

## **36. 상주절토36**

36.1 시설물 개요

36.2 자료수집 및 분석

36.3 현장조사 및 시험

36.4 상태평가

36.5 종합평가 및 안전등급 지정

36.6 보수·보강 및 유지관리 방안

36.7 종합결론



## 36. 상주절토36

### 36.1 시설물의 개요

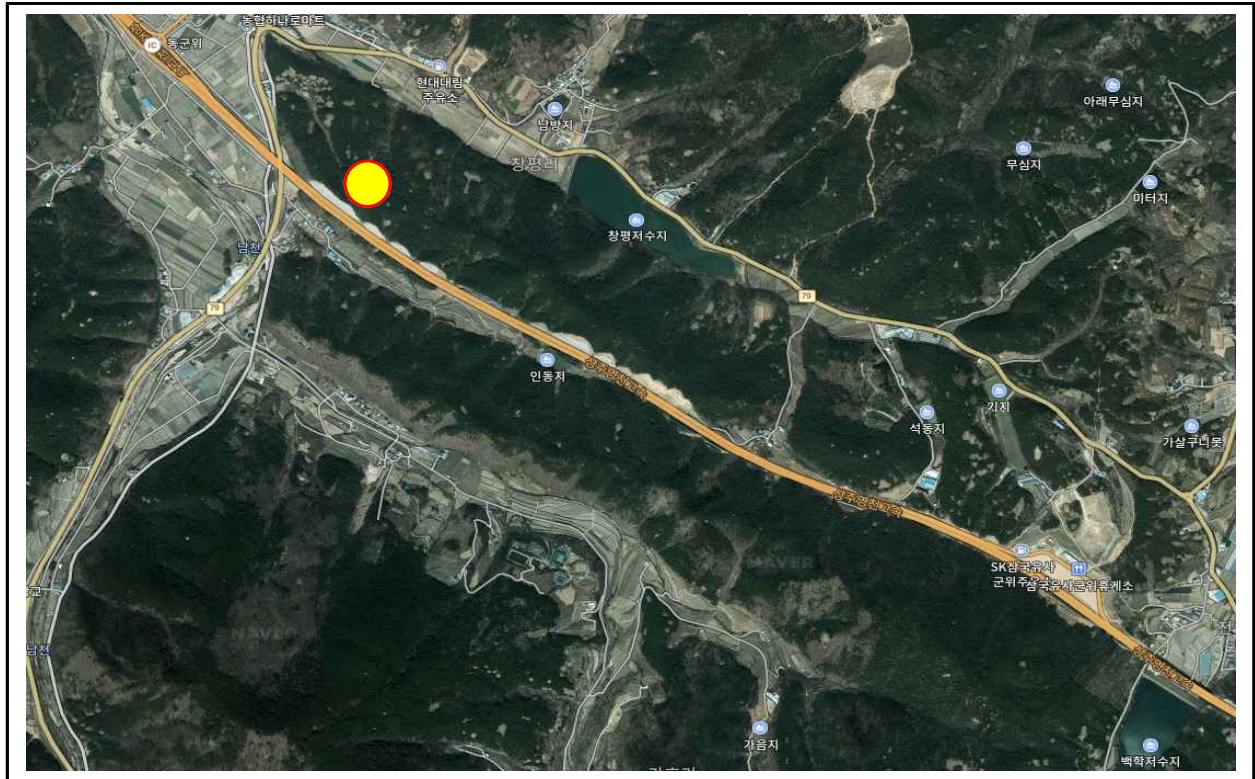
본 시설물은 경상북도 군위군 부계면 가호리(상주영천고속도로 53.068~53.448km)에 위치한 사면으로서 총 연장 380.0m, 높이 37.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

#### 36.1.1 일반사항

【표 36.1.1】 사면 일반사항

|       |                |                                   |        |            |
|-------|----------------|-----------------------------------|--------|------------|
| 시설물번호 | SL2017-0000015 |                                   | 관리번호   | SY SL36    |
| 시설물명  | 상주절토36         |                                   | 시설물구분  | 절토사면       |
| 위 치   | 행정구역           | 경상북도 군위군 부계면 가호리                  |        |            |
|       | 위치좌표           | 시점 : 36° 09' 28.5" 128° 66' 70.9" |        |            |
|       |                | 종점 : 36° 09' 08.6" 128° 67' 01.5" |        |            |
|       | 관리이정           | 53.068~53.448km                   |        |            |
|       | 공구이정           | 6공구 STA.8+850~9+230               |        |            |
| 제 원   | 연 장            | 380m                              | 높 이    | 37.0m      |
|       | 경사/방향          | 55/220                            | 노 선    | 고속국도 301호선 |
| 관리주체  | 상주영천고속도로(주)    |                                   | 관리주체구분 | 민간         |
| 주변환경  | 인공구조물          | -                                 |        |            |
|       | 주변지형           | 산악지형                              | 상부사면경사 | 10~20°     |
| 시공현황  | 준공년도           | 2017                              | 시 공 자  | 지에스건설(주)   |
|       | 부대시설           | 점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리          |        |            |
| 비 고   |                |                                   |        |            |

