日・韓技術交流に関して

藤井三千勇

ここに掲載する論文は、本年５月７日に韓国経営企画院主催のセミナーに講師として招かれ講演した原稿である。午前１０時から午後５時まで６時間の講演であったが通訳がはいるので実質は３時間であり、非常に熱心に聴講もあって、あまり時間を感じさせない有意義なものであった。

災害発生後の処理の仕方と調査対策の立案に質問がかなり出て日本と韓国とでの災害についての対応に相違があるようであった。非常に近くの国でありながら技術の交流のなさを痛感した次第である。

この機会に私が今まで取り組んできた日・韓の技術交流について整理してみる。

１、１９８８年新潟での技術士全国大会で新潟県などの日本海側が積極的に対岸交流を進めていることを知り、この大会に参加していた島根県技術士会副会長坂田俊之氏とともに島根県技術士会も韓国と技術交流を持とうと二人の意見が一致し決意したのが出発点であった。その時島根県は韓国の慶尚北道と姉妹縁組を結んだ直後であった。

２、その後島根県及び日本技術士会と連絡をとり慶尚北道との技術士との交流の糸口を模索した。私と坂田氏で韓国技術士会会長が来日した折り東京へ出向きお会いし直接お願いしたこともあった。しかし慶尚北道に技術士会組織がないこともあり思う様に進展しなかった。

３、１９９１年７月、とにかく直接韓国に出向き話し合ってみようと言うことになり私と坂田氏と佐藤氏三人が代表として韓国技術士会を訪問した。予想外の大歓迎を受けた。まさに“Ｋｎｏｃｋ　ａｎｄ　Ｏｐｅｎ”であった。

４、１９９１年１０月夏季研修会の優秀賞として韓国旅行とし、韓国訪問で知った白さんを通し彼が常務をしているコンサルタント（株）先進エンジニヤリングを訪問し若手技術者と交流をもった。勝部・藤井・井上三君であった。予想以上の技術力に大いに刺激を受けた。。

５、１９９１年１０月、日・韓技術士会議がソウルで開催され私が参加した。この時大韓火薬学会会長許墳氏を知った。

６、１９９２年１月１３日～１８日　韓国・日本土木工事研修団が来日許墳氏を団長として主としてＳｅｕｌ地下鉄関係の技術者２６名で、岡山の瀬戸大橋・広島の新交通システムそして島根では原子力発電所・鹿島町の地下下水処理場・出雲ドームを見学した。１７日の夜には島根県技術士会主催の日・韓親善技術交流レセプションを日韓親善協会の島田芳雄会長及び島根県国際文化室の方々の参加を得て盛大に行った。。

７、この日本土木工事研修団の成功に許墳団長が大変喜ばれ私を招待された。５月４日～８日訪韓し、板門店見学・Ｓｅｕｌ地下鉄現場見学を行ない７日に前述したセミナーを行った次第である。

８、１９９２年８月２４日～２９日　第二次日本土木工事研修団が四国を主として見学する予定である。許墳氏と私の間で計画を進めている。

以上の様に日韓技術交流は日が浅くその糸口を作った段階であるが、技術の交流と言うより心と心の交流が何より大切であることを痛感した次第である。団長の大韓火薬技術学会会長許墳氏は相手の気持ちをよく読み大切にする言うならば“演歌の心”がわかる人であるとともにアメリカの大学をで、アメリカの技術士も持っている国際人でもある。この様な人と心を通じ合ことが出来、何でも話し合えることは非常に喜びである。

目　　次

* 日本에서의 斜面崩壞와 豫防對策　　藤井三千男

日本에서의 斜面崩壞와 豫防對策

（株） 藤井基礎設計事務所
技術士 （土質 및 基礎） 藤井三千男

目　　次

1. 序論

2. 島根縣의 地質

3. 切取斜面의 安定

3-1. 崩壞. 땅의 흘러내림의 分類

3-2. 注意를 요하는 절단한 땅

4. 實例

4-1. 岩盤斜面 崩壞의 例

4-2. 구덩이 入口의 切取에 따른 땅의 흘러내림 誘發 實例

4-3. 이치노세의 이암 (泥岩) 의 흘러내림과 대책

4-4. 第三紀層 泥岩의 防防對策

4-5. 大東仁多線의 崩壞例

5. 結論

1. 序論

근래 工事의 大型化에 따라 地山을 크게 잘라내는 경우가 많게 되었다. 특히 道路등지에서는 岩盤을 잘라낸 경우도 많다. 岩盤은 堅固하고 安定되어 보이지만 의외로 崩壞 및 흙의 흘러내림을 유발시킬 가능성이 높다.

道路에 있어서 交通量의 증가에 따라 이런 崩壞 및 흙의 흘러내림이 人事事故로 이어지는 경우도 증가하고 있다.

島根縣은 地質이 극히 복잡하며 氣象條件도 나쁘고 장마철에는 집중호우에 의한 災害 常習地帶이다.

여기서는 島根縣의 地質의 概要를 검토하고 日本의 땅의 무너짐. 崩壞. 落石의 定義와 對策을 分類별로 說明하고 崩壞에 대한 調査 및 對策에 관한 事例를 설명하고자 한다.

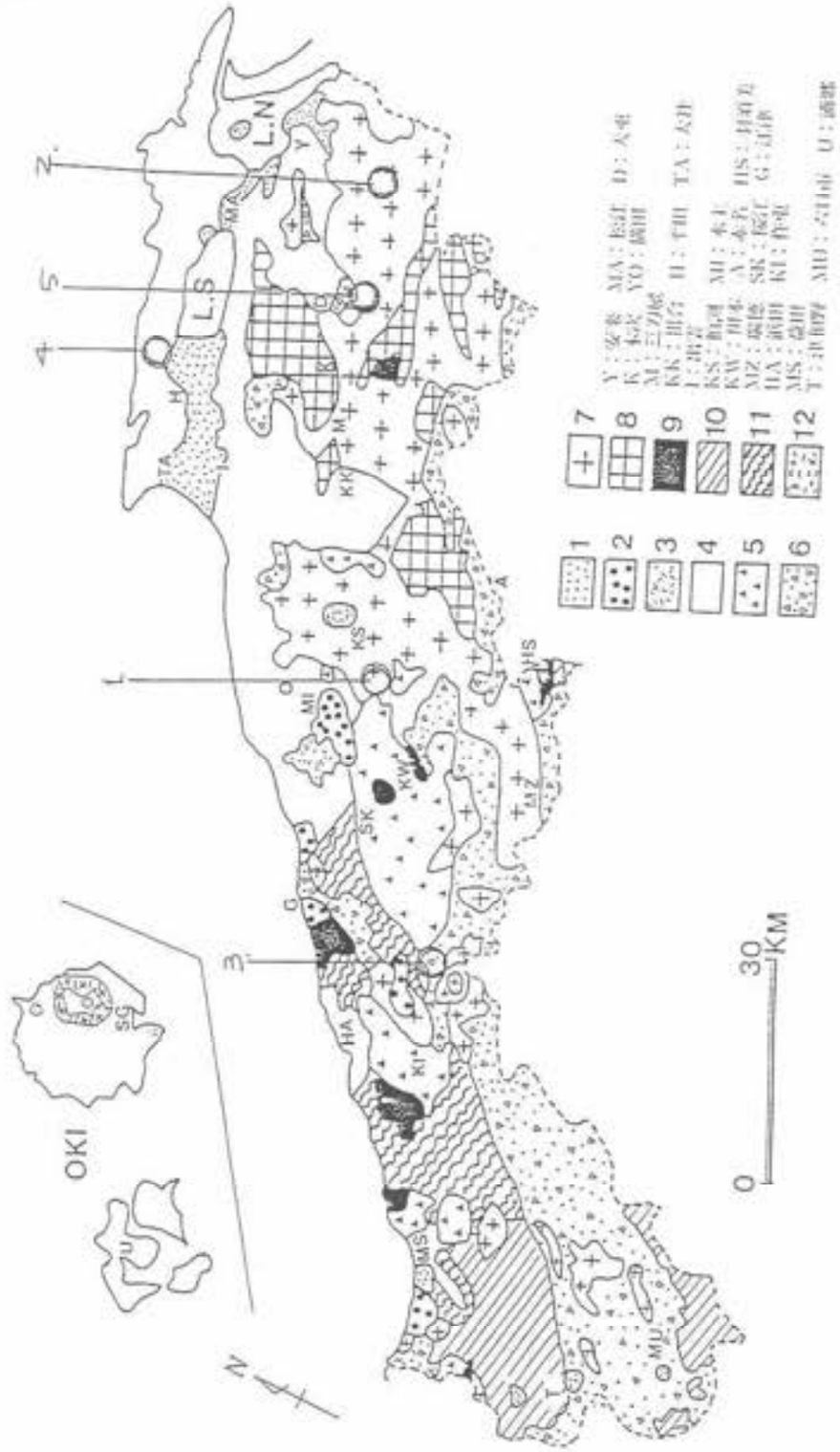
2. 島根縣의 地質

地質構造를 구분하면 島根縣은 西南 日本내의 地帶라고 불리지는 부분에 있다. Fossa magna와 中央 構造線 (Median Line) 이라고 하는 가장 대표적인 地質構造線에 의해서 區分된 分帶의 하나이다.

西南日本內帶는 日本의 中國5縣과 4個國의 北部를 포함하고 있으며 三群變成岩類 및 花崗岩類가 넓게 분포되어 있는것이 특징이다.

그외의 지역의 北部를 거의 東西로 뻗은 白山火山帶 때문에 第4紀의 火山岩 및 噴出物이 分布되어 있다.

