

## 論 說 報 告

土木學會誌 第十三卷第二號 昭和二年四月

### 第三紀水成岩層に於ける山地崩壊の實例

准員 理學士 廣 田 孝 一

Land Slides occurring on Hill Sides of Tertiary Formation.

By Koichi Hirota, Assoc. Member.

#### 内 容 概 梗

本編は第三紀水成岩層に於ける山地崩壊の實例を擧げて、土木工事と地質との間に密接なる關係の存する事を説明せるものなり。

#### Synopsis

In this paper, the writer describes some cases of land slides in mountainous districts where sedimentary rocks of the Tertiary Period largely predominate. The importance of correct choice of ground for all civil engineering works is explained and emphasized.

#### 1. 緒 言

現在見らるゝ地表の凹突は地質輪廻 (Geological Cycle) の或る一瞬時を捕へたものであつて静止せるが如くに見ゆるも常に形狀を變化しつゝあるのである。之には種々の原因による様々の方法、例へば火山、地震、河川、海波、風化及び雨水等であるが、其内最も我々の目に明かに影するもの、一つとして山崩れを擧げる事が出来る、何等かの原因により徐々に、或は急激に山地の形態の一部を變ずる事であつて、結果に於て同様に山崩れであつても其の原因は異なる場合が多い、各種の崩壊の狀態と其の原因とを詳しく研究する事により之を豫知或は豫想する事はさまで困難ではなからう。

概括的に之等崩壊の現象を分類して

1. Creeping slides.
2. Slides of unconsolidated material of swift movement.
3. Rock slips.
4. Rock falls.

等となす事が出来るが、或る地質、地形が如何なる原因により如何なる形狀に崩壊するかは研究を要する事である、地質と崩壊の關係は同時代の地層若くは同様の岩石が同じ原因によ

りて必ずしも同様の崩壞をなすとは限らない、之は地層の構造と地形との關係、岩質及び風化の程度の異なる事等によるのであるが、個々の實例に就き詳しく比較研究する事により大體の見當を得る事は必ずしも困難なりとは云へないであらう、第三紀水成岩層に於ける山崩れを今其の實例の一として取る事とし、諸種の實例と相俟つて此の大體の見當を得る参考ともならば幸である。

實例として2箇所を擧ぐる事とする、一は北海道留萌國留萌町より羽幌に向ふ羽幌線の建設工事中其の海岸に面せる山地の切取であつて、大崩壞と云ふよりも一時的な大移動をなした實例、他の一は新潟縣魚沼郡川口の西方であつて信濃川が高場山の山麓を洗ひつゝ彎曲せる場所である。

## 2. 實 例

### 一、北海道羽幌線留萌起點 4 哩 35 鎖附近崩壞地

#### ○ 附近一般の地形及地質

羽幌線の地質は一般に第三紀層、階段堆積層及び沖積層よりなる、第三紀層は之を上部、下部に分ち北海道地質圖に依れば小平薬川附近より以北を上部第三紀層として居る（位置に就ては北海道地形圖或は地質圖を参照されたい）。

下部第三紀層は砂岩、頁岩及び變岩等であつて一般に砂岩は頁岩層よりは厚い様である、砂岩は灰白色中粒で堅硬なるもの下部に、蒼灰色細粒にして柔軟なるものが上部に發達し、頁岩は暗灰色で一般に脆弱である、變岩は暗灰色であつて粘板岩、硬砂岩、珪岩、花崗岩等の礫を含んで居る、一般の層向は概して北 10 度西で西へ約 60 度の急傾斜をなして居る。

階段堆積層は小平薬川本流及び海岸附近の一部に 5 米乃至 15 米突の低夷なる臺地を構成し、砂及び粘土からなる沖積層は河流に沿へる平地及び濕地を成して砂及び粘土より成つて居る。

#### ○ 崩壞地の地質及最近の崩壞の状態

地質は第三紀の砂岩及び頁岩よりなり地層の走向傾斜は明瞭なる露出なきため明でないが一般の走向と同じく北 10 度西で西へ約 60 度の急傾斜をなすものであらう、此砂岩及び頁岩は貝の化石を有する事により海成沈澱層である事は明かである、斯の如き新しい海成の水成岩は、岩石成立當時其の沈澱が陸地より多量の粘土質を運搬し來り、其の淡水と海水の鹽水との間のイオン現象による沈澱なる場合、沈澱後岩石となつて未だ充分なる固結作用を受けざる新しきものである場合は、其後の風化分解によつて再び粘土狀物質を形成する傾向を有してゐる。

此の崩壞地は斯の如き地質よりなるため粘土質頁岩 (Clayly shale) は、たやすく滑り易

き處へ其の傾斜の方向が恰も海岸の崖の斜面と一致せるため最初に一大崩壞をなしたものである、寫眞に於て其の遠望は此の附近全部が海成の段丘である事を示して居る、かゝる段丘の一部が海波に浸蝕され斜面急となりし場合、其の地層關係が其の急斜面を保つに最も適合せざる部分がつひに崩壞したものである、其後其の崩土が引續き匍行 (Creeping) の状態となつたもので、今尙其の運動を繼續しつつあるのである、そして今回の鐵道工事に際して其の崩土の比較的少量に残存した個所の一端を切り取つた結果、其の匍行を早め一時的に目に見ゆる移動をなしたものである、移動の状態は次の如くである。(寫眞参照)

大正 13 年切り取り及び擁壁竣工後 12 月 2 日に 4 哩 34 鎖の擁壁 BB' の斷面に龜裂を發見し 12 月 8 日には其の龜裂は約 2 吋餘となり、其の後降雪及び凍結のため静止の状態にあつたのであるが、大正 14 年 4 月 11 日より 12 日に至つて晴天及び降雨のため融雪甚しく、同日夕方までに 9 吋餘の移動を認め、引續き 17 日までに 1 呎 4 吋の移動を見た、又 AA' 斷面に於ては 4 月 15 日に 6 呎の移動をなし 32 鎖附近は 2 呎餘の隆起を見た、而して此の移動と同時に 30 鎖 50 節の道路側にあつた井戸(湧泉)は枯渴した、其の後全く落付き、目に見ゆるが如き移動をなさない。(附圖第一、第二、第三参照)

### ○ 地形上一大崩壞地なる事の實證

此の崩壞地は圖面及び寫眞に示したる如く標式の大崩壞地である、海成段丘の一部が波浪の脚部浸蝕の結果、地層面を境として大崩壞をなしたものであつて、次の諸事實は之が大崩壞地である事を示して居る、即ち

(1) 其の形狀の馬蹄形なる事。——一般に山地の崩壞は崩壞部分が不規則なる表面となつて全體として元の斜面より緩傾斜となると同時に其の脊後に馬蹄形の崖を造るものである。

