

第六章 西口 12,000 呎工事

西口第三番目の難所 12,000 呎附近工事に就て次に記すこととする。南側水抜坑が 11,992 呎に到達し殆んど此の斷層を突破せんとして昭和 5 年 6 月 21 日大崩壊に遭遇し、其の後様々の辛苦の後北側水抜坑は斷層突破に成功したが、斷層後方の地質は砂質である爲め仲々進行せず漸く北側水抜坑が本線を横斷して南側に出で、後初めて坑奥を順調に掘進出来る様になつた。

本章は之等のことを順次記載する次第である。

第一節 大斷層の崩壊

南側水抜坑は丹那隧道西口に於て先進坑道となり底設導坑より約 200 呎先進して居つた。南側水抜坑は 11,500 呎に於て地質が安山岩熔岩から集塊岩に變つた。廣範圍の意味に於て集塊岩と呼び得るので火山砂並に灰(泥土に近きもの)の中に安山岩の小塊が點在して居る地質であつた。湧水は僅かである。5 月 10 日 11,696 呎に達した所少量の土砂流出あり土留工を施し擔木を吊り又矢板を打つて掘り進んだ。一時其の進行が危ぶまれたが 5 月 13 日 5 呎の進行を見慎重なる操作を繰り返して此の區間を突破した。11,696 呎に斷層存在した爲めであつた。11,871 呎に於て大斷層に遭遇した。此處に「チョコレート」色の立派なる鏡肌を認め得た。斯くして南側水抜坑は昭和 5 年 6 月 21 日 11,992 呎に到達した。此の間所謂斷層帯であつた。掘鑿の際は水密にして湧水は殆んど無かつたが掘鑿後地山弛緩の爲めか水が滲み出て來た。

山が弛んで水の滲み出るのは了解出来るが、此の水が奥から來るか手前から來るのか非常に問題で未だ奥に相當厚く不滲透層の在る場合水の出て來るのは、手前の水が段々に傳つて來るのであらうと考へられる。斯くして 6 月 20 日には斷層角礫の明瞭なる層に當り 21 日切端は斷層破碎帯の終端に達してゐた様である。11,871 呎の斷層の走行は南 23 度東にして、傾斜南西 80 度。即ち斷層は北側に於て初め出會し坑道は其の上盤より下盤にと掘り進むのであつた。6 月 21 日午前 10 時半頃急激に奥端の坑道普請約 3 枚の區間に強大なる壓力上部より加はりし爲め押木 3 本、南側の柱 2 本を折損した。急遽之に補強工を施し坑道の安全を保つた。斯様に柱を折られ乍らも坑道を保ち得たのは支保工が押し下げられた爲め上部に幾分の空隙が生じた結果支保構にかゝる壓力が一時消滅した爲めである。

奥端上部より流出せる湧水は切羽より手前約 35 呎北側肩の部分に移り、少量の土砂を伴ひて流出して來た。湧水は約 2 時間にて清水に戻つた。此の際奥端附近の湧水は推定 1/3 乃至 1/2 個のも

のである。直ちに擔吊作業に移り先に施工せし中坊主及胴張を盛換へて擔木を上げ擔柱を樹てた。6月22日夕刻には擔柱は樹て終り奥端切羽の掘鑿に移らんとせし所午後5時30分頃切羽より手前35呎の箇所上部より土砂が流出し来り水量が増加して来た。之と同時に奥端より手前20呎より50呎に亘る區間に又強大なる壓力が加つた爲め押木に中坊主を樹て、補強工を施した。午後7時頃に至り湧水は11,933呎附近に轉じ又坑奥最初の位置に移る。湧水量も約3個に増加し土砂を流出し來つた。山鳴り激しく上部に於て崩壊を來せる模様で有つた。押木に中坊主を樹て、退き11,913呎に堰を設置した。其の後湧水は11,913呎附近に移り土砂を盛んに流出し湧水位置は漸次手前に移つて来た。上部の崩壊の度毎に湧水は減少して来るが暫くすると其の勢が猛烈となり土砂を噴出して来た。夫れ故流出の状態は勢が衰へると見えて又盛となる。斯様なことを繰返し繰返し土砂を伴うて湧水が流出して来た爲11,868呎に於て流出土砂は刻々堆積し午後10時30分頃第二の堰を作り又11,860呎に第三の堰を作り土砂の流出を防いだ。湧水量は平均約3個程度のものであつた。

然れ共土砂は順次堆積し來るので11,805呎に第四の堰11,772呎に第五の堰23日午前11時11,640呎に第六の堰を設置し土砂流出の沈静を待つて居た。然るに6月24日午前2時に至り湧水遽に増加し勢猛烈に土砂を流出し来り水抜坑に於て11,477呎に連絡する斜坑に堰を設けて本線への流出を防止せんとしたが急激に土砂を流出し來る爲め水抜坑を埋めて自ら其の流路を填塞し流出困難となり強力なる壓力を有して甚だ速かに本線に襲ひ來り、堰を越えて奔騰し來つた。午前4時頃より底設導坑に土砂を堆積し來る、依つて退きて第二の聯絡坑10,857呎附近に土囊を以て堰堤を設け之を水抜坑に導いた。依つて第一並に第二の聯絡坑道の間は水抜坑並びに底設導坑の二通路に分たれ、流出土砂の堆積状況に依り或る時は底設導坑に或る時は水抜坑に多量に流出した。坑奥に於ては依然崩壊相續くものと見え土砂流出の状態甚だ間歇的であつた。24日午前11時より午前11時25分に到る間は底設導坑に流水全く無く水抜坑に10個程度のものを流出するのみであつたが、其の後勢ひ凄じく流出し来り今回の最大湧水量を示した。坑口に於て總湧水量は87個に達した。土砂流出以前の總湧水量は38.5個であつた。正午頃10,857呎の堰堤際に於て約1呎程土砂を堆積した。其の後流量は少量宛減少して居つたが土砂の堆積は寸時も休まず、爲に24日午後9時20分には高さ約4呎の堰堤を乗り越え來り10,395呎の聯絡坑に依り水抜坑に合流した。而して本線10,395呎の聯絡坑(奥より第三の聯絡坑)に本線第二の堰堤を設置し本線土砂の堆積を此處にて喰ひ止めた。其の後時々10,857呎の聯絡坑に於て水抜坑より本線に出て來たこともあるが、25日朝に至つては湧水は概ね水抜坑を流下し僅かに3個程度のものが本線に流出した。湧水量は多少の波状を呈するも減少の傾向を示し25日は其の濁度甚だ減少し正午60個26日又少なく正午58個となり、今や全く崩壊は止まつたものの様である。

26日夕刻に至る迄水抜坑並に本線に流出せる土砂は合計約550立坪に達した。湧水量に關しては湧水表を参照されたい。

6月25日土砂流出の状態鎮靜せんとするの傾向あるを以て10,395呎の第三の聯絡坑の箇所前述の如く土囊堰堤を用意したが、湧水は水抜坑を流るゝを以て堰堤中心部を取除き10,395呎以奥の堆積土砂を搬出した。然るに26日午後7時25分第二、第三聯絡坑間流出土砂自ら填塞し本線に出で來り土砂搬出中止、27日10,395呎に再び土囊堰堤を築設す。水抜坑下流も漸次土砂堆積し9,801呎並9,141呎即ち第四、第五の聯絡坑に於て土砂堆積約1呎程度となつた。28日午後に至り10,395呎の聯絡坑に於ける水抜坑の流水は、水抜坑支保構擔木内張に接せんとし、此の儘にする時は水抜坑を填塞し本線に土砂を流出し來る故10,395呎聯絡坑に於て聯絡坑間の土砂を「スクレーパー」にて掻き上げた、29日9,801斜坑にも「スクレーパー」を使用した。

湧水量は

27日61個 28日51個 29日49個

となり急激に減少し來り土砂流出も少くなつた。鋭意土砂浚渫に従事した。30日底設導坑10,400呎並に91,500呎の斜坑に於て土砂浚渫を爲す。

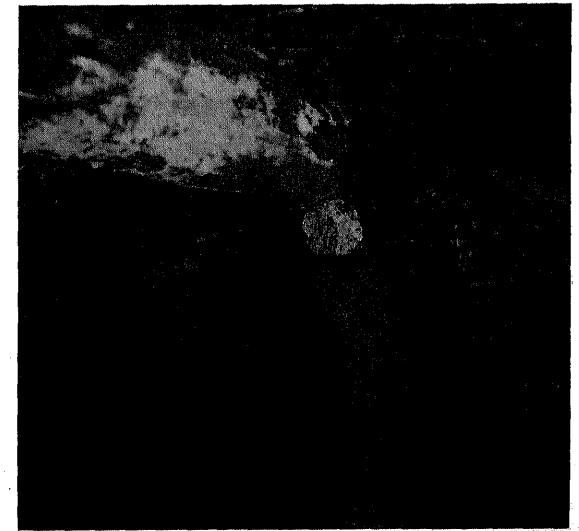
30日45個 7月1日41個 2日39個 3日39個 5日38個

となり、事故以前の湧水量に戻る。

本線に於ては壓力ある湧水は、底設導坑を埋めて段缺きに昇り、段缺きも埋めて7月3日頂設導坑に昇り來つたが、通路甚だ狭き爲か極少量であつた。次の切上り坑より再び段缺きに落ちて流れてゐた。支保構其他に悪影響を與へざる様注意した。頂設導坑は此の時坑門起點11,106呎迄進んで居た。

7月5日頃は、早や土砂の流出無く之迄に流出せる土砂にして堆積せるものは、大略800立坪に昇つた。斯く流出土砂の坪数は甚だ多量であつたが、最後には自ら流路を填塞して湧水皆無となつたので、浚渫作業は迅速に運び甚だ容易に進捗した。

本線には「スクレーパーローダー」を使用し結果極めて良好であつた。



第345圖 南側水抜坑11,580呎附近土砂流出の際、強大なる水壓に依り押水と柱との間に小石を嵌りせる状態を示す。

南側水抜坑は 10,659 呎附近より坑奥全部填塞された。本線並水抜坑に於て土砂浚渫に従事した。水抜坑に於ては流出土砂は漸次上部に到達し、湧水殆んど無く土砂は完全に坑道を充填してゐた。當板の裏、並に天盤にも空隙が無かつた。最後の聯絡坑に近づくに従ひ湧水は土砂を以て坑道を充填せる爲め矢板、或は當板は下部より逆に押されて、大分高く上つてゐるものもあつた。又上部を洗ひ流して自ら通路を作り流るゝに従つて又土砂を堆積して行つたので、湧水通路は段々上部に昇り、湧水通路は坑道上部相當高い處に昇つた場所もある様である。11,322 呎の地點に於て一時に約 1/4 個の湧水が出て來たが、其の點より奥 11,451 呎附近迄途中湧水の無い處もあつた。7 月 27 日南側水抜坑 11,507 呎迄土砂の片付終る。奥方は危険に付此處にて中止した。

一方底設導坑の土砂搬出も相當の進捗を見たが、7 月 29 日午前 3 時土砂浚渫終端 11,418 呎附近に於て堆積土砂は底設導坑奥部貯溜水の壓力の爲め潰潰し、10,989 呎の第二の聯絡坑附近迄土砂を押し流し來り水抜坑も若干埋没される様な小事故があつた。

土砂流出の際一部底設導坑に逆流し 11,484 呎迄堆積し、之より以奥は平均 2 呎 5 吋位の深さに埋没され湧水は此の奥に貯溜されてゐたのである。

8 月 6 日 11,451 呎の第一の聯絡坑は浚渫作業水抜坑道側より進捗し底設に貫通した。8 月 4 日底設導坑浚渫終る。

第二節 大斷層の掘鑿方針

(1) 北伊豆地震に遭遇する迄

昭和 5 年 6 月 20 日 11,992 呎に到達して崩壊し、前途斷層突破には甚だ困惑を感じた。斷層の性質並に奥方の地質の悪いのに驚いたのである。

浚渫作業終ると共に、もう一度用心して掘鑿を成し此の斷層突破を試みんとした。

即ち、南側第二水抜坑は昭和 5 年 8 月 11 日着手 11,517 呎にて南方に分岐し、南側第一水抜坑と 80 呎離れて平行に進めた。南側第二水抜坑を進めるに當つて考へた事は次の通である。

即ち南側第一水抜坑崩壊の際觀察された事項

- (イ) 斷層帯の厚い事、延長約 100 呎もあつた。
- (ロ) 斷層帯中を掘進の際切羽はしまつて居て水が無かつたが、次第に水が滲んで來た。之は山が弛んで斷層手前の水が浸み込んで行つた様に考へられる。
- (ハ) 斷層終端と思しき點に達した時、切羽に急に水が増した。尤もたいした量では無かつたが、問題の水である。その量 $\frac{1}{10}$ 個程度。
- (ニ) 崩壊は切羽手前 20 呎或は 30 呎手前から始まつた。
- (ホ) 流出土砂は斷層破碎帯中のものと考へられるものが多かつた。

依つて今度掘る時には

- (イ) 再び崩壊するとしても斷層を突破せんとする瞬間に違ひない。
- (ロ) 此の際は斷層破碎帯の粘土は崩さぬ様にする事。
- (ハ) 掘鑿し乍ら壘築して行き、斷層終端に達した時山の弛んだ爲めに手前は崩壊しない様に壘築すること。

上記の様な覺悟で掘進して行つた。大體斷層の位置は豫想出來たので其の手前から壘築をして行つた。所が斷層中に進入すると、非常な側壓を喰ひ支保構が折損してしまつた。それは坑道と平行に近い走向を有する斷層が、主斷層と平行四邊形の形を成して現はれ、其の爲めに柱がぐんぐんと押され、ばりにかつた丸太も折られてしまひ何とも掘進出來なくなつたのである。此の箇所は初め、譯なく掘れたが、坑道に平行な斷層鏡面を發見した時、後で荷が來るかも知れぬぞと注意を與へた程度であつて、其の時は進行不能に陥むるとは思へぬ程のよい山だつた。3 日程してから急に荷がかゝつて來た處である。

此處を無理矢理に行くことは非常な困難を嘗める事となるので放棄する事とした。尙 5 年 6 月 20 日南側水抜坑が 11,992 呎にて中止 12,000 呎に後 8 呎と言ふ處で止つてしまつてから、北側水抜坑が 12,000 呎に達したのは之より 33 ヶ月日の 8 年 1 月であつた。

其の儘放置して斷層帯を弛める事は、面白くないので坑道中に支保構古材の松丸太をぎつしりと詰めた。斯く南側第二水抜坑が失敗したので、もう一廻りする事に定め、南側第三水抜坑を 5 年 10 月 28 日 11,833 呎より分岐掘進に着手した。

第三水抜坑を掘るに當つて、又考へを加へた點がある。それは若し崩壊の際は、なるべく切端近くで土砂の流出を止めたい。それが爲に閘門を設置した。之は東口 9,000 呎附近で温泉餘土の不良地質に遭遇し土砂の大流出に出遇つてから取つた一つの防禦手段だつた。更にもう一つの方法を考へた。それはうまく行くか行かぬかは別問題として、崩壊に出遇つても水だけは抜きたいと云ふ希望を満足させたかつた。依つて閘門上部に 8 吋の鐵管を入れる事にした。即ち崩壊の際閘門の入口を閉塞すると崩壊と同時に多量の湧水が有るであらうから、忽ち閘門の奥は満水するであらうから、



第 350 圖 南側第三水抜坑 11,956 呎附近坑奥試錐の爲土砂噴出湧水毎秒 2 個

う。さうなれば、水の流れがなくなるから崩壊も止るであらうと考へた。さうした場合に鐵管のバルブを加減して開く時、開門直後の水に常に坑内地下の静水壓のかゝる様にして置き地山を掻き廻さぬ様にすれば、相當量の湧水を排除して今後の工事に好都合であらうと考へた。