図 1-1



3. 切取斜面의 安定

3-1. 崩壞. 땅의 무너져내림의 分類

切取工事는 道路. 鐵道. 宅地造成. 急傾斜 對策등 여러가지의 工事에 필수적이다. 각각의 사업에 대하여 기준이 정해져 있으나 여기서는 일반적인 道路에 대하여 조사하기로 한다.

日本道路協會로 부터 「道路土工.直徑面工.斜面安定空地針」이 1986년에 발표되었다.

이에 의하면 도로에 있어서 土砂災害는 다음과 같이 분류된다.

- 道路에서의 土砂災害
  - 崩壞 (廣意)
    - 直徑面 崩壞
      - 切土의 直徑
        - 얇은 切土의 崩壞
        - 깊은 切土의 崩壞
        - 깊고 廣範圍한 崩壞
      - 盛土의 直徑面
        - 얇은 盛土의 崩壞
        - 깊은 盛土의 崩壞
        - 基礎地盤을 포함한 崩壞
    - 斜面 崩壞
      - 表層 崩壞
      - 깊은 斜面崩壞
    - 落石
      - 轉石型 落石
      - 浮石型 落石
  - 땅의무너짐
    - 岩盤地層의 무너져 내림
    - 風化岩地層의 무너져 내림
    - 崩積土地層의 무너져 내림
    - 粘質土地層의 무너져 내림
  - 土石流
    - 溪床堆土砂礫의 流動化에 의한 土石流
    - 산등우리 崩壞土砂의 流動化에 의한 土石流
    - 天然댐의 崩壞에 의한 土石流
    - 흙의 무너져내림에 따른 흙덩이의 流動化에 의한 土石流

圖 1-2 道路에서의 土砂災害의 分類

곳에 나오는 用語는 다음의 內容을 가리키는 것이다.

(1) 直徑面: 盛土工事 또는 切取工事에 의해 人工的으로 형성된 흙과 바위의 傾斜面을 각각 盛土한 直徑面 및 자른땅의 直徑面이라고 말하고 이를 총칭하여 直徑面이라고 말한다.

(2) 斜面: 道路土工에 의해서 人工的으로 형성된 斜面과 地山 그대로의 自然斜面이라고 의미되지만 指針으로서는 自然斜面을 의미하는 것이라 한다.

(3) 崩壞: 이동속도가 급해서 移動土(岩) 덩어리의 혼란이 심한 傾斜面에서의 흙덩어리의 이동

(4) 땅의 무너져내림: 崩壞와 엄밀하게 구분할 수는 없지만 이동속도가 완만한 경우를 말한다.

(5) 落石: 岩盤의 균열을 (岩盤안에 발달하는 節理, 片理, 層理등의 갈라진금) 이 擴大하며 바위덩어리가 떨어지는 현상.

(6) 土石流: 산간의 골자기에 있어서 토사 및 큰 자갈이 地表水에 의해서 流動化하고 흘러 내려가는 현상

3-2. 注意를 요하는 자른땅

(1) 崩積土, 强風化 斜面의 자른땅

(2) 砂質土, 특히 浸蝕에 약한 土砂의 자른땅

(3) 泥岩, 凝灰岩, 蛇紋등의 風化가 빠른 바위의 자른땅

(4) 균열이 많은 바위의 자른땅

(5) 균열이 흐르는 地盤으로 되는 경우의 자른땅

(6) 地下水가 많은 경우의 자른땅

(7) 積雪, 寒冷地에 있어서 자른땅

(8) 長大 直徑面으로 되는 자른땅

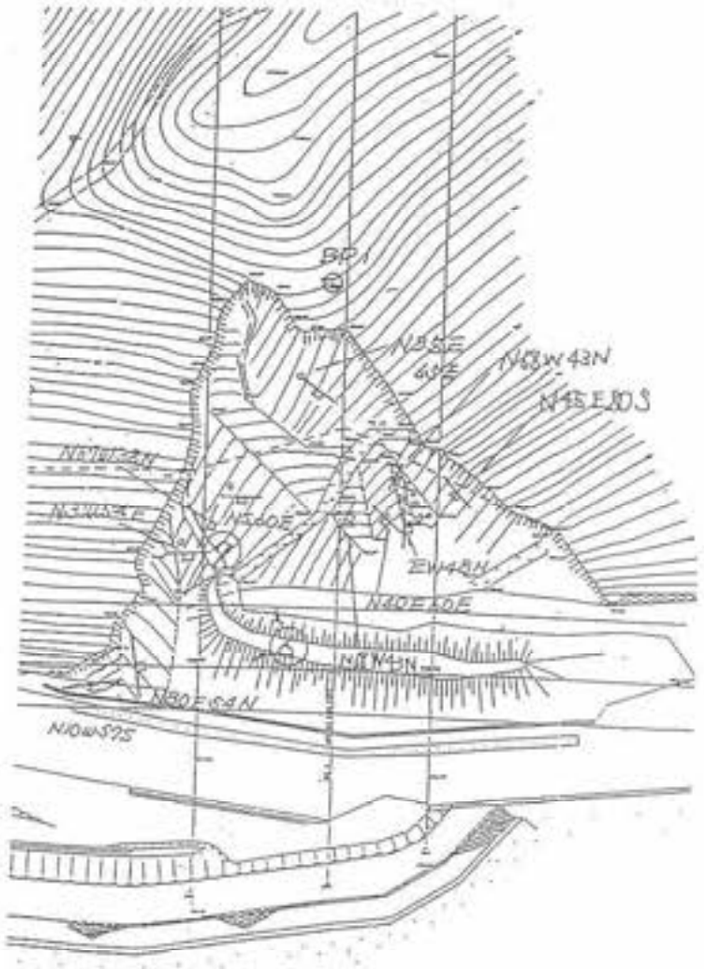
(9) 地震의 피해를 받기쉬운 자른땅

이상의 切取를 계획한 경우는 일반적인 標準勾配로 切取하는 것이 아니고 충분히 조사해 切取한 斷面을 계획하는것으로 되어있다.
그 경우의 調査法 또는 設計法에 대해서는 이 指針에 기술되어 있다.

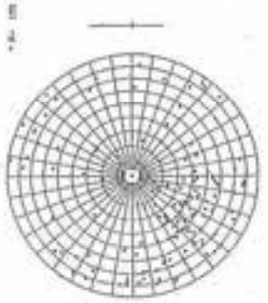
4. 實例

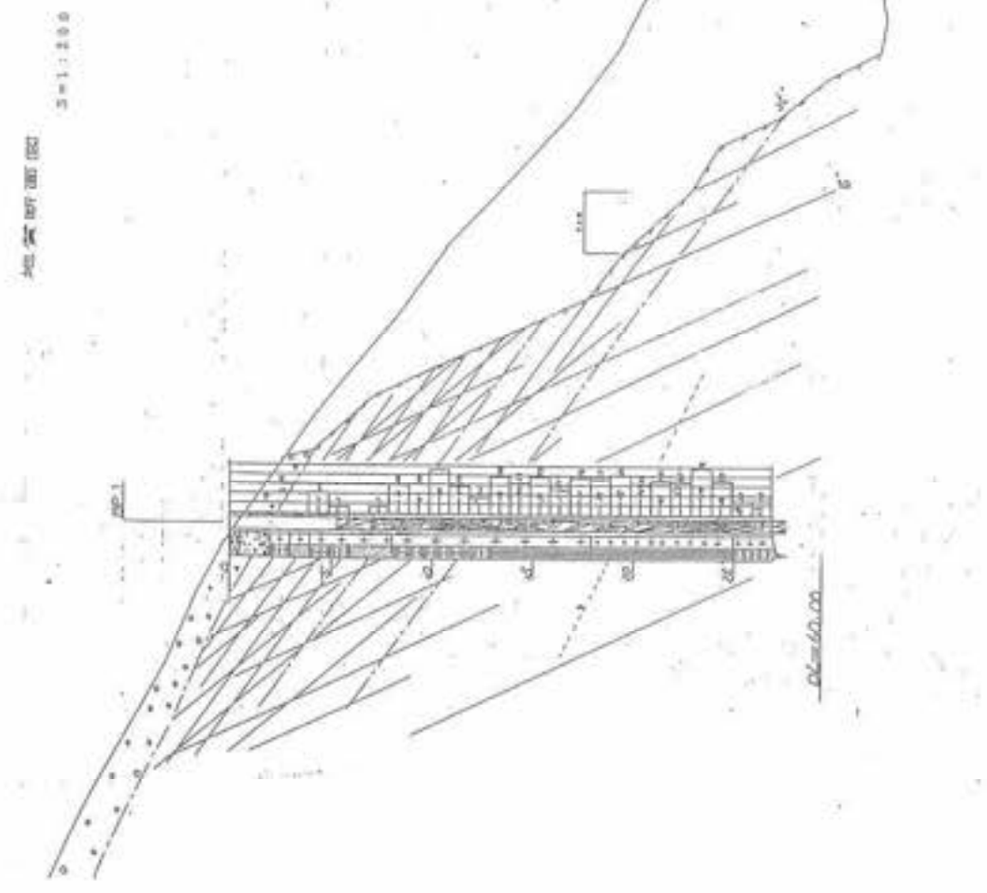
4-1. 岩盤斜面의 崩壞例

調査地는 江川에 접한 鐵道路 江川의 攻撃斜面에 해당하는 急傾斜面을 형성하고 있다. 地質은 花崗岩으로 1990년 10월에 큰 비가 내린후 폭이 약 40m 에 걸쳐서 崩壞했다.