(2) 地層の方向に略々一致せる斷層崖 (Fault-scarp) ある事。——斷層又は之に類似の運動のあつた場合、そして其後浸蝕作用を餘り激しく受けない場合其の部分は獨特の地形を示すものである。

(3) 其の斷層崖より崩壞地の反對の側に向つて浸蝕谷のよく發達して居る事。——最初の一大崩壞以前に之等浸蝕谷の尙上方にそれ等小溪谷の水源があつた筈である、然らざれば山脊より直ちにかくの如き浸蝕谷が發する事は不合理である。

(4) 殆ど一直線をなせる海岸線中に突出せる砂流ありて、而かも之が川によつて生じたるものに非ざる事。——一般に北海道の海岸には内地に於ける海岸線の如き激しき出入はない、特に留萌より羽幌、天鹽に至る海岸線は其の著しきものであつて殆ど文字通りの一直線をなして居る、かゝる直線の部分に河の三角洲に非ざる突出せる砂洲ある事は大崩壞土砂の沈積なる事を示すものである。

(5) 30 鎖 50 節の崩壊地境界に泉水ある事。——大崩壊地との境は地下水路をなせる事を示して居る、水路ある事は地下に間隙のある事を示して居る。

以上の如き諸事實は明かに高き段丘の一部が崩落したものである事を示して居る、以上は第一次の大崩壊で、其の後第二次的に連続的の行状態をなし數回小移動降下をなしたる結果、現在の如く約 5 段の階段狀地形を形成したのである（附圖第一中數字を以て階段の順序を示す）。階段中最下段は最も安定の位置に到達したもので、今回の崩壊はやがて移動降下すべき 3, 4, 5 の最も不安定なる部分が切り取りによつて移動を促進され、凍結後の融雪により地盤ゆるみて一時的に移動したものである、故に現崩壊地の 3, 4, 5 なる階段地が如何なる深さに滑面を生じて迂りつゝあるかは明かでないが 32 鎖附近が 2 呎の隆地をなした事を以て見れば、海岸に近づくに従つて滑面は餘り深くない事を示して居る。

### ○ 試錐調査によりて明かとなりし事實

第二次の崩壊は其の状態より想像して地表下或點に滑面を有するものと想像され、且つ其の下部の堅き部分の深さを知る事によつて將來の安全程度を豫想する必要があつたので、崩壊地内に於てブラボー E 型 (Bravo, E) 金剛石試錐をした結果附圖第二、第三に示すが如き結果を得た。

A 號試錐に依つて地表下約 30 呎迄は崩壊して原形を破壊されたる砂岩、之より以下 110 呎までは試錐進行率を以て見らるゝ如く全部極めて柔かき粘土にして、之より以下は堅き頁岩である。（寫眞参照）

B 號試錐も大體同様の順序であつて、堅き頁岩が 50 呎前後附近に表はれ再び粘土と微粒砂岩となる、然し進行率より見て A 號に於ける粘土の如く軟くない事を知る、A 號と B 號の堅き頁岩が相連絡せるものゝ如く見えるが、一般走向傾斜より考へて之が同一地層とは考へられない、又海岸に於て試錐したる結果地下 8 呎以内に於て崩壊せざる砂岩層に到達した事を以て見れば次の如き判断を下し得る。

(1) 第一次崩壊は 33 鎖試錐の 110 呎にある頁岩と、其の上層の柔かき粘土質頁岩との境より迂りて大崩壊をなしたる事、波浪の脚部侵蝕を原因とす。

(2) 第二次崩壊は一定の滑面を有せず數箇所に滑面を生じ上部程移動多き事。

(3) 全然崩壊に關係なき在來の地盤は A 號に於ては 80 呎附近（以下 110 呎までの柔きは軟弱地層の風化の結果なり）B 號は 40 呎附近以下なる事。

即ち第一次の大崩壊後は之と全然趣を異にし軟弱にして滑り易き物質の堆積が辛ふじて平衡を保てる状態であつて、之を失ふに従つて徐々に移動するものである。

## 二、十日町線高場山崩壊地

### ○ 附近一般の地質

川口起點 2 哩 50 鎖より約 1 哩の間は全部信濃川下流沿岸に廣く發達する第三紀層の一部にして、此の附近に於ては地層の層向は略々北 20 度西に走り、南に 20 度傾斜して居る、岩石は主に綠色の頁岩及び綠色の砂岩の互層で、著しき斷層及び皺曲は認められない、頁岩の或るものは層面と急角度をなす節理 (Joint) に富むものがある、斯の如き部分は一般に酸化されて赤褐色をなして居る。綠色の砂岩、頁岩中の或るものは稀に小礫を含んで居る。

(附圖第四參照)

地形上最も著しきは信濃川の激しき彎曲 (meandering) と、之を原因とする古き大崩壊の存在である、川口より川井を経て岩澤に至る間信濃川は激しく彎曲し内ヶ卷に於て其の最も甚しきを見る、沿岸の河段丘はよく發達し、其の形狀より見れば信濃川の水位の未だ現在の位置まで侵蝕低下せざりし時に於ては 3 哩 20 鎖附近は河水の激突した部分であつて、其の當時に高場山中腹の大崩壊を起したものと想像される、其後信濃川水位の低下した後も 2、3 回の崩壊をなしたるものゝ如く、現地形より見ても内ヶ卷隧道口から妙高隧道西口までの間に 3 箇所の大崩壊箇所の存在を認められる。其他小規模なるものは數多い。

### ○ 崩壊の状態

此の崩壊地は建設工事にあたり之等崩壊地の一部を切取つた後、大正 13 年 11 月末の大雨の際一大崩壊をなしたるものである、今回の崩壊地は以上述べた様な地質及び地形に起つたもので、崩土堆積層の一部が其の下部岩層と共に崩壊したものである。(附圖第四一第九參照)

地質は別圖斷面圖に示した様に上部に崩壊土堆積層、次に節理に富んだ褐色の頁岩層、其の下部に綠色の砂質頁岩層がある、軟質であるが節理に富んで居ない、此の綠色砂質頁岩と上部褐色頁岩との境は崩壊後であるから明かでないが、中心線に於ては施工基面より數尺上にあつたものゝ様である。

斯の如き地質及び地形であるから多量の水を吸収し且つ自然的若しくは人爲的原因により平衡を失する時は危險状態となるもので、今回の崩壊は褐色頁岩の約 50 度を以て河に向ふ節理面が滑面となつて崩壊したものである、即ち此の面を滑面として立つたため北方西に向つて押出された崩土は下部綠色砂質頁岩の一部をとめない、其の層面に沿つて西北方に向つて移動し 3 哩 23 鎖附近に於て順次地層は破壊して下部に轉落した、又 3 哩 20 鎖附近に於ては前の崩土堆積が多かつたため雨水と共に泥流となつて下部河原面に流出した。

