

## 第三章 東口 9,000呪工事

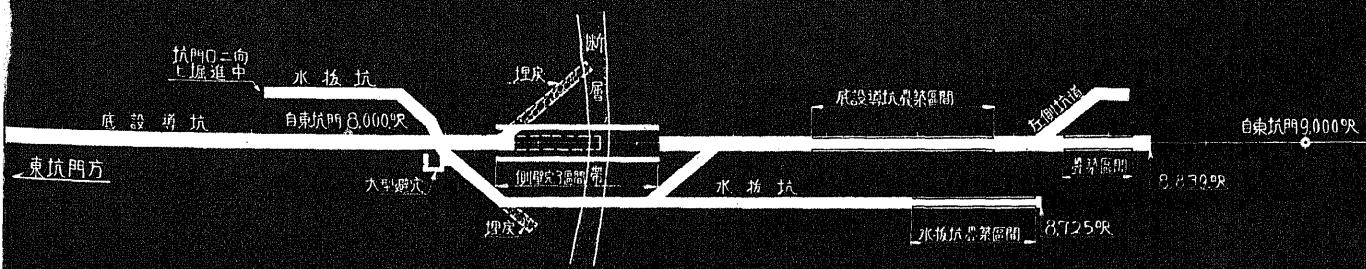
### 第一節 8,250呪附近斷層掘鑿

大正13年11月3日、底設導坑は8,200呪迄進行して地質は青緑色にして白色の斑點を有する温泉餘土となり、支保工に来る荷重大なるを認めたる故嚴重警戒しつゝ掘進したが、8,250呪に至り地質益々不良となり、切羽より湧水約1個と共に断層角礫の流出する傾向となり到底無事掘進の見込なきを見て、8,264呪にて一時作業を中止し切羽には土留工を施し支保工には増普請をして萬一の場合に備へた。

越えて11月24日底設導坑奥端に接近せる8,124呪より切上り8,190呪迄頂設導坑を進め、其の奥端に於て断層の状態を探査するため水平方向に、クレリヤス式金剛石試錐を施行することとした。これ東口に於ける金剛石試錐の始まりである。其結果8,240呪に於て断層鏡面存在し8,240呪迄の40呪間は角礫又は粘土で、以奥は堅硬なる安山岩なることを確め得た。更に一層精密に調査するため底設導坑8,190呪に於て中心線上上向きの方向に試錐し128呪穿孔したが、8,256呪に於て断層鏡面に會し、8,257呪より灰色安山岩となり水壓35封度、水量0.48箇なるを知り、尙底設導坑終端8,264呪に試みたる試錐は68呪の内孔口附近のみ角礫多きも、先方は安山岩なる事を知り得た。

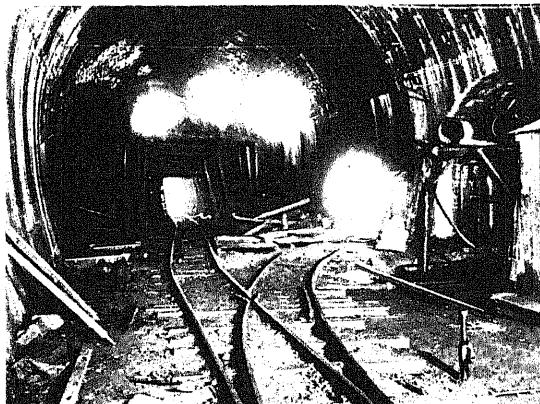
此結果奥には堅硬なる安山岩の存在確實なるを以て何とかして早く断層地帯を通過せんと試みたが、底設導坑の着手は崩壊を生ずる事火を見るよりも明かであつたので、西口に於ける4,950呪断層に困難せる際偶々迂廻して進めた坑道が、底設導坑に於て水を放出せしため、僕等にも断層部分中比較的良好なる部分に會し無事進出し得た經驗に鑑み、東口に於ける最初の試みとして底設導坑8,157呪より左40度の方向に左側迂廻坑を掘進する事となつた。此の坑道は進行90呪にして全

大正14年10月31日現在



面温泉餘土となり、湧水無けれど掘進漸次困難を加へ來り、121 呪進んだ時右隅盤より約2箇の湧水生ずると見る中忽ち線路及支保工は約1.5 呪突如隆起し土留に腐心したるも掘進は全く不可能となるに至つた。故に線路敷に布設してあつた排水用10吋鐵管をそのままとして、その上に礫を以て盲下水になる如く充填し湧水を排出せしむると共に坑道の保全を期して埋戻せしめた。

次に11月20日底設導坑8,091呪より右側に向つて右側迂廻坑に着手せしめたが、167呪進行した頃より緑色の鏡肌となり縫地により注意しつゝ掘進せしに、今回は偶然にも前記の坑道の如き障害に見舞はるゝ事なく通過し得、190呪進んで試錐により確認せる安山岩中に到達する事を得たので、迂廻延長346呪の後、大正14年1月30日8,394呪の地點に於て隧道中心線に復歸し、一方は底設導坑として坑奥に向ふと共に一方は逆進して8,355呪迄來たが断層に近づきた



第274図 東口 9,000呪附近  
本線より北側水抜坑に分る箇所



第275図 東口 8,520呪附近底設導坑支保工の補強

#### 右 側

場所名	期 間	實働日數
下段掘鑿	自 14. 4. 28 至 14. 6. 30	44 日
〃 覆工	7. 04 7. 23	18 日
上段掘鑿	7. 28 8. 26	27 日
〃 覆工	8. 31 10. 10	17 日

#### 左 側

場所名	期 間	實働日數
下段掘鑿	自 14年 7月 3日 至 14年 8月 9日	34 日
〃 覆工	8月10日 10月26日	20 日
上段掘鑿	9月 2日 10月13日	22 日
〃 覆工	10月15日 10月27日	13 日

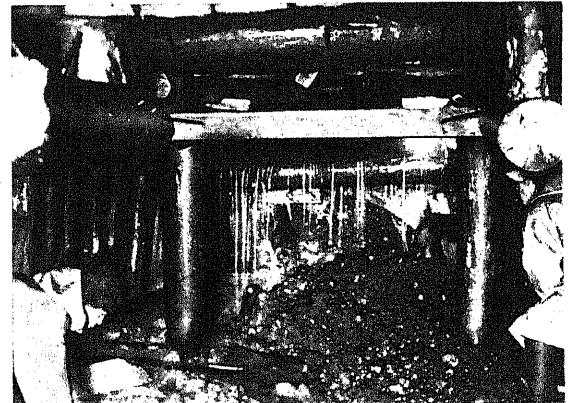
るを見て中止した。

斯かる中切擴並に覆工の作業も漸次此の断層區域に接近し來れる故、8,157呪—8,322呪の165呪は側壁導坑式に依り掘鑿を開始し、左表の如き順序を経て10月下旬側壁の覆工は完成した。

次に上部の切擴に着手し、丸形三の桁迄は全部完了し中背掘鑿半ば竣工したる大正14年12月末第1左側坑道に依る大事故に會じ多大の損害を蒙り、竣工期も遅延するに至つたが、その後始末の着くと共に再着手し、大正15年8月27日に至りて穹拱の覆工を終へ、更に下部掘鑿の後10月20日仰拱混凝土を終へて本断層區間の完成を見たのである。