### 36.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 36.1.1】 위치도

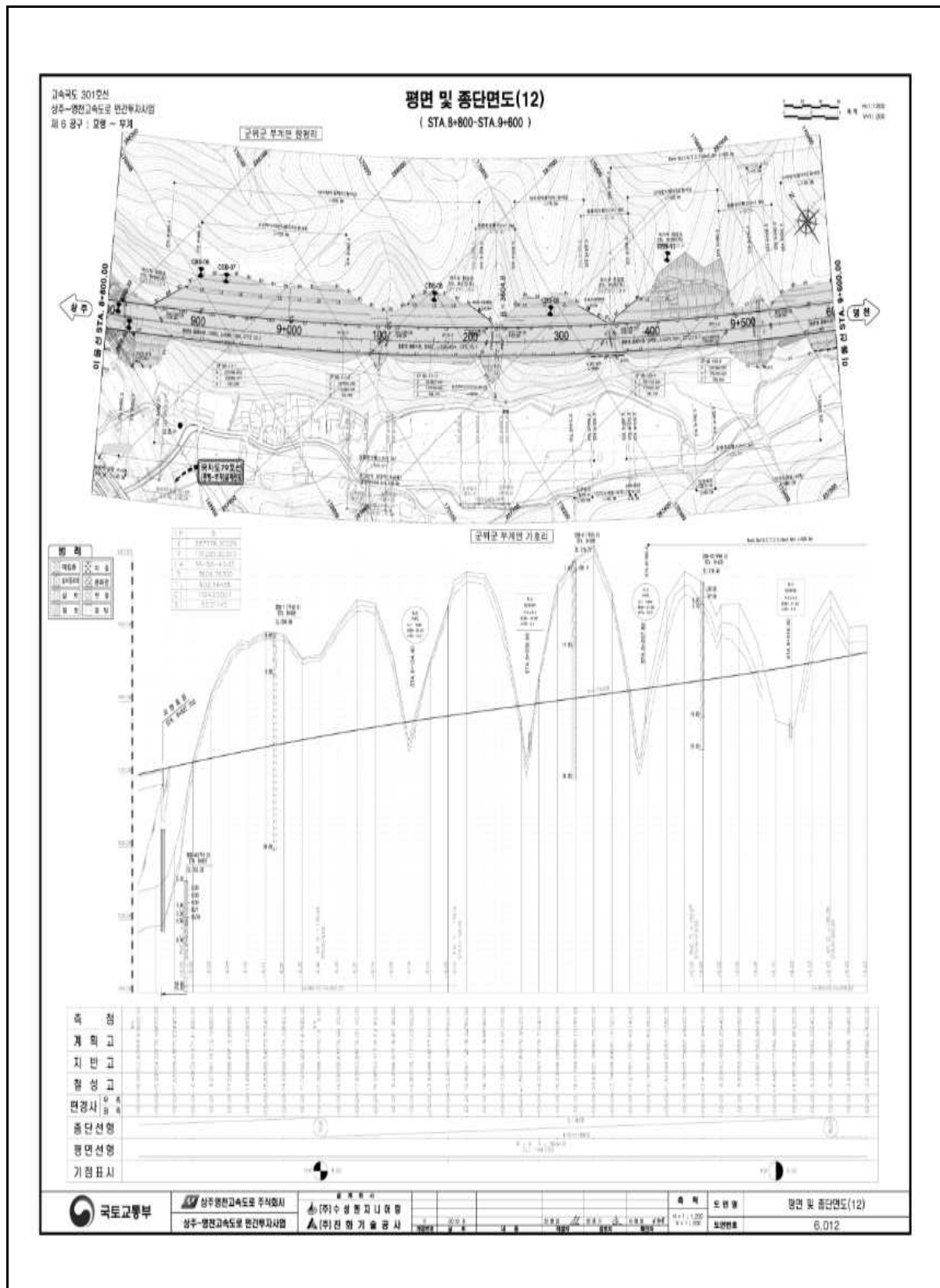


【그림 36.1.2】 전경사진

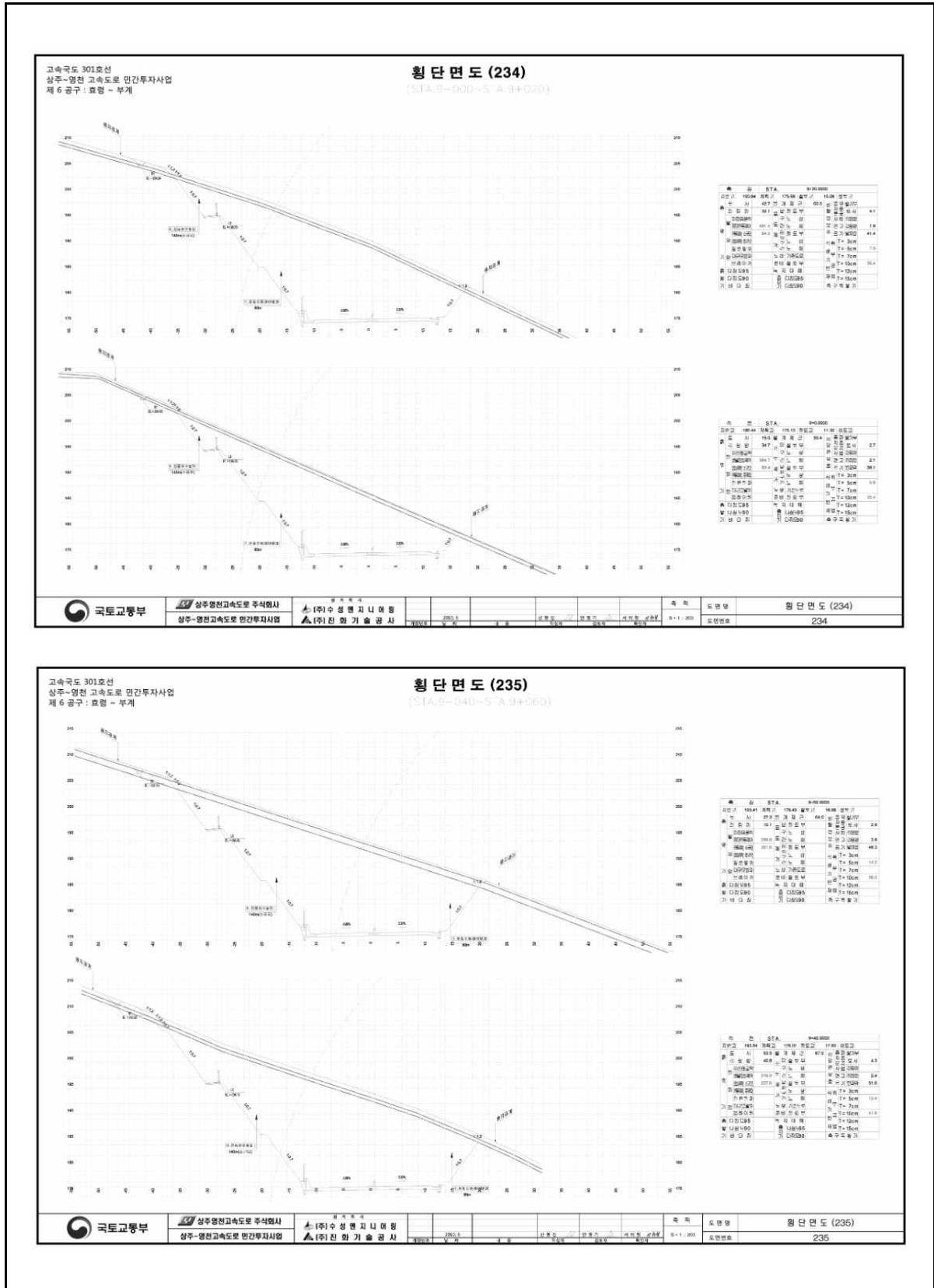
|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
| <p>상단 전경</p>                                                                        | <p>1소단 배수로 전경</p>                                                                    |
|   |   |
| <p>산마루측구, 점검계단 전경</p>                                                               | <p>수직도수로 전경</p>                                                                      |
|  |  |
| <p>하부 전경</p>                                                                        | <p>수직도수로 전경</p>                                                                      |

【그림 36.1.3】 부재별 현황

### 36.1.3 시설물 일반도



【그림 36.1.4】 평면도



【그림 36.1.5】 표준횡단면도

## 36.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 6공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

### 36.2.1 설계자료 검토

#### 가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

#### 7.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단, 비탈면경사 및 최소안전율을 등으로 구분할 수 있으며 이에 대하여 검토하면 다음과 같다.

##### 7.4.1 비탈면 경사기준

가. 비탈면 경사의 결정

(1) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

248

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 상층상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공 후 시간의 경과에 따라 물력이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 저차 불안정하게 된다.

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 경사기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지반조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 용도등을 종합적으로 분석 고려되어야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하고 있으며 일반층에서 층리나 질리들이 구축되지 않을 경우 경사 비탈면에 따라 큰 문제가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴상태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 경사설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 경사범위]

| 토질조건              | 비탈면높이(m)      | 경사            | 비고             |        |
|-------------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| 모래                | -             | 1:1.5 이상      | SW, SP         |        |
| 사질토               | 밀실한 것         | 5 이하          | 1:0.8 ~ 1:1.0  | SM, SP |
|                   | 5~10          | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |        |
|                   | 밀실하지 않고       | 5 이하          | 1:1.0 ~ 1:1.2  |        |
|                   | 임도분포가 나쁨      | 5~10          | 1:1.2 ~ 1:1.5  |        |
| 자갈 또는 알갱이 섞인 사질토  | 밀실하고 임도분포가 좋음 | 10 이하         | 1:0.8 ~ 1:1.0  | SM, SC |
|                   | 10~15         | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |        |
|                   | 밀실하지 않거나      | 10 이하         | 1:1.0 ~ 1:1.2  |        |
|                   | 임도분포가 나쁨      | 10~15         | 1:1.2 ~ 1:1.5  |        |
| 점성토               | 0~10          | 1:0.8 ~ 1:1.2 | ML, MH, CL, CH |        |
|                   | 5 이하          | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |        |
| 알갱이 또는 호박을 섞인 점성토 | 5~10          | 1:1.2 ~ 1:1.5 | GM, GC         |        |
| 충화암               | -             | 1:1.0 ~ 1:1.2 | 시험이 행하지 않은 것   |        |

주) 1. 실험은 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.  
2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단립비탈면의 경사이다.

(건설교통부, 건설경사비탈면설계기준, 2006년)

250

#### 7.4.2 소단 설치기준

가. 국내외 기관별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내외 기관별, 비탈면의 층수 및 지반의 특성 등을 고려하여 비교분석한 결과는 다음과 같다. 소단 적용기준 현황을 보면 일본의 경우는 소단설치 높이 기준을 7m 미만 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m마다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점진보수용 통로 등의 유지관리에 있으므로 일반층에서는 H=10.0m 미만 1.0m소단과 리빙원 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 적당한 것으로 사료된다.

[국내외 기관별 소단적용 기준]

| 구분 | 기관 및 규정명             | 소단적용 기준                                                                                                                                                          |
|----|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국내 | 건설공사 비탈면 설계기준 (2006) | · 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치<br>· 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치                                                                                                |
|    | 한국도로공사 도로설계요령 (2002) | · 리빙원 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m<br>· 발파암<br>R.Q.D = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m<br>R.Q.D = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m<br>R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m |
|    | 건설부 도시시설기준           | · H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m                                                                                                                                     |
|    | 한국토지공사               | · H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m                                                                                                                                        |
| 일본 | 도로공단 설계요령            | · H = 7m 마다 소단설치                                                                                                                                                 |
|    | 국유철도도로구조물 표준시방서      | · 암석과 접하는 토사 경계부에 7m 마다 소단 설치                                                                                                                                    |
|    | 철도설계요령               | · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 경사3%                                                                                                                                 |

#### 7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

비탈면안정해석시 지하수위는 계절적인 지하수위 변화, 지형 및 시간적 요소를 고려하여 비탈면의 안정 조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직한것으로 사료된다.

쌓기구간에서는 시공속도에 따른 잠정가적인 배수조건과 토층 및 충화암 지반조건에서는 강우시 침투해석에 의한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

다. 쌓기 비탈면 안전율 기준

국내외 각 기관에서 적용하는 쌓기비탈면의 최소안전율은 쌓기 기초지반의 연약지반 분포여부, 성토층의 시공학적, 비탈면의 영구 구조물 여부 등에 따라 쌓기 비탈면의 안전율 기준에는 차이가 있으며, 각 기관의 쌓기 비탈면 안전율을 간략히 하면 아래 표와 같다.

[국내 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

| 구분     | 최소 안전율 (Minimum Safety Factor) |          |
|--------|--------------------------------|----------|
| 건설교통부  | 건설시(지하수가 없는 것으로 해석)            | Fs ≥ 1.5 |
|        | 우기시                            | Fs ≥ 1.3 |
|        | 지진시                            | Fs ≥ 1.1 |
| 한국도로공사 | 도로설계요령                         | Fs ≥ 1.3 |
| 한민철도   | 항만시설 기술상의 기준, 등해설              | Fs ≥ 1.5 |

나. 쌓기 비탈면 안전율 기준

비탈면 안정에 대한 최소안전율은 지역과 공사내용, 비탈면의 중요도, 비탈면 파괴시 주변에 미치는 영향 및 경제성 등에 따라 다르며, 비탈면안정 해석에 앞서 최소안전율 선정은 매우 중요한 의미를 지닌다. 각 기관별로 쌓기비탈면에 대한 최소안전율에 대한 적용기준은 아래에 기술되어 있으며 기술된 최소안전율이 어떠한 가정에서 유도되었는지를 파악해야 하나 이런 가정들은 생략되어 있으며 단지 부분적인 세율만을 기재하는 방법으로 간략화 되어있다.