尙かうした考への根本は次の如き點にもあつた。

西口は屢々大湧水に襲はれたが結局大湧水があつた爲めに後方の水が排除されて大湧水後の作業は樂になるのであつた。大崩壊が有つたとしても、大湧水があり、水がすつかり出切つて終へば、後の仕事は樂である。依つて開門を作る事はよくよくの事であつて、それ程奥方の地質はたちの悪いものであつた。

之も掘鑿に従つて壘築を進めて行く計畫であつた。本坑に平行になつて掘鑿して行くとまもなく斷層に出遇つた。直ちに開門を作る事となり切羽を一時土留押へをして開門混凝土を打つた。

此の混凝土工を打ち了へたのが、昭和5年11月25日の夜で、かの北伊豆地震の暴威を振つたのが26日午前4時であつた。掘進はこゝで一頓坐した。

(2) 掘 鑿 方 針

今此の大崩壊を來して突破に悩んでゐる斷層を12,000呎の斷層と呼ぶ事とする、今迄にぶつかつた内で一番大きな斷層突破にどうすればよいか、色々の考へが此の仕事に従事して居る人達にあつた譯だが、ざつと次の様なものである。

第一案 斷層が在つて斷層の奥には水が400呎の高さに湛えてゐる、さうして地質は砂の多い崩壊しさうな地質だ。施工基面の儘で、掘り込んだのでは、いくら注意して掘つて行つても駄目だらう。唯崩されるだけに違ひない。地下水位の低い處に掘り込んで、例へば地下水位から50呎位下に坑道を掘つて、地下水位を下げ、第一上部坑道の掘進につれて、地下水位の後退と共に第二の坑道を掘進して、又地下水位を低下し最後に水抜坑の盤で掘進出来る様になり目的を達するであらうと云ふ考へである。

此の案を實行に移すには、斷層の手前に350呎を堅坑を掘り、之より水平に奥方に向ふ坑道を掘る事になり約50呎間隔に坑道を掘り進めるとしたならば、約7段の坑道を必要とする譯で甚だ氣長な計畫である。こんなせねば掘れぬであらうか。

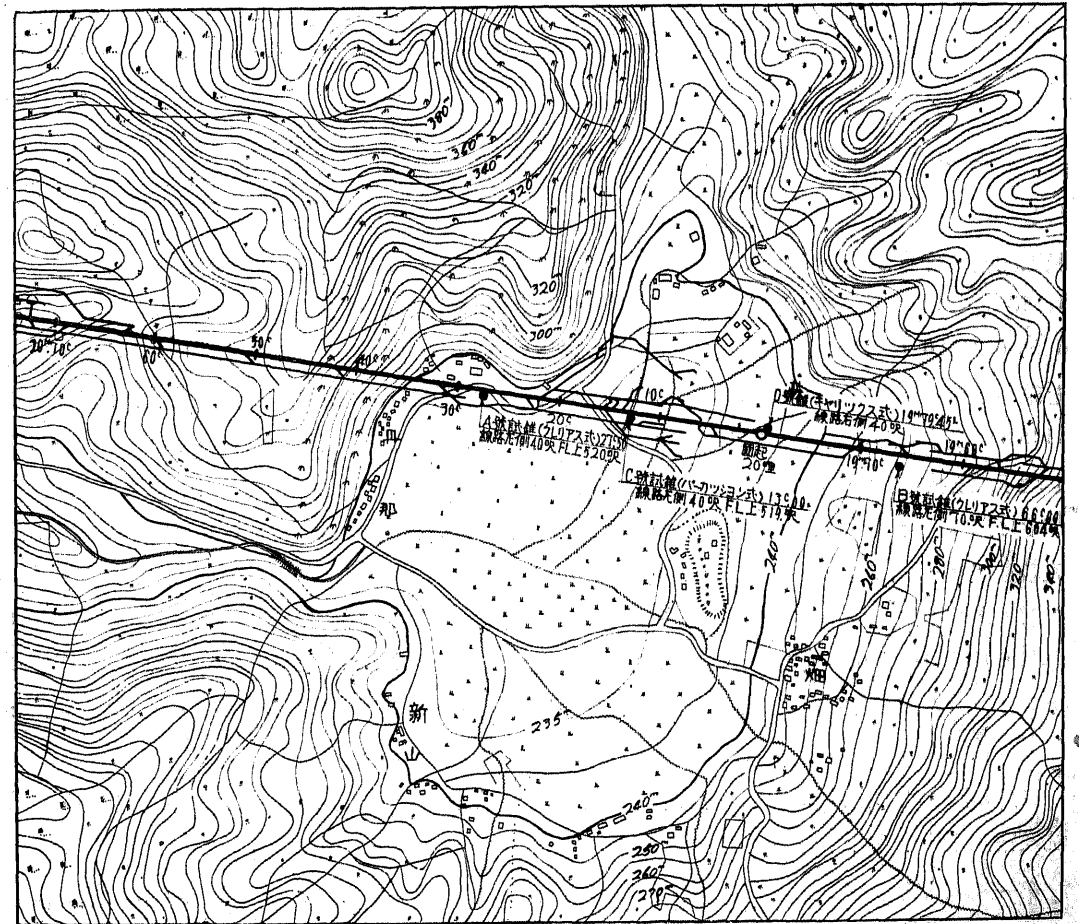
第二案 之はセメント注入である。斷層帯は最初の經驗から掘つて行ける事は解つてゐる。斷層が奥方の含水層と接してゐる處が危険である。此の區域にセメンテーションを行ひセメントで固めて掘つて行きたい。併し乍ら、地質が火山砂の如きもので之に地下水が飽和されてゐる場合は、掘進は危険である。それなら100呎でも200呎でも地質の良好となる地點まで、セメンテーションを施行して行かう。尤も含水帯に1本の坑道が出来れば、坑道の兩側に穿孔し水を絞り出す事が出来るから。地下水位を下げる事が出来る。兎も角、セメンテーションを施行して斷層を突破して行

かう。

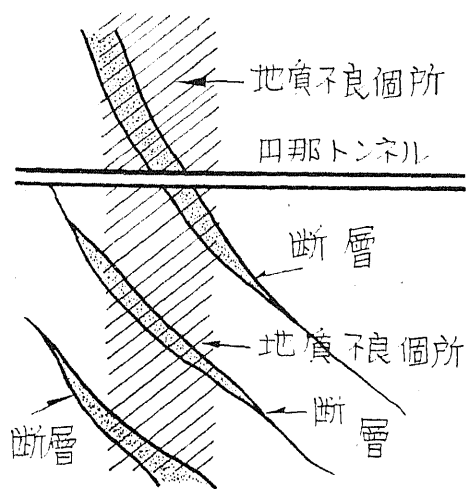
第三案 之は上記2案とも結局は地下水位の低下にあるのだ。第三の考へは直接法で行くのであつて斷層の手前から、斷層帯を通じて水平ボーリングを行ひ、ボーリング孔を通じて坑奥の地下水を排除せんとする案である。

大體上記の三案が斷層突破の主なる施行方法であつて、此施行方針の下に仕事を進めてゐつたのである。

第一の考へは表題第一堅坑、第二堅坑、第三堅坑に第二の考へは表題「セメンテーション」の下に第三の考へは表題水抜きボーリングに詳述されてゐる。



第 351 圖 丹 那 盆 地 平 面 圖
(本線並に水抜坑と地形との關係を示す)



第352圖 断層と地質不良箇所の関係

(3) 12,000 呎附近工事経過

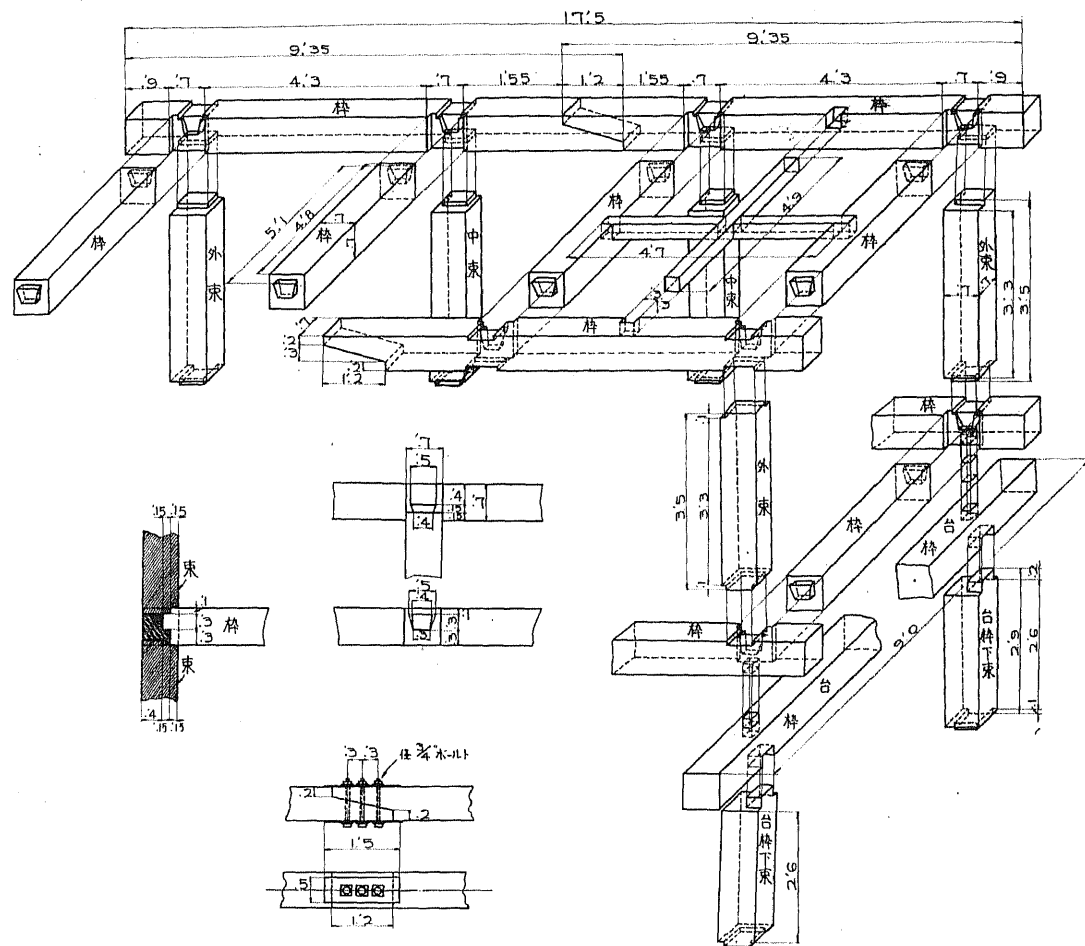
堅坑，セメンテーション，水抜ボーリング，断層突破に就いて語る前に，各節の話が夫々他と連絡が多い故此處に大體の工事経過を語る事とする。

既に第二節に於て，南側に於て，水抜坑を第三水抜坑迄掘進した事を記した。昭和5年11月10日北側水抜坑は11,746呎に達し，北伊豆地震の際は，ボーリング中であつて，震災事故に依り再着手は，大分遅れたが，断層に更に接近するを有利とし，11,770呎迄2月中に掘進した。其の前から着々セメンテーションの準備に着手し掘進後擁壁の築造機械の据付等も施

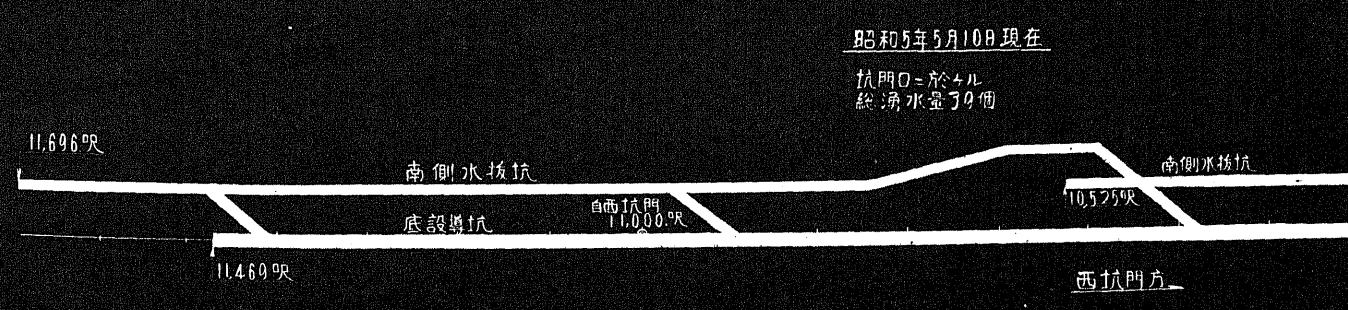
行し，4月1日北側水抜坑に於て「セメンテーション」に着手した。一方堅坑掘鑿の議も決定し，堅坑開鑿に着手し昭和6年3月14日竣功，第一堅坑上部坑道を奥方に進行せしめ，昭和6年4月18日11,685呎の點に達した。然るにボーリングの結果，此の方向の地質不良なる爲め，昭和6年6月26日11,626呎の點より分岐して坑道を進め，屢々ボーリングを施行して，奥方の地質を確かめ乍ら注意して掘鑿を進め，遂に昭和7年3月10日第一堅坑上部坑道は断層を突破して11,968呎迄達した。之より坑奥に接近して大湧水存在せるを知り，安全の爲め一應ボーリングに依り地下水を排除した。其の後5月1日再び着手，安全に最初の豫想通り安山岩中に入り，多量の湧水に遇ひ之を排除したのである。此の間，北側水抜坑に於けるセメンテーションは，セメント注入數量6,000樽に達するも，期待せる結果を得ることが難しいので，10月2日作業を中止した。併しセメント注入は1回は失敗したが，更に注入箇所をかへて試みんとし，北側第二水抜坑を6年10月5日11,606呎より分岐して掘進し，11月17日11,674呎に達し，此處に於て第二回のセメンテーションを施行したが，北側水抜坑11,770呎に於て施行した第一次セメンテーションと同一の結果になりさうなので作業を中止した。

又此の間熱心に南側に於ては試錐作業を繼續し鋭意坑奥，地下水位低下に努めた。尙南側第二斜坑及南側水抜分岐坑を掘進し之よりも排水用ボーリングを施行した。

第一堅坑は斯くして豫期通りの成功を見，大断層直後の地下水位低下には役立つたが，断層を通じて施行せる數度のボーリングの結果断層坑奥の地質は砂質部分多くして水抜坑の断層突破並に坑奥掘進に就いては第一堅坑のみにては不充分的感あり，高さ60呎の第二堅坑を掘進し昭和7年