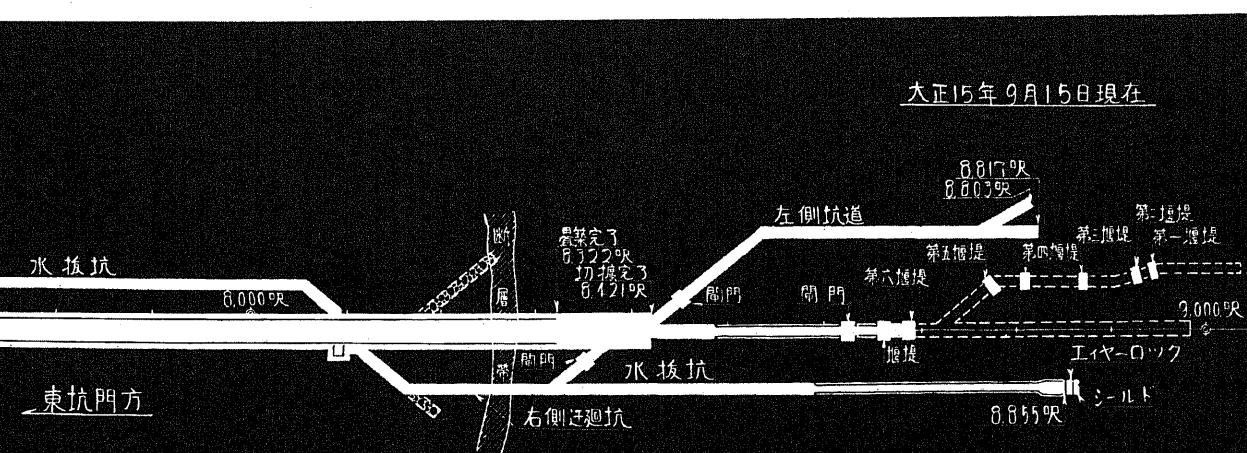
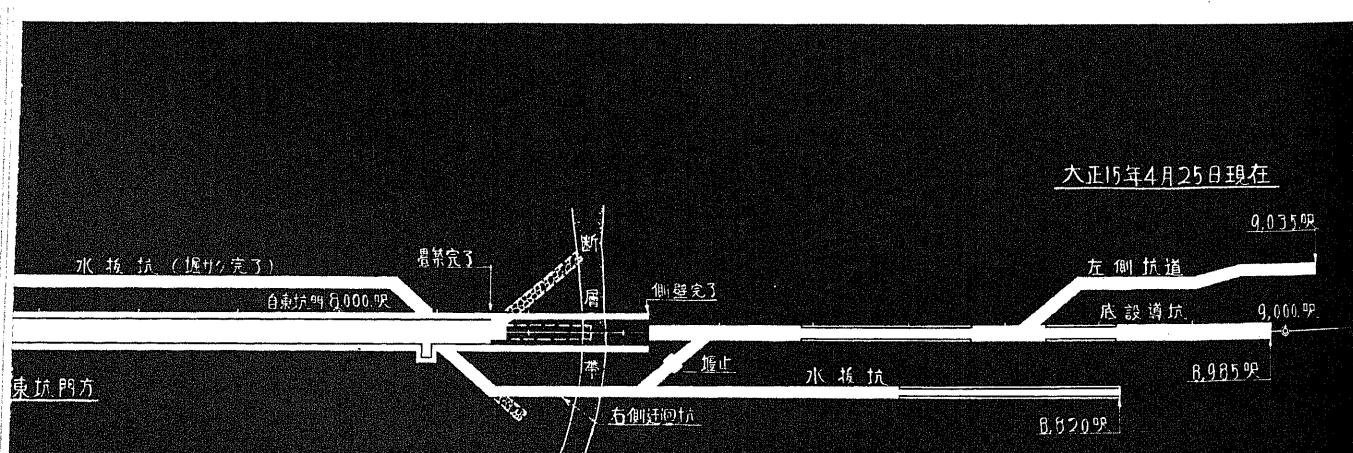
#### 第二節 水 抜 坑

掘鑿に伴ふ排水の處分は先に述べし如く導坑の掘鑿と共に假下水を施し、其の後部に水溜を設け此處に据付けたポンプにより木管を通じて下水渠に導き、切擴區間の路面の流水を除き作業の圓滑を期して居たが、切擴作業による木管の破損度々起る外、底設導坑は8,000呪を越すと共に湧水量合計10個を算するに至り、尚坑道は温泉餘土に入ると共に水は粘土をとかして白濁となり、ポンプの故障頻りにして、下水は埋れて施工基面上に溢れ切擴作業を妨害すること甚だしく、時には全然切擴作業を休止して下水掃除をなす等、排水の處



第276図 東口 8,260呪附近底設導坑の掘鑿  
断層地帶に達し湧水と共に土砂が出る

大正15年9月15日現在



分は當時の監督の頭を悩ます大問題であつた。

然るに當時西口にては總湧水量 30 個を越え又大正 14 年 5 月 8 日には 123 個の記録的大湧水あり、將來丹那盆地に近づくに従ひ東口に於ても増加する傾向あり、今にして其対策を講るべき必要に迫まられ此處に本線とは別個に水抜坑を掘鑿する方今後の工事施行上及び完成後の排水設備として緊要なる事を痛感するに至り、此の工事の確定を見るに至つた。

大正 14 年 5 月 6 日坑外より坑内 8,111 呎に至る延長 8,434 呎の水抜坑掘鑿は着手せられた。同水抜坑は内法 6 呎高さ 6 呎にして本線の南側に於て 50 呎をへだて平行に掘進し、8,102 呎の點で本線と交叉して前記右側迂廻坑（盤下げして水抜坑となす）に連絡するもので其水路敷は本線より 5 呎 3 吋低く、勾配は坑外より 3,320 呎迄は 300 分の 1 とし以奥は本線と同じく 440 分の 1 となすものである。

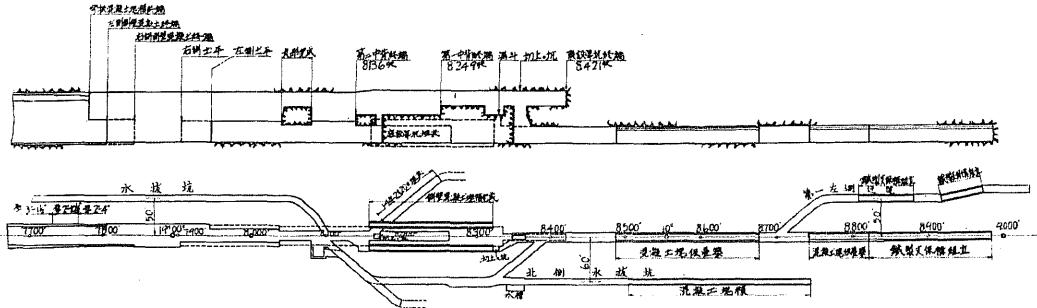
工事は坑口より 1,320 呎毎に本線より連絡坑を通することにより始められ水抜坑中心に會したる後前後に向つて掘進し極力進行を計つた結果大正 15 年 5 月に至り其の竣工を告げ、此處に湧水に対する後方の設備完全となり將來急激なる湧水の増加に會ふも何等危惧の念なきに至つた。

### 第三節 第 1 左側坑道大事故に至る迄

右側迂廻坑より 8,394 呎に於て中心線に復帰したる底設導坑は大正 14 年 2 月 17 日より前進を始め、安山岩中を掘進して行つたが、湧水漸次増加し且壓力強くして裝填せるダイナマイトは流出するを以て、女竹に爆薬を繫縛する必要があつた。此れは其後も常に湧水個所の爆薬装填に用ひられた方法である。

8,455 呎に於て鏽滓状をなす安山岩に會してより湧水驟雨より劇しく 8,500 呎に於て約  $\frac{1}{2}$  個の湧水を伴ふ断層を過ぎてより切羽は全面温泉餘土となり、湧水は粘土を溶解して排水ポンプの故障益々頻繁となり、坑道は縫地により慎重に作業を續けたが温泉餘土は漸次膨脹し來つて支保工は相續いて折損し、矢板の代りに樋を以て矢木としたが依然何の效果も無かつた。

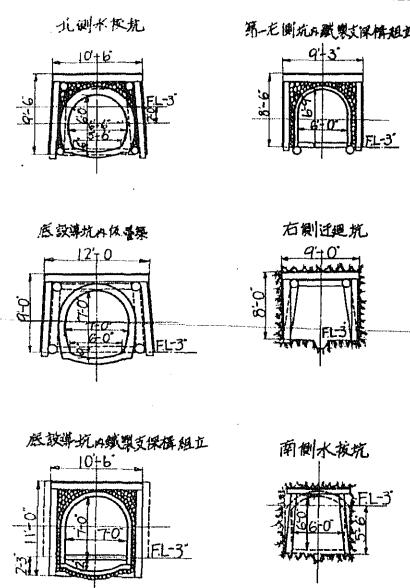
約 130 呎間膠着たる苦心の下に漸く温泉餘土を通過し變朽安山岩中に入つて、やゝ意を安んじた