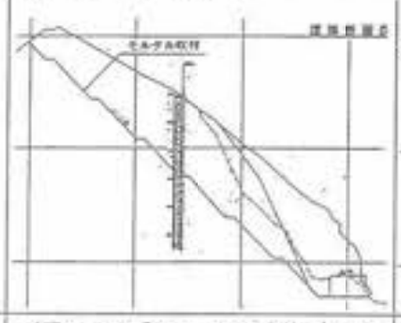
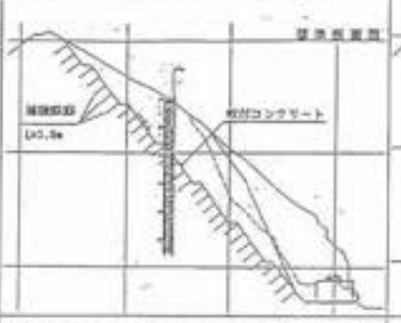
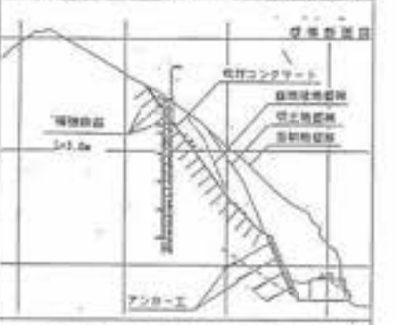
岩質은 견고하고 中硬岩 정도 되지만 節理가 많이 흐르는 地層의 構造로 되어있는것에 의해 崩壞가 발생한 것이다. 崩壞面 上部에 boring 을 하고 그 核心으로 부터 節理의 走行傾斜를 파악해 安定解析을 행하는 對策을 검정했다.



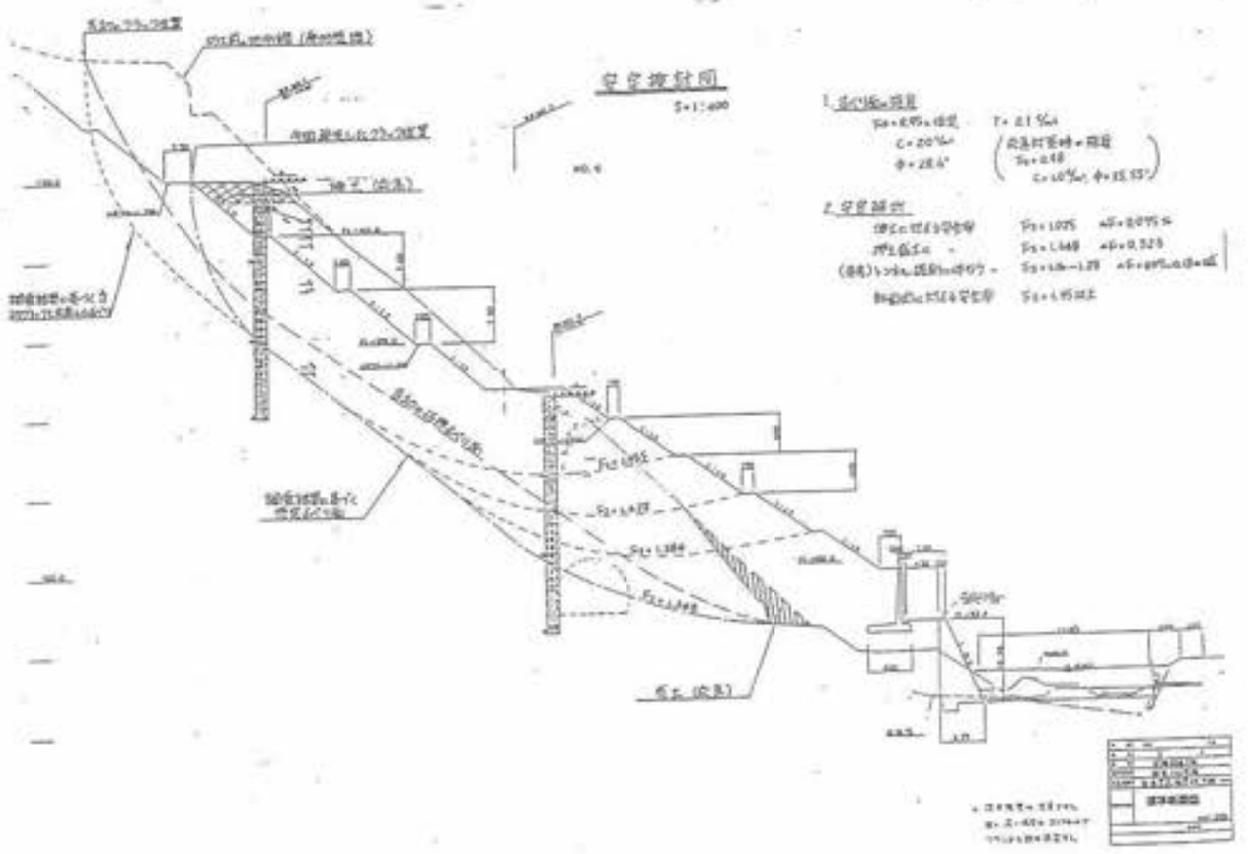


対策工法は次の3案が考えられたが最も安全な1：1．0併土とした．岩の硬さからは，
限界切土勾配は1：0．5程度であるが，"割れ目が流れ盤となる場合の切土"で特に注
意の必要な切土の範疇に入る併である．

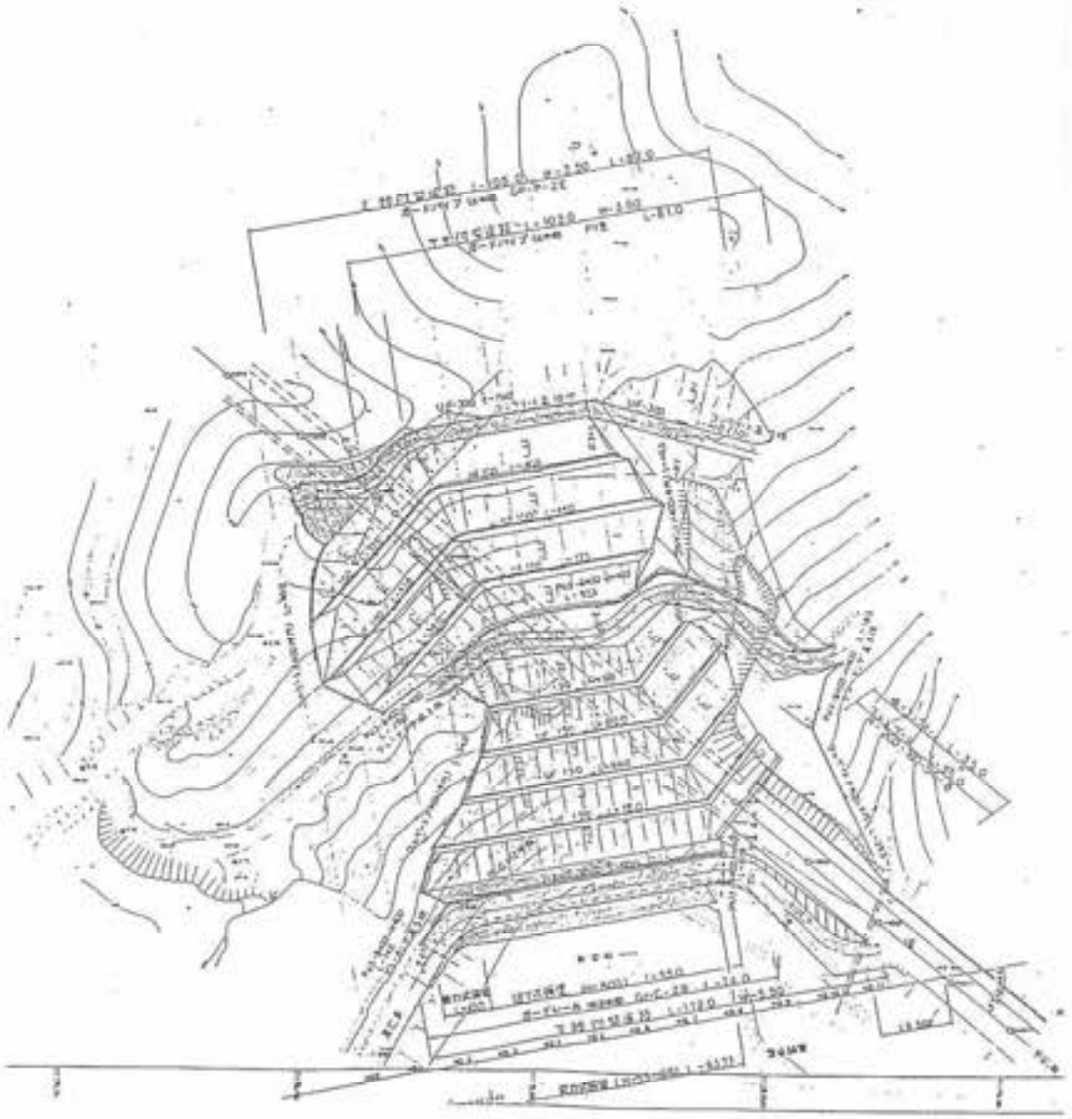
4-2．対策工法の比較

	第1案　1:1.0 排土	第2案　1:0.8 排土＋補強鉄筋	第3案　勾配1:0.8 排土＋不透水型アンカー工
概要図			
工法の特徴	・切取 1:1.0 と同切土しも外れ防止に対応面保護を行う ・施工の待ち受い為に補強鉄筋等を施工する。 ・第3案に比べ経済的と施工も土工量も多くなる。	・切取 1:0.8 と同切土を行い、補強鉄筋 D-50 を 2m 間隔で設ける。 ・補強鉄筋を施工するため足場を組立する必要がある。 ・第3案に比べ不経済となる。	・勾配の不安定土塊を 1:0.8 と除去し、補強鉄筋と現場打法面コンクリート版＋アンカーを行う。 ・土圧が大きくなり補強鉄筋・アンカー工も強化が必要となる ・第2案に比べ不経済となる。
概算工費	土工　38,962 法面保護工　14,630 アンカー工　0 —— 計　53,592 円	土工　27,363 法面保護工　23,439 アンカー工　47,192 仮設工　26,429 計　124,773 円	土工　19,926 法面保護工　37,606 アンカー工　43,642 仮設工　13,997 計　115,171 円
評価	○	△	△