第353圖 第一堅坑樁組部材詳細圖

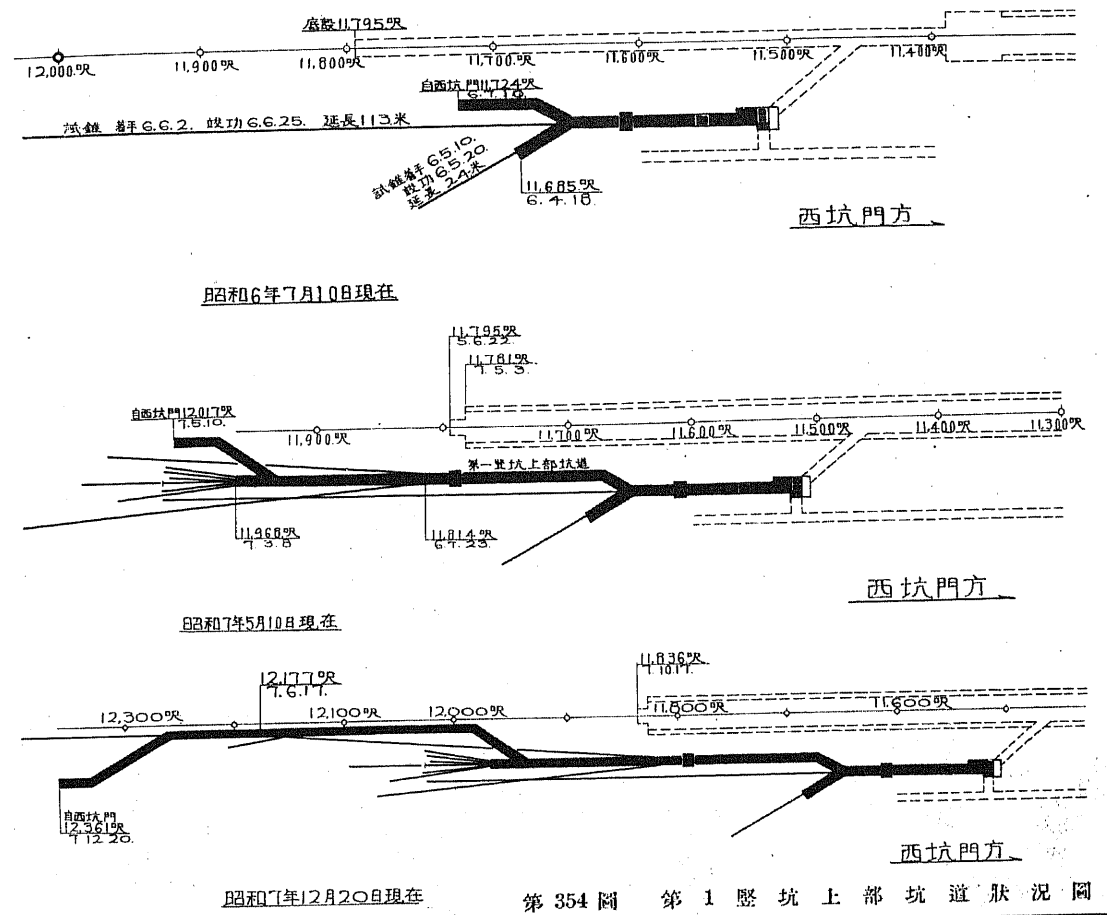


4月1日第二堅坑上部坑道を掘進し、之より斜坑、分岐坑を掘進し各坑道奥端に於て排水用ボーリングを施行した。斯くしてセメンテーションは所期の目的を達する事は出来なかつたが、坑奥地下水位の低下に關しては第一、第二、堅坑に於ける坑道の掘進及凡ての坑道の奥端に於ける排水用試錐により坑奥の水位は非常に低下した。之が爲め南側水抜坑が大崩壊に遭遇して以來恰度2年目大斷層を突破して水抜坑を進めんとする時が來たのである。

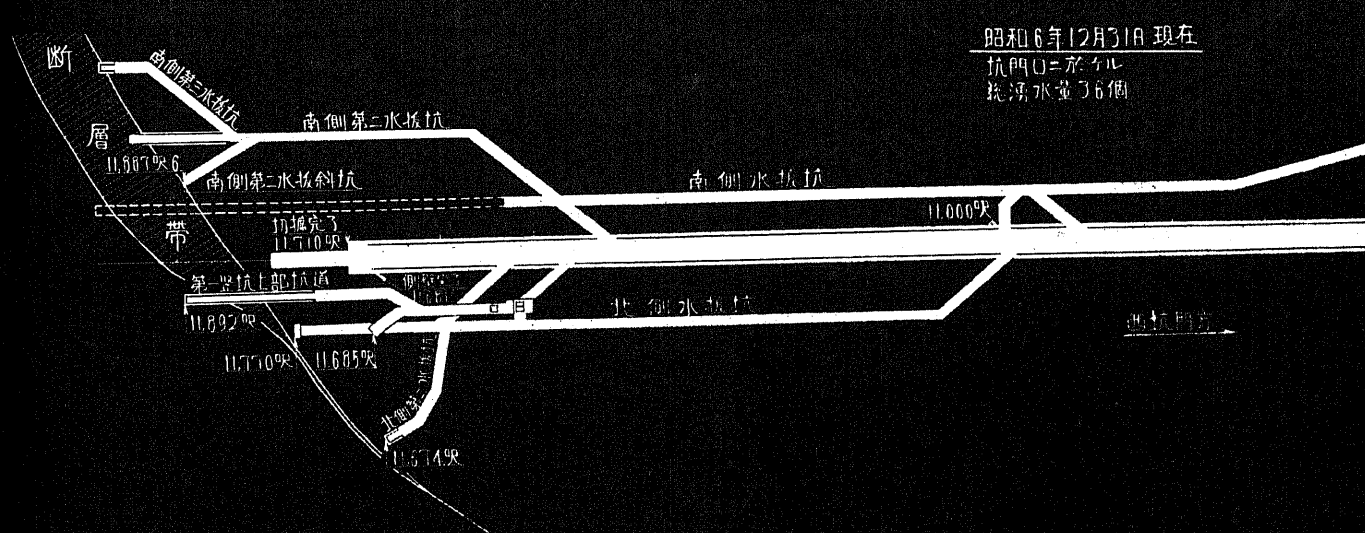
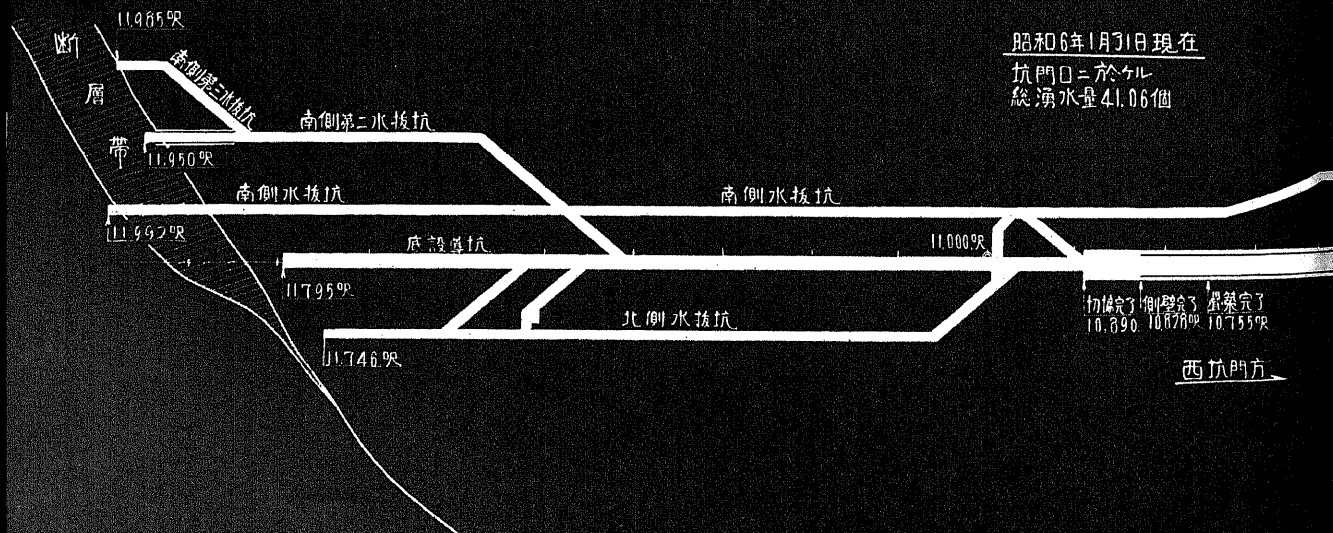
併し乍ら大崩壊當時の水の脅威を知つてゐるものは、全く安心した氣持は無かつた。セメンテーションせる箇所は鐵管が澤山這入つてゐて邪魔な上に、今は鐵管の中を試錐して坑奥の水を排除して居るから、之を避けて迂廻して掘鑿した。結果は案外に容易かつた。斷層の鏡面にはセメントが廻つてゐて間隙を詰めて居り、非常に樂に斷層を突破して終つた。所が斷層を突破して少し行くと湧水が増加し小崩壊に出遇つた。崩壊の原因が、地質が不良な砂質であつた事之に水が廻つてゐた事であるため、之を無理に進めれば一層大きく崩れさうであり、上部に空洞が出來たので急にも進めなかつた。斯くして大斷層は突破出來たが、坑奥砂質不良にして掘進の容易でないのをさとらしめた。

之より先迂廻坑道と稱して10,989呎より大迂廻せる坑道を掘進してゐた。之は斷層幅狭く破碎度少き箇所を通つて、斷層の裏に抜け、斷層坑奥に廻り地質の良好なる箇所を掘進し湧水を排除せんとする計畫の下に掘進したのである。地質の地形圖と併せて盆地の外線に沿うて進めたのである。水抜坑の斷層突破に依り、迂廻坑の掘進を一時止めたが再着手した。

北側水抜坑は第二水抜坑、第三水抜坑と隣接して掘つたが少しの水でも崩れ易く、細砂の中を懸



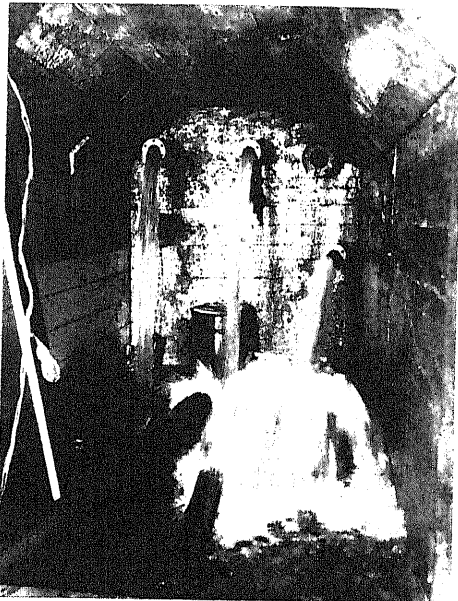
第354圖 第1堅坑上部坑道狀況圖



命に掘鑿したが度々土砂流出に出遇ひ、くやしい程進まなかつた。昭和7年7月から昭和8年2月頃迄仲々進まなかつた。斯る階程に這入つた爲め、上から順々に下げて行くのが益々必要なので、第二堅坑の坑道を進めた、此の坑道を進める爲めに、第一堅坑の坑道を進めた。

又第二堅坑だけでは効果が充分でないので、第三堅坑を掘つた。施工基面から30呎の高さである。第三堅坑の坑道は砂の性質が悪くて僅かな水だが進めなかつた。併し第三堅坑の坑道から掘つたボーリングに依り多量の水が絞れて、最後には北側の水抜坑が本線を横断出来たのであつた。此の頃は第一堅坑、第二堅坑が充分に進んでゐたので之からはどしどし進められた。

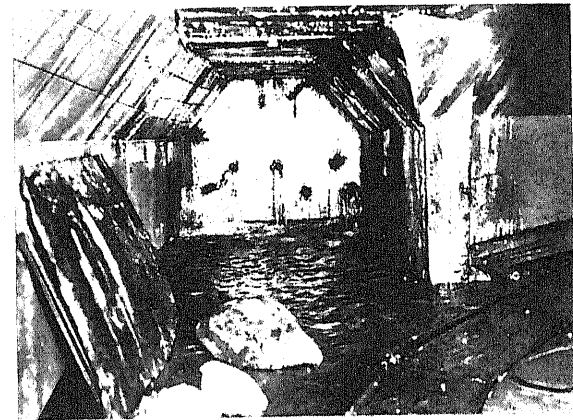
大断層は本線を約30度の角度で交つてゐるが、幾つも掘つた坑道が大體本線と直角をなして止まつてゐる。此の直角の方向が大體地震の際丹那盆地に龜裂の行つた



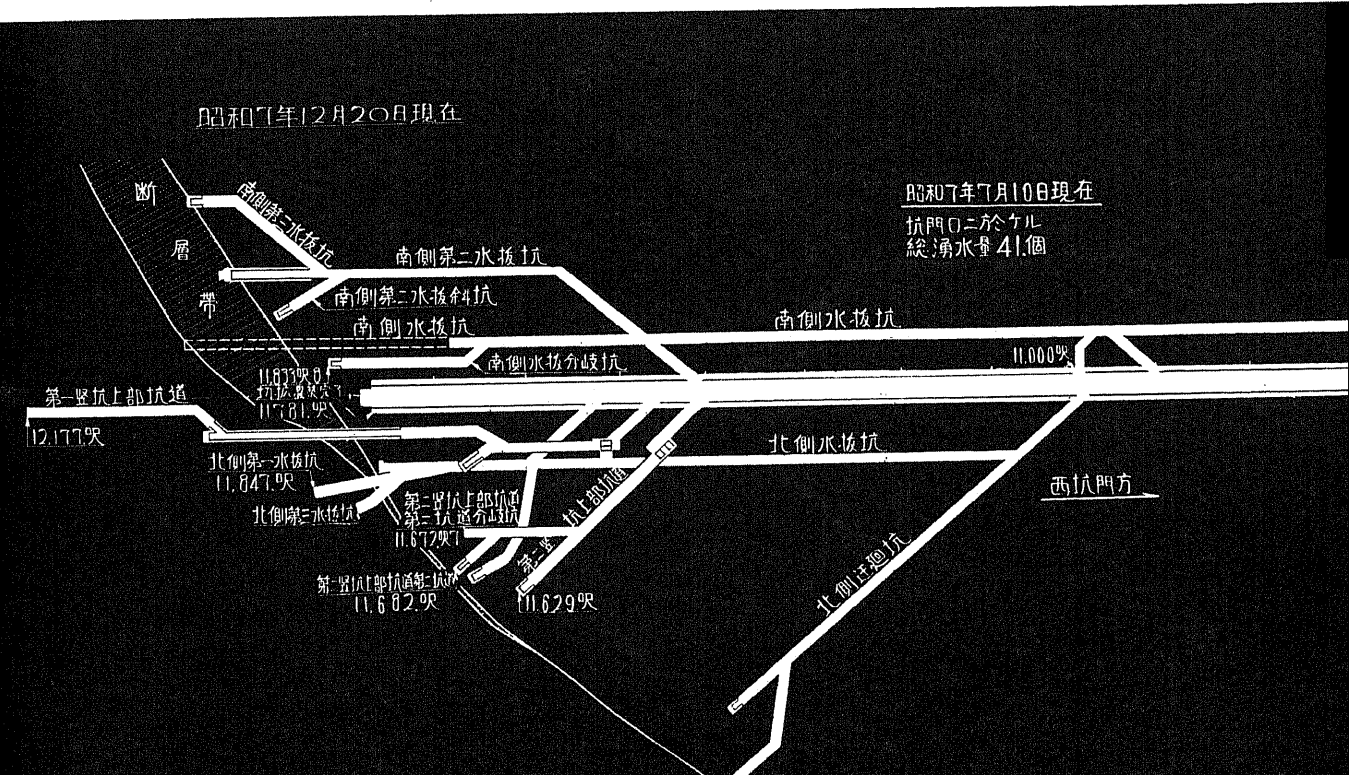
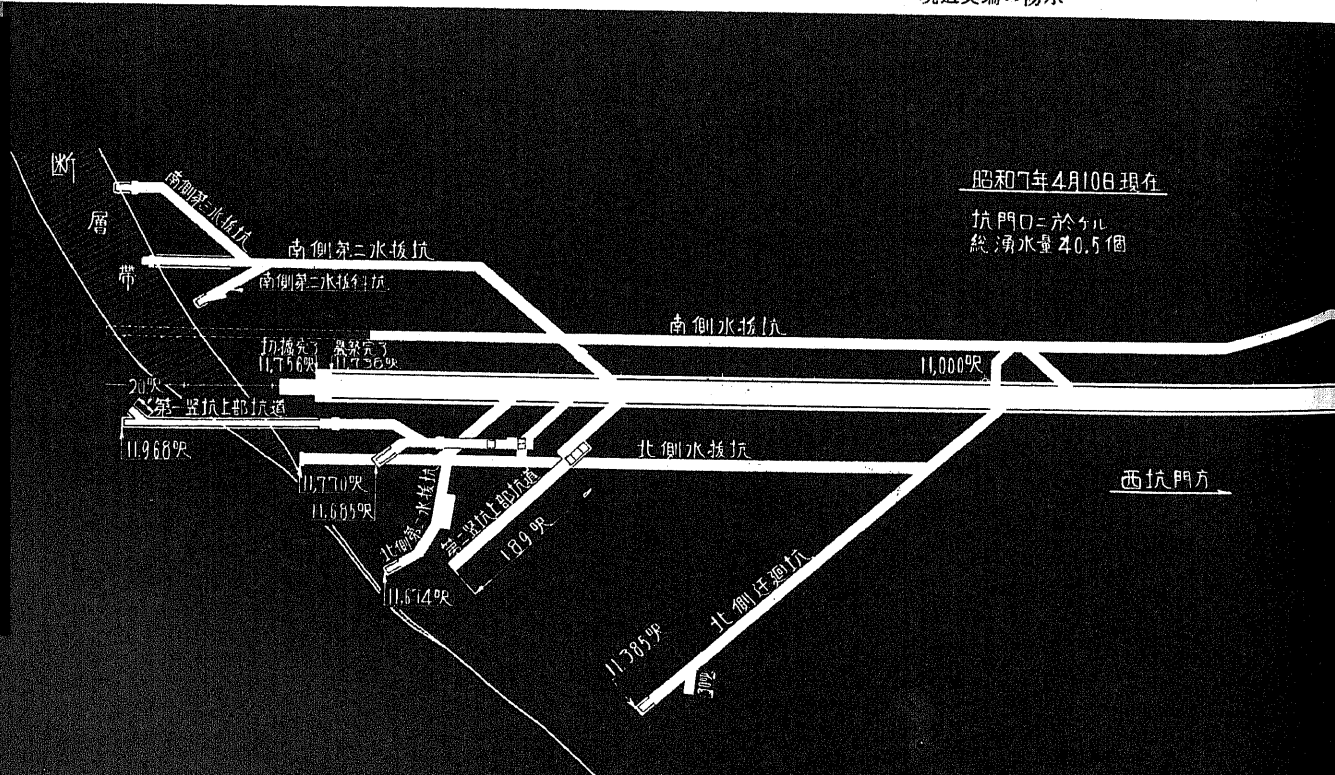
第355圖 西口11814 呎附近堅坑上部坑道奥端の湧水