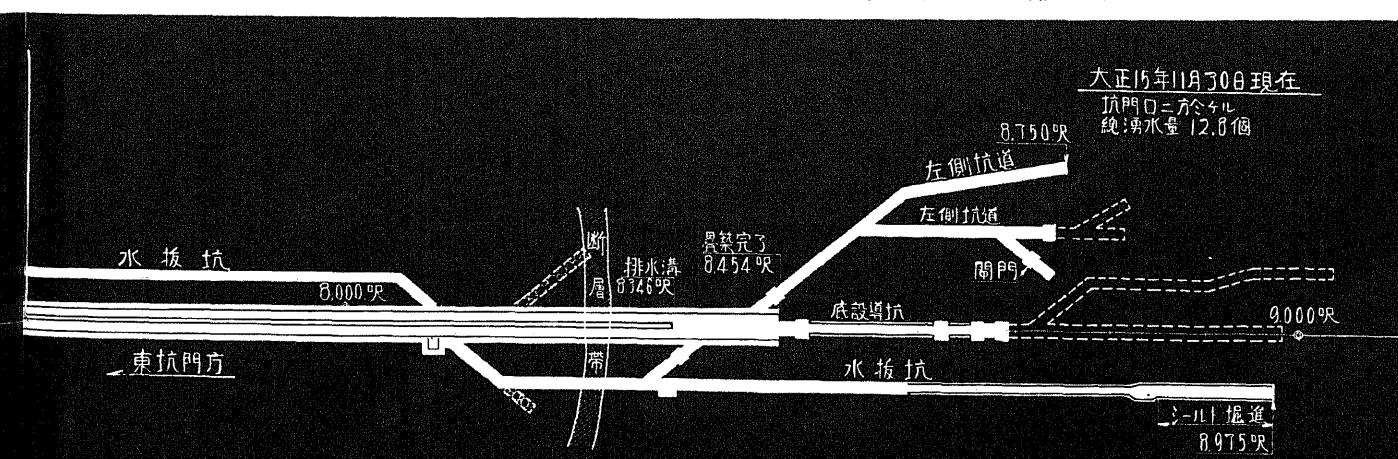
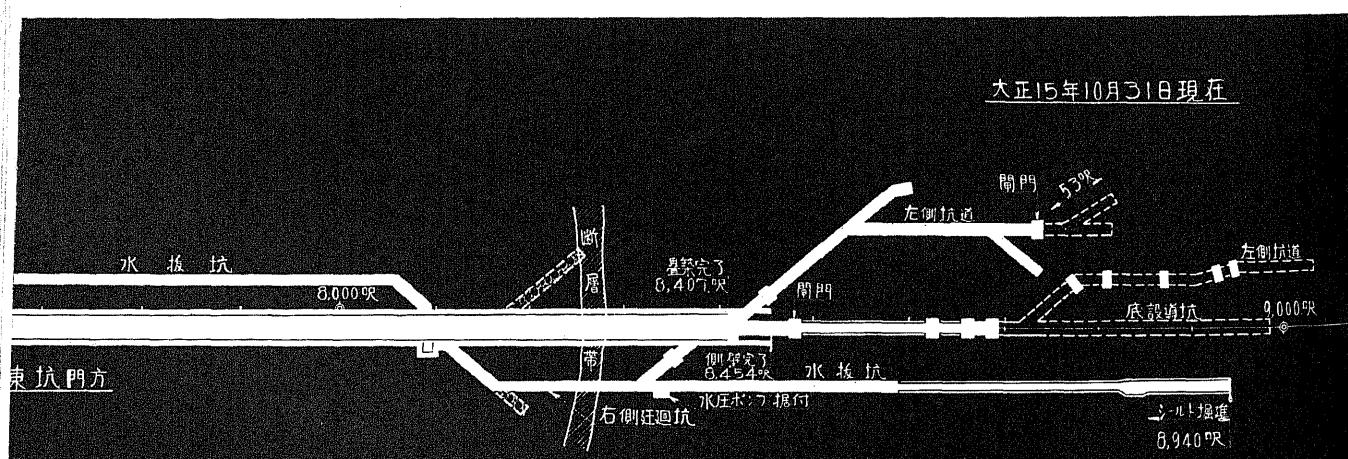
第277図 第1左側坑道大事故前坑内状況図

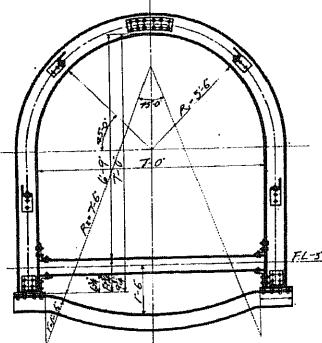
所僅か 100 呎にして再び温泉餘土となり其質益々不良にして、5 月下旬 8,784 呎附近に於ては掘鑿後 1 週間をへざるに押木 8 本折損し、ために増押木 20 本を補給し、又矢木は押されて弓状を呈し擦はさける等其補強に忙殺される有様であつた。越えて 8,839 呎附近に於ては湧水又増加し、崩壊の徵歴然たるものあつたので一時作業を中止して様子を見る事とし、正面に矢板を入れ崩壊防止に努力したが、湧水は粘土を溶解して些少の隙間に流出し、切羽より 30 呎間は土砂堆積するに至つた。

以上の如く前途益々不良となるに顧み、今後の方針を樹立するため底設導坑より試錐を試みる事としたが、既済部分の底設導坑を安全に保持して今後の障害に備へる必要上 8,741 呎—8,827 呎及 8,487 呎—8,675 呎の區間は圖に示す如く混凝土塊を以て覆工せしめ、又將來の掘進には圖に示す如き馬蹄形鐵柱を準備し掘進に伴ひ地山

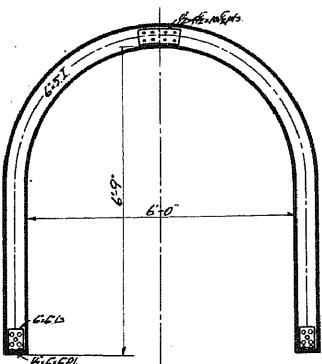


第278図 坑道断面詳細図





第279図 底設導坑鐵製支保工の圖

第280図 第1左側坑道に用ひた  
鐵製支保工の圖

既成區間に於ける有様であつた。

底設導坑は 10 月 23 日再着手されて温泉餘土中を進み、12 月 3 日 8,985 呪に達したが更に先方の地質を見る爲試錐を試みたが、穿孔 175 呪依然として温泉餘土又は變朽せる安山岩の存在する

の弛緩せざる中に建込む事とした。

14 年 7 月 30 日底設導坑奥端 (8,839 呪) より開始した試錐孔は延長 149 呪に至るも終始温泉餘土で作業困難のため中止となり、更に 8 月 3 日底設導坑 8,697 呪より上向き 30 度を以て「ブローバー」式試錐機により探査し 55 呪を穿孔したが大部分は變朽安山岩で奥端に於て粘土層に會した。又 8 月 30 日底設導坑 8,738 呪に於て中心より左斜 30 度に、「クレリヤス」試錐機により作業を開始し 126 呪穿孔したが、52 呪迄は安山岩でその點に於て 1.5 個の湧水あり、68 呪に至る間は疊層の如く、68 呪以奥は温泉餘土なる事を確めた。

6 月下旬先きに 8,250 呪断層突破のため掘進した右側迂回坑は盤下げにより水抜坑に變更する事とし、8,322 呪を起點として以奥の水抜坑に着手し、最初は安山岩中にあつて順調であったが 8,550 呪に至つて温泉餘土に遷移し、底設導坑同様支保工破損せらるゝに至りたるを以て、9 月 21 日 8,722 呪にて作業を中止し 8,589 呪より 8,715 呪間は圖に示す如く混疑土塊により壘築せしめた。

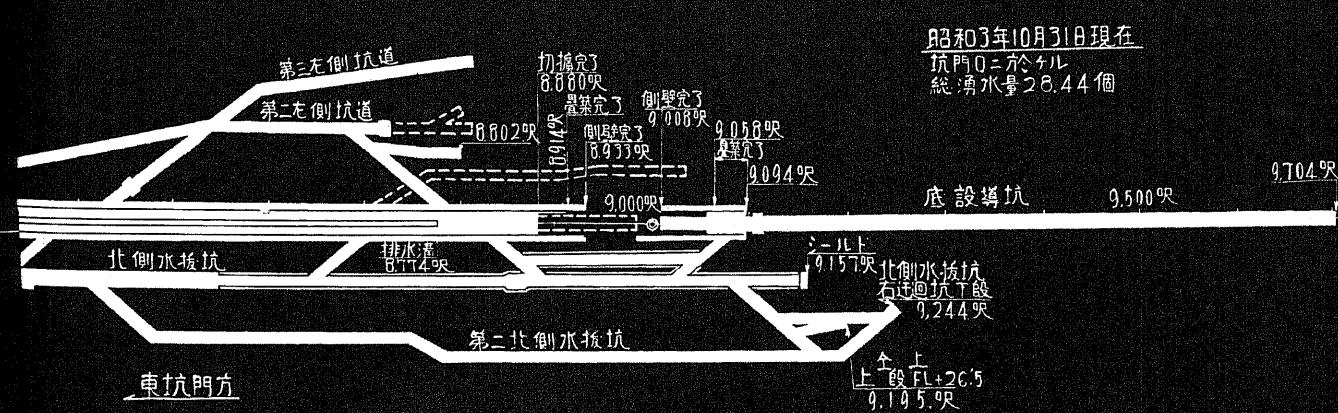
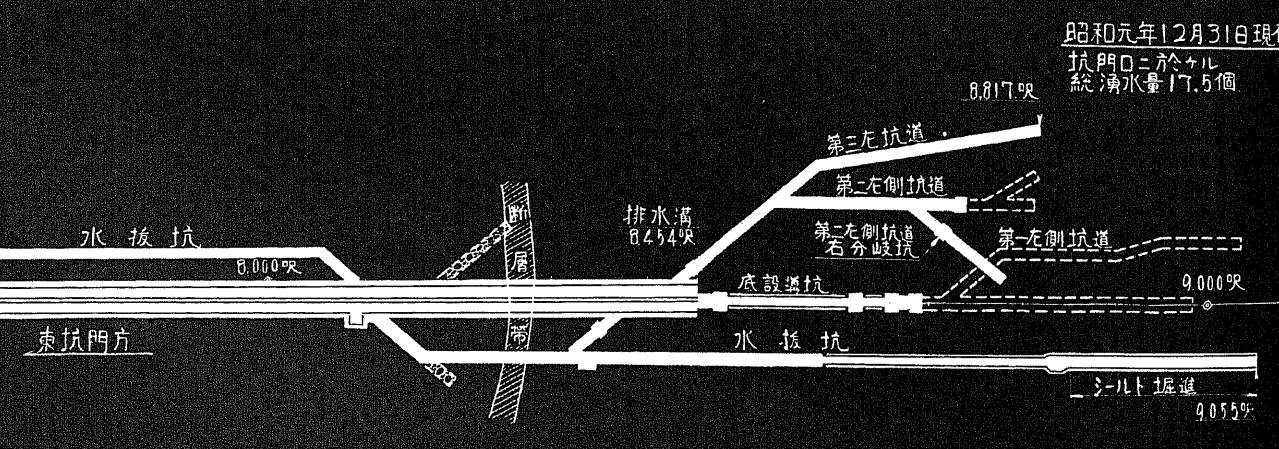
斯の如くして先進坑道はすべて温泉餘土中に侵入し、何處迄該層の連續するか見込立たず、粘土の膨脹は 1 日も休止することなく、坑道は上下左右何れの方向よりも押されて支保工は破損し、坑道は漸次狹少となり前方に對する掘進よりも