[국내외 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

| 구분                                        | 최소 안전율                                      |                   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|
| 건설공사 비탈면 설계기준(2006)                       | 건기시(지하수가 없는 것으로 해석)                         | Fs ≥ 1.5          |
|                                           | 우기시(지하수위를 위치시킨 후 해석)                        | Fs ≥ 1.2          |
|                                           | 지진시                                         | Fs ≥ 1.1          |
| 도로설계요령 (2000)                             | 건기시(지하수위 미고려)                               | Fs ≥ 1.5          |
|                                           | 우기시(지하수위는 지표면에 위치)                          | Fs ≥ 1.1~1.2      |
|                                           | 지진시(미국 D'APPOLNIA 기준, NAVFAC - DM7.1-329기준) | Fs ≥ 1.1~1.2      |
| 미국 D'APPOLNIA Consulting Engineers (1979) | 실내시험에 의해 강도를 구한 경우                          | 1.5 > Fs > 1.3    |
|                                           | 최대지진가속도를 고려함                                | 1.2 > Fs > 1.0    |
| NAVFAC - DM 7.1-329                       | 하중이 오래 적용할 경우                               | Fs > 1.5          |
|                                           | 구조물 기초인 경우                                  | Fs > 2.0          |
|                                           | 일시적인 하중이 적용할 경우 및 시공시                       | Fs > 1.35 or 1.25 |
|                                           | 지진하중이 적용하는 경우                               | Fs > 1.2 or 1.15  |

## 나. 지형 및 지질

### 제 4 장 조 사 결 과

#### 4.1 지표지질 조사

##### 4.1.1 지형 및 지질특성

###### 가. 지형 개요

- 이 지역의 지형은 백악기 경질층의 중·하부층인 전주층 상부로부터 최상부의 지인층까지 분포하고 있으며 경질층군 상부에 해당되는 신리암층에는 물리암층이 침재되어 있음
- 이 층을 팔공산화강암을 비롯해서 산성 또는 중성 백암과 규장암 등이 관입하고 있음

###### 나. 지형특성

국립근계의 팔공산(해발 1193m)을 최고봉으로 동서로 긴 산맥을 이루고, 칠성군계의 보현산(해발 1124m)에서 서쪽으로 산맥을 이루며 팔각산(해발 750m)에 이르러 북서로 매봉과 북두산(해발 879m), 옥녀봉(해발 564m)으로 연결되는 산맥과 남서로 방가산(해발 756m)-화산(해발 828m)-월암산(해발 556m)으로 이어지는 산맥을 이룬다.

동부는 노고산-화산, 북서로 조월산(해발 637m), 매봉산(해발 489m) 능선, 마장산(해발 402m), 풍부리산(해발 354m), 건지봉(해발 471m) 등이 위치함

서부는 팔공산에서 분리된 사루봉(해발 714m)과 북서로 발달한 긴 능선, 적라산(해발 352m), 남쪽으로 길게 뻗은 물우리 산맥, 북부의 청화산에서 남동-남북으로 발달하는 성산(해발 692m) 능선과 상봉산(해발 448m) 북동부에서 남남서로 발달하여 북두산(해발 509m)으로 연결되는 긴 능선과 낮은 구릉들로 이루어짐

보현산 서쪽 산릉지에서 발견하는 고현천과 인천, 신현천과 물호천이 각각 합류하여, 근조강으로 유입되어 남향하고, 북으로 발달하여 흐르는 뒤편에 구천이 합류하여, 명천서 북서부 팔공산-우계산 계곡에서 발견 하여 북으로 흐르는 사창천이 남천에 합류하여 효령강에서 유입되고, 군위를 동부에서 서류하는 신안천이 뒤편에 합류되며, 뒤편은 사형하면서 북동류하여 상주군 낙동면에서 낙동강으로 유입됨

다. 분포암종 특성

| 구분           | 지질특성                                                                                  | 지형도 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 동양층<br>(전주층) | ·역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 세립로 구성<br>·대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룬다                    |     |
| 일직층<br>(칠곡층) | ·역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 미회암, 아암 및 세립로 구성<br>·대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사를 이룬다         |     |
| 산성 및 중성 암맥   | ·주요 산성암맥이며, 인산암질 암맥도 일부 분포<br>·지형적으로 지지대를 형성 대립리스 및 층지층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임 |     |

39

#### 라. 지질 계통도

| 지질시대  | 층명              | 특성                 | 비고                |
|-------|-----------------|--------------------|-------------------|
| 제4기   | 충적층(Qa)         | ·하천 및 산록 퇴적물       |                   |
|       | 산성암맥(Kad)       | ·과상의 치밀함           | ·전 구간에서 기반암을 관입   |
|       | 충적암맥(Kad)       | ·과상의 치밀함           | ·전 구간에서 기반암을 관입   |
|       | 유전층군 안산암질암(Kat) | ·주로 응회암으로 구성       | ·분포하지 않음          |
|       | 하양층군 일직층(Ked)   | ·사암, 적색 미사질 세립, 역암 | ·4구구 중점부 및 5구구 중점 |
|       | 신동층군 전주층(Kes)   | ·역질사암, 사암, 세립의 고조  | ·5구구 전 구간         |
|       | 신동층군 전주층(Kes)   | ·하부층에서 이회암 호층 분포   | ·부정함              |
| 선캄브리아 | 화강암질 편마암(Pogrn) | ·암리가 부분적으로 발달      | ·10구구 일련 일부 분포    |
|       |                 | ·과상의 치밀함           |                   |

#### 4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

##### 가. 인공위성영상 분석

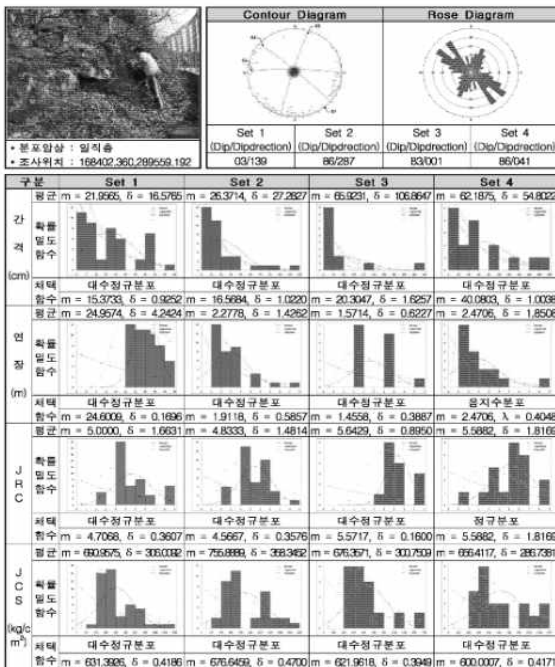
- 목적
  - 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
  - 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악
  - 과업구간에 대한 지질정보와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석
- 원리 및 방법
  - 30m라 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석 실시
  - 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 맵디블 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
  - 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시
- 위성영상결과

| 선형공간필터링분석                           | 공간필터링                                     | 위성영상 분석                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
|                                     |                                           |                          |
| ·고주파상조 Laplacian 필터를 적용 인공적인 선구조 관찰 | ·영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 강조 | ·68개의 대, 소 선구조 파악        |
| ·능경지와 수로 등 지지대 인공 구조물이 잘 관찰됨        | ·선구조 확인 판독에 유용한 자료됨                       | ·우세한 방향은 N80°~90°W로 나타난다 |
|                                     |                                           | ·과업노선과 4개의 선구조 교차        |

40

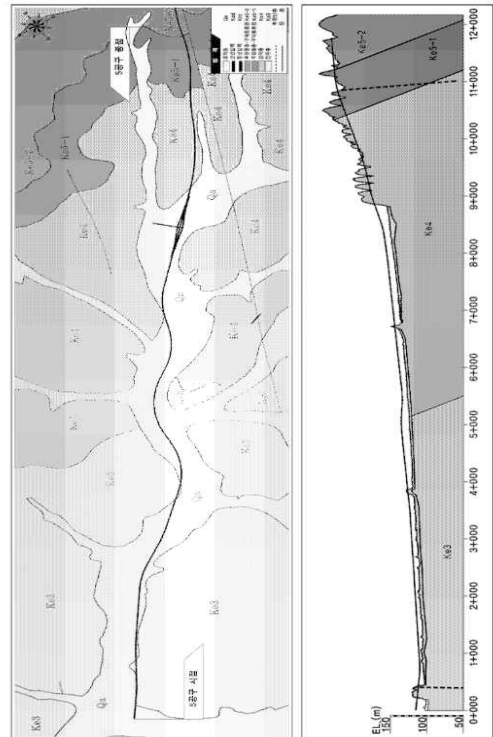
#### 나. 조사결과

##### · Scanline-106



48

#### 지질평면도





| 구분  | 실험기준                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 뿔기부 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우</li> <li>· 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우</li> <li>· 붕괴재료의 압축특성이 높고, 연단강도가 낮은 경우</li> <li>· 붕괴시 폭구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우</li> <li>· 지질특성으로 인하여 붕괴토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우</li> <li>· 홍수시 비탈면이 침수되거나 비탈굴이 침식되는 경우</li> <li>· 뿔기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(번약지반 등)</li> <li>· 내진안정해석이 필요한 경우</li> </ul> |
| 꺾기부 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 비탈면높이가 20m 이상인 경우</li> <li>· 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우</li> <li>· 비탈면 지반이 붕괴로 이루어진 경우</li> <li>· 암반의 풍화가 심하고 풍수가 많은 경우</li> <li>· 붕괴시 폭구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우</li> <li>· 불연속면이 비탈면 방향으로 경사진 자질조건인 경우</li> <li>· 내진안정해석이 필요한 경우</li> <li>· 불안정 요인을 갖는 지형·지질 조건인 경우</li> </ul>                                      |

