옹벽 벽체 저면에  $\phi 80\text{mm} \sim \phi 100\text{mm}$ 의 배수공을 설치하여 작용하는 수압의 영향을 배제시킨 뒤 변위를 체크하여 변위가 계속 진행될 경우 추후의 보강대책이 필요할 것으로 판단 되었다. (배수파이프 보강방안은 사례 2와 동일)

## 사례 5

설계와 시공상 문제점이 동시에 발생한 현장으로 옹벽의 기초가 침하한 사례.

### 1) 현황

진입도로 구간으로 (그림 5-1)에서 보는 것과 같이 편측에 역T형 옹벽 ( $H=3.0 \sim 6.0\text{m}$ )이 시공 완료되어 있는 상태이고, 이 구간중 (그림 5-2)의 구간에서는 전면으로 3cm, 측면으로 3cm의 변위, (그림 5-3)의 구간에서는 전면으로 3cm의 변위가 발생하였다. 이들 구간의 변위가 계속해서 진행하고 있어 향후 옹벽 배면에 상재하중이 실릴 경우 그에 상응하는 변위가 추가 발생할 것으로 판단 되었다.

### 2) 문제점

변위 발생의 직접적인 주 원인은

말뚝 본수 부족으로 말뚝 침하에 의해 발생하였고 말뚝 침하의 원인은 설계와 시공상의 오류가 있었음을 알 수 있었다.

### (1) 설계상의 오류

#### ① 말뚝 본수의 적용 오류

- 구조계산서상 : 3본, 간격 2.3m
- 설계도상 : 2본, 간격 2.3m
- 시공은 설계도를 근거로 2.3m 간격으로 2본 설치.

#### ② 말뚝 지지력 개념 오류

- 구조계산서상 : 타입말뚝
  - 설계도상 : 착공말뚝
  - 천공후 H-Pile을 삽입하는 방식
- 이므로 착공 말뚝으로 계산됨이 적절하다.

### (2) 시공상의 오류

#### ① 말뚝 침하

구조계산서에서 가정한 N치 40 이상의 지지층에 말뚝선단을 도달시킨 후 최종 타격 방식을 도입하여야 하나 설계도에 제시된 5m만을 천공한 후 H-Pile을 삽입함에 따라 Slime 미처리와 말뚝선단이 지지층에 도달하지 못해 말뚝의 침하가 발생한다.

#### ② 배수구멍 불량

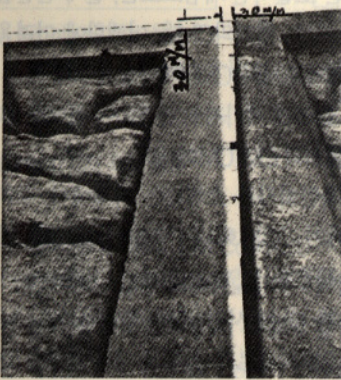
배수구멍이 막히고 배수공 간격이 적절치 못해 배면의 토사가 침투수에 포화되어 토압증가 요인이 된다.

#### ③ 신축이음 처리 불량

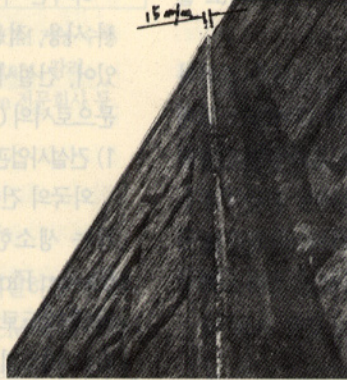
신축이음 부위는 Dowel Bar로 연결하여야 하나 Tie-Bar로 연결하였으며 이에 따라 인접 옹벽이 일체 거동에 의해 변위가 발생한다.



(그림 5-1) 옹벽전면



(그림 5-2) 상세 A



(그림 5-3) 상세 B

### 3) 대책

#### (1) 침하에 의한 변위 대책

현재 옹벽의 기울기는 1 / 167 (3 / 500) ~ 1 / 400 (1.5 / 600)로 일반 구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계 1 / 150에 만족되지만 변위가 계속 진행중이었으며, 향후 상재하중 재하시 변위가 급증하리라 판단되므로 별도의 대책이 수립되어야 한다. 이러한 현상은 지지력 부족으로 인한 침하이므로

(그림 5-4)와 같이 지반개량 공법 중의 하나인 JSP 시공이 적합하리라 판단된다.

#### (2) 변위에 대한 이격부 처리 대책

신축이음부의 Tie-Bar 절단후 신축줄눈재를 삽입후 코킹재를 주입한다.

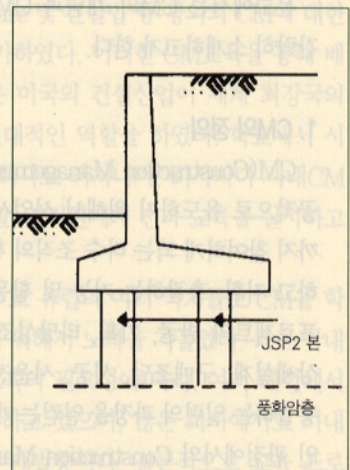
#### (3) 배수불량 대책

배수공을 4.5m이하로 설치하고 막힌 파이프를 청소해주어야 할것으로 판단된다.

### 주요 유의 사항

- 원 설계가 정확히 설계되었는지의 해당부서의 기술검토 여부
- 설계에 반영하지 않은 추가하중 발생시 하중적용 여부
- 실제 기초지반의 지지층이 설계시의 조건과 부합하는지의 여부
- 옹벽의 기초가 확실한 지반에 시공되는지의 여부
- 뒷채움재의 충분한 다짐과 양질의 토사사용 여부
- 신축이음부의 시공마무리 철거 여부
- 배수파이프의 배수처리 용이 여부

이상과 같이 옹벽구조물 시공시 문제점을 사례로 들어 살펴본 결과 상기 주요 주의 사항을 점검하고 문제 발견시 사전에 적절한 대책을 세워 시공한다면 고품질의 옹벽시공이 가능할 것으로 판단된다. **SS**



(그림 5-4) 기초보강도