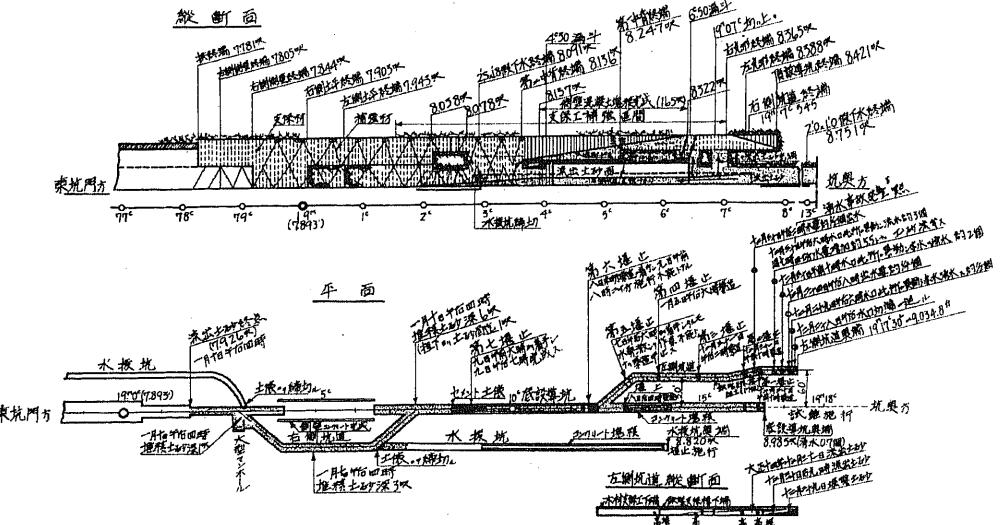
を知つて失望した。

此處に於て底設導坑を強襲するを避け先きに成功した迂回坑に依り湧水を他に誘導して減少する迄待つこととし大正 14 年 10 月 18 日 8,711 呪より左斜めに分岐する第 1 左側坑道に着手した。此の坑道は變朽安山岩と温泉餘土との境界を縫ひ進んだが、所々湧水あり地質險惡となつて來たので、中心線よりの距離 50 呪であつたのを 60 呪として崩壊の場合將來本線切換部分の荒廢するを留意し、圖に示す如き鐵製支保工を組立てゝ進行したが、12 月 24 日 9,023 呪に於て左上隅より突如 4 分ノ 1 箇の湧水生じ漸次出口を擴大して非常なる力を以て噴出し進んで 9,035 呪に至るに及び水量は益々増加し來りて 2 分の 1 箇となり、出水と共に岩石逸出して支保工は破損せられた。切端附近は既に比較的良好なる安山岩となつたが少し後方は粘土で、荷重益々加はる傾向あり、増普請をなし又は鐵製支保工を組立て對抗に腐心したが、水量漸次増加し 12 月 29 日には既に 1 箇以上となり更に益々増加し來り、此處に東口最大の事故を惹起するに至つた。

#### 第四節 第 1 左側坑道大事故

元來第 1 左側坑道は温泉餘土と變朽安山岩の境界を進行したものである。從つて温泉餘土の厚層を戴く場合と異り含水層たる安山溶岩に接近せるを察知し得らる。又坑奥たる 9,147 呪には大斷層存在し、中心線と約 40 度の走向をもつて西南に 40° 位の緩傾斜をなし其の中には角礫、粘土の破碎物を充満して居たのである。第 1 左側坑道先端に於ては此の断層の下盤に近く、又温泉餘土に依り流出を障げられて居た地下水は僅かなはけ口をも求めて逸出せんとして居たのであるが、粘土厚き部分はその自由を得なかつたが、坑道が温泉餘土を將に越えんとして其大斷層に近づくと共に掘鑿に依る地山の弛緩は、はけ口を求めて得ざりし奥の貯溜水に動搖の機を與へその保有せし 300 封度每 1 平方呎の壓力を以て断層破碎物を伴ひ、途中に存する温泉餘土を溶解して泥流と化しつゝ押出して來たのであるから、其の劇甚なる破壊作用と被害區域の大なりしも蓋し無理のない事である。

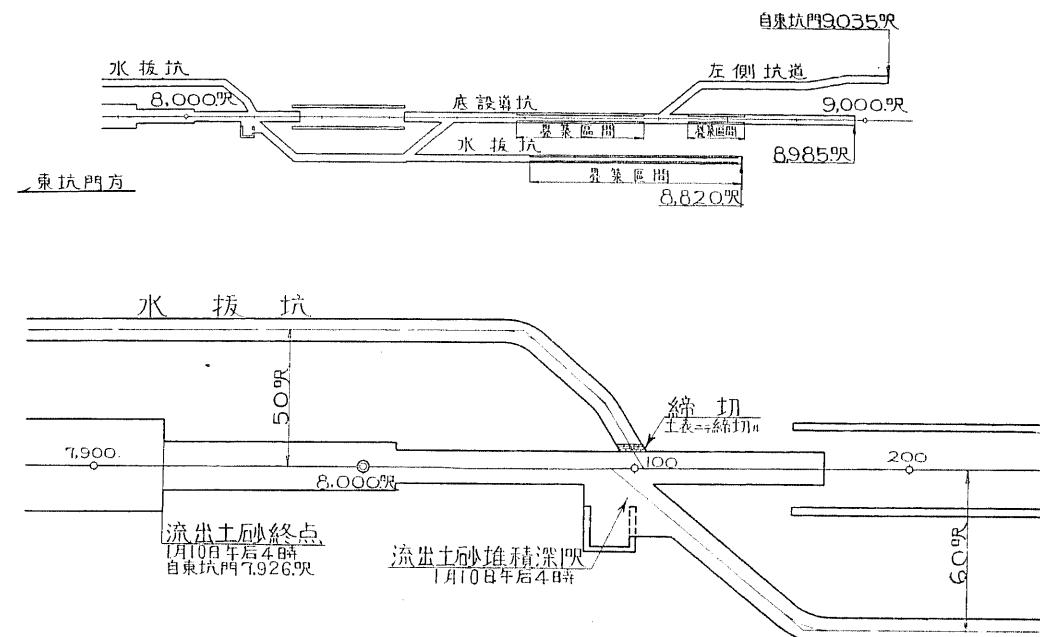




第 281 図 丹那隧道東口坑道奥端 9,030 呎附近湧水事故防禦作業見取図

大正 14 年 12 月 29 日第 1 左側坑道に於ける湧水孔より増加しつゝあつた水は翌 30 日午前 10 時に至つて約 6 箇となり白色の濁流と共に約 50 坪の土砂を噴出した、故に被害範囲を限定せんとして圖に示す位置に高さ 4 呎 6 吋の土留を作つたが暫時に埋没し 31 日第 2 及第 3 の土留を順次設けた、湧出土砂は次第に土留を越えて下方に沈積し、假下水は氾濫して坑内一面の水となつた。故に北側水抜坑の入口並に當時掘鑿中であつた各水抜坑の連絡坑口には土俵を築き締切をした。斯くして翌年 1 月 6 日に至る迄は湧水量(約 5.5 個)一定して流水は濁つて居たが著しき土砂の噴出は無かつた。唯第 3 土留堰の背後に砂礫が漸次堆積してゐたので、5 日更に第 4 土留堰を築造した。

然るに 7 日午前 2 時に至り流水一時急に引くと見る間に再び増加して 7.5 箇となり、此のため前日迄第 3 第 4 土留間の 3 呎位堆積して居た土砂は坑道内に全く充満せらるゝに至り、尙後方もも延長して來るので 7 日午前 6 時第 1 左側坑道内 8,751 呎に堅固なる第 5 土留堰を作り、坑道全