此の崩壊に際し C 點に於ける鎖坑の移動は西北に向つて約 41 呎である、崩壊後 1 週間

後に於て C 點は尙 1 寸餘の移動をなし、且つ此の崩壊に依つて約 1 呎 6 吋の上昇をなした事は、下部地層面に沿つて押出されたものであるとの想像とよく一致して居る、其の地層面の露出部より地下水の僅かなる湧水ある事も此の事を證するものである。

其後線路の位置を確定するために線路の北側に 5 箇所の金剛石試錐をなし崩壊土砂の深さを探つた處、在來の岩盤の位置は崩壊以前と同じであつて、此の崩壊が比較的淺きもので地層の滑動は僅かの厚さに止り大部分は以前よりの崩土推積層の崩壊である事を確め得た。

### 3. 結 論

(一) 一度崩壊した其際水により洗ひ流されざるまゝに堆積したるものは、平衡を失する事により再び崩壊し易き事。

(二) 崩壊が地層面に沿ふ事が最も自然なると同時に、それに相交はる節理面も同様の結果を誘引する事。

(三) 地層面或は節理面等構造が地形に對して不理なる場合、第三紀層に於て最も著しき崩壊現象を表はす事。

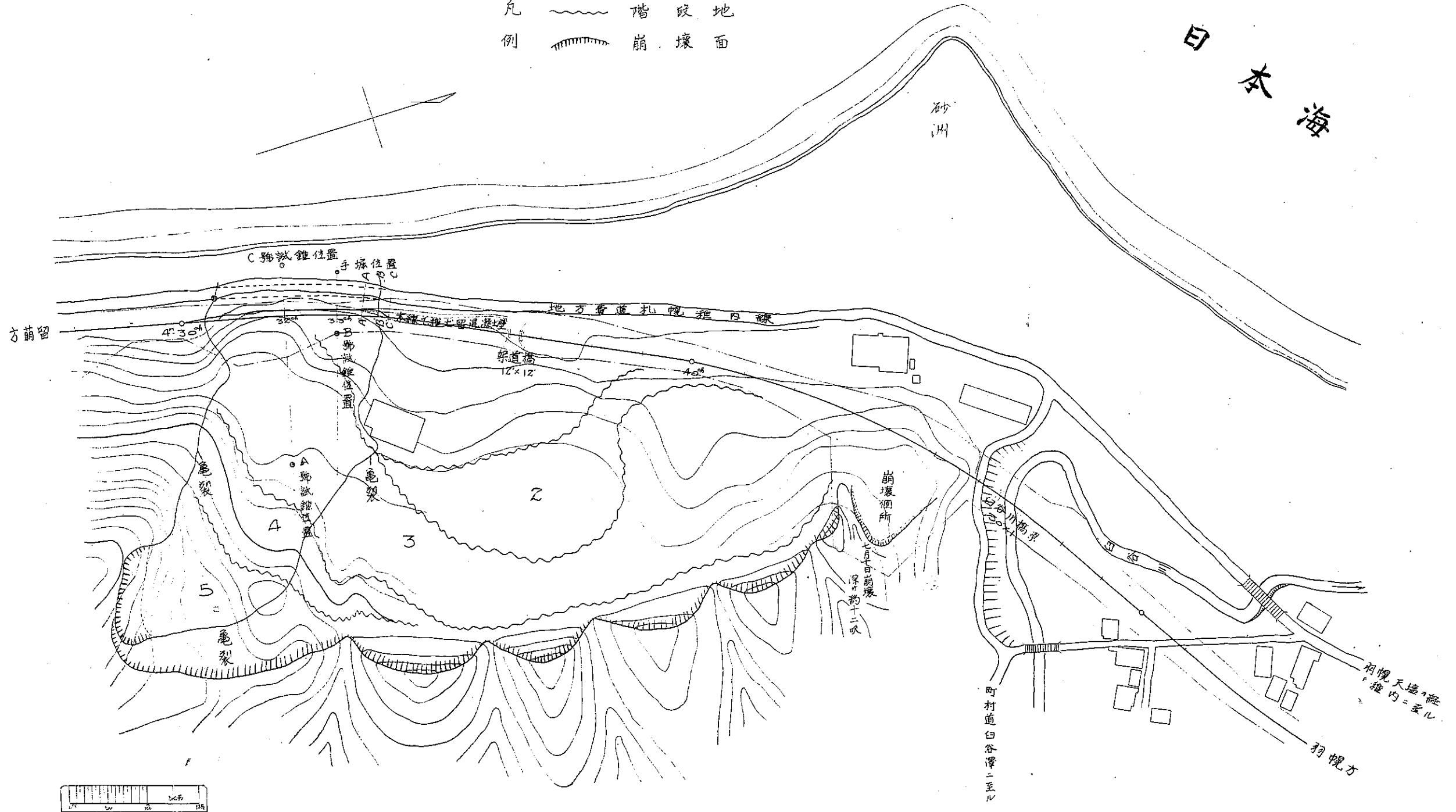
(四) 崩壊後の形狀は一般に類似の地貌を呈する事。

(五) 第三紀の頁岩の凝灰質ならざるものは雨水の浸入より滑り易き性質ある事。

(完)