方向である。大地のブロックとブロックとが相對的に動く爲めに出来る断層及地層の粉碎狀況(いゝ言葉でないかも知れない)は仲々複雑なもので説明しにくい事が如實に解る。最近に北伊豆地震に遭遇して、12,000呎附近は或程度迄動いたのであるが此の附近を廣く掘つた経験から考へると、地上の割目と同じ方向に地質が悪かつたのはこゝが何度も揉まれて、粉碎されてゐた證據の様考へられる。此のトンネルの大断層が本線と交る點で偶然にも一番發達してゐて圖に示す如く厚い断層帯を持つてゐたが、かゝる厚い断層帯にぶつからないとしても地質の揉めてゐた箇所を突破しなければならぬ事が分る。

此の砂の地質は水が有ると無いのとは、掘鑿に非常な違ひとなるのであるが、水が少量でも非常に掘りにくいのである。断層帯の中及温泉餘土などで、ぴかぴか光る面、鏡肌、油肌と稱するものが有るが、圖示の様な地質不良箇所には目にはつきり認め難いが鏡肌様



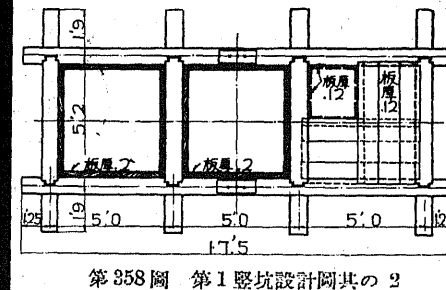
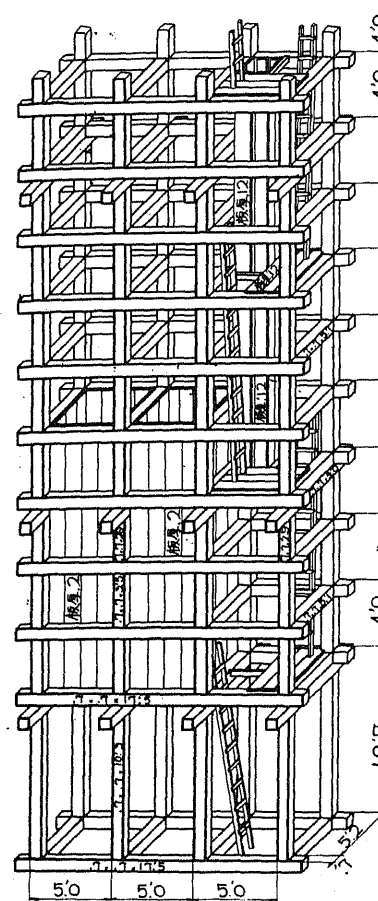
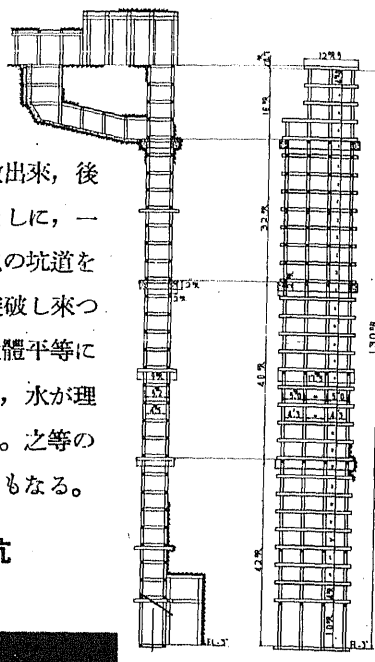
第356圖 西口坑門起點11,968呎堅坑試錐孔よりの湧水



のものが存在して、その爲に一層崩壊を惹起し易い様な感がある。此の邊の地質は結果から言へば地下水位が深くなければ、空氣掘鑿で進む處であつた。一時は匙を投げて、坑内適當なる箇所迄の送電設備をなし、坑内に低壓空氣壓搾機械を据えて、水を順次下げ乍ら空氣掘鑿に移る仕事の計畫までしたのであつた。然し排水の坑道も多數出來、後一押しと云ふ感じが深かつたので、特殊の工法を採用する事なしに、一見馬鹿に澤山な坑道を掘つた結果となつたが、一つの坑道が他の坑道を助け又助けられて、ボーリング其他排水に意を注いだ爲め、突破し來つたのである。別に説明もしてゐるが、砂質が7,000呎の様に大體平等に水を透すものでなく、非常に薄い粘土層を多數挟んでゐた爲に、水が理窟通りに下らず、地下水位が想像と非常に違つた結果を來した。之等の事實は豎坑を開鑿したことの有利さに、びつたり當て候る事にもなる。

第三節 第一 豎坑

第 357 圖 第 1 豎坑設計圖其の 1



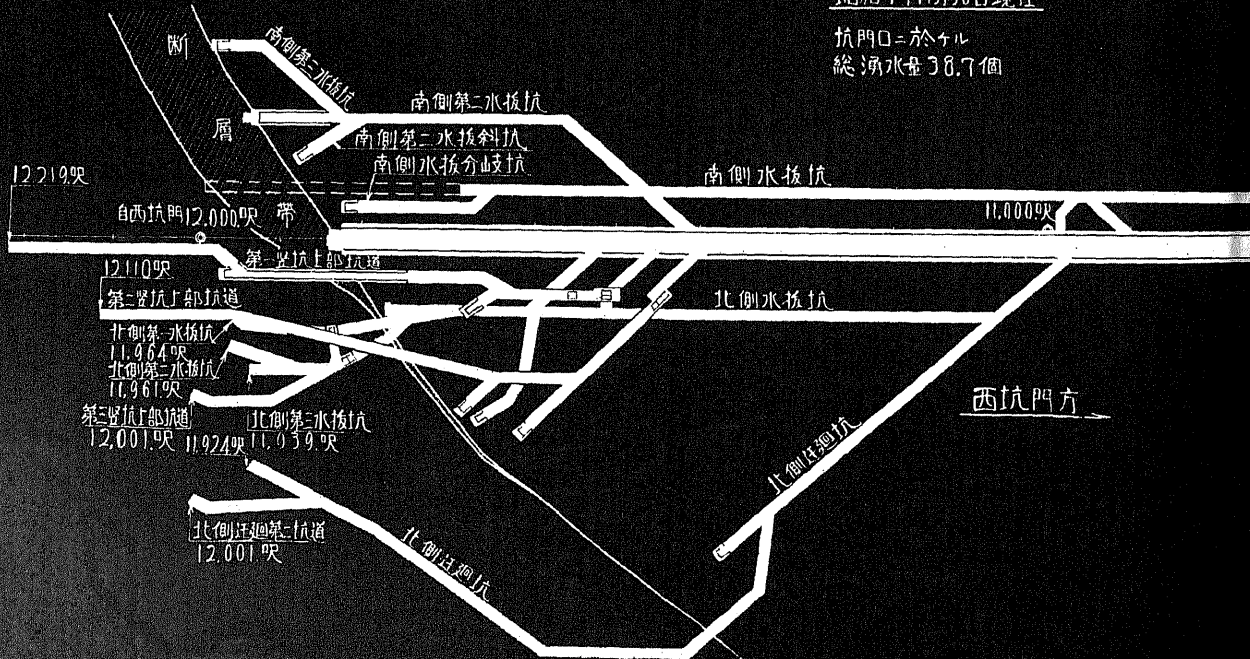
第 358 圖 第 1 豎坑設計圖其の 2

(1) 豎坑に依る上部坑道

第二節に述べた様に、いきなり水抜坑盤或は施工基面盤で掘る事が出来ないとすると、地下水をかぶる事なるべく少なく行けば一等安全であるが、前記の様に7段にも坑道を掘つて行く案は非常に時と金を費す案で、もう少しうまい案が欲しい譯である。丹那隧道は火山噴出物よりなる集塊岩及(熔流)安山岩中を主として掘進して來たのであるが、過去の經驗を集めて見ると、熔岩層の厚はせいぜい 20 呎乃至 30 呎であつた。嘗て大正 13 年に施行された丹那盆地上部の試錐に依る地質圖をしらべると、丹那隧道約中央部に當る D 號ボーリングは、施工基面上 130 呎乃至 200 呎の處が安山岩の熔岩層であることを示してゐる非常に厚い 70 呎もある熔岩層が存在してゐる。地下水位の下相當深くとも地質が岩石ならば掘進は容易である。此の D 號位置まで、大斷層位置から約 800 呎離れてゐる故、若し其の間に斷層でもあれば施工基面よりの高さに狂が出来る事となるが、斷層は大體ない様に考へられた。