既設斜面スロープ 崩壊部の 崩壊を 防止する 為に 地盤を 固定する 為に ボーリング 調査を 行った．
地図に 示した 様に 安定解析を 行い 補強鉄筋 及び 吹付コンクリートで 施工する 工法を 採用した．

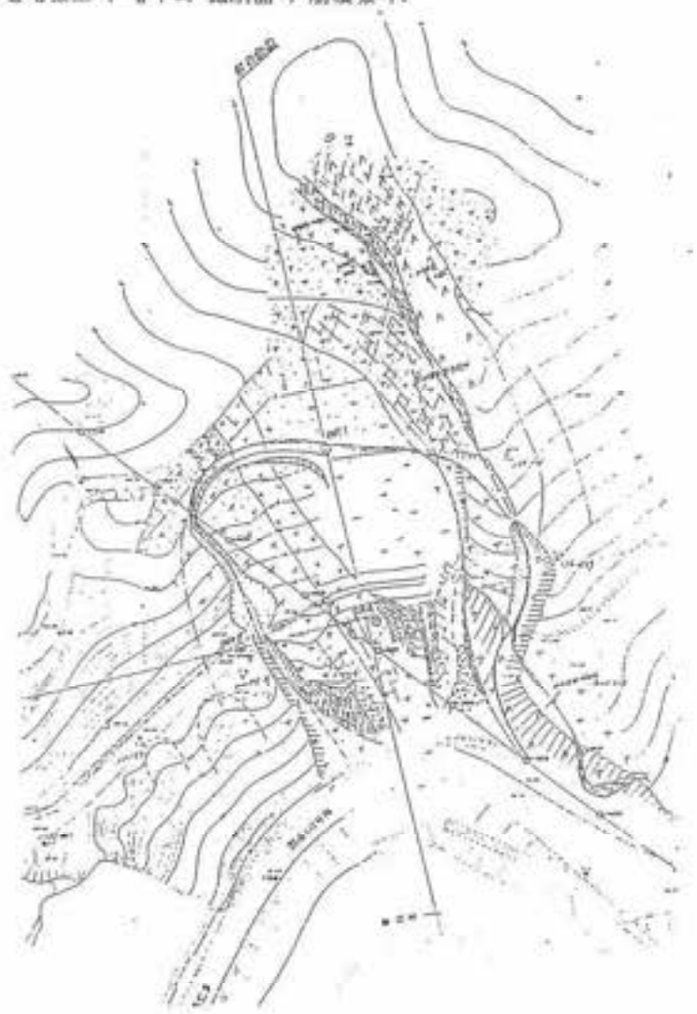


国道432号線道路改良工事平面図 S＝1：1000



4-2. 구덩이 入口의 切取에 따른 땅의 무너져내림을 誘發한 例

國道 432호의 道路 補修工事 등안 金原 터널을 掘進하던중 바깥쪽의 입구를 잘라낸곳. 1988년 3월말 구덩이 입구 上部 약 70m 의 위치를 남머리지로서 깊이 약 15m 의 범위에서 흙의 무너져 내림이 발생하고 前驅現象이 발생했으며 입구의 掘削面이 崩壞했다.



平面圖에 나타나듯이 터널방향과 무너져내리는 방향과는 일치하지 않는 약 40도의 벌어진 상태이다.

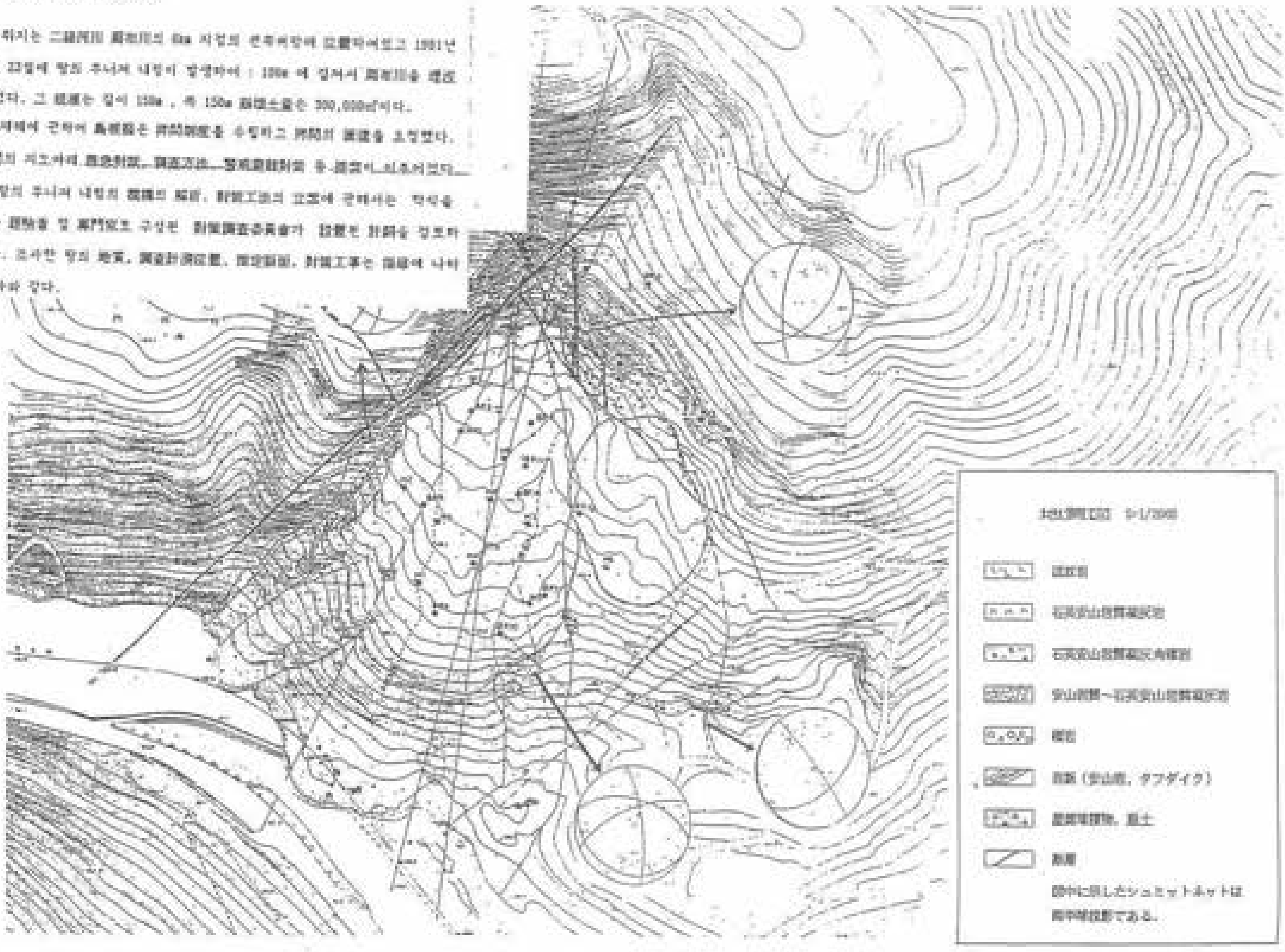
土工指針에 의한 分類로는 風化岩의 땅이 무너져 내리고 切取에 의해 除荷作用과 降雨에 强度의 低下에 따른 땅의 무너져 내림이 발생한 것이라고 볼수 있다.