## 7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

| 구분  | 구간 (STA) | 연장 (m)        | 대표단면 (STA) | 최대 절기고      | 지층현황  | 조사내용   |                | 비고 |
|-----|----------|---------------|------------|-------------|-------|--------|----------------|----|
|     |          |               |            |             |       | 공번     | 조사위치 (STA)     |    |
| 꺾기부 | 꺾기1구간    | 0+340 ~ 2+430 | 2,090      | 0+440(상주방향) | 13.9m | CBB-1  | 0-357 (부 24.0) |    |
|     | 꺾기2구간    | 2+740 ~ 3+840 | 1,100      | 2+900(영천방향) | 8.2m  | CBB-5  | 2-262 (부 2.2)  |    |
|     | 꺾기3구간    | 3+850 ~ 4+800 | 1,040      | 4+800(상주방향) | 11.5m | CBB-12 | 4-774 (부 14.0) |    |
|     | 꺾기4구간    | 4+940 ~ 5+640 | 1,700      | 4+950(영천방향) | 14.0m | CBB-25 | 4-931 (부 6.0)  |    |
|     | 꺾기5구간    | 5+690 ~ 7+250 | 594        | 7+240(상주방향) | 10.7m | CBB-29 | 7-259          |    |
|     | 꺾기6구간    | 7+290 ~ 8+000 | 700        | 7+400(영천방향) | 9.7m  | CBB-30 | 7-297          |    |
|     | 꺾기7구간    | 8+110 ~ 8+800 | 690        | 8+600(영천방향) | 14.2m | CBB-35 | 8-715 (부 7.0)  |    |

240

## 7.6.3 암반파쇄에 따른 비탈면 경사 현황

시추조사시 채취된 암반코어를 대상으로 TCR 및 RQD를 얻었으며, 암반의 파쇄상태에 따른 꺾기 경사 평가 및 검토를 암석별 꺾기 적정경사 기준으로 실시한 다음 표와 같다.

[암반 파쇄 상태에 따른 꺾기비탈면 경사 검토]

| 구분<br>구간 | 꺾도구간<br>(STA.)          | 시<br>선<br>호    | 암반 특성에 따른 비탈면 경사 |        |        |               | 적<br>경 | 용<br>사 |
|----------|-------------------------|----------------|------------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
|          |                         |                | 암종               | TCR(%) | RQD(%) | TCR에<br>의한 경사 |        |        |
| 꺾기 1구간   | 0+220<br>~0+450         | 영천방향<br>CBB-1  | 사암 및<br>니질암      | 81~100 | 27~58  | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 2구간   | 지검도919호선<br>0+040~0+300 | 상주방향<br>CBB-3  | 사암 및<br>니질암      | 97     | 17~39  | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 3구간   | 8+500<br>~6+900         | 상주방향<br>CBB-5  | 사암 및<br>니질암      | 73~100 | 8~100  | 1:0.5         | 1:0.5  | 1:0.5  |
|          |                         | CBB-7          | 사암 및<br>니질암      | 46~100 | 0~90   | 1:0.5         | 1:0.5  | 1:0.5  |
| 꺾기 4구간   | 8+860<br>~9+340         | CBB-9          | 사암 및<br>니질암      | 100    | 29~75  | 1:0.5         | 1:0.5  | 1:0.5  |
|          |                         |                |                  |        |        |               |        |        |
| 꺾기 5구간   | 9+340<br>~9+750         | 상주방향<br>CBB-10 | 사암 및<br>니질암      | 95~100 | 14~82  | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 6구간   | 9+770<br>~10+180        | 상주방향<br>CBB-11 | 사암 및<br>니질암      | 54~100 | 0~63   | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 7구간   | 10+180<br>~10+380       | 상주방향<br>CBB-12 | 사암 및<br>니질암      | 87~100 | 10~69  | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 8구간   | 10+380<br>~10+580       | 상주방향<br>CBB-13 | 니질암              | 58~100 | 0~76   | 1:0.5         | 1:1.0  | 1:1.0  |
| 꺾기 9구간   | 10+380<br>~10+700       | 영천방향<br>CBB-14 | 니질암              | 59~100 | 0~100  | 1:0.5         | 1:0.5  | 1:0.5  |
| 꺾기 10구간  | 10+750<br>~10+840       | 영천방향<br>CBB-15 | 니질암              | 48~100 | 11~100 | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |
| 꺾기 11구간  | 10+970<br>~11+080       | 영천방향<br>CBB-16 | 사암 및<br>니질암      | 65~100 | 0~100  | 1:0.5         | 1:0.5  | 1:0.5  |
| 꺾기 12구간  | 11+080<br>~11+220       | 영천방향<br>CBB-17 | 사암 및<br>니질암      | 31~100 | 0~97   | 1:0.5         | 1:0.7  | 1:0.7  |

263

## 7.6 비탈면 안정해석 및 검토

### 7.6.1 개요

#### 가. 꺾기구간

본 지역에서 비탈면의 안정해석은 꺾기구간 중 꺾기 높이가 가장 높은 지역을 기준으로 비탈면 현황을 고려하여 대표단면 선정 후 토사지반 및 암반층에 대해 실시하였고, 지표지질조사 결과 및 시추조사 결과를 종합 분석하여 토사 및 암반층에 널리 적용하고 있는 한계궤적해석 및 뿔기투입법을 이용하여 종합적으로 검토가 이루어졌다. 꺾기비탈면 해석을 실시함에 있어 경제적이고 안정한 비탈면경사의 선정을 위하여 다음과 같이 적용하여 검토하였다.

- 비탈면 안정해석시 일반적으로 기준 안전율을 강지시 1.5 이상, 우지시 1.2 이상으로 적용하였다.
- 구간 내 시추조사 결과에 의한 지층 층후의 종합적용 및 지표지질 조사시 현장 확인된 노출면 등을 종합하여 지층경계선을 설정하였다.
- 결과를 근거로 암반파쇄 상태에 의한 꺾기 경사는 암석별 꺾기 적정경사를 기준으로 암반비탈면 경사를 결정하였다.
- 수집된 지표지질조사 결과를 이용하여 뿔기투입법으로 불연속면의 추방 및 경사방향을 구간별 투입으로 파괴양상을 예측하였다.
- 암반비탈면 경사에 따라 상부층의 토사비탈면 안정성 검토는 Talren 97 Program을 이용하여 원호활동 파괴로 검토함을 원칙으로 하였다. RQD = 0~10%의 암석은 연암이라 하더라도 암반이 큰 COBBLE 상태에서 거동하는 것으로 사료되므로 풍화암과 같은 특성으로 고려할 수 있다. 이와 같은 경우 암반은 절리면을 따라 파괴하기 보다는 원호활동 파괴의 경향을 보임으로 풍화암과 토사층을 포함하여 검토하였다.

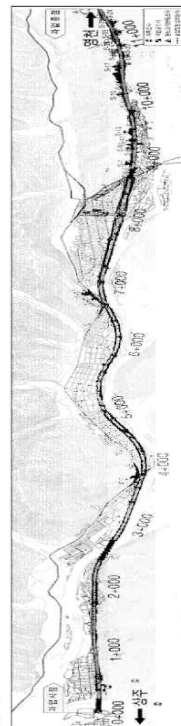
#### 나. 뿔기구간

본 꺾기구간은 산지지형 발달부의 편층궤적과 곡간형태의 층적층 지역에 대한 뿔기투입 전단파괴형성된 구간을 경유하고 있으며 원지반의 지층분포 상황, 특성암의 및 연약지반 출현 여부를 확인하기 위하여 Hand Auger Boring을 실시하였다. 뿔기 비탈면의 파괴형태는 원호활동 파괴로 해석하였으며, 검토대상은 뿔기지역의 지반강도정수 선정에 의거 지층별로 적용하였다. 뿔기 비탈면 해석을 실시함에 있어 차량하중의 고려와 우기시를 고려하여 지표면에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

259

## ■ 지반조사 위치도

### 1. 위치도



### 2. 수량

| 조사구간     | 토양구간   | 단위 | 조사량  |       | 계     |
|----------|--------|----|------|-------|-------|
|          |        |    | 조사구간 | 토양구간  |       |
| 영천<br>시립 | 영천지질조사 | 시  | 1    |       |       |
|          | 영천지질조사 | km | 0.34 | 3.476 | 3.815 |
|          | 수직사주   | 공  | 40   | 38    | 78    |
|          | 수평사주   | 계소 | 6    | 6     | 12    |
| 영천<br>시립 | 영천지질조사 | 계소 | 159  | 149   | 308   |
|          | 수직사주   | 시  | -    | 6     | 6     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 6     | 6     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 6     | 6     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
| 영천<br>시립 | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1     | 1     |
|          | 수평사주   | 시  | -    | 1</   |       |