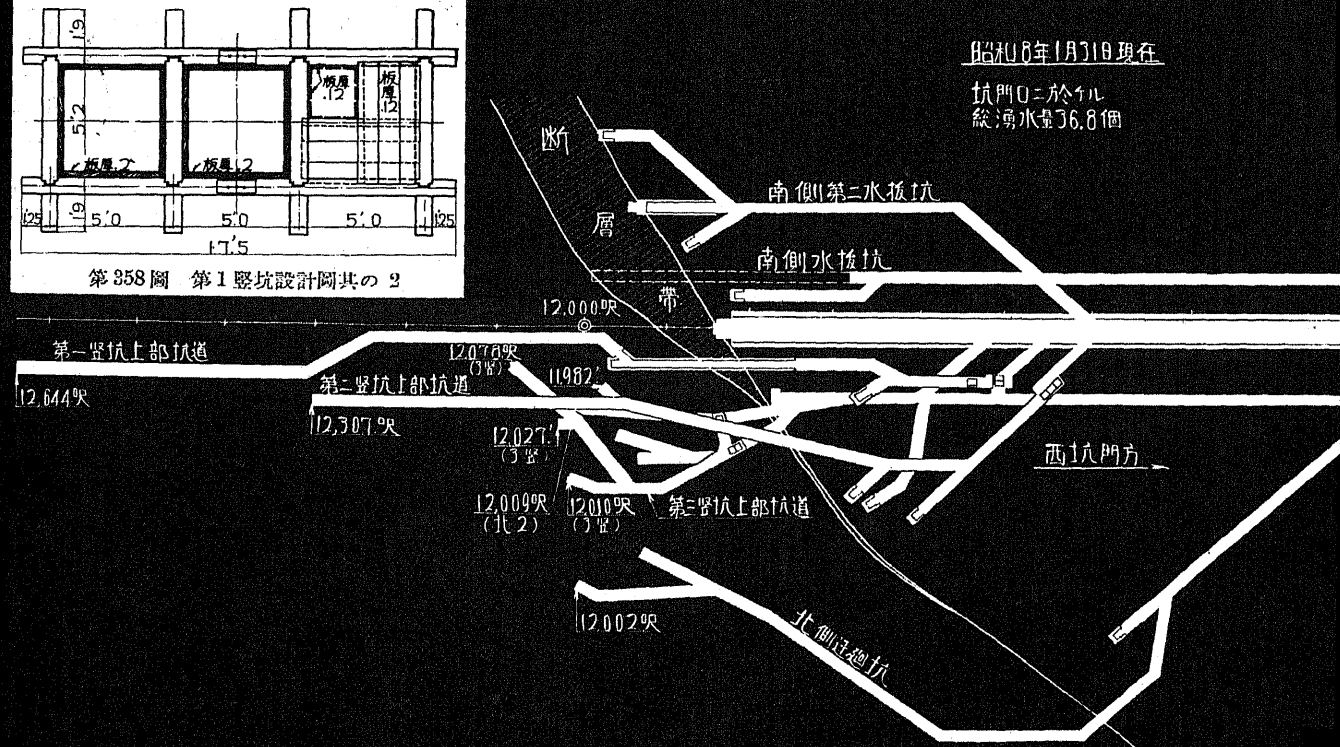
昭和7年11月30日現在

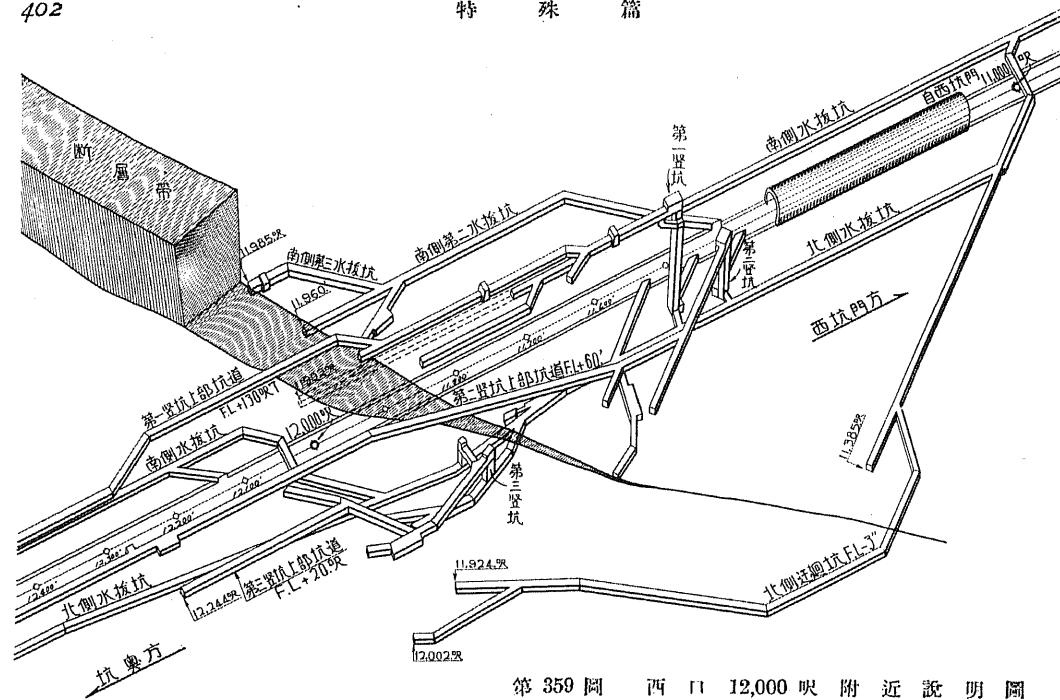
坑門口=於ケル
総湧水量36.7個



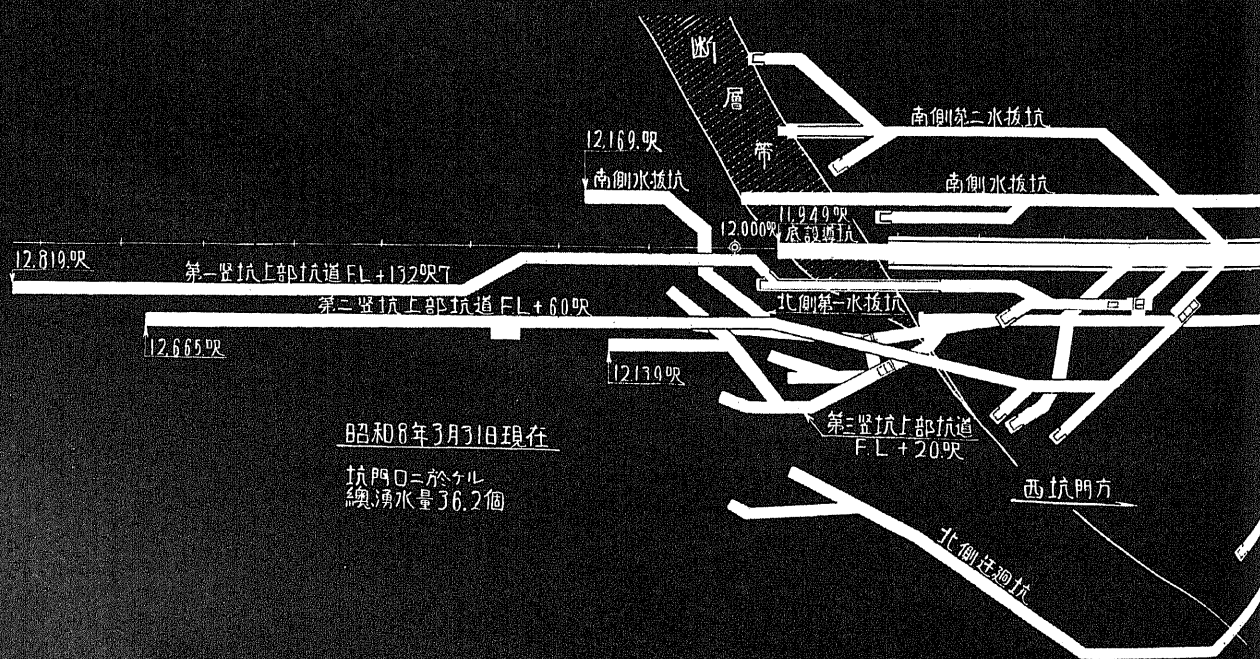
昭和8年1月31日現在

坑門口=於ケル
総湧水量36.8個





第 359 圖 西口 12,000 呎 附近 説明 圖



之には何の根據もなく、唯此の大斷層存在に依つて大斷層から僅に離れてゐるD號ボーリング位置迄には斷層は無いだらうと唯考へただけである、尙あつたとしても其の變位は僅かなものであるに違ひない、尙且安山岩の熔岩層が厚い故其の下底部分をねらつて、其の高さに坑道を掘つて行つたならば、きつと安山岩層中に掘り込み得るだらうと考へた。

(2) 第一堅坑掘鑿

斯様な考へから高さ 130 呎の堅坑を掘る事になつた。圖面に示す様に三室から成り、一つは礮落用一つは従業員の昇降用、もう一つは排水用のものである。

25 呎程切り上つた時北伊豆地震に出遇つた。堅坑としては被害は無かつたが、一時仕事は中絶し、本線崩壞箇所復舊後再着手した出来上つたのは昭和 6 年 3 月 14 日である。本線に並行に坑道の掘進を始めたが、斷層箇所を直角に突破すべく、圖示する通り坑道を曲げて進んだ。適当な位置に於て掘進を止め、ボーリングを施行し坑奥の地質を調査した處が斷層に依る破碎帯は相當發達し尙斷層手前より湧水あり、粘土帶發達せる爲め、試錐工事も困難となつた。掘推は危険の様を考へられた。此の湧水を阻止すべくセメント注入を試みたが、壓力相當高き様にて、隔壁中に收めることが出来ず、斷層帯中の地質も不良の様なので、之を中止し、坑奥に向け試錐を試みた。之に依つて斷層位置並に安山岩の確認、湧水の存在を知り右折直ちに本線と平行となり、斷層突破の第一階段を辿つた、斷層手前に於て掘進を中止しボーリングを施行した。

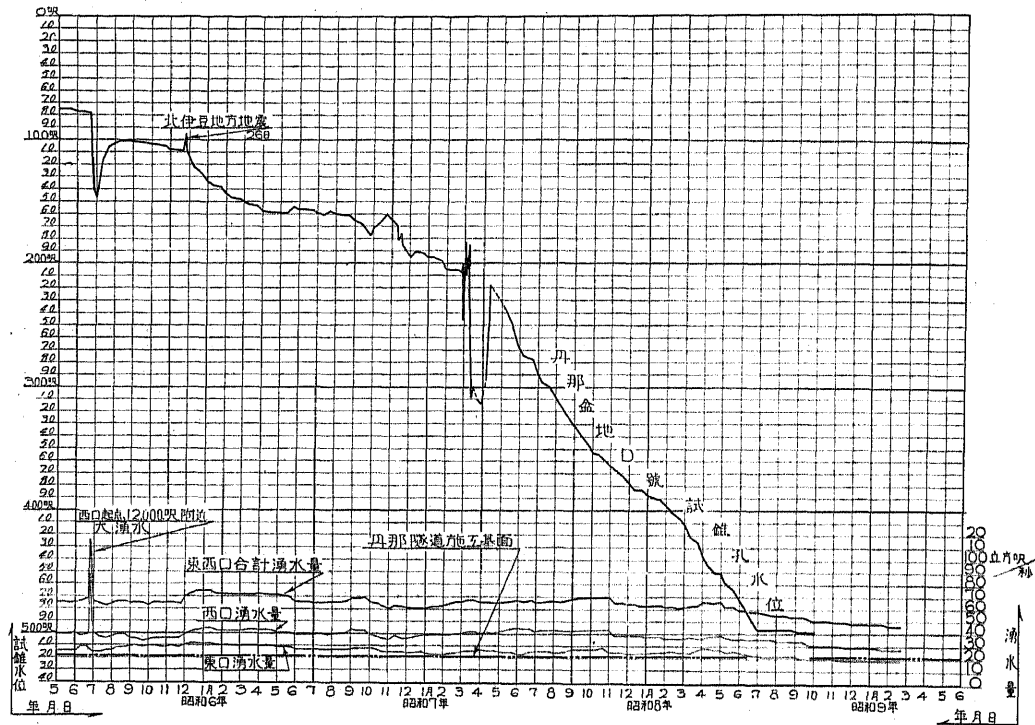
ボーリングの結果斷層の奥に安山岩熔岩が存在し之に多量の地下水を貯溜してゐることが分つた。斷層突破に際し、坑奥側斷層面をセメントで固める方が安全なるのと、穿孔中よりの湧水が斷層帯掘鑿中の切羽より浸出せんか、仕事を難澁ならしめるのみならず、崩壞事故の誘因とならぬとも否定出来ないので、此の試錐孔は充分にセメントを注入して進む事とした。

次に斷層帯の坑側突破の際用心の爲に、セメント注入をなし無事に突破が出来た。斷層と安山岩との間は粘土と玉石との存在した層だつたので、安全の爲に試錐に依り充分に排水をなし、然る後安山岩層の中に掘進して行つた。豫め排水したので樂に安山岩層に掘進することが出来、安山岩層中より充分な湧水が出る様になつて、試錐孔よりの湧水は止まつた。

此の作業と並行に水抜坑の盤に於て地下水位低下の爲の排水用試錐を盛んに施行して行つたので、湧水を 130 呎の坑道盤迄下げることが出来たのでひと先づ 12,180 呎迄進行して掘進を中止した。

之で湧水を排除し第一堅坑の目的も貫徹し得たので、昭和 7 年 6 月以來一時休止してゐたが、7 年 11 月北側水抜坑は大斷層を突破せる後坑奥の含水砂層帯の掘鑿に悩み、前途の困難豫想し難い状態にあるので、堅坑上部坑道の利用を徹底的にする爲に第三堅坑も開鑿することとし、第一堅坑、第二堅坑も上部坑道の掘進を再着手することとなつた。

第一堅坑上部坑道の地質は、集塊岩、安山岩の良地質連続し無水の状態で進んだが、12,700 呎の



第 360 圖・D 號 試 錐 孔 地 下 水 位 圖

斷層を越えると相當なる湧水があつた。上部坑道は 12,819 呎の丹那トンネル 中央より少し 行つた 所で中止した。

圖示の通り D 號ボーリングの位置は 12,500 呎附近にあるが、D 號ボーリング孔の地下水位の低下 は甚だ不規則であつた、第一堅坑上部坑道 12,225 呎よりボーリングの結果は、D 號附近は湧水皆 無の状態なるを示したが其のとき D 號ボーリングの地下水位は相當それより上にあつた。尙坑道掘 進の結果 D 號ボーリング附近を通過しても尙低下しなかつたのである。併し乍ら斷層大崩壊の際 D 號ボーリングの地下水位の變動に依り、斷層背後に 400 呎も地下水の湛水して居ることがわかり、 其の後種々の手段に依る地下水位低下の結果を、D 號ボーリングの地下水位が教示して呉れたので 非常に参考になつたのである。

大斷層崩壊の際 D 號ボーリングの地下水位と、湧水量との間には次の様な關係があつた。

即ち 6 月 24 日大崩壊當日 87 個の大量を示してゐた湧水は土砂の堆積の爲段々湧水量を減じ 7 月 1 日には大崩壊以前の湧水量に大體戻つた。D 號ボーリング孔内の地下水位を常に測定して 居つた所 6 月 23 日 82.5 呎あつたものが大崩壊當日には一舉にして 126.5 呎迄 44 呎降下した。 大湧水は此の邊の水と樂に通じて居たものと見える。さうして 7 月 1 日迄毎日降下してゐたが、

7 月 1 日湧水が止ると、7 月 2 日から水位が昇つて來た。上り方が數日間は 4 呎位、又それから 數日は 3 呎、それから 2 呎、1 呎、6 吋と減つて來た。7 月 21 日 112 呎、8 月 1 日 110 呎、

年 月 日	湧 水 量 個	地 下 水 位 呎	一日間の差	備 考
昭和 5 年 6 月 23 日	39.50	82.5		7 月 1 日 41.33 となり大 略大崩壊以前の湧水量に戻 る
6 月 24 日	87.20	126.5	- 4.4	
6 月 25 日	74.70	129.5	- 3.	
6 月 26 日	66.30	138.0	- 8.5	地下水位に示せる數字は D 號ボーリング孔内の地下水 位を地表より測定せるもの
6 月 27 日	61.20	143.5	- 5.5	
6 月 28 日	50.05	147.0	- 3.5	
6 月 29 日	49.30	148.3	- 1.3	
6 月 30 日	45.00	149.0	- 0.7	
7 月 1 日	41.33	149.0	± 0	
7 月 2 日	38.80	145.0	+ 4.	
7 月 3 日	38.50	143.0	+ 2.	
7 月 4 日	38.20	137.4	+ 5.6	
7 月 5 日	〃	133.0	+ 4.4	
7 月 6 日	〃	131.0	+ 2.	
7 月 7 日	38.00	128.0	+ 3.	
7 月 8 日	〃	125.0		
7 月 9 日	〃	121.5		
7 月 10 日	37.50	120.5		
7 月 11 日	〃	119.5		
7 月 12 日	〃	118.0		
7 月 13 日	〃	117.5		

8 月 11 日 110 呎と變つて來た。

それから 12,200 呎より坑奥に向つて水平に 50 米ボーリングした所湧水は極く僅少で皆無と言 つてもよい状態であつた、所がボーリング先端は D 號ボーリングより 200 呎も先に出てゐて、水が 無いのに、D 號の處では地下水位は遙に上にあつた。さうしてからからの上部坑道を進めると、又 湧水があつたのだから面白い、坑奥よりの湧水が坑道流下の際下部に吸ひ込まれては又下で難儀す る故、坑奥より斷層手前まで鐵管で導水して、坑道には湧水を流さぬ様にした、D 號ボーリングの 地下水位は考へさせられる事が多い。尙上部坑道は安山岩の様に想像して來たが集塊岩と安山岩と が半々位であつた、上部よりの地質圖には 70 呎ばかりの厚さに書いてあつたが幾つもの集塊岩層 を挟んでゐたのである。

第 四 節 セメント注入

北側水抜坑は、昭和 5 年 11 月 10 日 11,746 呎に達し、坑奥を地質調査することとなり 11 月

24 日試錐工事に着手した。震災の爲期限遅延し 6 年 2 月 5 日竣工した。穿孔の結果断層帯の厚さが、北側は南側より狭いこともわかった。断層帯の位置も明白になつたのでセメント注入を施行することとなつた。混凝土隔壁はなるべく接近せる方が便利であるので、更に 24 呎掘進し 2 月 24 日 11,7700 呎に達し、此處に隔壁を築造しセメント注入を施行することとなつた。

セメント注入に就いては別にセメント注入の章に於て詳記するが、大體に就て言へばセメントの注入量は莫大に達したが目的を達することが出来なかつた。セメントの注入量は 6,000 樽にも達したが、目的箇所は硬結出来なかつた。セメントの節約とセメントを遠方に達せしめざる様鋸屑を多量に注入した。鋸屑の成績はよかつた。初期の目的を達することは出来なかつたが、水抜坑の断層突破に有効であり更に本線突破に際しては、掘鑿断面にセメントが充填されて居て意外の處に非常な効果があつた。材料工費の總計は 27,443 圓に達した。

北側水抜のセメント注入失敗の後更に北側第二水抜坑に於てもセメント注入を試みたが、坑奥の地質状態が同様なので僅少の注入量で中止した。

第五節 水抜きボーリング

(1) 試錐方法

「大断層の掘鑿方針」の節で述べた様に断層坑奥の地下水を排除する爲に、試錐孔を盛んに穿つて、地下水位の低下を計つた。1 本の試錐孔を穿ち、それより湧水を排除する事は、確實にそれだけの湧水を排除する事になるのであるから大いに有効であつた。次に施行方法及び結果に就て記して置きたい。