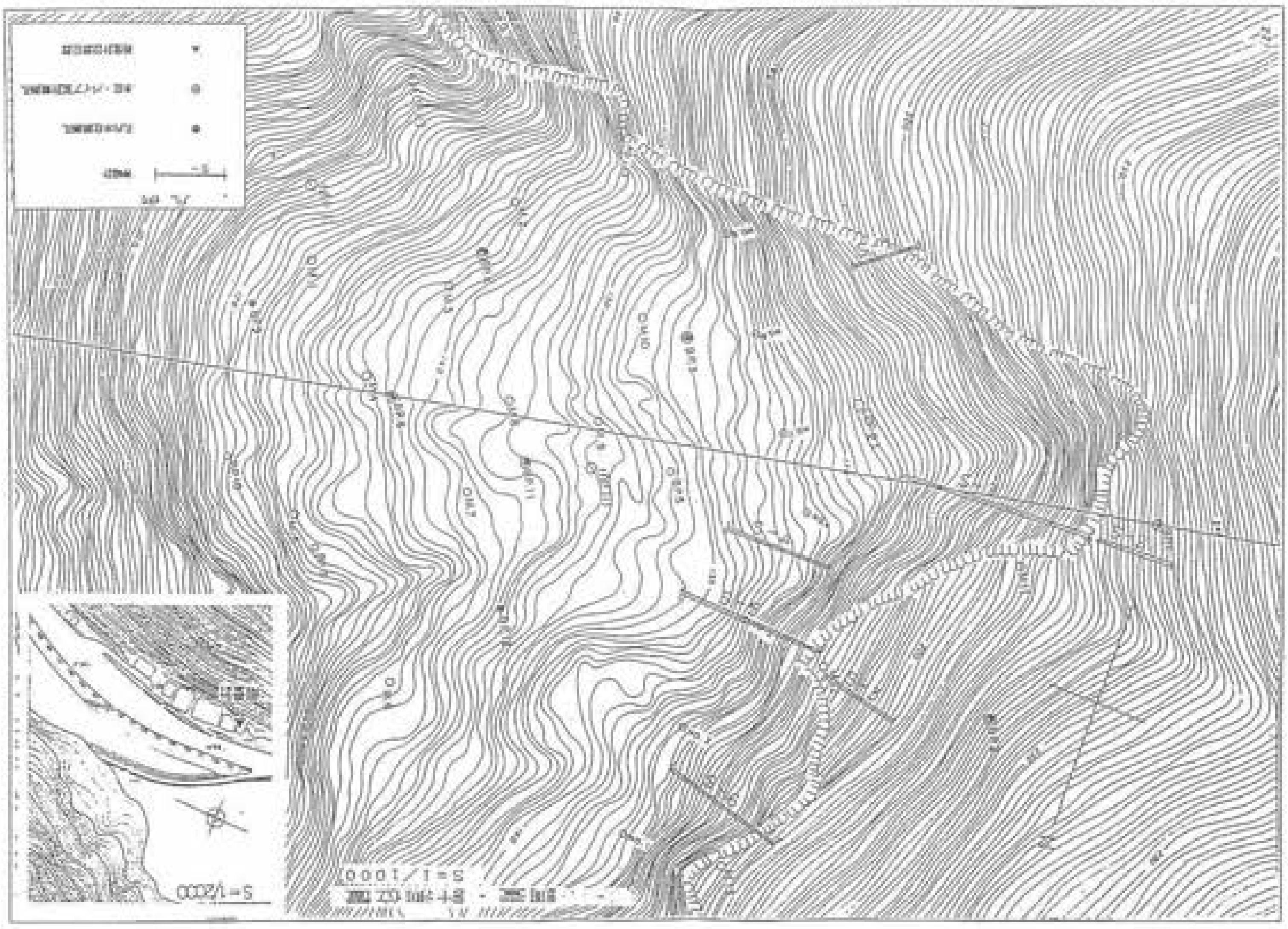
1-3. 이치노세 地滑의 [illegible]

본 위치는 [illegible] [illegible]의 [illegible] 지점의 [illegible] [illegible]하여있고 1991년 3월 22일에 땅의 주니께 내림이 발생하여 100m 에 걸쳐서 [illegible]을 [illegible] 시켰다. 그 規模는 길이 150m, 폭 150m 崩壞土量은 300,000m³이다.

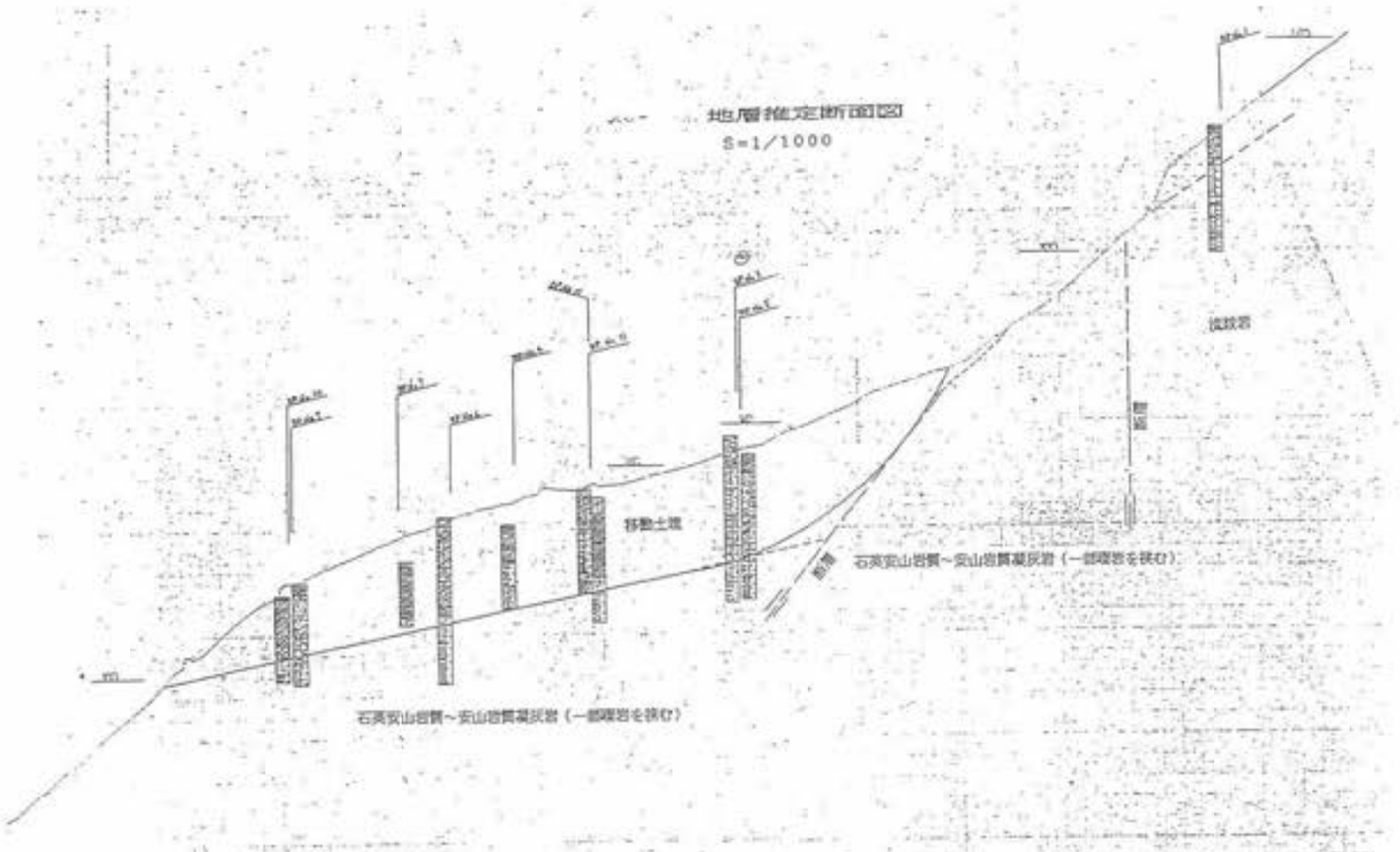
이 재해에 관하여 [illegible]은 [illegible]를 수립하고 [illegible]의 [illegible]을 조정했다. [illegible]의 지도아래 [illegible], [illegible], [illegible] 등 [illegible]이 이루어졌다.

또 땅의 주니께 내림의 [illegible]의 [illegible], [illegible]의 [illegible]에 관해서는 학식을 갖은 [illegible] 및 專門家로 구성된 [illegible]가 [illegible]된 [illegible]을 정리하였다. 조사한 땅의 地質, [illegible], [illegible], [illegible]는 [illegible]에 나타난 바와 같다.