### 36.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 36.2.1】 점검이력사항

| 번호 | 기 간                            | 구 분        | 주요 점검 결과                                                                                                                                            | 안전<br>등급 |
|----|--------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1  | 2017. 11. 13 ~<br>2017. 12. 28 | 정기안전<br>점검 | 상주절토36 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 상부 부착망 노출, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다. | 양호       |
| 2  | 2018. 05. 28 ~<br>2018. 06. 30 | 정기안전<br>점검 | 상주절토36 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 상부 부착망 노출, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다. | 양호       |
| 3  | 2018. 10. 23 ~<br>2018. 12. 31 | 정기안전<br>점검 | 상주절토36 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 상부 부착망 노출 및 소단배수로 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.        | 양호       |
| 4  | 2019. 03. 18 ~<br>2019. 05. 28 | 정기안전<br>점검 | 상주절토36 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 상부 부착망 노출 및 소단배수로 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상부의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.        | 양호       |

### 36.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 36.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

| 구 분    | 기간      | 실 시 결 과          | 비 고 |
|--------|---------|------------------|-----|
| 상주절토36 | 해당사항 없음 | 본 시설물은 최초정밀안전점검임 |     |

### 36.2.4 기존자료

【표 36.2.3】 기존자료

| 구분      | 검토결과                                                                 | 비고                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 시설물관리대장 | · 비탈면 높이 : 37.0m, 연장 : 380.0m, 경사: -°                                | 실경사와 다소 차이가 있음<br>FMS 수정필요 |
| 시공관리자료  | · 시공사 : 지에스건설(주) 준공년(2017년 06월 27일)<br>· 설계사 : (주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사 |                            |
| 기준점검    | · 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음<br>· 기존 정기안전점검 4회 실시함                     |                            |

### 36.2.5 시설물 보수 이력

【표 36.2.4】 보수이력사항

| NO | 보수위치 | 내용 | 기간 | 공사비 | 시공자 | 비고 |
|----|------|----|----|-----|-----|----|
| 1  | -    | -  | -  | -   | -   |    |

### 36.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 36.2.5】 내진설계 여부 확인

| 검토대상 부재 | 설계적용여부 | 결과 | 검토결과 요약 |
|---------|--------|----|---------|
| 해당사항 없음 | 적용     |    |         |

### 36.3 현장조사 및 시험

#### 36.3.1 현황 및 특성

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 사면특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

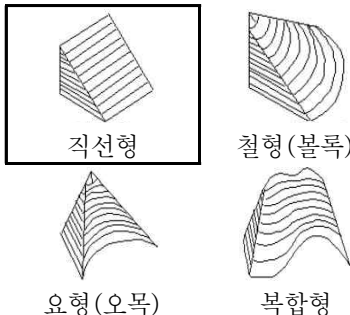
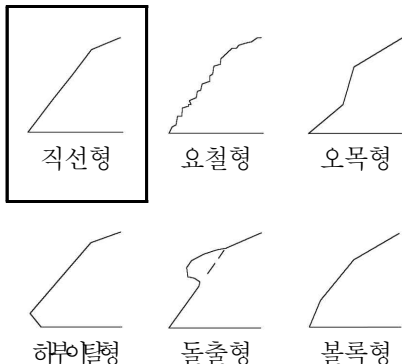
#### 가. 일반현황 조사결과

【표 36.3.1】 일반현황 조사결과

|              |                                   |  |                   |               |     |
|--------------|-----------------------------------|--|-------------------|---------------|-----|
| 조사일자         | 2019. 11. 25.                     |  | 조 사 자             | 장 진 원         |     |
| 일 기          | 맑음                                |  | 준공년도              | 2017년 06월 27일 |     |
| 행정구역         | 경상북도 군위군 부계면 가호리                  |  |                   |               |     |
| 위 경 도        | 시점 : 36° 09′ 28.5″ 128° 66′ 70.9″ |  |                   |               |     |
|              | 종점 : 36° 09′ 08.6″ 128° 67′ 01.5″ |  |                   |               |     |
| 절토사면         | 길 이 : 380m                        |  | 높 이 : 37.0m       |               |     |
|              | 경 사/경사방향 : 55/220                 |  |                   |               |     |
|              | 구성물질 : 암반                         |  | 토층심도 : 약 1.0~6.0m |               |     |
|              | 소 단 : 3                           |  |                   |               |     |
| 낙석/뜯돌        | 낙석 존재유무 : 없음                      |  | 낙석의 양 : -         |               |     |
|              | 낙석 평균크기 : -<br>낙석 최대크기 : -        |  |                   |               |     |
|              | 뜯돌 존재유무 : 없음                      |  | 뜯돌의 양 : -         |               |     |
|              | 뜯돌 평균크기 : -<br>뜯돌 최대크기 : -        |  |                   |               |     |
| 절토사면<br>시공현황 | 종 류                               |  | 위 치               |               | 상 태 |
|              | 식생공                               |  | 53.068~53.448k    |               | 양호  |
|              | 산마루 측구                            |  | 53.228~53.448k    |               | 양호  |
|              | 소단배수로                             |  | 53.098~53.418k    |               | 균열  |
|              | 수직도수로                             |  | 53.228k, 53.318k  |               | 양호  |
|              | 낙석방지울타리                           |  | 53.108~53.428k    |               | 양호  |
|              | 점검용 계단                            |  | 53.068~53.098k    |               | 양호  |
| 붕괴이력         | 유 형                               |  | 규 모               |               | 위 치 |
|              |                                   |  |                   |               |     |
|              |                                   |  |                   |               |     |
| 기 타          | .                                 |  |                   |               |     |

나. 사면특성 조사결과

【표 36.3.2】 사면특성 조사결과

|             |                  |                                                                                    |                                                                                    |                       |                                                                                     |       |
|-------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 주변지형의<br>특성 | 주변 지형            |                                                                                    | 산악지형                                                                               |                       |                                                                                     |       |
|             | 종단면 형상           |                                                                                    |  |                       |                                                                                     |       |
|             | 기타 특징            |                                                                                    | -                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
| 절토사면의<br>특성 | 중<br>횡<br>단<br>면 |  |                                                                                    | 중<br>단<br>면<br>특<br>성 |  |       |
|             |                  |                                                                                    |                                                                                    |                       |                                                                                     |       |
| 상부<br>자연비탈면 | 경 사 도            |                                                                                    | 10~20°                                                                             |                       |                                                                                     |       |
|             | 인장균열             |                                                                                    | 무                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
|             | 포행흔적             |                                                                                    | 무                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
|             | 수목의 기울어짐         |                                                                                    | 무                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
|             | 인공구조물            |                                                                                    | 무                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
|             | 산마루측구            |                                                                                    | 유                                                                                  |                       |                                                                                     |       |
|             | 계곡부              |                                                                                    | 2개소                                                                                |                       |                                                                                     |       |
| 식 생         | ① 종 류            |                                                                                    | 초 본                                                                                | 관 목                   | 침 엽 수                                                                               | 활 엽 수 |
|             | ② 밀 도            |                                                                                    | 하                                                                                  | 하                     | -                                                                                   | -     |
|             | ③ 근계특징           |                                                                                    | 천근성 ( O ), 심근성 ( )                                                                 |                       |                                                                                     |       |

## 다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 380m로써, 사면의 구간분할 기준인

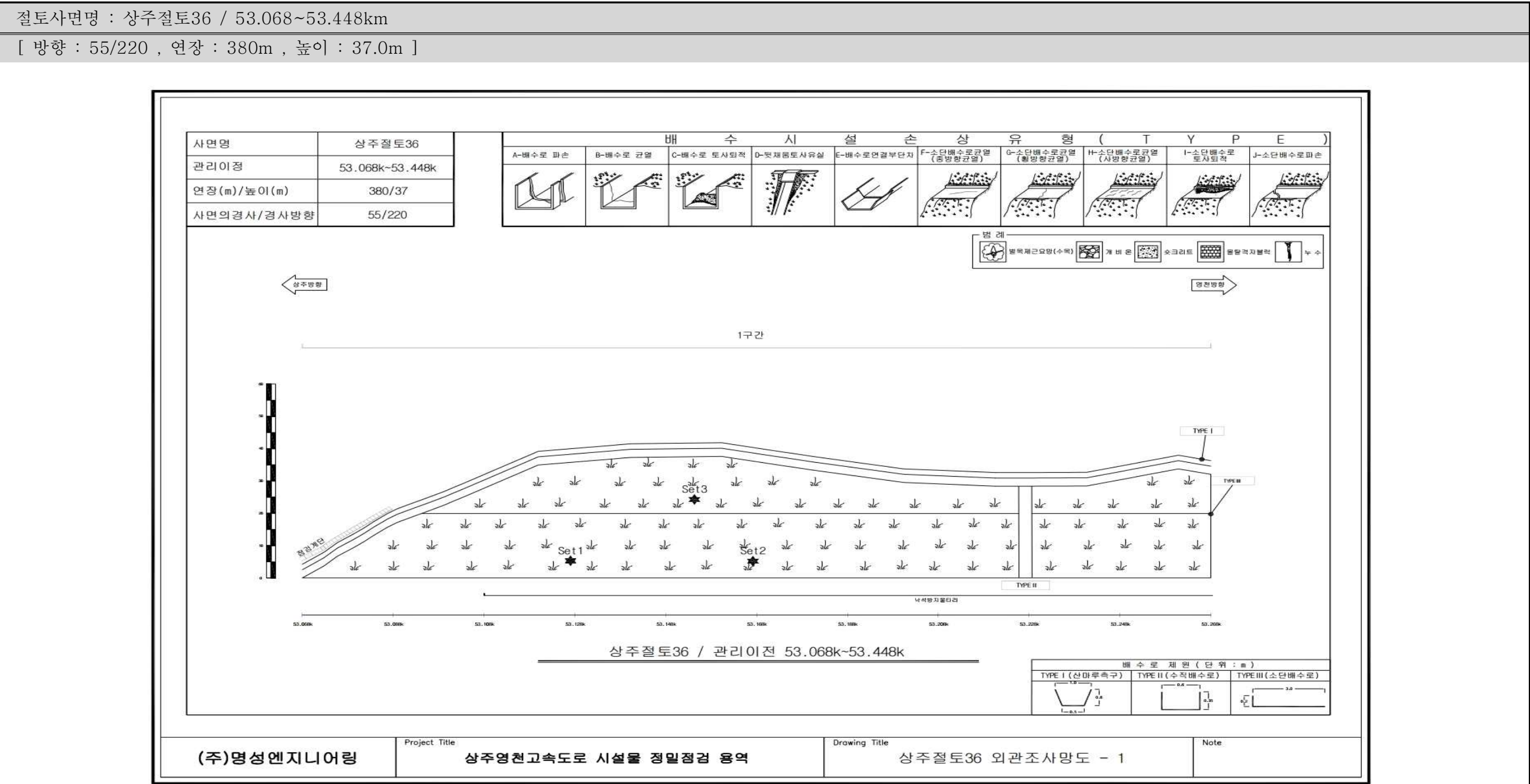
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 2개구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