附圖第一 羽幌線第一工區4哩40鎖附近平面圖

凡 階段地  
例 崩壞面



附圖第二

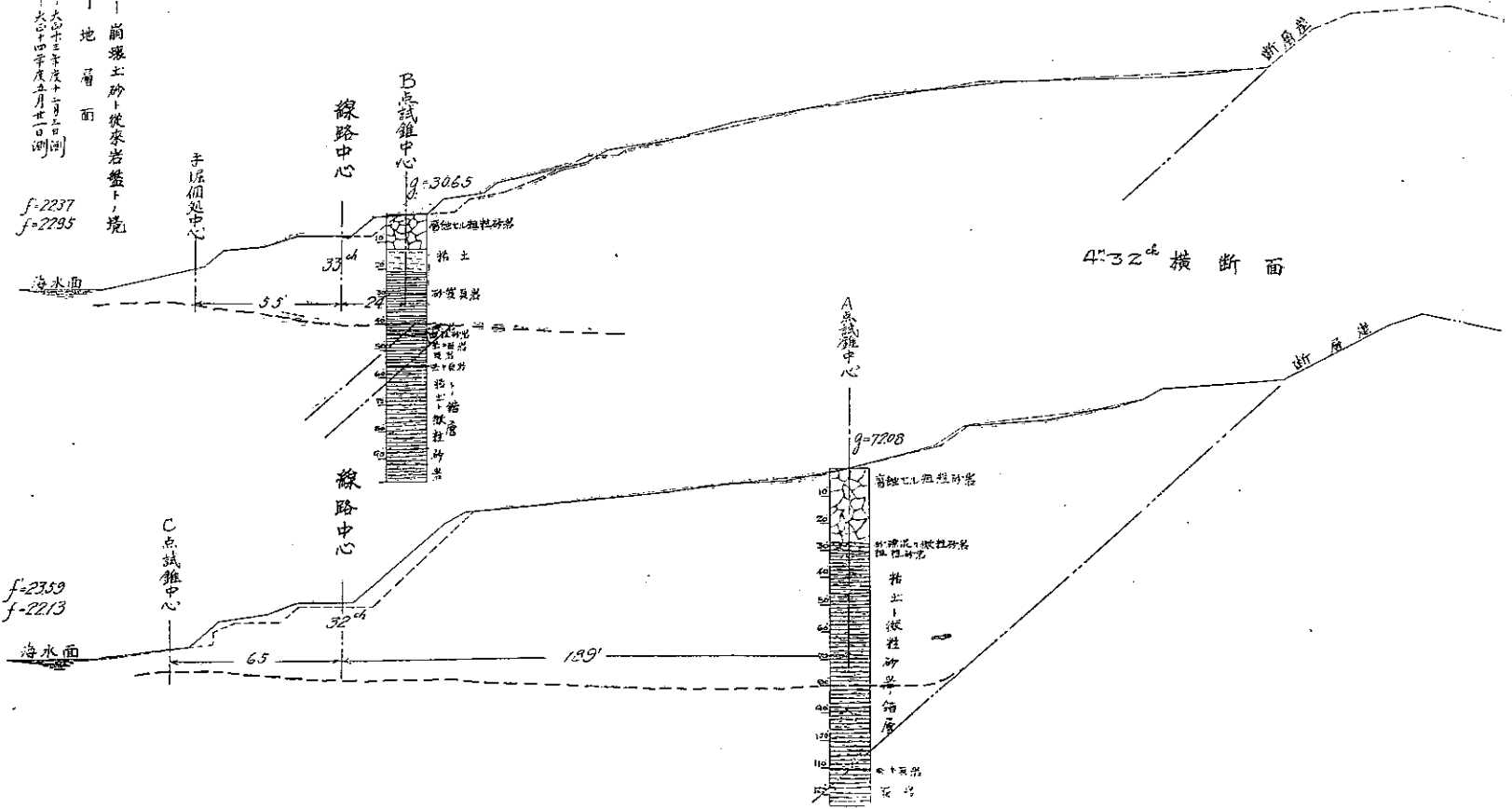
羽幌線第一工區4哩40鎖附近斷面圖

凡例

前灘土砂+從來岩盤+境  
 地層面  
 大正十四年度五月廿四日測  
 f=2237  
 f=2295

4<sup>m</sup>33<sup>cm</sup> 橫断面

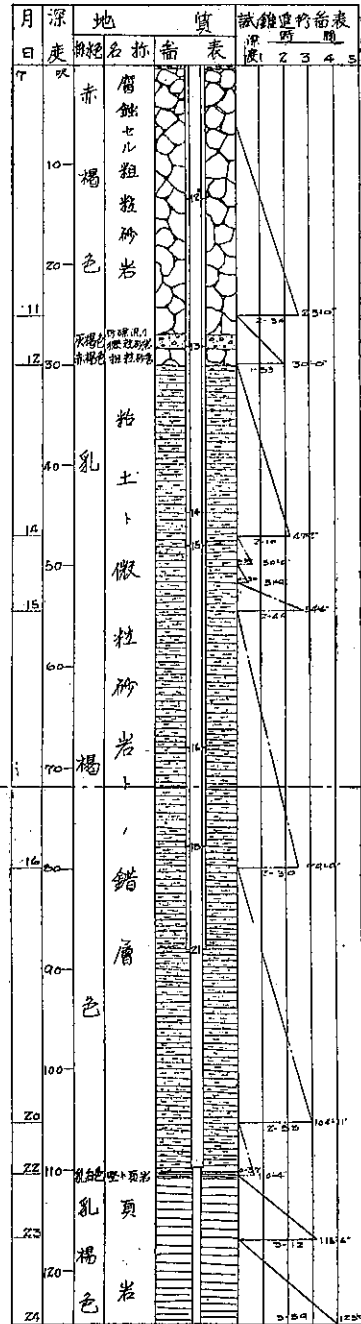
4<sup>m</sup>32<sup>cm</sup> 橫断面





A 號 試 錐

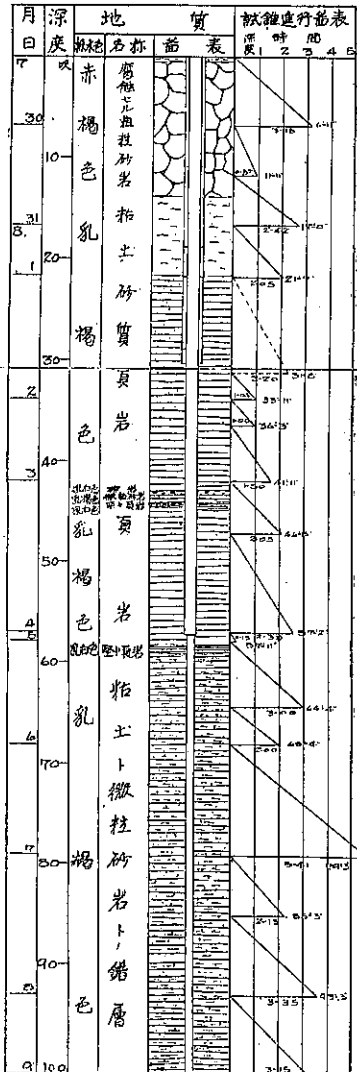