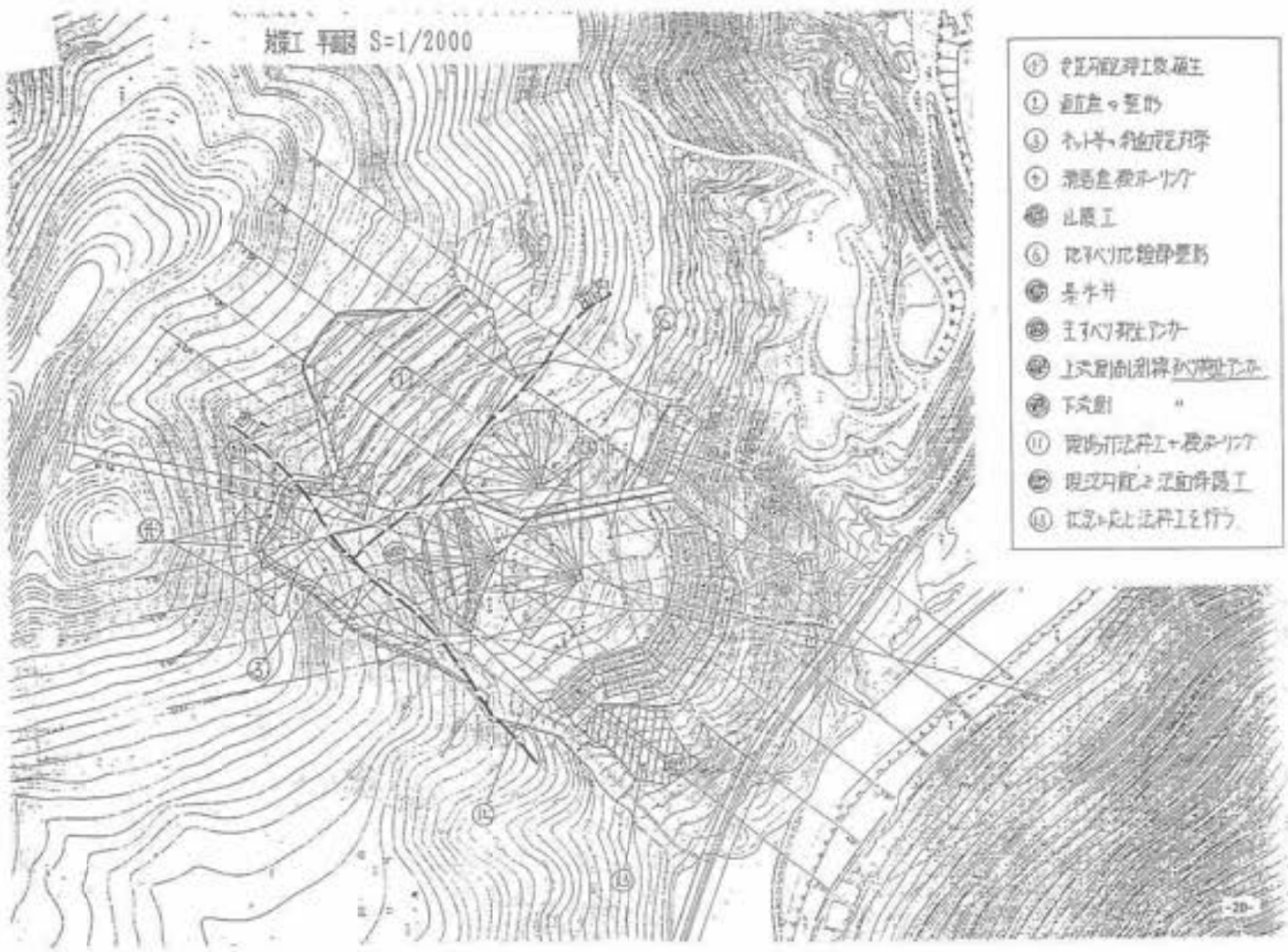


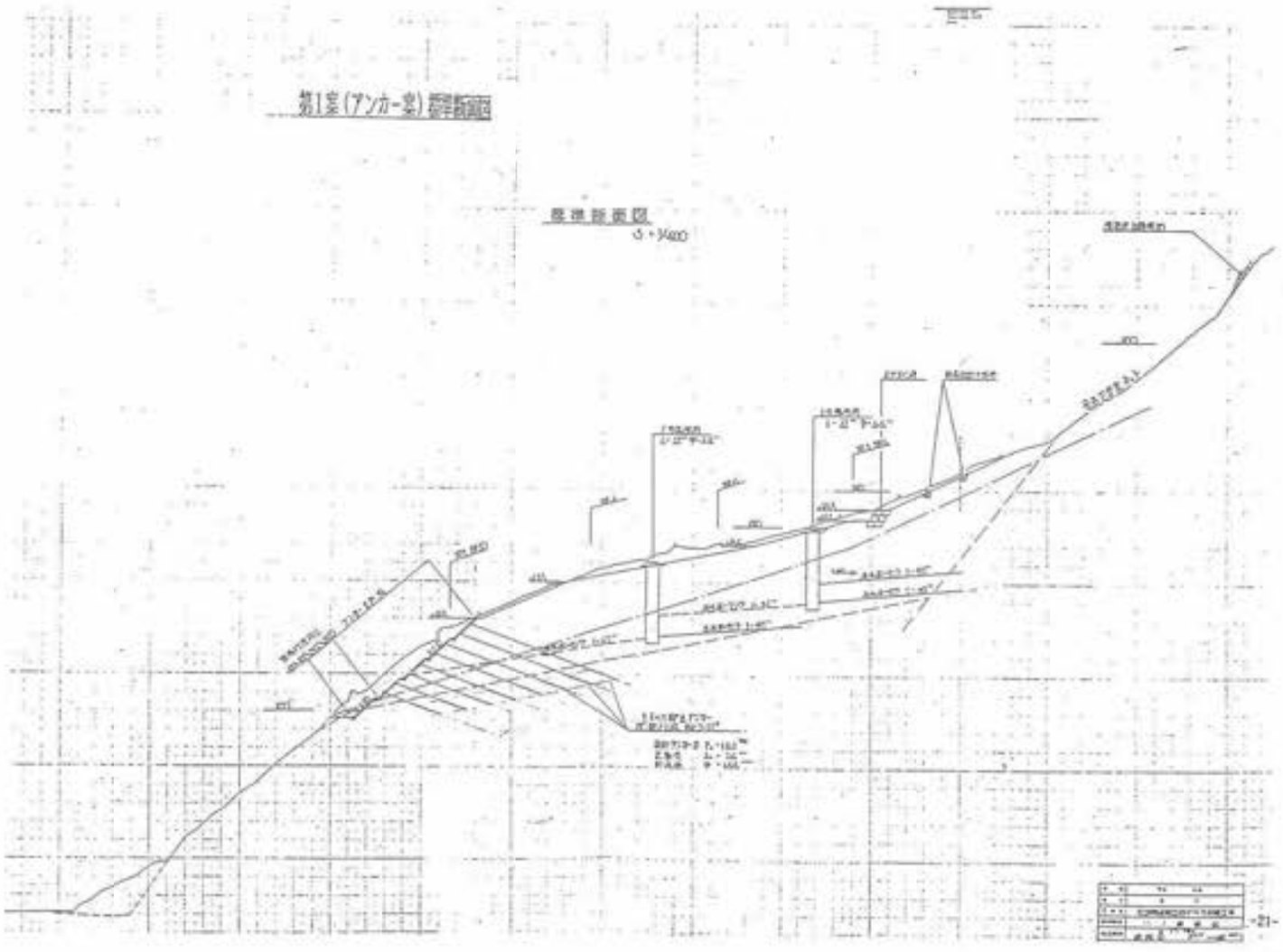


地層推定断面図
S=1/1000

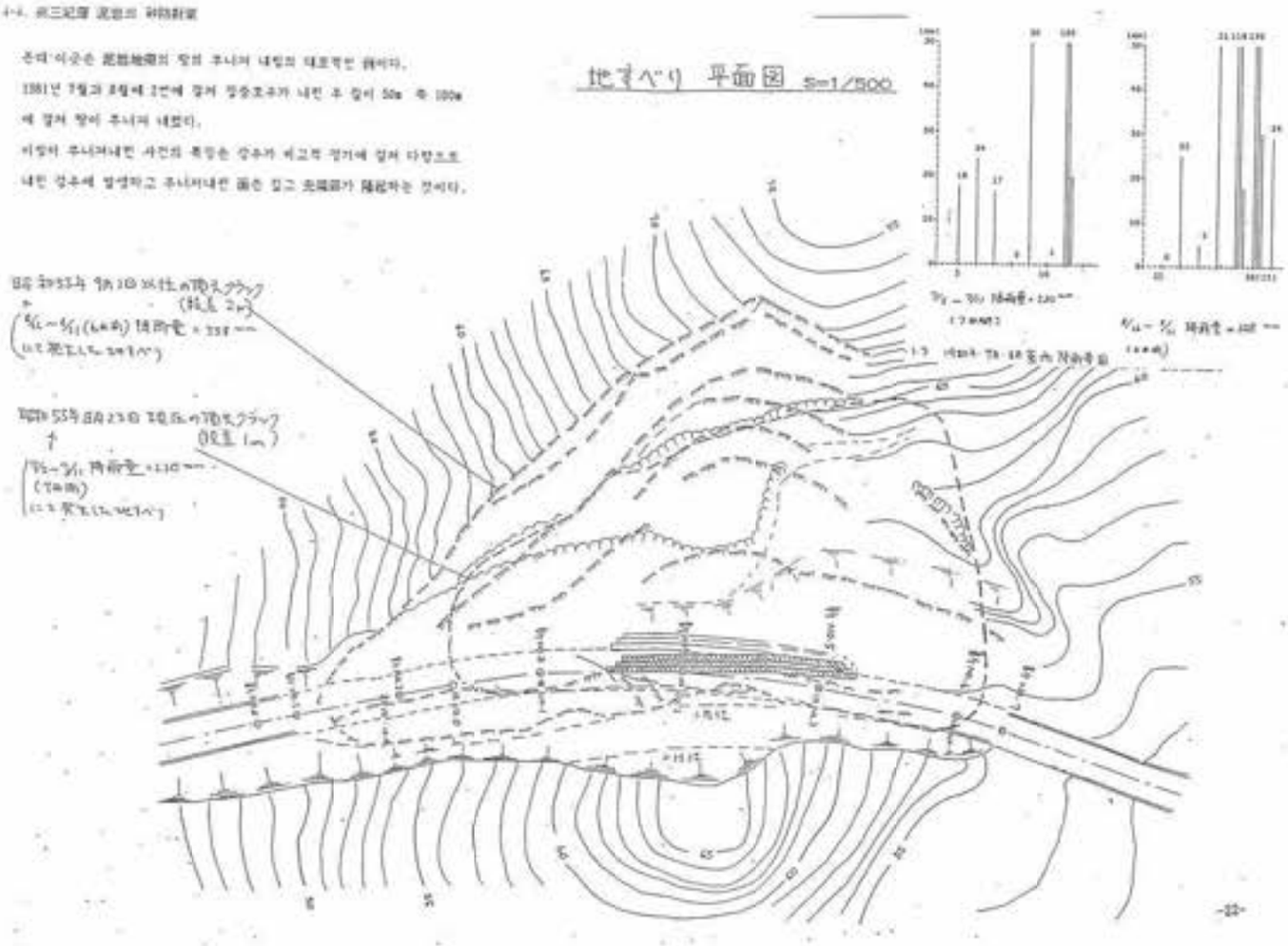


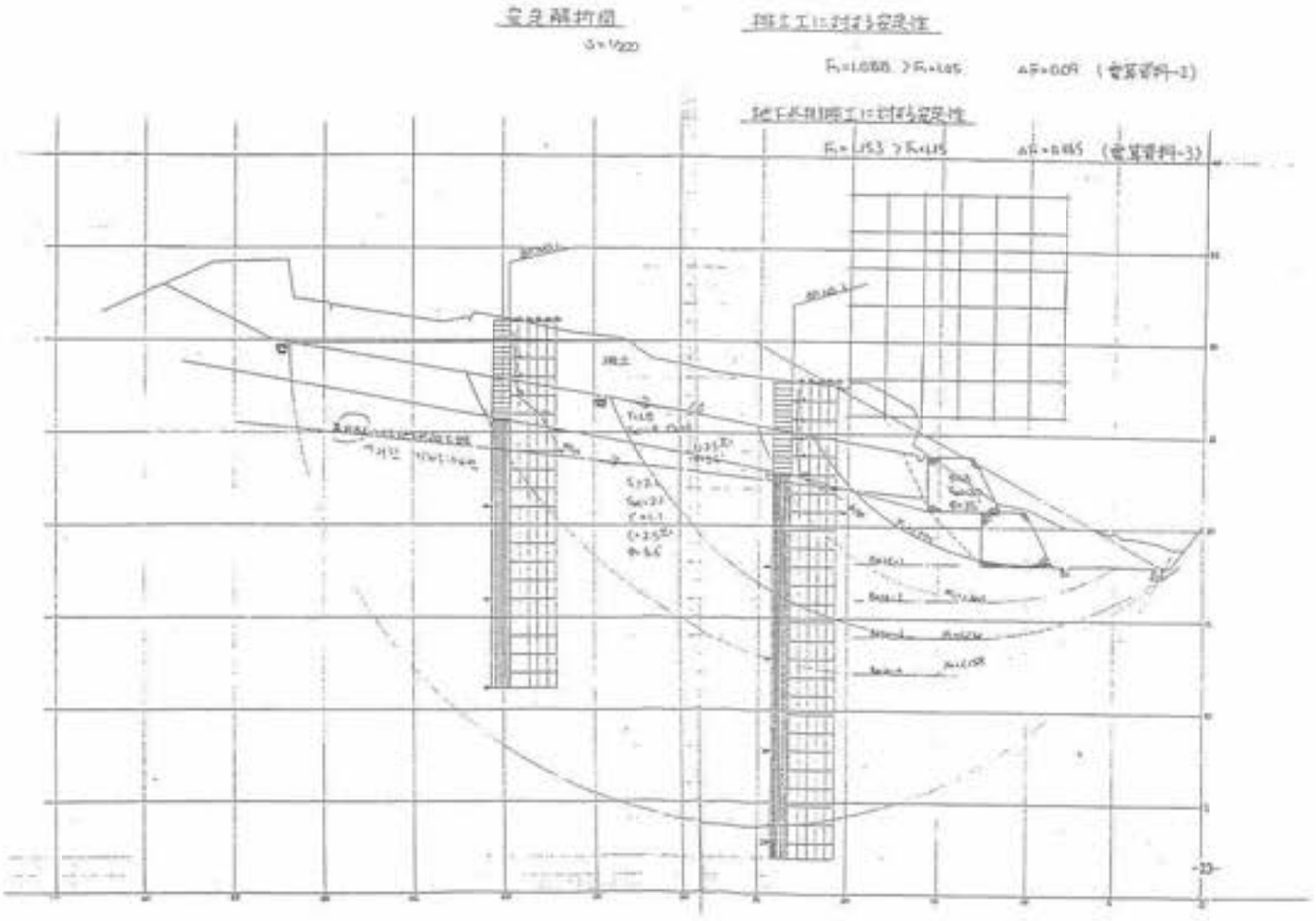