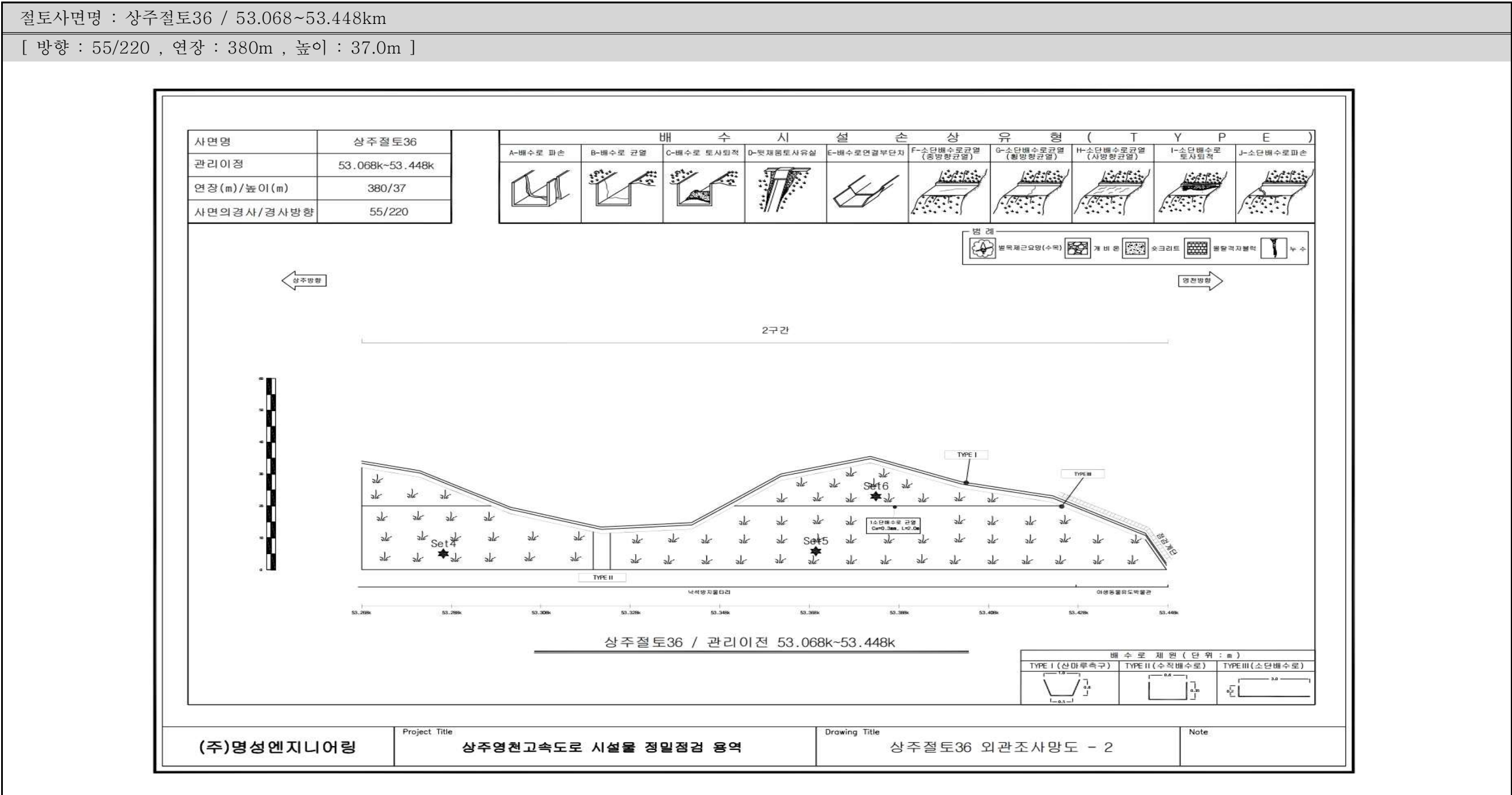
**【표 36.3.3】 구간분할 결과**

| 구 분 | 측 점             | 비 고  |
|-----|-----------------|------|
| 1구간 | 53.068~53.268km | 200m |
| 2구간 | 53.268~53.448km | 180m |

36.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



| Bieniawski의 RMR 분류 |  |       |  |        |  |     |  |         |  |     |  | No. | Set 1  | Set 2  | Set 3  | Set 4  | Set 5  | Set 6  | Set 7 | Set 8 | Set 9 |
|--------------------|--|-------|--|--------|--|-----|--|---------|--|-----|--|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 간격(m)              |  | 연장(m) |  | 틈새(mm) |  | 거칠기 |  | 충전물(mm) |  | 풍화도 |  | 방향  | 61/351 | 69/288 | 15/075 | 63/350 | 70/187 | 13/070 |       |       |       |
| > 2                |  | 20    |  | < 1    |  | 6   |  | tight   |  | 6   |  | 간격  | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     |       |       |       |
| 0.6~2              |  | 15    |  | 1~3    |  | 4   |  | < 0.1   |  | 5   |  | 연장  | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      |       |       |       |
| 0.2~0.6            |  | 10    |  | 3~10   |  | 2   |  | 0.1~1   |  | 4   |  | 틈새  | 5      | 5      | 5      | 5      | 5      | 5      |       |       |       |
| 0.06~0.2           |  | 8     |  | 10~20  |  | 1   |  | 1~5     |  | 1   |  | 거칠기 | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      |       |       |       |
| < 0.06             |  | 5     |  | > 20   |  | 0   |  | > 5     |  | 0   |  | 충전물 | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      |       |       |       |
|                    |  |       |  |        |  |     |  |         |  |     |  | 풍화도 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |       |       |       |



### 36.3.3 외관조사 결과

#### 가. 상부자연사면

##### 1) 현황

상부 자연사면은 사면 10~20° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 관목이 서식하고 있다.



【그림 36.3.1】 상부자연사면 전경

##### 2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.
- 계곡부가 2개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다.

| 구 분 | 손상내용 | 수량 | 비고 |
|-----|------|----|----|
| 1구간 | 상태양호 | —  |    |
| 2구간 | 상태양호 | —  |    |

## 나. 사면 및 사면하부

### 1) 현황

사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다.



【그림 36.3.2】 사면 전경

### 2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점점인 19년 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이다.

| 구 분 | 손상내용 | 수량 | 비고 |
|-----|------|----|----|
| 1구간 | 상태양호 | —  |    |
| 2구간 | 상태양호 | —  |    |

## 다. 배수시설

### 1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 36.3.3】 배수시설 전경

### 2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로 균열이 일부 조사되었다.

| 구 분 | 손상내용     | 수량          | 비고 |
|-----|----------|-------------|----|
| 1구간 | 상태양호     | —           |    |
| 2구간 | 소단배수로 균열 | L=2.0m, 1EA |    |



|     |                  |     |          |
|-----|------------------|-----|----------|
| 현 황 | 53.405K 소단배수로 균열 | 현 황 | 산마루측구 전경 |
| 원 인 | 건조수축, 우수유입, 열화   | 원 인 | —        |
| 대 책 | 균열보수             | 대 책 | —        |

## 라. 사면보호/보강시설

### 1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 낙석방지망, 낙석방지울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 36.3.4】 보호/보강시설 전경

### 2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

| 구 분 | 손상내용 | 수량 | 비고 |
|-----|------|----|----|
| 1구간 | 상태양호 | —  |    |
| 2구간 | 상태양호 | —  |    |

### 36.3.4 현장조사 결과 요약

#### 가. 결과요약

【표 36.3.4】 외관조사 결과 요약

| 구 분        | 점검 결과                                                                                                                                                                                                                              | 보수·보강 방안 |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 사면부        | 상태양호                                                                                                                                                                                                                               | —        |
| 배수시설       | 소단배수로 균열                                                                                                                                                                                                                           | 균열보수     |
| 상부<br>자연사면 | 상태양호                                                                                                                                                                                                                               | —        |
| 보강시설       | 상태양호                                                                                                                                                                                                                               | —        |
| 결과요약       | <p>사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 2개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.</p> |          |