留前起長 四哩三二鎖零節 右一八九呎  
地盤高 七二〇八呎

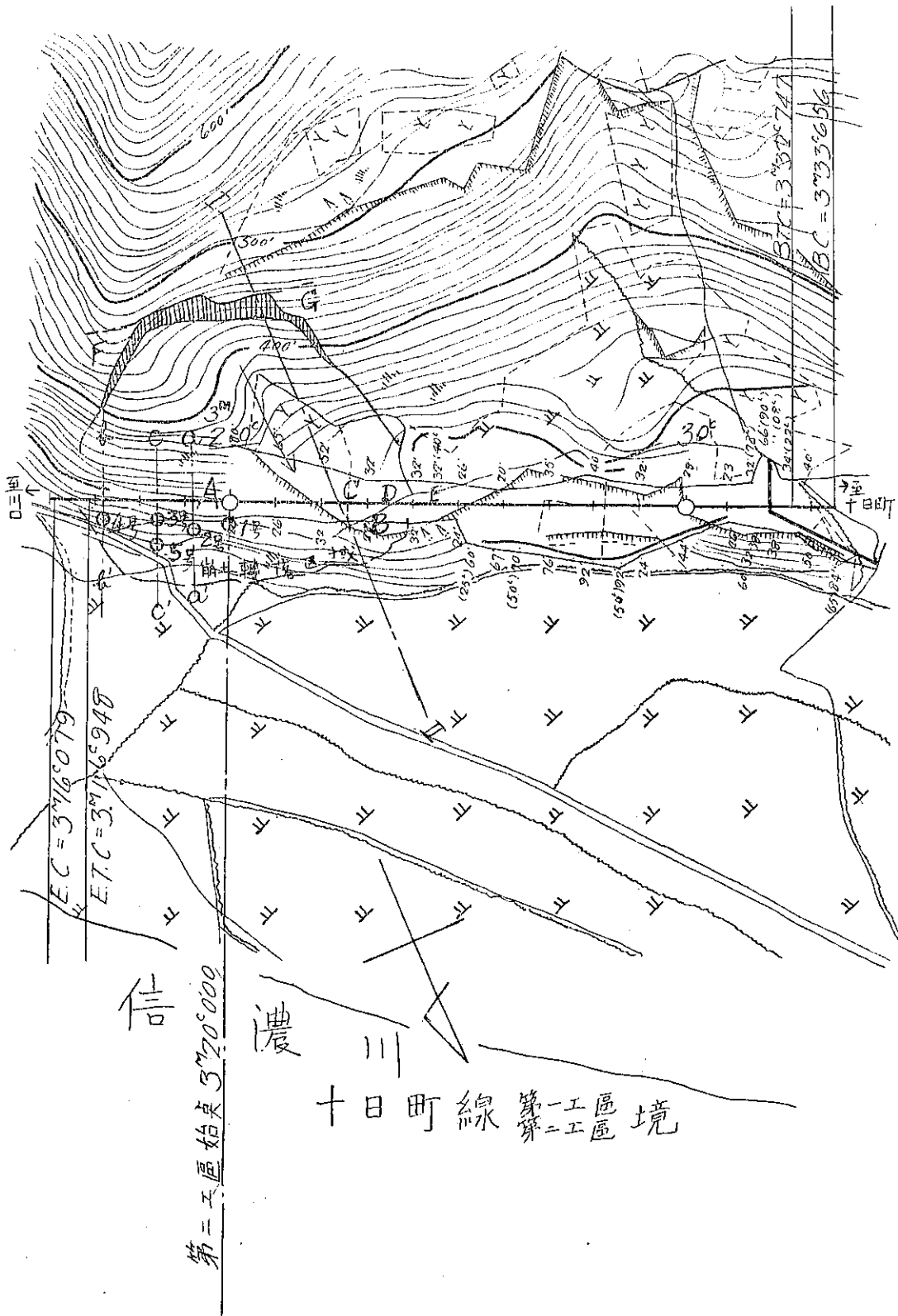


丸 ——— Diamond bit  
例 ——— Chisel  
----- Cut bit

B 號 試 錐

留前起長 四哩三三鎖零節 右二四呎  
地盤高 三〇六五呎





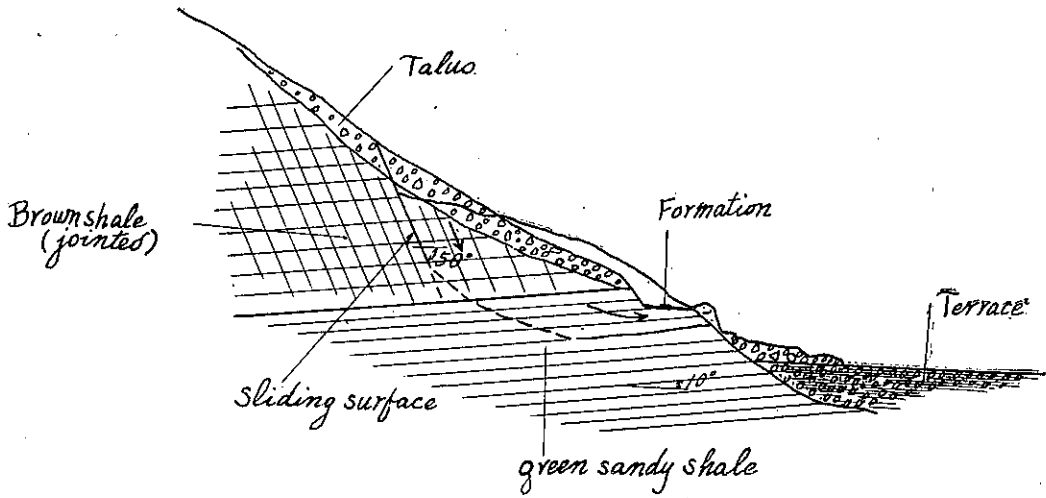
信濃川  
十日町線 第一工區境

第二工區始末 3720000

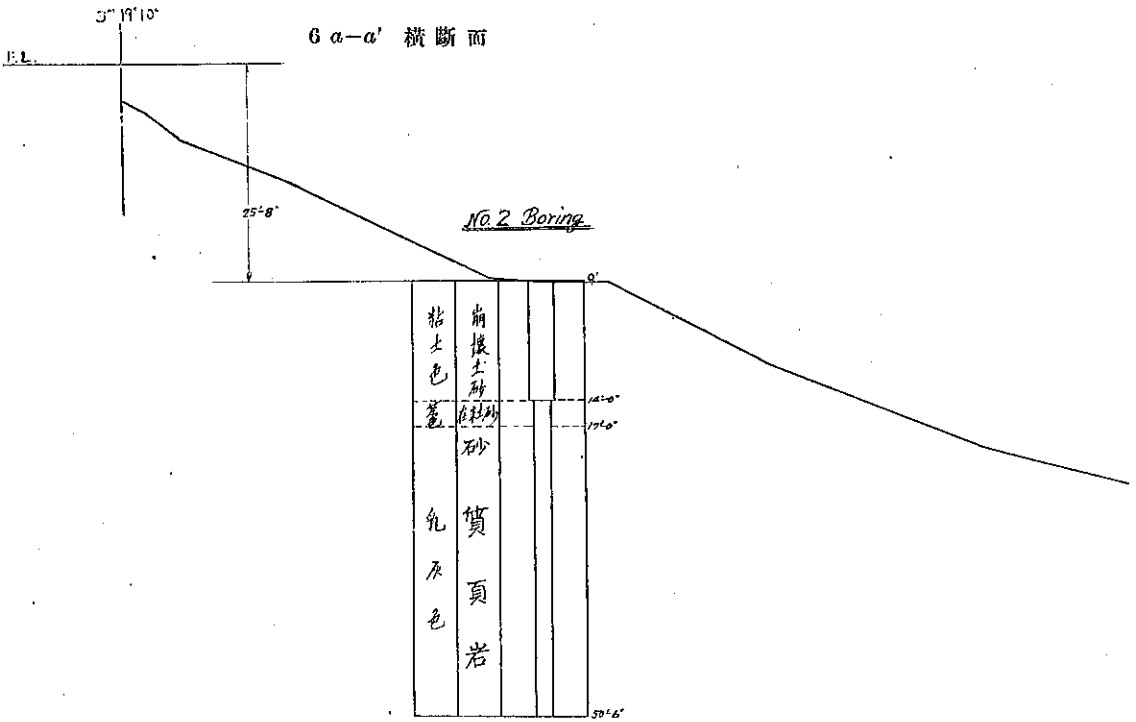
E.C. = 3716079  
E.T.C. = 37165948

B.T.C. = 37305747  