施工 平面図 S=1/2000





4-4. 第三紀層 泥岩の特徴





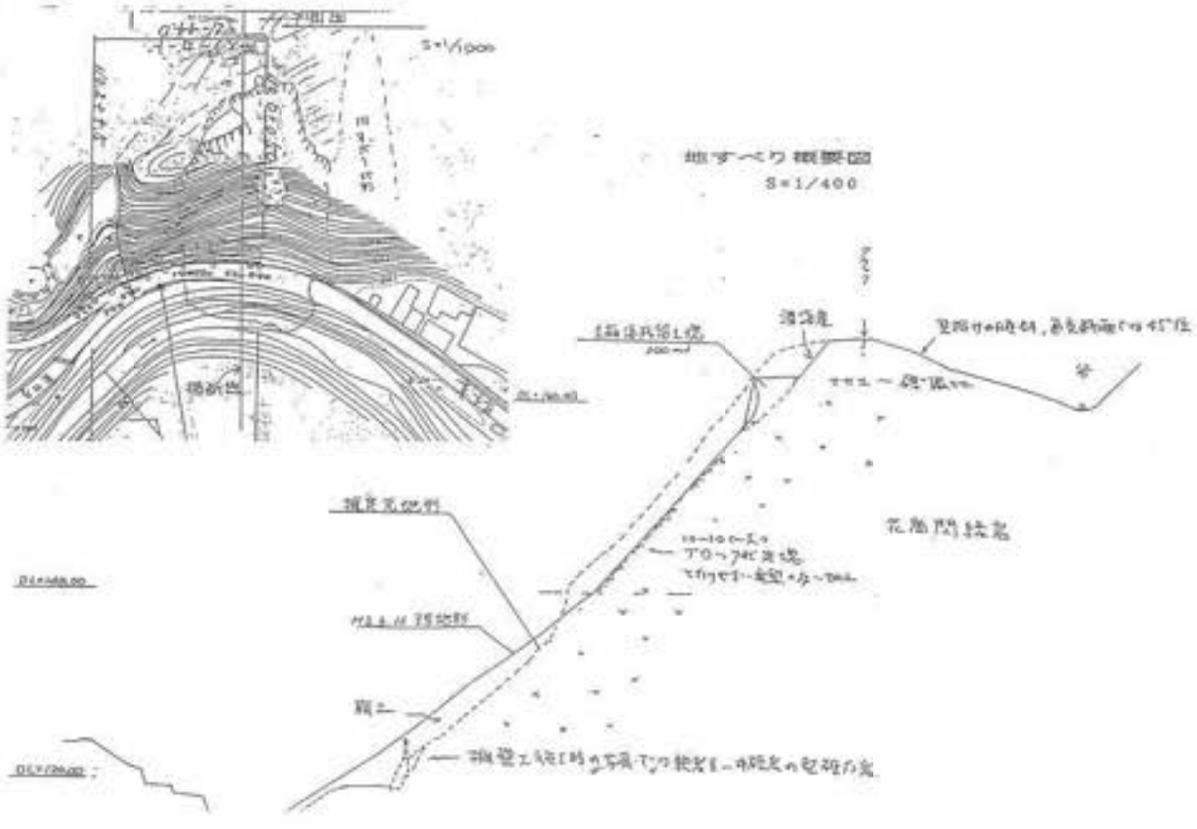
4-2. 大東仁多鐵의 崩壊의 例

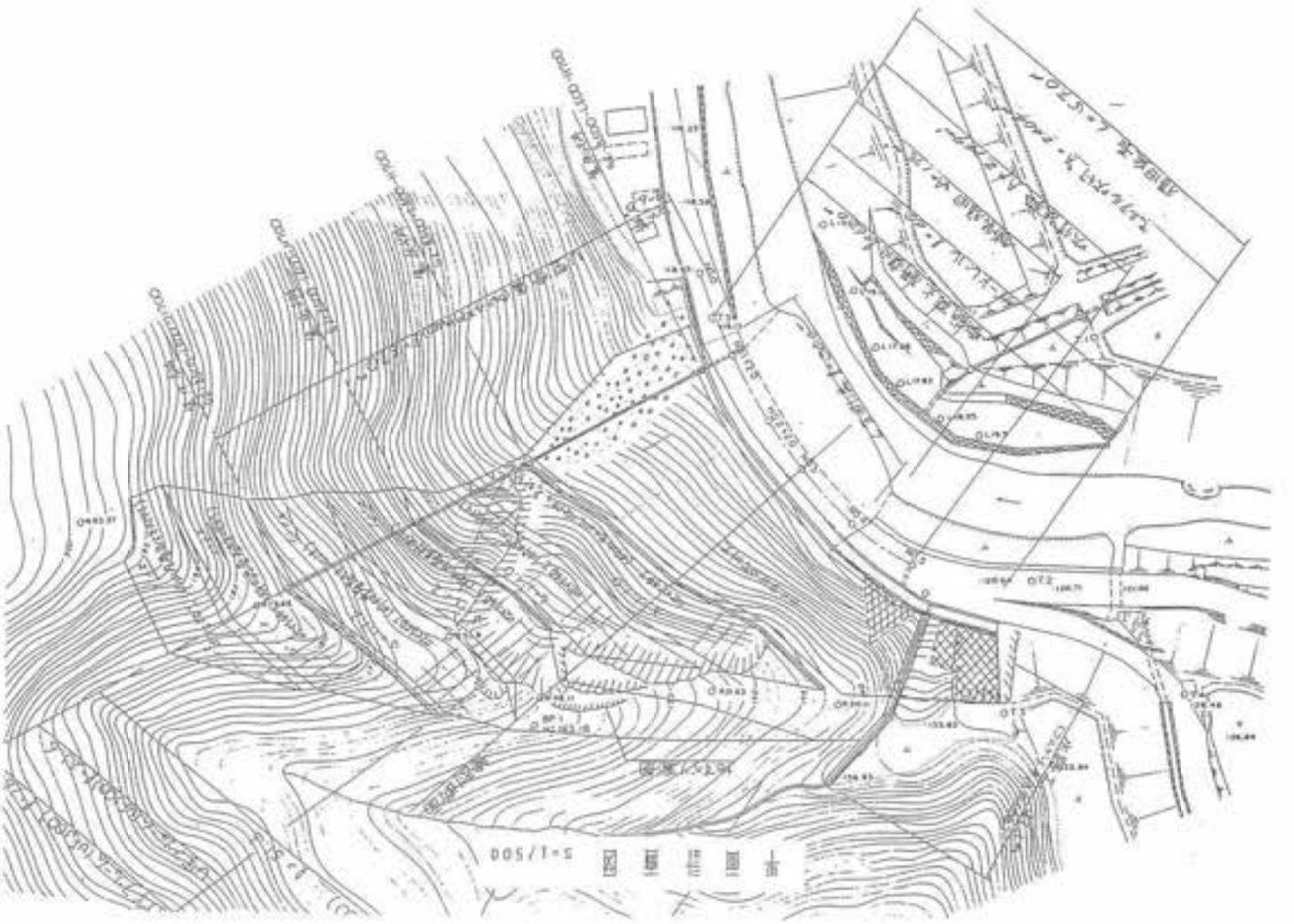
1991년 3월 11일 오후 1 時경 도로를 주행중이던 여자가 崩落土砂에 정출하여 사망한 장소이다.