【표 36.3.5】 손상내용 총괄표

| 구 분    | 손상 내용    | 단위 | 물량  | 개소 | 비고 |
|--------|----------|----|-----|----|----|
| 사면부    | 상태양호     | —  | —   | —  |    |
| 배수시설   | 소단배수로 균열 | m  | 2.0 | 1  |    |
| 상부자연사면 | 상태양호     | —  | —   | —  |    |
| 보강시설   | 상태양호     | —  | —   | —  |    |

## 나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 36.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

| 구 분    | 손상 내용    | 단위 | 전회 | 금회  | 증,감<br>(▲, ▼) | 비고 |
|--------|----------|----|----|-----|---------------|----|
|        |          |    | 물량 | 물량  |               |    |
| 사면부    | 상태양호     | —  | —  | —   | —             |    |
| 배수시설   | 소단배수로 균열 | m  | —  | 2.0 | ▲2.0          |    |
| 상부자연사면 | 상태양호     | —  | —  | —   | —             |    |
| 보강시설   | 상태양호     | —  | —  | —   | —             |    |

## 36.3.5 재료시험 결과

### 가. 시험결과

본 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사를 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 36.3.7】 반발경도시험 결과

| 시험위치     | 반발경도(Ro)                                                                                               | 추정강도(MPa) | 암 판정 결과 | 실시 전경                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 53.128km | 56.2                                                                                                   | 122.8     | 경암      |  |
| 53.388km | 52.1                                                                                                   | 102.3     | 경암      |                                                                                       |
| —        | —                                                                                                      | —         | —       |                                                                                       |
| 검토의견     | · 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 52.1~56.2로 측정되었으며, 추정강도 102.3~122.8MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다. |           |         |                                                                                       |

## 나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 위치차이에 의한 추정강도 차이가 다소 있으나, 강도저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 36.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

| 구 분  | 위 치      | 반발경도(Ro)  | 추정강도(MPa)  | 암 판정 결과 |
|------|----------|-----------|------------|---------|
| 초기점검 | —        | 50.4~52.1 | 98.5~106.7 | —       |
| 금회   | 53.128km | 56.2      | 122.8      | 경암      |
|      | 53.388km | 52.1      | 102.3      | 경암      |

### 36.3.6 불연속면 조사 결과

#### 가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과는 다음과 같다.



【그림 36.3.5】 불연속면 측정 현황

#### 나. 측정결과

【표 36.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

| 구 분    | 1구간        |            |            |
|--------|------------|------------|------------|
|        | Set 1      | Set 2      | Set 3      |
| 방향성    | 61/351     | 69/288     | 15/075     |
| 간격(m)  | 0.2~0.6    | 0.2~0.6    | 0.2~0.6    |
| 연장성(m) | 1.0~3.0    | 1.0~3.0    | 1.0~3.0    |
| 틈새(mm) | 0.1mm 미만   | 0.1mm 미만   | 0.1mm 미만   |
| 거칠기    | 약간 거칠음     | 약간 거칠음     | 약간 거칠음     |
| 충진물질   | 딱딱함, 5mm미만 | 딱딱함, 5mm미만 | 딱딱함, 5mm미만 |
| 풍화도    | HW         | HW         | HW         |

【표 36.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

| 구 분    | 2구간        |            |            |
|--------|------------|------------|------------|
|        | Set 4      | Set 5      | Set 6      |
| 방향성    | 63/350     | 70/187     | 13/070     |
| 간격(m)  | 0.2~0.6    | 0.2~0.6    | 0.2~0.6    |
| 연장성(m) | 1.0~3.0    | 1.0~3.0    | 1.0~3.0    |
| 틈새(mm) | 0.1mm 미만   | 0.1mm 미만   | 0.1mm 미만   |
| 거칠기    | 약간 거칠음     | 약간 거칠음     | 약간 거칠음     |
| 충진물질   | 딱딱함, 5mm미만 | 딱딱함, 5mm미만 | 딱딱함, 5mm미만 |
| 풍화도    | HW         | HW         | HW         |

## 36.4 상태평가

### 36.4.1 사면분류 및 구간분할

#### 가. 구간분할

본 사면은 연장 380m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~6으로 표기하였다.

【표 36.4.1】 사면분할 현황

| 구분  | 측점              | 연장   | 사면상태 | 비고               |
|-----|-----------------|------|------|------------------|
| 1구간 | 53.068~53.268km | 200m | 암반사면 | Set1, Set2, Set3 |
| 2구간 | 53.268~53.448km | 180m | 암반사면 | Set4, Set5, Set6 |

#### 나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 36.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 초기점검보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 36.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm<sup>2</sup>)

| 구 분 |       | 분류기준  | 평가점수                                                                              | 비탈면종류        |            |
|-----|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
|     |       |       |                                                                                   | 세부분류         | 종합분류       |
| 1구간 | 토층심도율 | 0.4   | $\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{6.0}{37.0} = 0.16$ 로 0.4미만             | 암반사면         | 절리<br>암반사면 |
|     | 압축강도  | 10MPa | 반발경도측정결과 102.3~122.8MPa으로 10MPa이상                                                 | 파쇄암반<br>절리암반 |            |
|     | 블록크기  | 0.01  | $\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{37.0} = 0.013$ 로 0.01초과 | 절리암반         |            |
| 2구간 | 토층심도율 | 0.4   | $\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{35.0} = 0.14$ 로 0.4미만             | 암반사면         | 절리<br>암반사면 |
|     | 압축강도  | 10MPa | 반발경도측정결과 102.3~122.8MPa으로 10MPa이상                                                 | 파쇄암반<br>절리암반 |            |
|     | 블록크기  | 0.01  | $\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{35.0} = 0.014$ 로 0.01초과 | 절리암반         |            |

## 36.4.2 상태평가 결과

## 가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 36.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

|         |              |     |         |                 |    |
|---------|--------------|-----|---------|-----------------|----|
| 시설물명    | 상주절토36       |     | 표번호     | [표 36.4.3]      |    |
| 조사영역번호  | 1구간          |     | 조사영역 위치 | 53.068~53.268km |    |
| 1. 파괴징후 |              |     |         |                 |    |
| 일련번호    | 징후종류         | 상 태 |         | 상태<br>점수        | 비고 |
|         |              | 위치  | 상태 및 규모 |                 |    |
| 1-1     | 인장균열         | -   | 없음      | 0               |    |
| 1-2     | 지반변형         | -   | 없음      | 0               |    |
| 1-3     | 구조물변형        | -   | 없음      | 0               |    |
| 2. 파괴현황 |              |     |         |                 |    |
| 일련번호    | 파괴유형         | 상 태 |         | 상태<br>점수        | 비고 |
|         |              | 위치  | 규모      |                 |    |
| 1-4     | -            | -   | -       | 0               |    |
| 조사일시    | 2019. 11. 25 |     | 조사자     | 장 진 원           |    |

【표 36.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

| 시설물명        | 상주절토36       |           | 표번호                 | [표 36.4.4]      |    |  |
|-------------|--------------|-----------|---------------------|-----------------|----|--|
| 조사영역 번호     | 1구간          |           | 조사영역 위치             | 53.068~53.268km |    |  |
| 1. 지반상태     |              |           |                     |                 |    |  |
| 일련번호        | 구 분          |           | 상 태                 | 상태점수            | 비고 |  |
| 1-5         | 절리암반         | 절리방향-사면방향 | 351 - 220 = 131°    | 0               |    |  |
| 1-6         |              | 절리경사-사면경사 | 61 - 55 = 6°        | 1               |    |  |
| 1-7         |              | 절리상태      | 보통                  | 3               |    |  |
| 2. 사면형상     |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-8         | 절리암반         | 사면의 경사    | 55°                 | 1               |    |  |
| 3. 자연적 외부요인 |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-9         | 강우 및<br>지하수  | 1일 강우량    | 155.9mm(구미, 10월 2일) | 7               | 7  |  |
|             |              | 지하수위      | —                   | —               |    |  |
| 4. 인위적 외부요인 |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-10        | 절리암반         | 절취상태      | 좋음                  | 1               |    |  |
| 1-11        | 배수조건         |           | 양호                  | 1               |    |  |
| 1-12        | 보호/보강상태      |           | 양호함                 | 0               |    |  |
| 조사일시        | 2019. 11. 25 |           | 조사자                 | 장 진 원           |    |  |

## 나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 36.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

|         |              |          |         |                 |    |
|---------|--------------|----------|---------|-----------------|----|
| 시설물명    | 상주절토36       |          | 표번호     | [표 36.4.5]      |    |
| 조사영역번호  | 2구간          |          | 조사영역 위치 | 53.268~53.448km |    |
| 1. 파괴징후 |              |          |         |                 |    |
| 일련번호    | 징후종류         | 상      태 |         | 상태<br>점수        | 비고 |
|         |              | 위치       | 상태 및 규모 |                 |    |
| 1-1     | 인장균열         | －        | 없음      | 0               |    |
| 1-2     | 지반변형         | －        | 없음      | 0               |    |
| 1-3     | 구조물변형        | －        | 없음      | 0               |    |
| 2. 파괴현황 |              |          |         |                 |    |
| 일련번호    | 파괴유형         | 상      태 |         | 상태<br>점수        | 비고 |
|         |              | 위치       | 규모      |                 |    |
| 1-4     | －            | －        | －       | 0               |    |
| 조사일시    | 2019. 11. 25 |          | 조사자     | 장    진    원     |    |