B.C. = 3735656

附圖第五 I. II. 線斷面圖

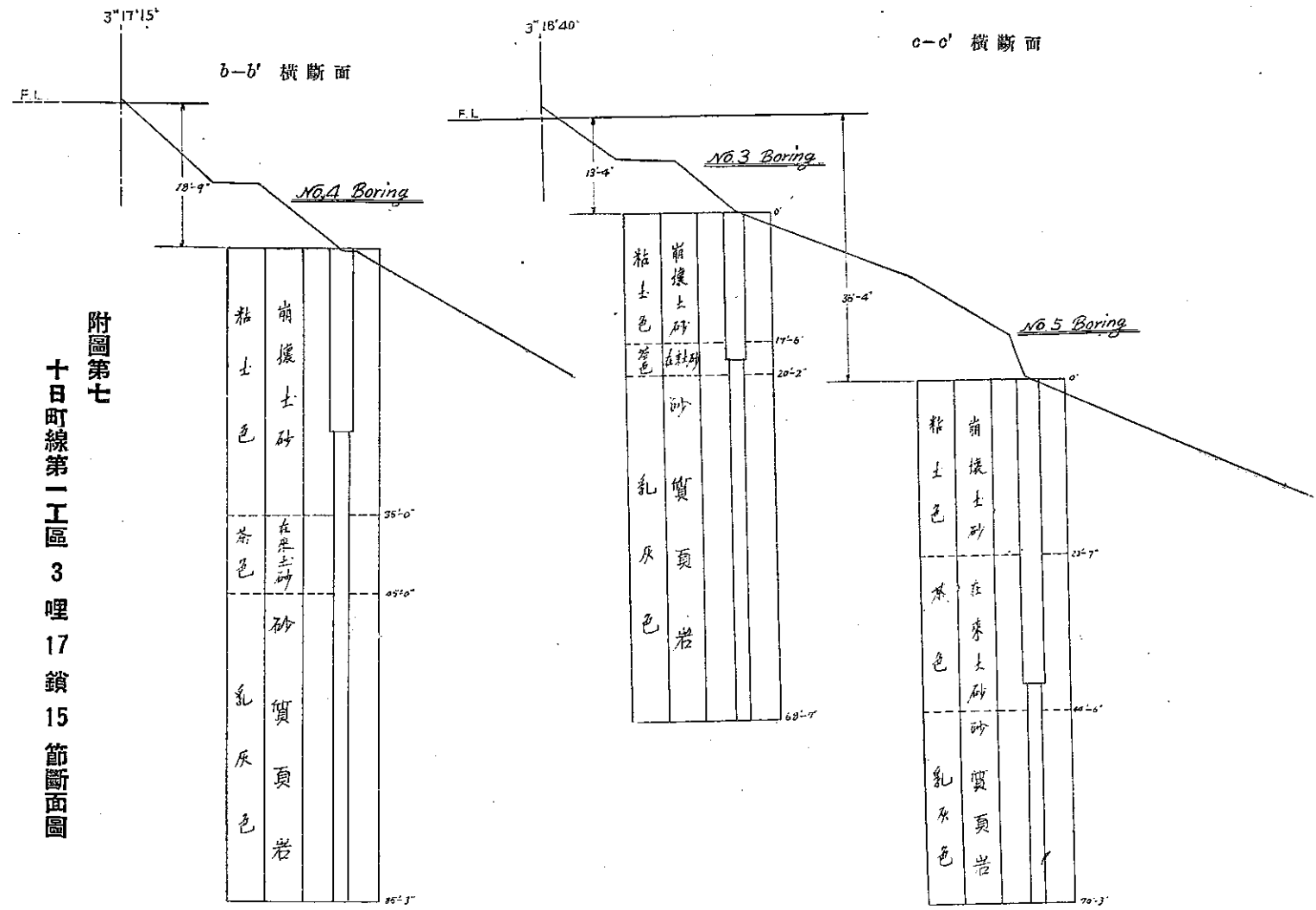


附圖第六 十日町線第一工區 3 哩 19 鎖 10 節斷面圖



土木學會雜誌第十三卷第二號附圖

附圖第八 十日町線第一工區 3 哩 18 鎖 40 節斷面圖



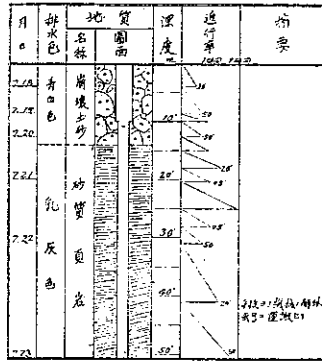
附圖第七 十日町線第一工區 3 哩 17 鎖 15 節斷面圖

(上) 土木學會誌第十二卷第二號附圖

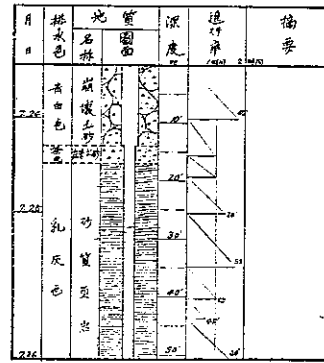
附圖第九

十日町線第一工區 3 哩 20 鎖附近試錐圖表