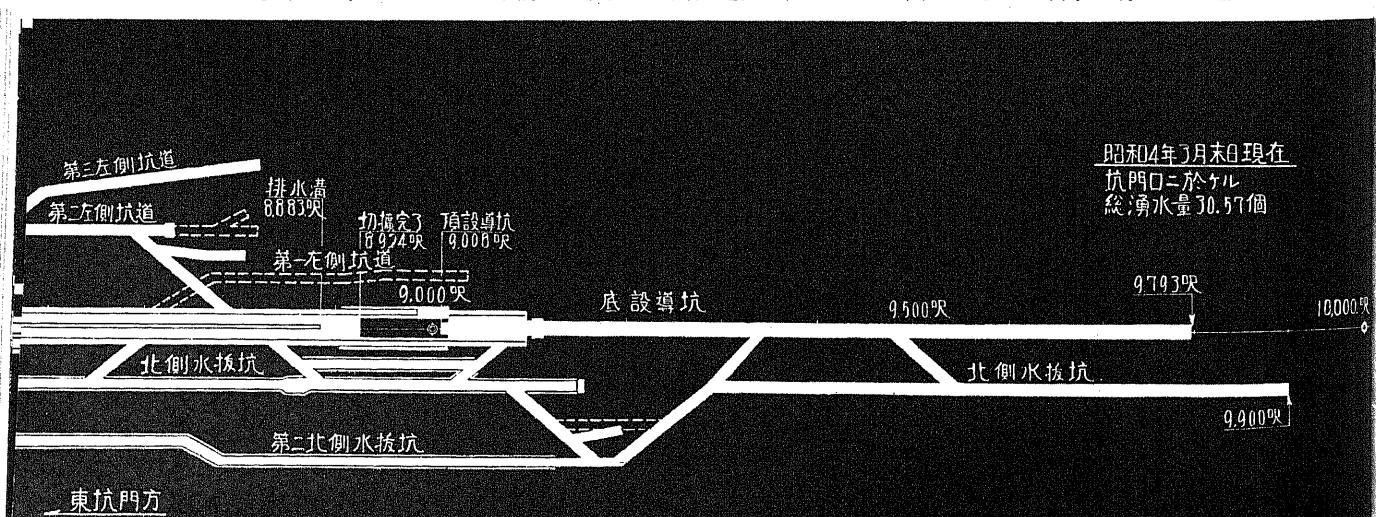
第 282 図 A 第 1 左側坑道事故當時状況図

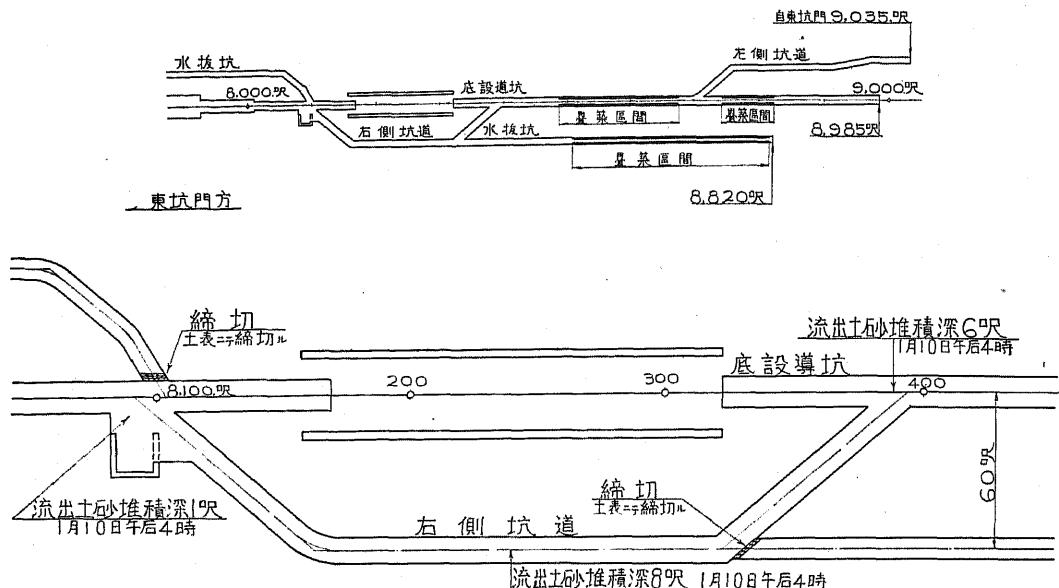
斷面を封鎖せんと試みたるに、該個所の堆積土砂既に 4 呎となり、天井との間隔僅 3 呎に過ぎざるため作業意の如くならず、土砂の流出盛んに、水勢又激しく、作業は遂に不能に陥つた。

次に 8 日未明、底設導坑内 8,685 呎の混擬土で壘築した奥端に於て第 6 土留堰を作ることゝし、先づ底設導坑に逆流するを防ぐため第 1 左側坑道との分岐點より奥方底設導坑 8,741 呎の所に土留堰を作り午後 2 時完了した。然るに一方第 6 土留堰作業中午前 1 時 30 分頃より山鳴り聞えると共に流出漸次減少し 2-2.5 箇となり、此間奥方に崩壊續くものと思はれたが、5 時 30 分に至りて湧水は再び増加して 6 箇となり、堆積土砂は 8,766 呎に於て捨下 1 呎 5 吋となり、8 時 20



第 283 図 東口 6,600 呎附近 本線より南側水抜坑への連絡坑、大正 14 年 12 月 30 日左側坑道 9,000 呎附近に發生した湧水事故による流出土砂の防禦工事に用ふる土袋





第 282 圖 B

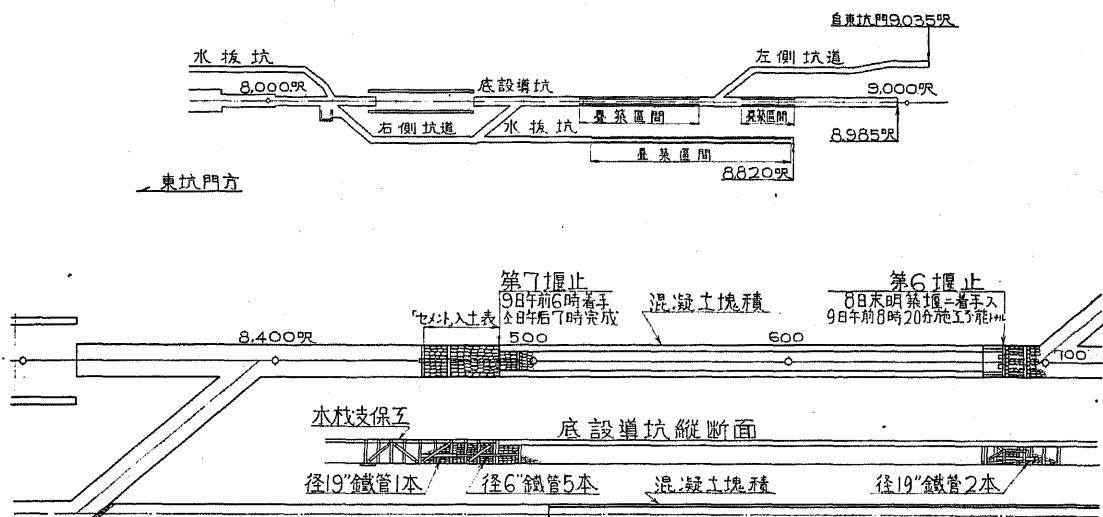
分には更に増水して、此の堰止め作業も亦不能となるに至つた。

9 日午前、底設導坑 8,407 呎に於て第 7 土留堰を作る事とし、今迄の丸太及矢板により土留の全部失敗せるに鑑み、今回は混凝土塊疊築をなしたる底設導坑内に於て丸太の胴梁を組立て、之れが前面には丸太を並列して柵を構成し、其の背後に 35 呎間袋入膠灰を積み重ねた。尚堰の下底より



第 284 圖 東口 8,090 呎附近 大正 14 年  
12 月 30 日 9,000 呎附近に發生した出  
水事故により施行した丸形の支保工補強

約 3 呎の所に鐵管を埋没し奥方の水を放出せしめ以て水に依る害を減少せんと試みた。此の作業により午後 8 時頃迄は鐵管よりの排水量約 4 箇で一定量を保ち、袋詰膠灰の間隙よりも洩水することなく、土砂流出を完全におさへ得たと思つたが、其後湧水又増加し來り遂に 7 箇となり、9 時 30 分頃には堰の基底より漏水を始め、遂には堰と導坑周壁との間より噴水を始むるに至り、次いで堰の上部肩部より激しき漏水を始め、やがて鐵管内は土砂のため充填されて流水止まる。



第 282 圖 C

共に四周よりの漏洩益々はげしく、右側中部の袋入膠灰脱落してそれより土砂は滔々として流れ出し、土砂は 1 時間約 5 吋の割合にて堆積し、これがため右側迂回坑 8,322 呎に据付運轉中のポンプは埋没し去つた。10 日に於ける各部の堆積土砂の量次の通りである。