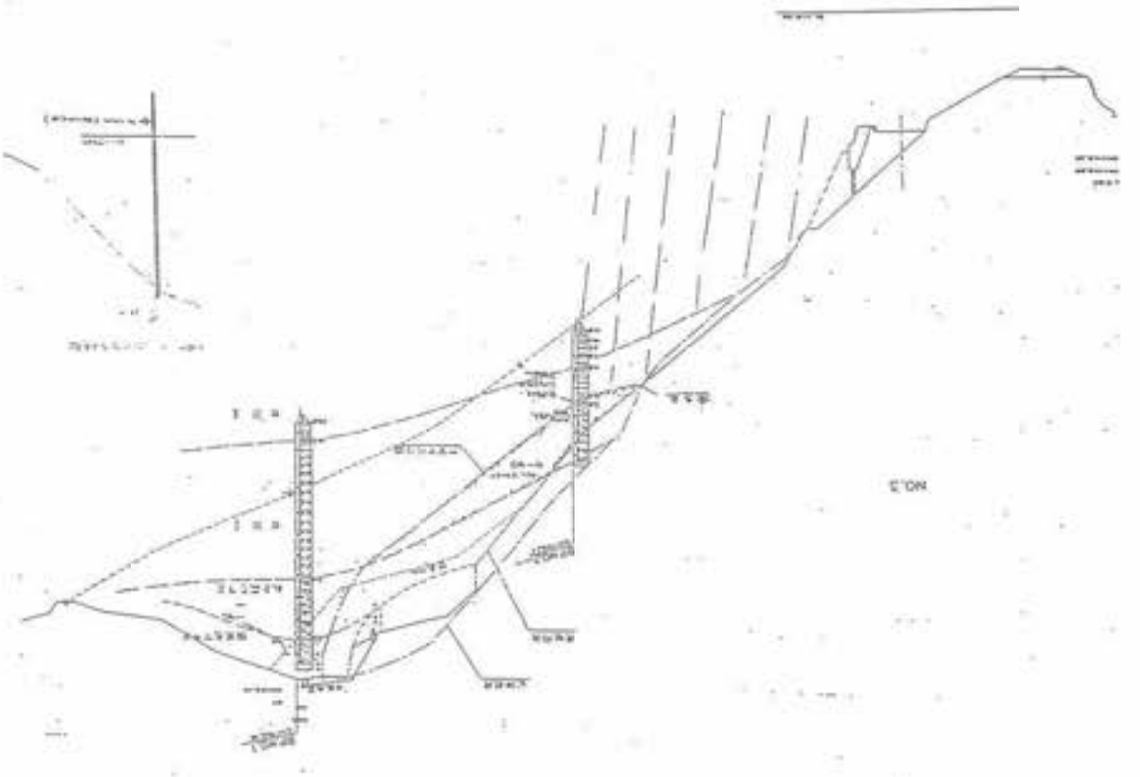
3월 7일 ~ 11일에 걸쳐서 駄鐘的으로 50 mm 정도의 降雨가 내리고 기상변화가 심한 시기이기 때문에 浸透水가 地表 근처에서 凍結融解하여 발생한 것으로 보여진다.

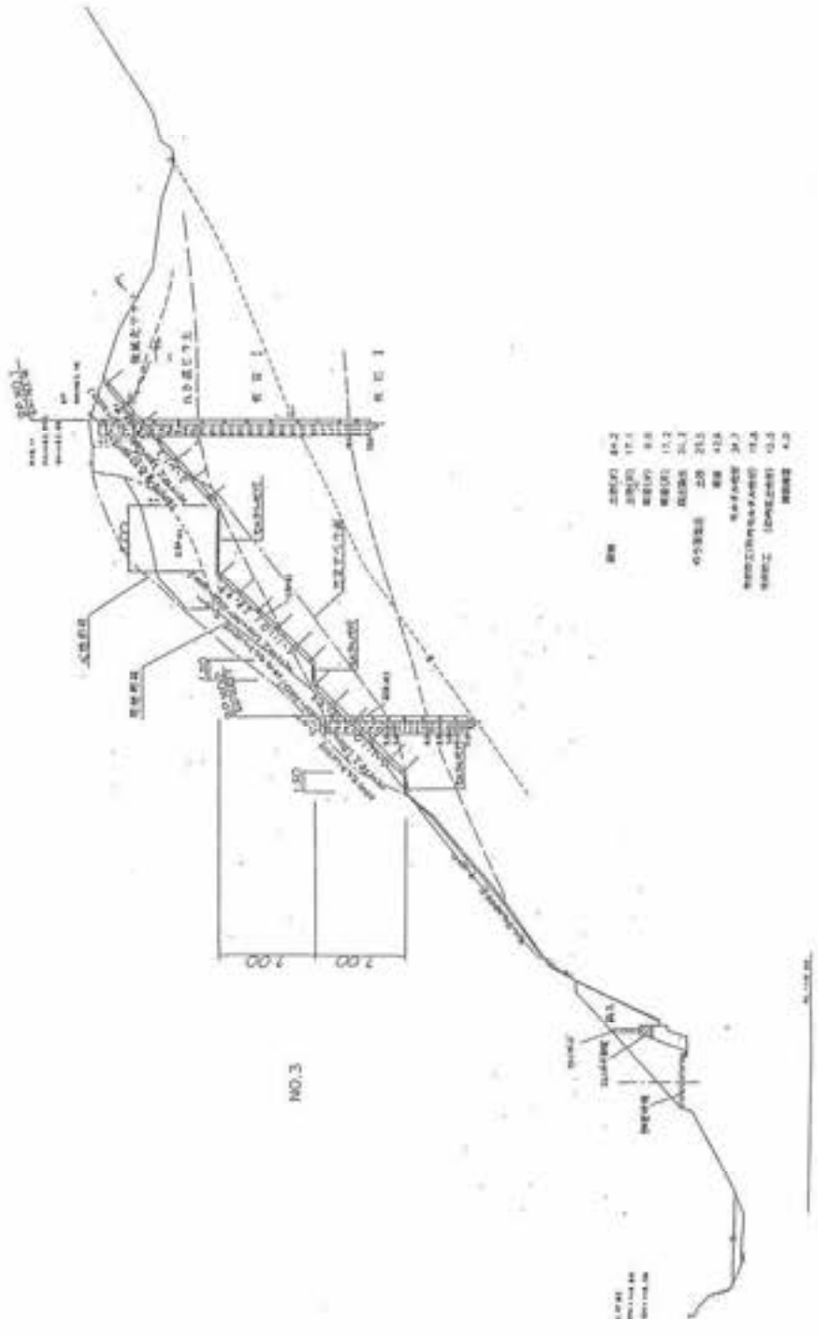
즉, 道路가 계단을 따라 이어지는 경우는 계단의 運動에 의해 도로의 近傍지역은 건고하다고 하드라도 그 상부에서는 風化層이 두껍게 殘留하고 있는 경우가 많다.

2月 ~ 3月에 걸쳐서 발생하는 崩壊는 이러한 경우가 많다.









対策工施工図 S=1/400

5. 結論

最근 道路에 있어서 崩壞 또는 落石에 의한 인사 사고가 다량 발생하는 있다. 國道가 整備된 것이 1960년대이고 이미 25 ~ 30년이 경과되고 있다. 당시는 도로를 연장시키는 것에 깊이 연구를 하고 있어 法面의 安定성은 配慮되지 않았다.

그 후 道路 維持管理의 側面에서 橫木의 設置 또는 法面의 풍어칠하는 工事등이 행해졌었다. 그러나 法面에 대해서는 法面保護工事로서 기존의 法面을 그대로 보호하는 경우가 많다.

오랜 기간동안 風化가 진행되어 法面周邊의 바위가 약화된것과 건설당시에 적절한 法勾配가 없었던 것이 崩壞가 발생하는 원인이라고 생각된다.

현재 제일 중요한것은 崩壞의 예측이다. 建設省에서는 전국의 도로에 대해서 위험부분의 총 점검을 행하고 있으나 불충분한 상태이다.

또한 최근 공사중의 崩壞事故도 많다. 특히, 擁壁등의 地層을 팔때 崩壞가 많이 발생할 가능성이 있다. 이러한 施工중의 事故에 대해서는 伸縮計등 背面土의 變形에 충분히 주의를 하며 施工할 必要性이 있다.