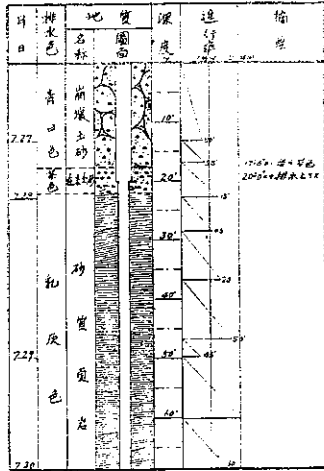
No. 1 Boring



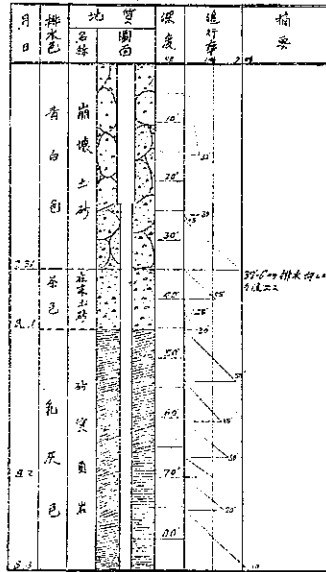
No. 2 Boring



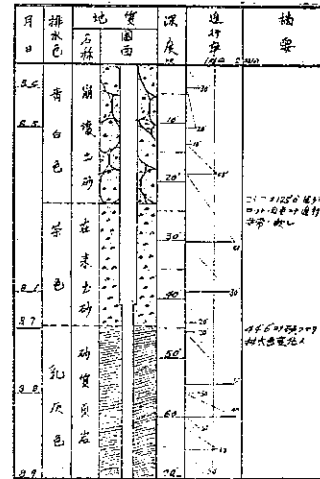
No. 3 Boring



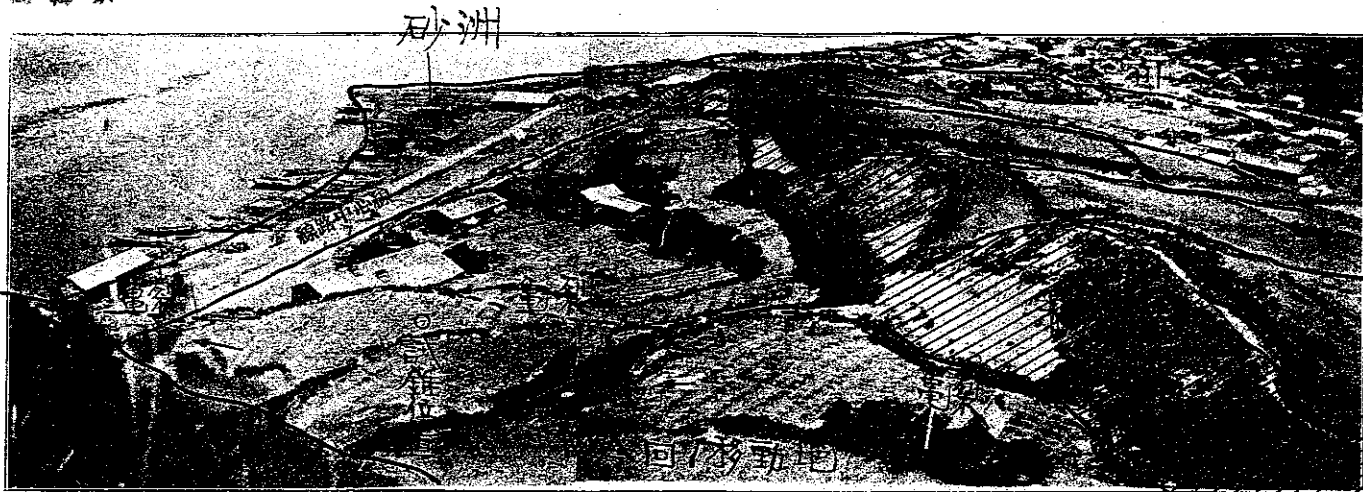
No. 4 Boring



No. 5 Boring

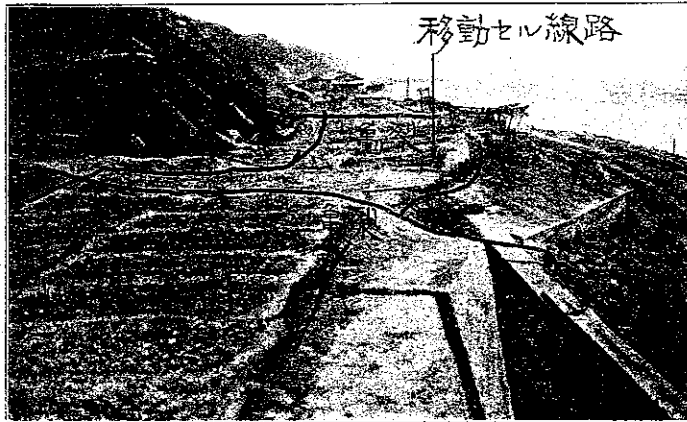


寫眞第一



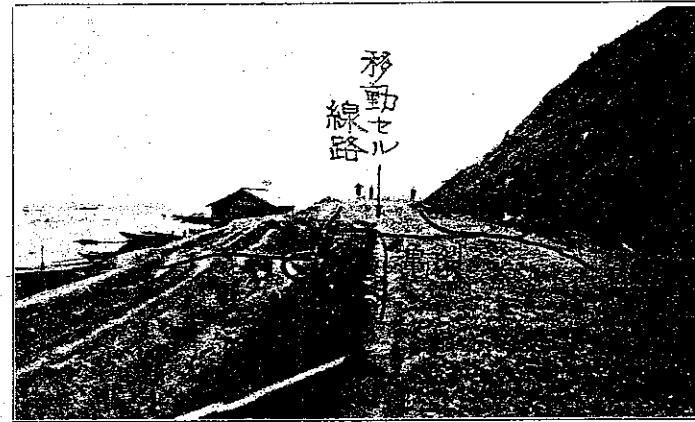
北海道羽幌線留崩起點4哩35鎮附近崩壞地其の一