結局本線より幾つもの坑道を掘り、その先端に於てボーリングをなし、湧水を排除したのであつた。ボーリングの数は表記の通り 80 本にも達し或る時期には、試錐機を 3 臺も使用して居た事がある。初期のものは断層線になるべく接近した地點迄坑道を掘進し、之から断層帯を穿つてボーリングをしたのである。断層帯の向側にはいくらでも水があつた。水抜坑は断層帯の向側に首を出せば崩壊するのであるから、大體水抜坑の先端は断層線の方向に首を並べた譯である。

此の坑道から深さ 30 米乃至 50 米のボーリングを行つた。なるべく大きな孔を掘る事にした。機械はクレリヤス型 A B を使用した。

クラオンにはタンガロイチップを植付けた。最初に穿つクラオンの外径は 101 耗であつた。断層帯の粘土部分を掘り穿ち之に 3 吋鐵管を叩き込んだ。恰度一杯に 3 吋鐵管が遣入るのである、さうして此の中を 75 耗のクラオンで掘る、掘つた當時は湧水が相當出るが段々に湧水が減少する、湧水孔として不用になつた時に 3 吋鐵管は抜いて回収した。

大體 3 吋鐵管より湧水を排除した事になる。1 本の管より最大 1.5 個程度であつて、非常に勢よ

く多量に出て居る様な感じがしても、測定して見ると 1/2 乃至 1/3 個であつた。

1 本の坑道の奥端で、かゝる排水孔を 3 本乃至 5 本穿孔する場合、最初に穿つたものは一等勢よく出て来るが 2 本目 3 本目と穿つと總量は増加するが各孔よりの湧水量は減じ穿孔数が一定の本數に達すると排水孔を増しただけの徳はなくなる。それが爲に 3, 4 本掘ればその坑道のボーリングは中止となる、穿孔は 3 吋鐵管の中を 75 耗のクラオンでボーリングする事を述べたが、ケーピング(孔の崩れる事)其他の原因で、其の儘に出来ない時はケーシングチューブを入れて、深く迄徑を落して穿ち湧水排除につとめた、結局穿孔深さは 30 米乃至 50 米のものであつた、一つの坑道から多くのボーリングをなし多量に湧水を排除なすことゝした。穿孔深さを種々變へて別の場所から集水したらとも考へるが、孔が深くなると、穿孔の徑が少なくなり排水量は減少する、それ故排水の目的の時は湧水量が 1/2 乃至 1/3 個に達した時は、ボーリングを中止した。まだ思ふ様に湧水の無い時も深くは穿孔しなかつた。

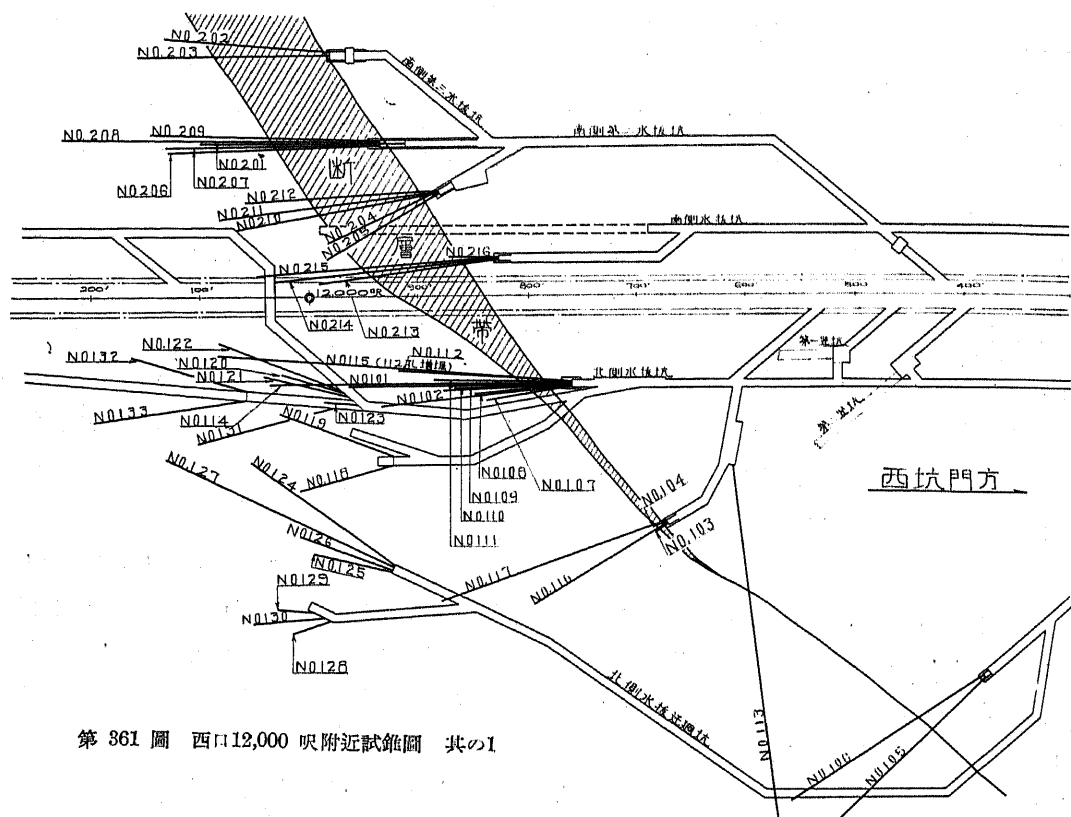
(2) ボーリング経過

「地下水低下の爲の試錐表」を参照して頂きたい、ボーリングの實際に就いて、少しくどくどしくなると思ふが若干経過を述べて見る事とする、試錐表第一號孔は南側水抜坑が土砂崩壊の目に遇ひ第二段として南側第二水抜坑を掘鑿し、恰度大断層面に突込んだ際坑道側壁に平行した別の断層存在し其の切合にぶつかつた、坑道は進めなくなつた、そこで断層坑奥の状況を見る爲に地質調査の爲のボーリングを施行したのである。

2 號孔並 3 號孔は、北側でセメント注入をやる事となり、セメント法入孔を兼ねて地質調査を行つたものである。何れも 1/2 個以上の湧水があつた、此の地質調査工事中に北伊豆地震に遇つた。4 號孔は第一堅坑上部坑道を断層に直角に掘鑿せんとし坑道が断層の豫想位置に接近して施行したものである、此の方面は地質が非常に悪いので 5 號孔に於て、地質調査を行ひ大體本線と平行に奥に進む事となり、6 號孔、7 號孔、8 號孔は、5 號孔にて明かとなつた大断層に接近せる事がわかつたので更に詳細に調査する爲に施行した。

9 號孔よりはよいよ本格的に排水を目的として施行したものであるが 11 號孔、12 號孔其他地質調査の爲のものも此の表中に書いてある。9 號孔及 10 號孔は南側第三水抜坑に於て排水の爲に施行したボーリングである。此のボーリングは棒事を惹起した、此の坑道は北伊豆地震の際切羽が三つたので有名になつた處である。

此の断層鏡面近くにボーリングをするときは坑奥よりの崩壊を懼れたが、此の棒事は斯る心配が杞憂に過ぎざる事を證明したもので粘土よりなる断層、此の断層の向側には 400 呎に達する湛水があり、然も地質は砂質部分の多いもので在る時は此の部分目かけてのボーリングは仲々注意を要するのである。



第 361 圖 西口12,000 呎附近試錐圖 其の1

西口 12,000 呎附近水抜ボーリング一覽表

● 堅 坑 ○ 第一 ◎ 第二 × 第三 ○ 水抜坑 ○ 南 ◎ 北

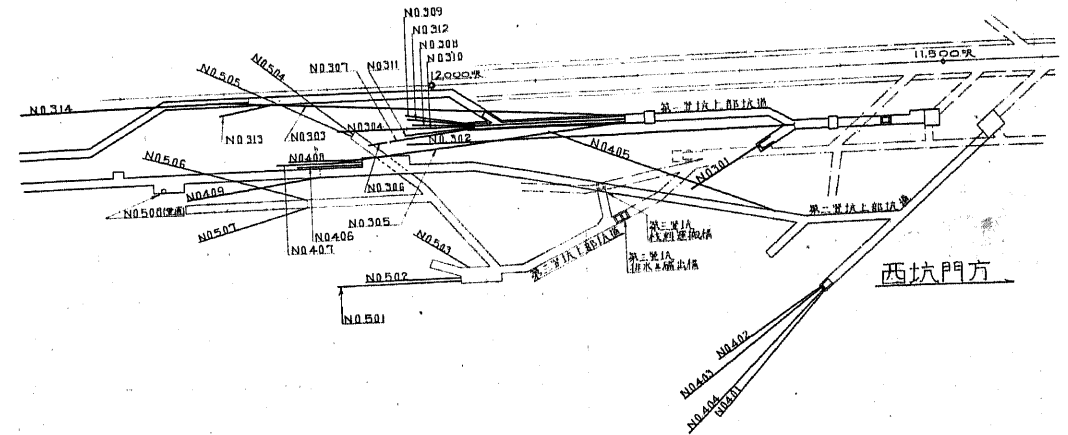
圖面番號	試錐順序	位 置	着年 月 手日	竣年 月 功日	穿孔深度 米	湧 水
		20 ^m				
○ 201	1○	南水抜 8.°00L	5 11 4	5 11 21	56.74	
○ 101	2◎	北水抜 10.°50L	5 11 24	6 2 5	62.50	
○ 102	3◎	" "	" "	" "	53.35	
● 301	4○	1 堅 11.°45L	6 5 10	6 5 20	24.00	
● 302	5○	" 12.°00L	6 6 2	6 6 25	113.00	
● 303	6○	" 9.°50L	6 7 28	6 9 17	120.00	
● 304	7○	" "	" "	" "	84.85	
● 305	8○	" "	" "	" "	87.00	
○ 202	9○	南3水抜 6.°91	6 9 29	6 11 13	44.25	
○ 203	10○	" "	" "	" "	52.51	

圖面番號	試 驗 順序	位 置	着年 月 手日	竣年 月 功日	穿孔深度 米	湧 水
○ 103	11◎	北2水抜 11.°61	6 12 6	6 12 20	4.20	
○ 104	12◎	" "	" "	" "	3.60	
○ 204	13○	南2斜 8.°38	6 12 13	6 12 26	33.75	
○ 205	14○	" "	" "	" "	36.18	
○ 206	15○	南2水 7.°63	7 1 10	7 2 10	58.27	
○ 207	16○	" "	" "	" "	58.85	
○ 208	17○	" "	" "	" "	87.21	
○ 209	18○	" "	" "	" "	63.00	
○ 210	19○	南2斜 8.°38	7 2 16	7 3 8	56.84	
○ 211	20○	" "	" "	" "	61.28	
○ 212	21○	" "	" "	" "	53.34	
● 306	22○	1 堅 7.°16	7 3 26	7 4 4	30.65	1/2
● 307	23○	" "	7 4 4	7 4 9	24.65	1/5
● 308	24○	" "	7 4 9	7 4 12	17.73	1/2
● 309	25○	" "	7 4 13	7 4 17	19.53	1/2
● 310	26○	" "	7 4 17	7 4 22	19.49	1/2
● 311	27○	" "	7 4 22	7 4 25	20.15	1/8
● 312	28○	" "	7 4 26	7 4 27	19.18	1/15
○ 105	29◎	北迂 16.°00	7 4 15	7 4 21	60.00	1/65
○ 106	30◎	北迂 16.°00	7 4 21	7 4 30	64.60	1/15
○ 107	31◎	北1水 11.°00	7 5 1	7 5 5	23.81	1/2
○ 108	32◎	" "	7 5 5	7 5 7	27.43	1/8
○ 109	33◎	" "	7 5 7	7 5 11	35.98	1/2
○ 110	34◎	北1水 11.°00	7 5 11	7 5 14	33.55	1/8
○ 111	35◎	" "	7 5 14	7 5 18	38.38	1/8
○ 112	36◎	" "	7 5 19	7 5 21	47.88	1/2
● 401	37◎	2 堅 12.°30	7 5 7	7 5 11	49.37	1/2
● 402	38◎	" "	7 5 12	7 5 18	37.66	1
● 403	39◎	" "	7 5 18	7 5 28	53.03	1/5
● 404	40◎	" "	7 5 24	7 5 29	59.19	1/2
○ 113	41◎	北2切替 12.°50	7 5 21	7 6 6	98.15	1/4
○ 213	42○	南分岐 9.°20	7 6 1	7 6 7	49.82	1/8
○ 214	43○	" "	7 6 7	7 6 15	59.87	1/5
○ 215	44○	" "	7 6 15	7 6 21	65.78	1/11
○ 216	45○	" "	7 6 21	7 6 23	13.06	○
● 405	46◎	2 堅 11.°65	7 6 4	7 6 20	71.17	1/15
● 313	47○	1 堅 4.°35	7 6 13	7 6 17	15.16	○

圖面番號	試 驗 順 序	位 置	着 年 月 手 日	竣 年 月 功 日	穿 孔 深 度 米	湧 水
• 314	48○	1 堅 20 ^m 4.°00	7 6 26	7 7 19	150.40	1/11
○ 114	49◎	北 1 水 11.°00	7 7 6	7 7 18	83.83	1
○ 115	50◎	"	7 7 19	7 7 27	99.08	1/8 湧孔増漏
○ 116	51◎	北 2 水 拔 11.°61	7 7 26	7 8 8	43.80	1/4
○ 117	52◎	"	7 8 8	7 8 21	66.00	1/3
○ 118	53◎	北 3 水 7.°80	7 8 26	7 8 30	33.80	1
○ 119	54◎	"	7 8 31	7 9 3	27.80	1/2
○ 120	55◎	北 1 水 7.°50	7 9 4	7 9 6	20.00	1/3
○ 121	56◎	"	7 9 7	7 9 8	25.00	1/3
○ 122	57◎	"	7 9 9	7 9 12	35.13	1/3
○ 123	58◎	"	7 9 13	7 9 15	9.00	1/23
○ 124	59◎	北 迂 7.°90	7 9 26	7 10 3	49.00	1/7
○ 125	60◎	"	7 10 4	7 10 7	22.03	1/25
○ 126	61◎	"	7 10 7	7 10 11	27.40	1/2
○ 127	62◎	"	7 10 11	7 10 22	70.00	1/6
○ 128	63◎	北 迂 2 7.°00	7 11 17	7 11 20	11.50	1/4
○ 129	64◎	"	7 11 20	7 11 22	8.40	1/3
○ 130	65◎	"	7 11 22	7 11 26	17.80	1/6
• 501	66×	3 堅 7.°00	7 12 1	7 12 22	36.00	1/7
• 502	67×	3 堅 7.°00	7 12 4	7 12 19	28.20	1/5
• 508	68×	"	7 12 4	7 12 19	28.20	1/25
• 406	69◎	2 堅 5.°697	7 11 18	7 11 27	19.70	1/7
• 407	70◎	"	7 11 27	7 12 1	25.00	1/30
• 408	71◎	"	7 12 3	7 12 6	22.15	少量
• 409	72◎	2 堅 5.°00	7 12 14	7 12 24	40.00	1/10
○ 131	73◎	北 1 水 7.°00	8 1 19	8 1 26	37.60	1/6
• 504	74×	3 堅 5.°50	8 2 1	8 2 6	37.50	1/3
• 505	75×	"	8 2 7	8 2 11	51.00	1/2
○ 132	76◎	北 2 水 5.°80	8 3 10	8 3 16	33.18	1/3
○ 133	77◎	"	8 3 16	8 3 21	45.80	1/2
• 506	78×	3 堅 4.°80	8 3 28	8 4 3	49.00	1/5
• 507	79×	"	8 4 3	8 4 9	34.00	1/5
• 508	80×	4 堅 2.°00	8 4 11	8 5 2	10.00	0