【표 36.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

| 시설물명        | 상주절토36       |           | 표번호                 | [표 36.4.6]      |    |  |
|-------------|--------------|-----------|---------------------|-----------------|----|--|
| 조사영역 번호     | 2구간          |           | 조사영역 위치             | 53.268~53.448km |    |  |
| 1. 지반상태     |              |           |                     |                 |    |  |
| 일련번호        | 구 분          |           | 상 태                 | 상태점수            | 비고 |  |
| 1-5         | 절리암반         | 절리방향-사면방향 | 350 - 220 = 130°    | 0               |    |  |
| 1-6         |              | 절리경사-사면경사 | 63 - 55 = 8°        | 1               |    |  |
| 1-7         |              | 절리상태      | 보통                  | 3               |    |  |
| 2. 사면형상     |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-8         | 절리암반         | 사면의 경사    | 55°                 | 1               |    |  |
| 3. 자연적 외부요인 |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-9         | 강우 및<br>지하수  | 1일 강우량    | 155.9mm(구미, 10월 2일) | 7               | 7  |  |
|             |              | 지하수위      | -                   | -               |    |  |
| 4. 인위적 외부요인 |              |           |                     |                 |    |  |
| 1-10        | 절리암반         | 절취상태      | 좋음                  | 1               |    |  |
| 1-11        | 배수조건         |           | 양호                  | 1               |    |  |
| 1-12        | 보호/보강상태      |           | 양호함                 | 0               |    |  |
| 조사일시        | 2019. 11. 25 |           | 조사자                 | 장 진 원           |    |  |

### 다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.18로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 36.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

| 시설물명     |        |                                                                                            | 상주절토36                 |               |    |         | 표번호        |
|----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|----|---------|------------|
| 근거표번호    |        |                                                                                            | [표 36.4.3], [표 36.4.4] |               |    |         | [표 36.4.7] |
| 평가요소     |        |                                                                                            | 결함점수                   | 결함종류별<br>평가결과 | 총점 | 결함지수    | 상태등급       |
| 손상<br>상태 | 파괴징후   | ① 인장균열                                                                                     | 0                      | a             | 0  | f1=0.00 | a          |
|          |        | ② 지반변형                                                                                     | 0                      | a             |    |         |            |
|          |        | ③ 구조물변형                                                                                    | 0                      | a             |    |         |            |
|          | ④ 파괴현황 |                                                                                            | 0                      | a             |    |         |            |
| 파괴<br>요인 | 지반상태   | ⑤ 절리방향-사면방향                                                                                | 0                      | a             | 14 | f2=0.27 | b          |
|          |        | ⑥ 절리경사-사면경사                                                                                | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑦ 절리상태                                                                                     | 3                      | c             |    |         |            |
|          | 사면형상   | ⑧ 사면의 경사                                                                                   | 1                      | b             |    |         |            |
|          | 자연요인   | ⑨ 강우 및 지하수                                                                                 | 7                      | e             |    |         |            |
|          | 인위요인   | ⑩ 절취상태                                                                                     | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑪ 배수조건                                                                                     | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑫ 보호/보강 상태                                                                                 | 0                      | a             |    |         |            |
| 합계(Σ)    |        |                                                                                            |                        |               | 14 | F=0.18  | B          |
| 상태평가결과   |        | ○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00<br>○파괴요인지수(f2) : 14 / 52 = 0.27<br>○상태평가등급(F) : 14 / 76 = 0.18 |                        |               |    |         |            |

【표 36.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

| 시설물명     |        |                                                                                               | 상주절토36                 |               |    |         | 표번호        |
|----------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|----|---------|------------|
| 근거표번호    |        |                                                                                               | [표 36.4.5], [표 36.4.6] |               |    |         | [표 36.4.8] |
| 평가요소     |        |                                                                                               | 결함점수                   | 결함종류별<br>평가결과 | 총점 | 결함지수    | 상태등급       |
| 손상<br>상태 | 파괴징후   | ① 인장균열                                                                                        | 0                      | a             | 0  | f1=0.00 | a          |
|          |        | ② 지반변형                                                                                        | 0                      | a             |    |         |            |
|          |        | ③ 구조물변형                                                                                       | 0                      | a             |    |         |            |
|          | ④ 파괴현황 |                                                                                               | 0                      | a             |    |         |            |
| 파괴<br>요인 | 지반상태   | ⑤ 절리방향-사면방향                                                                                   | 0                      | a             | 14 | f2=0.27 | b          |
|          |        | ⑥ 절리경사-사면경사                                                                                   | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑦ 절리상태                                                                                        | 3                      | c             |    |         |            |
|          | 사면형상   | ⑧ 사면의 경사                                                                                      | 1                      | b             |    |         |            |
|          | 자연요인   | ⑨ 강우 및 지하수                                                                                    | 7                      | e             |    |         |            |
|          | 인위요인   | ⑩ 절취상태                                                                                        | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑪ 배수조건                                                                                        | 1                      | b             |    |         |            |
|          |        | ⑫ 보호/보강 상태                                                                                    | 0                      | a             |    |         |            |
| 합계(Σ)    |        |                                                                                               |                        |               | 14 | F=0.18  | B          |
| 상태평가결과   |        | ○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00<br>○ 파괴요인지수(f2) : 14 / 52 = 0.27<br>○ 상태평가등급(F) : 14 / 76 = 0.18 |                        |               |    |         |            |

【표 36.4.9】 상태평가결과(총괄)

| 구 분    | 1구간  |    | 2구간  |    | 구간별평가결과(Min) |    |
|--------|------|----|------|----|--------------|----|
|        | 결함지수 | 등급 | 결함지수 | 등급 | 결함지수         | 등급 |
| 상주절토36 | 0.18 | B  | 0.18 | B  | 0.18         | B  |

## 라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 36.4.10】 이전 정밀안전점검과의 비교

| 구 분  | 결함지수 | 등급 | 비 교 |
|------|------|----|-----|
| 초기점검 | 0.10 | A  |     |
| 금회   | 0.18 | B  |     |

## 36.5 종합평가 및 안전등급 지정

### 36.5.1 종합평가 결과

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가를 실시하지 않은 관계로 상태평가 결과를 종합평가 결과로 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 36.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

| 절토사면 종합평가 결과 산정표 |     |                   |      |         |            |
|------------------|-----|-------------------|------|---------|------------|
| 시설물명             |     | 상주절토36            |      | 표 번 호   | 【표 36.5.1】 |
| 평가구분             |     | 결함지수              | 평가결과 | 비 고     |            |
| 상태<br>평가         | 1구간 | 0.18              | B    | 근거표번호   | 【표 36.4.7】 |
|                  | 2구간 | 0.18              | B    |         | 【표 36.4.8】 |
|                  | －   | －                 | －    | －       | －          |
| 안전성평가            |     | 해당없음              |      |         |            |
| 종합평가             |     | 0.18              | B    | 최저등급 적용 |            |
| 종합평가결과           |     | 절토사면의 종합평가 결과 : B |      |         |            |

### 36.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 절토사면의 안전등급은 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 36.5.2】 안전등급 기준

| 안전등급      | 시설물의 상태                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A<br>(우수) | · 문제점이 없는 최상의 상태                                                              |
| B<br>(양호) | · 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태      |
| C<br>(보통) | · 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태 |
| D<br>(미흡) | · 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태            |
| E<br>(불량) | · 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태    |

## 36.6 보수·보강 및 유지관리방안

### 36.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 36.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

| 구분            | 손상내용               | 보수방안 | 손상<br>물량 | 보수<br>물량 | 단위 | 단가<br>(천원) | 개략공사비<br>(천원) | 우선<br>순위 |
|---------------|--------------------|------|----------|----------|----|------------|---------------|----------|
| 사면부           | 상태양호               | —    | —        | —        | —  | —          | —             | —        |
| 배수시설          | 소단배수로 균열           | 주입보수 | 2.0      | 3.00     | m  | 70         | 210           | 1        |
| 상부자연사면        | 상태양호               | —    | —        | —        | —  | —          | —             | —        |
| 보강시설          | 상태양호               | —    | —        | —        | —  | —          | —             | —        |
| 개략공사비<br>(천원) | 구 분                | 1순위  |          | 2순위      |    | 3순위        |               |          |
|               | 순공사비               | 210  |          | 0        |    | 0          |               |          |
|               | 재경비<br>(순공사비의 50%) | 105  |          | 0        |    | 0          |               |          |
|               | 합계                 | 315  |          | 0        |    | 0          |               |          |
| 개략공사비 총계(천원)  |                    | 315  |          |          |    |            |               |          |

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m<sup>2</sup>)으로 산출하였음.

### 36.6.2 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 사면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 36.6.2】 사면 중점유지관리 항목

| 구 분      | 중점유지관리 사항                                                                                                                     | 현황 사진                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 배수<br>시설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 배수로 균열 구간<br/>→ 균열부에 대한 보수가 필요하며, 보수후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요</li> </ul> |   |
| 보호<br>시설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 점검계단 식생<br/>→ 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요</li> </ul>                             |  |

## 36.7 종합결론

### 36.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 2개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강 시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 52.1~56.2으로서 추정강도 102.3~122.8MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.18로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “B등급 : 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

### 36.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

### 36.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

### 36.7.4 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 바람직할 것으로 판단된다.