斯の如く 10 日午後 11 時には底設導坑 8,355 呎にて堆積土砂 8.5 呎となり流

水は轉し上を流れて天井を荒らし又一方

測定個所	10日	10日	10日	10日
8,091 右側迂回坑口	午前 3 時 0.5	午前 7 時 0.5	午後 2 時 1.0	午後 11 時 2.0
8,355 右側迂回坑内	3.0	4.5	6.0	8.5
8,388 右側迂回坑奥端	3.0	4.0	6.0	8.5
8,487 土留堰直前	4.0	7.0	10.0	13.0

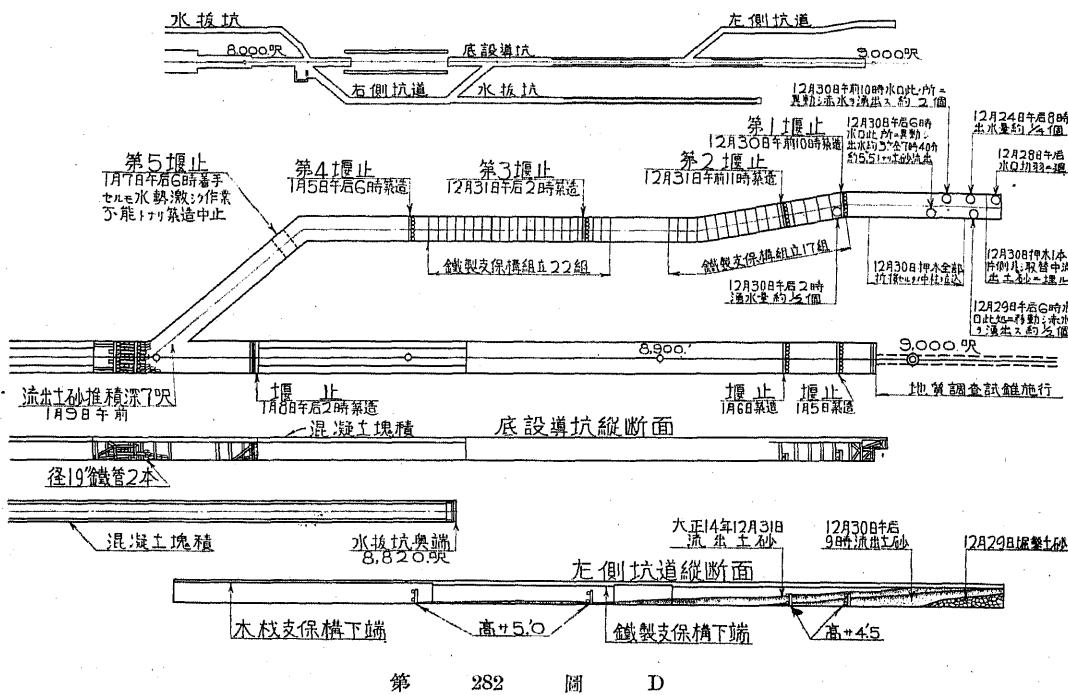
流水の通路たりし右側迂回坑も漸次堆積する土砂に埋められて流量 1 箇となり、ために坑奥より来る高壓なる水はあらゆる弱點を求めて追撃に移り、遂には 8,355 呎にあつた切上りを上昇し始め、11 日午前 1 時には頂設導坑に氾濫するに至り、午前 7 時半には中背に流れ出して其の終りなる 8,124 呎に於て底設盤に瀧の如く落下し、同日正午には其處に於ける堆積土砂 4 呎に達した。此の形勢を察して 10 日以來切擴部分に於ける支保工の補強を急ぎ

8,058 呎—8,124 呎間

大引下に假柱

8,177 呎

中背盤の奥端に土留堰



第 282 圖 D

8,213 呪—8,289 呪間

中背に合掌とやらず

8,289 呪—8,355 呪間

頂設導坑に逆合掌

等の作業をなし 12 日午前中には全く完了した。又 8,078 呪に土留柵を作つて後方作業に支障を來すおそれある土砂の堆積を防いだ。

以上の現象から見らるゝ如く、大断層以奥に含まれて居た 300 封度を越す高壓水が、途中の断層破碎物並に温泉餘土を伴つて噴出しえるので、土留堰を作る時は其内部を土砂を以て充填したる後水は漸次上昇して天井に至り更に坑道周囲の粘土をとかして再び攻め寄せるに至るものである。此の状態を繰り返し繰り返し遂に 12 月 30 日より 1 月 12 日に至る期間に於て、事故起點たる 9,035 呪より 7,926 呪迄、即 1,109 呪間は流出土砂の氾濫をあび噴出砂合計 600 坪、底設導坑、迂回坑の如き加背少なる部分は全く土砂を以て充填せられ、そのため奥から奔出せんとする水も打ち破り難くなつて漸く鎮静に歸したのである。數年後底設導坑を再掘鑿し見たるに、第 1 左側坑道より逆流せる土砂は該坑を完全に充填し殆んど地山と區別つかず拱状の鐵製支保工は彎曲折損し、當時此の泥流の如何にすさましかに驚嘆したのである。

さて其の後に於ける湧水は右側迂回坑、底設導坑等交々弱點を求めては 3—4 箇出て居たが、14

日に至つて流石猛威を振つた水も漸く鎮静状態となつた。

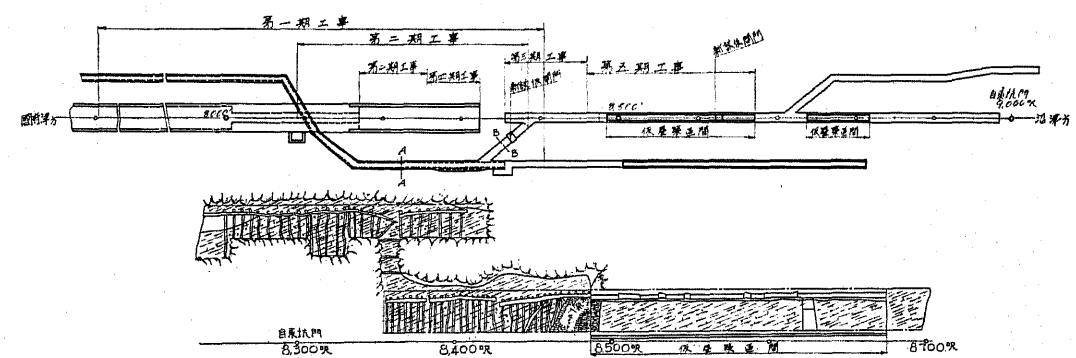
此の事故に各先進坑道は埋没せられたるはもとより切擴部分にあつても堆積土砂 8,289 呪に於て 5 呪を示し、押木下僅に 1 呪を餘すに過ぎず、頂設導坑より中背に落下せる土砂は 8,078 呪の土留を越えて 7,926 呪に迄流出し、流出土砂恐らく 600 坪を越すものと思はれる。此のため粘土を含む濁流は熱海灣に注ぎ、海上一面白濁を呈した。然し流出の状況上記の如く急激なるもので無かつたから、一人も死傷者の無かつたのは幸ひであった。

### 第五節 流出土砂取除作業

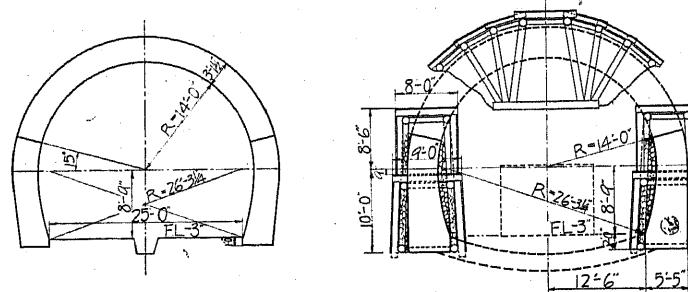
大正 15 年 1 月 14 日に至り漸く清澄に歸した湧水はその後も嚴重なる監視をしてゐたが、其の後は全く静まつた様に見えたので、作業の進捗を計るために 21 日より流出せる土砂の取除作業に着手した。

第 1 期工事としては 6,903 呪より 8,401 呪間の施行基面上の土砂を取除け、假下水及溜柵の掃除及び切擴並に底設導坑の補強材の盛替をなす事とし 1 月 21 日着手した。作業の順序として、7,365 呪右側の水溜柵に口徑 8 吋のポンプを据付けて水溜を掃除し、終了後はこれに口徑 12 吋ポンプ 2 基を据付け又径 19 吋鐵管を布設して 6,303 呪の完成せる下水溝に排水し以て 6,903 呪より 7,926 呪間の假下水及基面上の土砂を取除き、同時に切擴区間の應急補強材をとりはずし或は盛替をなしした。7,926 呪より奥の作業中は常に假排水管 15 吋長さ 12 呪を 2 本或は 3 本つぎとして敷設し又其の前端は土俵を以て呑口を作り、湧水を排除しつゝ工を進め 8,170 呪に達した。6,903 呪附近は粘氣強き粘土にて浚渫困難であつたが、奥方に進むに従ひ粗粒状となつてきた。

右側迂回坑は流出土砂深く、捨下 2 呪に及び取除に従ひ崩壊し来るため、適當の箇所に土俵を以て縮切りをなし、之れに径 10 吋鐵管を挿入し自然排水しつゝ工を進め 8,322 呪よりは底設導坑に