此のボーリングをするに際し坑道を疊築し正面は斷層鏡面に接してウォールを築造し混凝土面より穿孔したのである。然るに 2 本目のボーリングの尖端が斷層部分を抜いて坑奥砂質區間に突入し

地下水を導いた時に湧水は穿孔の間壁を崩して洗ひ流し混凝土壁の裏側をうましてしまつたので壁全體に壓力がかゝり厚さ 1 尺の壁にクラックが出来た、もう一押しで壁はこわされ、崩壊が始まるのでは無いかと心配した折下部(踏前)が混凝土を打つてなかつた爲正面壁の下を潜つて土砂と共に噴出して來た。



第 362 圖 西口 12,000 附近試錐圖 其の 2

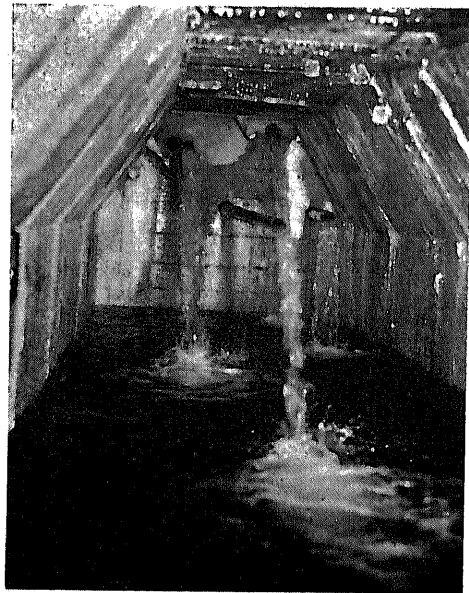
南側第三水抜坑は坑道掘鑿に備へて隔壁が作つてあつたので、こゝで堰き上げ砂の堆積により纏て土砂の噴出はやみ、清水のみが流れ來てほつとした事もある。

ボーリング孔より 1 個 (1 秒間 1 立方呎) 以上の水が土砂を交へて噴出した時は如何せんと弱つた程である。水が下に廻つてからボーリングの孔に木栓をかつた。

11 號孔 12 號孔は北側水抜坑のセメンテエンジョンが、幾等でもセメントが注入され隙限がない様に見えるので、場所を變へてやる爲北側第二水抜坑を選んでこゝに壁を作つてボーリングを行つたのである。

北側第二では圖面で見える様に非常に斷層帯の幅が薄く 3 米乃至 4 米であつた。1 本の穿孔がまたくまに斷層を突き貫けると凄い勢で小さな礫を湧水がはねとばして來た。吃驚して直ちにケーシングチェーンを入れた所、段々に孔口が詰まるものと見え湧水は段々清澄となつた。第二本目は斷層帯中にてクラオンを引抜いた際斷層粘土が、ところてんを押出す様に、によるによると脊部の壓力の爲に出て來た、之も木栓をかつて止め得たが氣味の悪さは之以上のものはなかつた。良くも無事に止まつたものである。

13 號孔より 21 號孔迄は北側に於てセメント注入を續けて居る間に南側では専ら排水作業を續けてゐたので南側第三水抜坑に續いて、南側第二水抜坑及南側第二斜坑に於てボーリング作業を續



第 363 圖 南側第二水抜坑 11,837 呎附近
奥端試錐孔よりの湧水

けた。南側第二斜坑で 2 回もボーリングをやつたのは、最初のが失敗した爲である、最初圖面で判る様に南側第二と本線との中間の箇所から排水せんとしたが穿孔の方向が先に崩壊した。南側第一水抜坑の奥端に出た爲に、崩壊土砂のドブドロの處に這入り込み穿孔が難澁となつた。依つて斜坑の機械据付箇所を切擴げをなし、南側第一水抜坑をはづれる様に穿孔したのである。

(3) 堅坑上部坑道に於ける排水

堅坑上部坑道に於いても排水の爲ボーリングを施行した。第一堅坑上部坑道に於て斷層を突破して、奥部の丈夫な安山岩層に進むに先だち 7 本の排水孔を穿孔した。之は非常に有効であつた。各孔から 1 個乃至 2/3 個の湧水が出て來たのだから素晴らしいものである。

22 號孔から 28 號孔迄が上記のボーリングの孔である。充分に排水し乍ら安山岩の部分に掘り込み之に依つて 130 呎の高さ迄完全に地下水位を低下させることが出來た。之迄の數多のボーリング及上部坑道掘進に依り地下水位を下げ得て斷層突破を試みたのである。

29 號孔及 30 號孔は北側迂回坑道が斷層線に接近して來たので、坑道を進める關係上、斷層坑奥の地質を調査する爲に地質の良否、水の有無を調査した、斷層は豫定位置附近に存在して居たが水は意外に少かつた。

31 號孔より 36 號孔迄は北側水抜坑奥端に於けるセメンテーションに見切りをつけて、坑奥湧水排除の仲間入りをしたのである。

37 號孔より 40 號孔迄は、第二堅坑上部坑道を斷層に近く進ませて、茲でボーリングして排水したのである、水のポケットにでもぶつかつた様に莫大な水が湧出した約 2 個、1 本の 3 吋鐵管からは 1 個の水が出る様は仲々素晴らしいかつた。41 號孔は北側第二切擴げの箇所から北側の迂回坑の進む方面の地質調査と湧水排除とを目的とした。

46 號孔より 45 號孔迄のものは、南側水抜分岐坑に於ける地下水位低下用のものである。

46 號孔は第二堅坑上部坑道に於ける斷層坑奥へ向けて二度目のボーリングである湧水は僅かであつた。

47 號孔 48 號坑は地質調査用のものである。

49 號孔より 65 號孔に至るものは、北側の前面的進出を計る爲に北側にある全部の坑道の先端に於て、出來る丈湧水の排除に努めた。初め北側に於てセメント注入を施工せる爲、湧水排除は南側に努力をそゝいだ、次にセメント注入の成功は望みがなかつたので、北側でも湧水排除に力を注いだ。北側方面の坑道に於て盛んにボーリングを行ふたのは最早斷層突破の爲ではなかつた、其の頃は北側水抜坑は既に斷層を突破してゐた。然し水抜坑は進む事が出來なかつた。地質は又しても砂だ。此の砂の層を抜ける爲に盛んに穿孔して水をとつて進んだのである。

堅坑上部坑道に於ても其れ自身の掘鑿理由から盛んに水を排除すべくボーリングを施行したのである、中には坑道自身を進ます爲のものもあり全體の地下水位低下の爲のものもある。

66 號孔より 68 號孔迄のものは兩方の意味を持つてゐる、69 號孔より 71 號孔迄は第二堅坑の坑道を進ませる爲に穿孔したものである、水は少しだが地質が砂で何としても坑道が進まない坑道に沿うて試錐する丈の場所を切擴げ 19 米、25 米、22 米の 3 孔を穿つた、極く少量の水を之で絞り出す事が出來たら坑道は進む事が出來た。

72 號孔も同じものである、此の極く悪い區間は試錐で通り抜ける事が出來た。第二堅坑上部坑道は之から奥を順調に掘り進んだ。

74 號孔 75 號孔は目に見えて有効なボーリングであつた、北側水抜坑は南側の方に向けて掘つてゐた處が嘗つて、セメント注入の爲に多數のボーリングが行はれボーリングの爲に荒された箇所の下を潜り抜ける様になつた。併し其處は西口 12,000 呎附近の最後の難所であつて、幾度か縫返したが崩壊するのみで山を悪くし、前進出來なかつた。74 號孔と 75 號孔とに多量の湧水が出てから水抜坑の湧水は非常にへり無事に最後の難關を突破したのである。

76 號孔から 79 號孔迄凡て北側水抜坑の掘鑿を助けるもののみである。

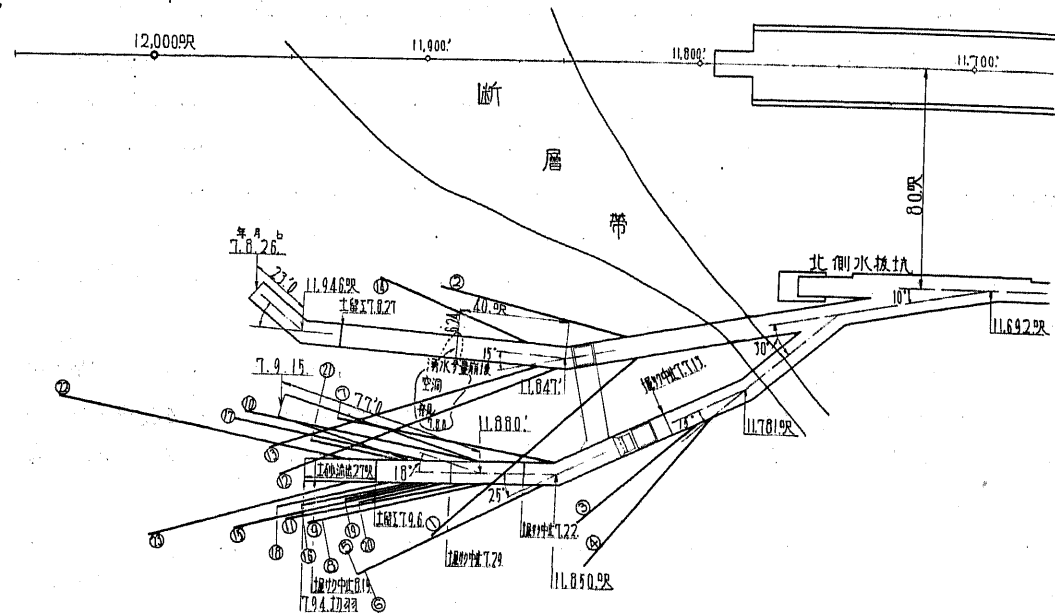
80 號孔は垂直に試錐したものである、何故に下向きのもをやつたかと云ふと、ボーリングを水抜坑盤以下迄掘り下げエアーリフトに依り水を汲み上げて、水位を下げようと云ふのである、即ち適當なる箇所を切擴げ試錐機を据え水抜坑以下を 20 呎位迄掘下げ水抜坑盤に汲み出さうとするものである。

然るに口付に打込みたる 6 吋鐵管の底に金具を落し然も地質細砂なる爲穿孔作業意の如くならず南側水抜坑は順調に進んで居り、早其の必要もなくなつたので中止した。

此の難場を征服する爲に 80 本穿孔合計 3,558 米 (即 11,743 呎) に達した約丹那トンネル總延長の半ばに達してゐる掘りも掘つたものである。

(4) デンバー鑿岩機に依るボーリング

尙此の外には北側第一水抜坑に於てデンバー 34 番鑿岩機に依る穿孔を 8 箇所に行つた、然し乍ら地質が細かい砂である上に處々に岩石が點在して居る爲に、穿孔し悪く孔は曲り尙鑿を抜いた間



第364圖 デンバー試錐作業説明圖

デンバー鑿岩機に依る試錐成績表

番號	位置	着手	竣工	穿孔深	水量	摘要	
1	北側水抜坑	11,814呎	7.6.28	7.7.3	30.00	1 全	
2	全	上	7.7.3	7.7.5	21.70	1/2	
3	北側水抜坑	11,800呎	7.7.13	7.7.13	18.00	1/2	
4	全	上	7.7.13	7.7.16	22.18	1/2	
5	全	上	11.8.56呎	7.7.23	7.7.24	23.10	1 上面10:1
6	全	上	7.7.24	7.7.25	23.55	1	
7	全	上	7.7.26	7.7.25	24.11	1/2	
8	全	上	11.8.81呎	7.7.30	7.7.31	21.46	1 上面10:1
9	全	上	7.7.31	7.7.31	21.75	1/2	
10	全	上	7.7.31	7.8.1	21.00	1/2	
11	全	上	7.8.1	7.8.2	20.50	1/2	
12	北側水抜坑	11,847呎	7.8.3	7.8.4	32.44	1/2	
13	全	上	7.8.4	7.8.5	31.61	1/2	
14	全	上	7.8.5	7.8.6	18.00	0 7.8.27=当り中止	
15	北側水抜坑	11,897呎	7.8.7	7.8.8	22.54	1/2	
16	全	上	7.8.10	7.8.11	13.00	1/2	
17	全	上	7.8.12	7.8.13	22.07	1/2	
18	全	上	11.9.15呎	7.8.19	7.8.21	11.50	0 水量(湧水)
19	全	上	7.8.22	7.8.22	9.20	1/2	
20	全	上	7.8.23	7.8.23	9.23	1/2	
21	全	上	7.8.23	7.8.25	10.40	1/2	
22	全	上	7.8.25	7.8.30	33.80	1 21.47=式	
23	全	上	7.9.3	7.9.3	23.30	1/2	
24	北側水抜坑	11,932呎	7.10.28	7.10.29	25.50	1/2	
25	全	上	7.10.30	7.11.1	22.50	1/2	
26	南側水抜坑	12,243呎	8.4.10	8.4.12	18.00	1/2	
27	全	上	8.4.12	8.4.15	17.60	1/2	
28	全	上	8.4.15	8.4.16	11.50	1/2	
29	全	上	8.4.18	8.4.18	9.73	1/2	
			計	5.7.89	NA22&23	全 上	
				1,164.28			

に砂が折角掘つた孔に流れ出されてゐるので仲々骨が折れた。結極深い孔は掘れず山を荒して幾間か先きの掘鑿を妨害することもあつて概して成功とは云へなかつた。大體地質がデンバー鑿岩機に依る穿孔に不向きだつた。兎に角色々の方法を講じたが試錐作業を知らなかつたなら、この難關突破は更に長時日を要したと思ふ。

第六節 第二堅坑

第一堅坑上部坑道は大斷層を突破し坑奥の湧水を排除する事に成功した結果、地下水位は第一堅坑の盤迄下げる事が出来た、併し仲々肝心の水抜坑を進める事は骨だつた。水抜坑盤と第一堅坑盤との間に更に坑道を掘進するの必要を認めた。高さは間をとつて本線施行基面上 60 呎に坑道を掘

進すべく第二堅坑を掘り上げた。

第一に斷層脊後の湧水を排除すべく坑道を斷層に直角に掘り進め斷層に接近して坑道掘鑿を中止して、3本のボーリングに依り排水に努めた、更に坑道を分岐させて、斷層直角の坑道を掘り2回目のボーリングを施行した。

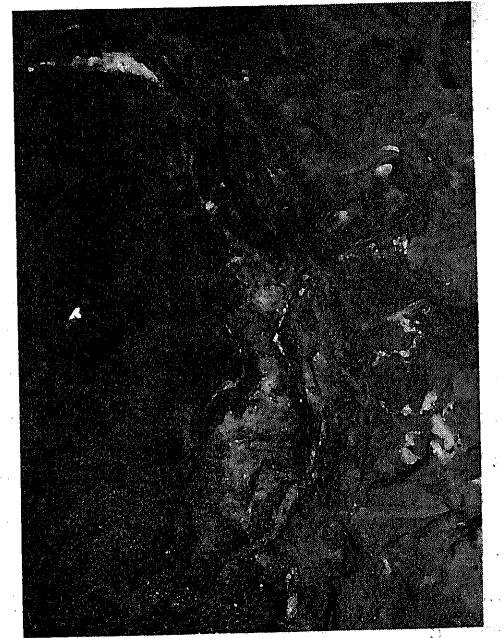
水抜坑が進みさうになつた時一時掘進を休んだが第一堅坑の處で述べた様に徹底的に前進する事となつた、斷層直後が水のない事がわかつてゐたので、何の躊躇もなく斷層を掘抜け安山岩層に這入つた、12,089呎邊では地質細砂にして、極く少量の水があつた。僅かな湧水のある爲に切羽が崩れて來て進行出来なかつた。依つて南側に圖示の如く試錐施行箇所を切擴げこゝに試錐機械を据付けて試錐を施行した。ケーシングの爲試錐も仲々困難であつたが、漸くに穿孔を進め僅かな水を絞り取る事が出来た爲に坑道が進める様になつた。同様にして些少の水ではあるが地質細砂の爲に進行出来ない處では切羽から奥の水をボーリングに依り排水して進んで行つた。12,700呎附近に斷層があるので、此の奥迄掘り進んで中止した。