寫眞第二



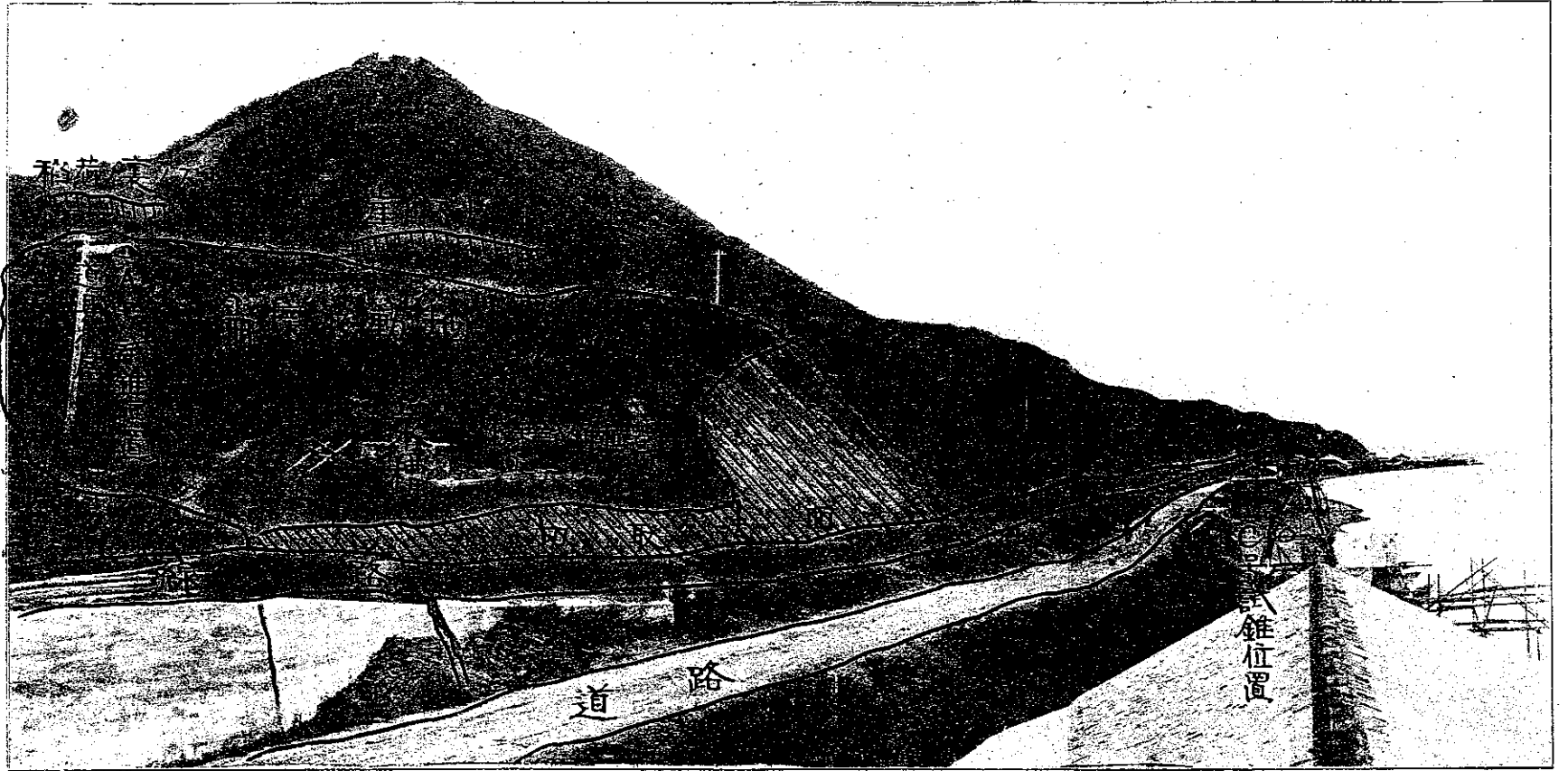
留崩起點4哩34鎮龜裂

寫眞第三



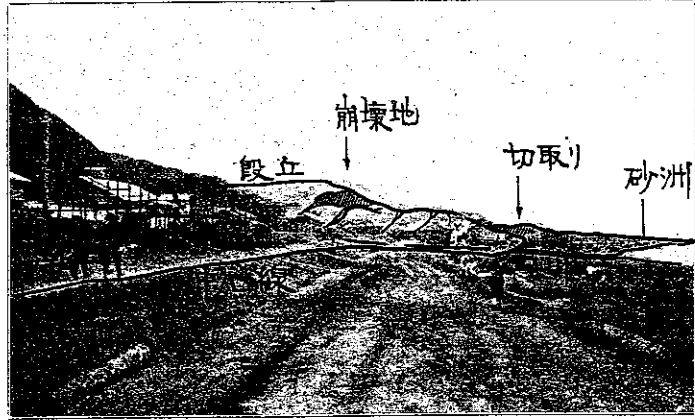
4哩30鎮50筋の龜裂

第四圖



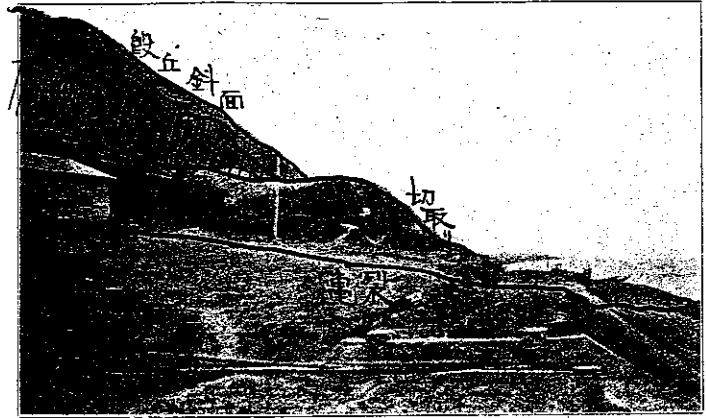
(土木學會誌第十三卷第二號附圖)

寫眞第五



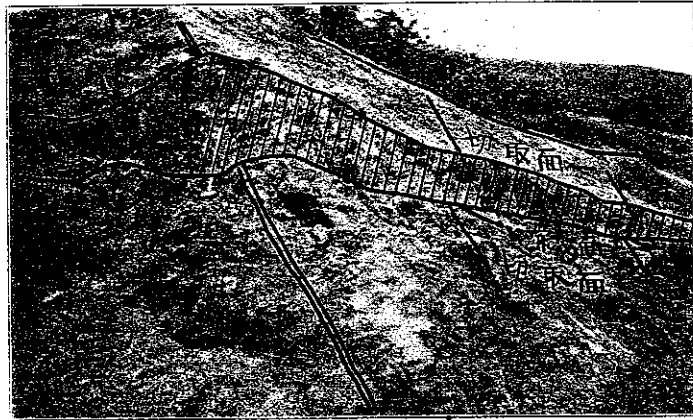
北方より崩壊地遠望 北海道羽幌線

寫眞第六



北海道羽幌線 4哩30鎮龜裂

寫眞第七



切取後の崩壊の例 (其一)

寫眞第八



(其二)

正統地質學(第11卷)第11頁