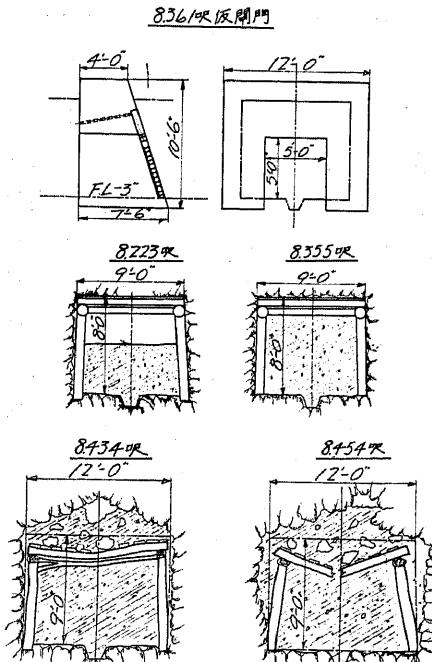
第 285 圖



第 286 圖

向ひ 40 呪進んだが一旦中止して假土留を施した。同所附近は加背全部に土砂充満し些も空隙を存せず、湧水も僅かに滲透する程度で、支保工にも異常が無かつた。8,322 呪より水抜坑に對しては流出土砂は自然勾配をなして其の奥は湛水せるだけであつた。依つて 8,368 呪の所にポンプを据付け徑 10 吋の鐵管を迂廻坑天端押木に架設して 8,091 呪に排出する事とし先づ 8,355 呪右側の水溜柵の土砂を浚渫し、又 8,373 呪迄の土砂を取除いた。水抜坑は排水後検査せしに何等の異常も認めなかつた。斯くして第 1 期の工事は 2 月 24 日に終了した。

第 2 期工事は 8,091 呪より 8,381 呪間の切擴並右側迂廻坑に於て基面下の土砂の取除き、補強材の盛替等をなすもので、8,091 呪大待避孔内に、カーメロンポンプ 2 台を据付け、右側迂廻坑より來る湧水を排除し同所の水溜を掃除し、更に此處に 12 吋電動ポンプを 2 台据付け右側迂廻坑内 8,152 呪迄の施行基面以下の土砂浚ひ及同所より奥方迂廻坑内の假下水の掃除をした。而して第 1 期工事の奥端に對し締切土俵を取除き掘進せし所、進行に從ひ土砂益々締りて堅く、地山を掘鑿する感を與へた。擔は幾分押し流され柱も幾分傾斜を示して居たが、進んで底設導坑との會合點附近に至つた所、柱の傾斜は益々度を増し擔は折られ内梁押木は弓状を呈し、矢板殆んど折損し、其裏面は落盤又は粗粒状の土砂で充満して居た。從つて其のた

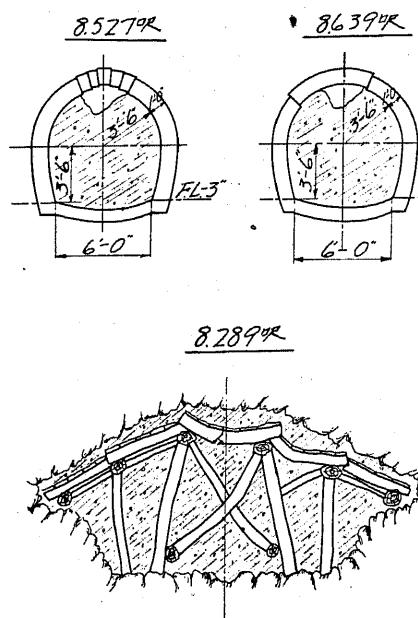


第 287 圖

め奥方の流水は通過不能となり、切上りを傳つて頂設導坑に噴出したものと察せられた。

此の故に底設導坑に進む事は多少危険を豫想せられたる故、迂廻坑終端 10 呪手前よりは注意して加背を 4×6 呪に縮小して掘進したるに、突然支保工裏より湧水あり土砂を押し流し假下水を埋めし故一時中止して此處に假締切りを施し、土俵約 60 俵を積重ねた。此の流水は次第に増加したが、そのため頂設導坑並に側壁方向より流出する水は減少した。

8,137 呪—8,256 呪間の中背先走り區間は流出土砂の上に岩塊多く下層は小岩片及粗粒状土砂で覆はれて居た。此れは下層は奥よりの流出土砂で、上層は支保工裏込又は肌落に依る岩石と思はれた。支保工並應急の補強材には別に異状無く、浚渫作業も順調に進み先端には假土留矢板締切りを



第 288 圖

して 4 月 12 日第 2 期工事を終了した。

第 3 期工事は 8,355 呪—8,461 呪間底設導坑内の土砂を取除かんとするもので、底設導坑入口に於て湧水に會し一時締切りをなし、暫らく經過を注視して居たが、湧水も漸次減少して約 1.2 箍となつた故、迂廻坑内に圖の如き閘門を築造し 6 吋工形桁の角落扉を備へ事故發生の際に直に之れを閉鎖して災害の後方に及ぶのを防止する事とした。此の防禦壁は其の後も所々築造せられた。扱て此用意も出來たので 6 月 3 日再び浚渫作業に着手する事とし、第 2 期工事の奥端に施行せる假締切りの一部を撤去した所水は矢板裏右肩より 1 ケ所に纏つて落下しつゝあるを發見したので成るべく水を避けんために締切りと左壁との間に幅約 3 呪の枠を入れつゝ掘進して底設導坑に達し、以後は約 7 呪間坑門口に向つて逆進したる後、更に奥方に向ひ左壁に沿ひ 3×4 呪の加背で掘進した所、進行 15 呪で天井裏矢板から流水落下するに至つたので、此處で前進を中止し徑 10 吋の鐵管を入れて排水し、土砂のかき流さるゝを防ぐと共に前記締切箇所の湧水は涸渇したから、締切を全部とり拂ひ底設導坑右壁を縫返へして擴げながら天井より水の落下する處迄至り天井矢板を切り破つた所、天井上は堆積土砂 2 呪以上あり、その上は甚だしく肌落ちして、人間が直立する程の空洞を作り、その部分より湧水が落下して居た。それ故 10 吋鐵管を其湧水口に當てがひ、水を他に導きつゝ掘鑿を進める事とした。

底設導坑 8,461 呪附近迄は、擡は著しく壓せられて柱に直徑の 3 分の 1 位迄食ひ込み、内梁は殆んどはすれて原位置にあるものなく、押木は大部分折損して居た。天井矢板は水に浮かされて流されたるものと見え互に重り合ひ又は泥流にもまれて折れササラの如く原形を止めざる迄になつたもの

もあつた。擡木は坑口方に向ひ約 1.5 呪押され、柱も亦其の方向に傾いてゐたが、地盤の良い所に建つて居たものは盤から 2 呪の高さの所で完全に折られて居た。

事故の際泥流は漸次坑道に土砂を堆積すると共に水面は上昇し、通路の狭少となると共に水は壓力を増す故、天井の兩壁を犯して落盤を起し、漸次其の上を流れるに至つたもので、矢板裏より 2 呪—5 呪も剥落して穹拱状空洞を作つて居るので察せられた。かくして作業は第 7 土留堰に至り、6 月 25 日第 3 期の工を終へた。

第 4 期の工事は第 3 期工事と相ついで行はれ、頂設導坑 8,256 呪—8,322 呪間の土砂を浚渫したものである。第 2 期工事の終りの假縫切を撤回し 6 月 16 日作業を開始したが、8,289 呪よりは土砂坑道内に充満して空隙無く、支保工は移動して居たから縫返へしをなしつゝ普通頂設導坑の加背で進行した。押木は折れ内梁ははずれ、擡木は一間毎に折れて右側部のものは内側に落ち込み、柱は腰折れ、合掌補強材も移動し、矢木矢板等も土砂中にくひこんで、作業は甚だ難澁であつた。

8,322 呪附近は支保工は移動割合少きも、矢板裏は一面に洗はれて此處に土砂をつめこまれ、在來の地山の如く固まり支保工は一様に低下して居た。

8,368 呪切上り附近は押木、矢板、内梁悉く流され、底設導坑より噴き出した水のために天井地山が 2 呪も掘られて、之れに土砂が充満して居たには一驚を喫した。頂設導坑先端 8,487 呪も同様土砂充満、僅に奥端上部に空隙を存して水溜りあるを見た。作業中流出土砂の水は切れて、作業は案外容易であり、7 月 8 日工事を完成した。

第 5 期工事は 6 月 26 日を以て着手した。底設導坑の 8,461 呪—8,675 呪間の土砂を取除かんとするもので、第 7 土留堰の切破りに始まつたが、袋入膠灰は流水のため流されて不規則に押しつぶされて居るので取除工事は容易でなかつた。矢板裏に詰めこんだ土俵は矢板と共に押し流されて