第七節 斷層突破

昭和5年6月21日南側水抜坑が大斷層を突破せんとして遂に大崩壊事故を惹起してより恰度2年目である、昭和7年6月6日北側水抜坑

を11,693呎に於て分岐し、斷層突破の水抜坑を掘進し始めた、既に第一堅坑により、地下水位は非常に低下し加ふるに兩側水抜坑の水抜ボーリングに依り坑奥の湧水は非常に減少して居つたのである。非常に緊張して掘鑿に従事した、此のときからであつた、L-29のスナッパーを用ひて掘鑿した。

此の坑道が出合つた所では斷層は僅か6呎位であつた。然も斷層兩側の粘土はセメント注入の結果、セメントアップされ乾いてゐた、又斷層坑奥の地質は細砂であつたが、不思議にも乾いてゐた、セメント注入の結果細砂が壓縮された傾向もあるだらうし、セメント注入孔を注入中止後試錐して湧水排除に努めてゐた爲もある。掘鑿に難澁な地質と考へてゐた處も、今迄の色々排水方法



第365圖 北側第一水抜坑 11,785 呎附近 斷層鏡面にセメントの注入されたる状態を示す

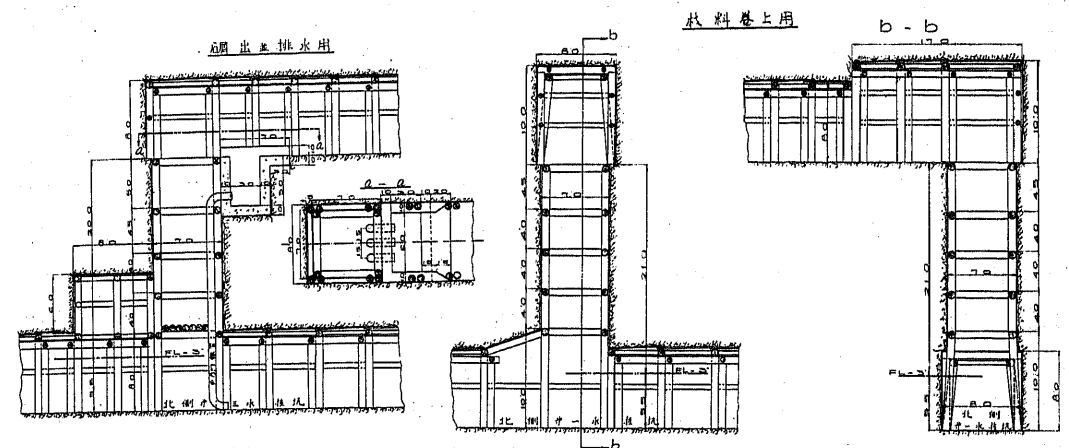
及セメント注入に依り最も掘鑿に容易な乾いてしまつた砂を掘り進むこととなつた。心配は希望に變つた。併し喜びも束の間であつた、漸次湧水量増加し 6 月 25 日 11,886 呎に到達した所小崩壊を來して終つた。之から第二第三堅坑を掘り進め乍ら之に續いて水抜坑の難澁な仕事を繰返し作業して北側水抜坑より南側水抜坑に掘り抜ける迄不撓不屈不斷の努力を續けたのであつた。

第八節 大迂廻坑道

水抜坑の掘鑿、堅坑の開鑿、セメント注入、試錐等に依る排水工事を施行し來つたが、12,000 呎大斷層の突破は容易に成功しさうもなかつた、正面攻撃の外に側面攻撃を加へんとする爲に大迂廻坑道を掘鑿する事となつた。圖示の様に坑道狀況圖と其の直上に當る丹那盆地の地形圖とを合せ見れば明瞭であるが、此の坑道は丹那盆地の外縁に沿うて進んだのである。既に北側水抜坑の奥端セメント注入の際に斷層の厚さが北西に寄る程薄くなるのを知つて居た。斷層は何の苦もなく、突破して終つた、之も北側水抜坑斷層突破に依り一時掘鑿を中止したが前に述べた様に此の難場は容易に征服出來なかつたので、迂廻坑も出来る丈け進めて戦線に突出する事となつた。斷層突破の點では豫想通り容易であつたが奥の地質は豫想の様に良い地質はなかつた。11,550 呎より 11,700 呎に互る區間は安山岩であつたが、水が無かつたから良かつたが目茶目茶に龜裂があり碎かれてゐて、湧水多量の場合掘鑿困難なるものと、推察された。11,800 呎邊より湧水が漸次増加して來た、前進に悩んでゐる北側水抜坑の前の方へ出たいと思つたが、此處も北側水抜坑と同じ砂質であつて掘進は思ふ様に行かなかつた。特に迂廻坑より分岐した一番外側の坑道の砂質は特に掘進に悪かつた。然し乍ら此の坑道から水抜坑の前方に向けて施行したボーリングよりの排水は非常に有效だつた。

第九節 第三堅坑

第三堅坑を必要とする理由は、前節に於て幾度か説明した通りである、此の邊の砂質は僅かな湧水にも前進が困難となつたのである、其の僅かな湧水を取る爲に水抜坑よりも第三堅坑の坑道を前進させる事となつた。北側第一水抜坑に従事員の乗降用並に材料用の堅坑を設け北側第二水抜坑に礮出用の堅坑を設けた。最初に進んで行つた坑道は、どうして掘れぬかと思ふ様な僅かな湧水の爲に掘れなくなつた。本線に向つた坑道の先端からボーリングを施行し、之よりの湧水は悪地質との争鬪に止めを刺した役割を演じてゐる。此のボーリング孔より意外に多量の湧水が甚だ有利となつた。此の坑道は下部の北側水抜坑と交叉して居り地質が砂質の爲湧水が下部に抜けたので坑道が陥落した。急速臨機の處置を取り大事に至らしめなかつたが、水と砂とは實に厄介なものだ。此の湧水は 6 吋鐵管 2 本に收めて礮出の堅坑から排出した、斯の如くして北側水抜坑は本線を横斷して南側に出られる様になり南側水抜坑は地質がよかつたので最後の貫通の喜びに浸るべく坑夫が懸命



第 366 圖 第三堅坑設計圖

にやりだしたので非常な早い進行を見せて貫通點に近寄つて行つたのである。

第十節 水抜坑掘進の困難なる原因

北側に於て水抜坑が斷層を突破しても水抜坑掘鑿困難の状態は變らなかつた。嘗て西口 7,000 呎に於て遭遇した様に水と砂とに悩まされたのであつた。西口 4,950 呎の様にいくら太い柱を樹てても折れると云ふのではない。掘つて行くと如何に注意してゐても、砂が崩れ出して來る、どうしても止める事が出來ない。崩れて來る時は大體相當の水を伴つてゐる。此の水量は比較的僅かな場合もある。

地下水位を順々に下げる爲に堅坑を 3 本も掘つて各堅坑から坑道を掘り出した、此の内で第一堅坑の坑道は斷層を越えてからも地質の關係から掘鑿は樂であつたが、第二堅坑、第三堅坑の坑道の掘鑿は、水抜坑と同じ地質であり、掘鑿は困難であつた、第二堅坑以下は、大體同じ砂の地質であつた、砂と言つても色々の砂があつた。非常に細い綺麗な砂や、荒い砂があつた、又層序の内には非常に微細な火山灰の固結した様な層、粘土の層と考へてもよい不滲透性のものがあつた、此の不滲透性のもののあることや、滲透性の異なる砂層の存在してゐる事とが西口 7,000 呎の時とは大分異つてゐた。7,000 呎の砂層も詳しく言へば勿論異つてゐるが、大體に於て工事施工上同様と考へて差支へないものだつた。然し此の區間の砂質は掘鑿に難澁な砂質を交へてゐた。此の地質區間の掘鑿がいかにか難儀であるかを傳へることは甚だむづかしい仕事である。斯る場合も有つたと云ふことを列記する事とする。

(イ) 崩壊する迄に到らない状態即ちまだ水の力が弱い、水の滲み方が少い切羽を見てゐると、

細い砂の層に水が滲み出してゐる、其の内に水の量が増える、其の細い砂の層を流し出す、其の上に乗つてゐる不透透性質の層が折れる、其の上の砂の層が崩れて崩壊は擴がる。けれど之は切羽の面の急な所だけに起りすぐ鎮まる、崩壊の小模型を示して呉れることがある、水の勢がもう少し強くなれば忽ち切羽崩壊となるのである。

(ロ) 第三堅坑上部坑道の第一坑道は、掘鑿困難な爲に放棄してしまつたが、其の切羽の湧水は極少量であつた。其の崩壊の様子を見ない者には、掘進困難と云ふ事が不思議でたまらない。砂の粒は細かつた。矢板の上にはどうしても隙間が出来る。其處に水に溶かされた砂がたまると、水にうんだ砂が相當の量に昇ると流出のあらゆる機会を待つてゐる、水の力が弱い間は、矢板の裏に閉ぢ込められてゐるが、矢板の鼻を廻るか、肩の處から崩れ出して来る。斯る場合水は少量だから直ちに鎮靜する、然し水が切れたからと云つて、手を出せば其の次は第1回目の坪數の4倍程度の坪數が流出する。其の次は空洞が出来る爲に、矢板裏及切羽の矢板の先の崩壊となる範圍が廣まつてゐる爲だ。

此處の地質はボーリング作業も困難なる上、ボーリング鐵管への排水は極く僅少であつた。崩れ方のひどかつたのは、北側第二水抜坑であつた。

(ハ) 北側第二水抜坑は普通の切羽が參つてから、二階にして坑道を掘鑿した、二階坑道も崩壊し第二回目の縫返しをやつた時、形容の出來ぬ位の早さで土砂が出て來た、働いてゐた者は30呎位の處を一飛びに飛んで、全く夢中のうちに下の坑道に下りて、逃げて來たと言つて居る。

(ニ) 迂廻坑を掘つた經驗から丹那大斷層の正體を掴めた様な氣がする。12,000呎斷層附近の工事狀況圖を御覽になれば、大斷層は本線と約30度位の角度をなしてゐるが、然し悪かつた點は本線と直角をなしてゐる、之は地下水位の關係もあるが、斷層線と稱する破碎帶が本線と直角の方向に擴つてゐることを證明してゐる。

砂ばかりだと分らないが、揉めた爲めの肌が澤山存在してゐる様な氣がする、之で一層崩れ易かつたのだ。

(ホ) 6,000樽もセメントを注入した箇所には注入前にも地質調査の爲め又注入後も湧水排除の爲めボーリングの孔が數本坑奥に向つて延びてゐた。之に沿つて坑奥の水は出て來てゐる。本線を横斷せんとした坑道は此の數本のボーリングに依り荒された下部を行かうとしてゐた。湧水の減少を待つては、縫返しをやつたが、結局不成功であつた。第三堅坑の坑道からのボーリングから湧水が排除される様になつて、初めて突破出來た。

北側第二水抜、第三水抜掘鑿の際デンバー鑿岩機で、多數に孔を掘つてゐる。集塊岩とか安山岩とか云ふ地質ならば、切羽の湧水を減少し、掘鑿を容易ならしむるに、非常な效能があるのであるが、デンバー鑿岩機の穿孔も大變だつたが穿孔箇所の地質が荒されるので、掘鑿する切羽に悪影響

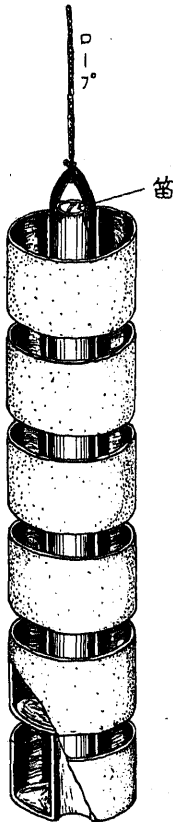
を及ぼした。切羽より大分奥で、切羽より離れた處で水を抜いてゐることが必要だつた。然し適當な位置、方向に坑道の加脊のうちでデンバーの鑿岩機を操作することが出來ない爲め最後には止めて終つた。

第十一節 本線斷層箇所掘鑿並に壘築

本線に於ける斷層箇所の掘鑿に就ては記すべきことは多くない、本線斷層箇所掘鑿の際は周圍の水を完全に取り去つて終つた。全く無水の狀態に於て掘鑿したのである。しかも斷層帶の不良部分には、セメントが充分に廻り斷面の半がセメント乳の硬結帶であつた。將來の不安を除去する爲めに仰拱混凝土を打つて本線壘築を完成した。

地下水水位測定器具

井戸の水位を調査する場合井戸が浅く明るい場合はテープの先端に何かおもり（石の如きもの）をつけて下げれば水位は簡単に測定することが出来るが、井戸が深いか暗い場合には、圖の様な板に蠟燭をつけて下げれば水に届いたことがよくわかつて水位を測定することが出来る。又必要のある場合は此の際井戸の地質を調査すること

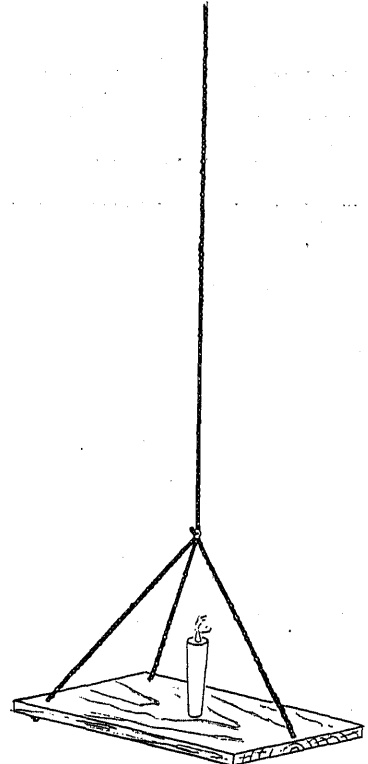


第 367 圖

が出来るとは出来ない。然し井戸が非常に深いか孔の非常に小さい場合は上記の方法では測定することは出来ない。水の音に依つて大體の深さはわかるが精確に測定する場合は圖示の様な笛の付いたものが便利である。即ちパイプに沿うて受皿の澤山付いてゐるもので最上部には笛が付いてゐる。水中に這入ると下部から水が這入つて来るのでパイプの中の空気が壓縮されて上部に逃

げ出る事になる。此の逃げ口に笛が付いてゐる爲測定器具を水中に入れると笛の音が聞えて水に到達した事がわかる。水中に這入つた分だけ受皿に水が這入つて来る故受皿と受皿との間隔の誤差だけで地下水位を測定する事が出来る。

丹那盆地D號地下水位は上記の方法で測定したものである。試錐孔の途中に湧水箇所がある場合は水位に到達する迄に受皿に水が這入る故此の點は注意すべきである。



第 368 圖