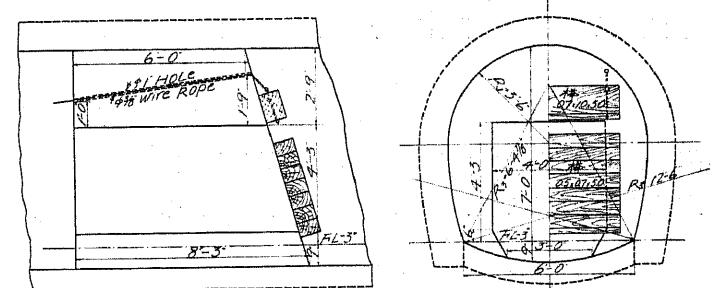


第 289 図 東口 8,800 呪附近 大正 14 年 12 月 30 日第 1 左側坑道より流出した土砂は各坑道を埋めつくした。昭和 2 年 1 月之が取除きを開始して疊築せる底設導坑に達した所

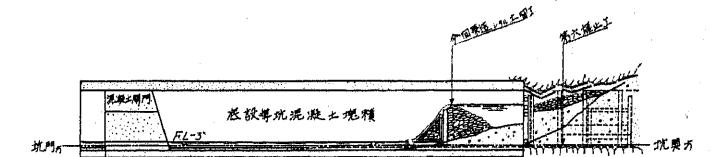
るた。8,487 呪底設導坑疊築起點直上は縫切りのため拱天端を傳つて噴き上げた高壓水のために、地山を穹拱上り 5 呪の高さ迄掘り破り、之れに土砂堆積し、上部に小間隙を残し水はそれを傳つて流れ居た。疊築拱内は圖に示す如く内空上部に溝型を存して居た。疊築の變形せる部分も多く、上部中央 5 枚分は 8,487 呪—8,652 呪間龜裂を生じ、中には流水のために 4 時許り混凝土塊の押し上げられてゐるものもあつた。又 8,632 呪左側附近の龜裂は幅 1.5 時に及び小岩片を挿在せるを發見した。8,675 呪疊築終端附近は拱部の被害減少して異状を認めず、故に拱部被害の甚だしい部分だけ軌條支保工を組立て補強する事とした。

斯くして作業は進捗して 7 月 6 日第 6 土留堰 (8,685 呪) の上端 1 部を破り、奥方 5 呪餘りさらへた時、坑道普請の上外側を流れて居た湧水は俄かに混濁薄赤色となり、從來 2 個なりし流水は午後 6 時 30 分頃より約 3 個となり、土砂を流し來つて第 6 土留堰より滻状に落下し、下流 30 呪間に土砂を停滯したる後小康を呈した。然るに午後 9 時頃には再び流量増加して最大 4 個となり、約 40 分間隔を以て一進一退を繰り返へしつゝ其程度少量の土砂を流动し下方 70 呪間に亘つて沈滯するに至つた。依つて土俵 800 俵を坑外より急送し前記土留堰上部の空間に詰め込み、最上層には松丸太を二段に挿入して土俵の移動を防いだ所、幸に奏效して土砂の流出を防ぎ得た。尙充分に防備するため本土留より 20 呪後退して松丸太を以て枠組をなし、これに土俵 600 俵をつめて堰堤を築造した。又右側水抜坑 8,750 呪附近には高 2 呪の土俵縫切りを設け、水抜坑奥に流水の氾濫するに備へ、水抜坑内の水は 6 時ポンプを以て前記土俵を越して排水せしむることとした。

底設導坑内の土留は常に監視して注意怠り無かつた所、湧水は時々濁りを生じ不安なるため、7 月 8 日底設導坑 8,622 呪に混凝土閘門を作りて萬一に備へて居た所 8 月 1 日に至つて再び活動を開始し、後方土留内は土砂のため充満し餘勢は土留堰を越えて下流に約 2 坪堆積するに至つたので



第 290 図 コンクリート開門の図



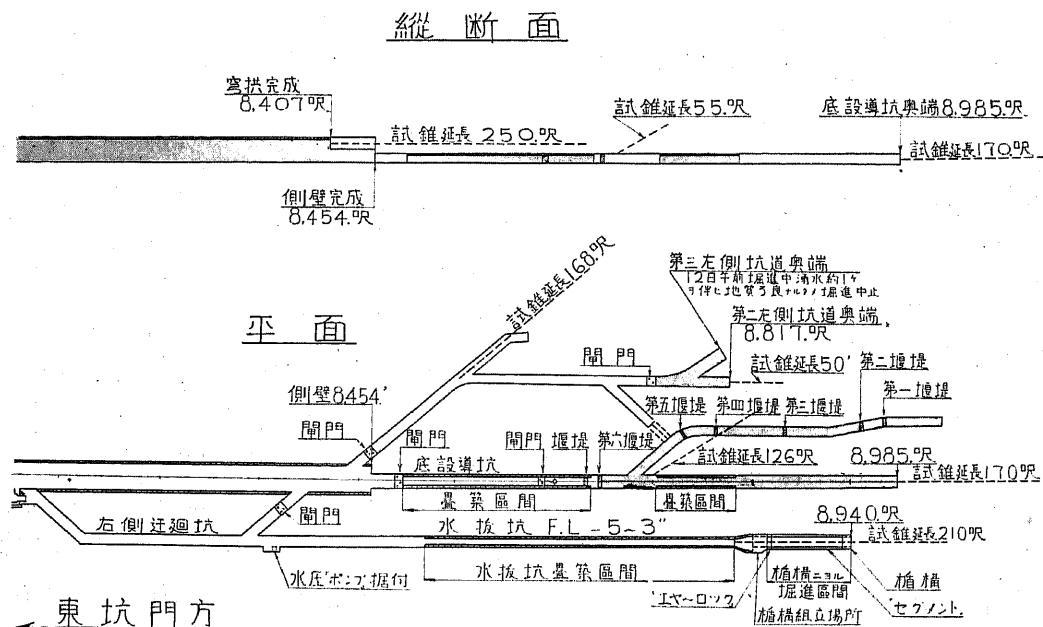
第 291 図 底設導坑 8,685 呪附近土砂取除中出水に對する處理

後部土留堰内に更に 800 咎の土俵を追加し尙危険を慮つて 8,622 咎の閘門を閉鎖せしが土砂の流出愈劇しく、閘門奥は完全に土砂埋まると共に水位も漸次昇り、閘門角落扉上下用の鐵索の孔（徑 1 吋）より水噴出して 15 咎を飛ぶ勢を示したるため閘門背部に松丸太並に多數の土俵を以て補強し、更に 8 月 4 日 8,477 咎附近に新に大閘門を新設して防備したが 8 月 7 日以後に至り漸く鎮静となり危険去つたゝめ此の閘門は閉鎖するに至らずして止んだ。

## 第六節 第2及第3左側坑道

第1左側坑道大事故に於ける水の威力を見た人々は温泉餘土と其の先方に控へる大断層を突破する事の難工の難たるを痛感しこれが対策に腐心した結果、南側方面に於ては水抜坑を掘つて出来る

大正15年10月末日現在



第 292 圖 東口 8,900 呎附近坑內狀況圖

限り坑奥の地下水を排出せしめ、北側に於ては盾構と壓搾空氣の威力を以て此の不良地帶を突破せんと決心した。

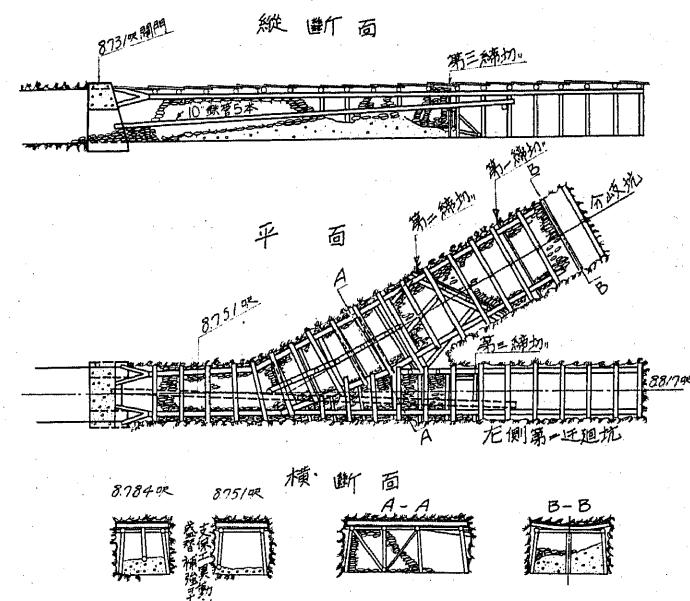
從來掘鑿した底設導坑、水抜坑及所々の試錐に表はれたる結果に見るに、温泉餘土は北側に於て發達著しく、南側に於ては安山岩又は變朽安山岩の存在多きを知り得たので、北側水抜坑は粘土内掘進に適當なる盾構を用ひ、これに本邦最初の試みたる隧道内に壓縮空氣を吹込み其の力に依つて

湧水を防止しつゝ安全なる掘進を企て、南側は迂回坑により安山岩中の水を抜くときは、粘土層中に侵入する水を防ぎ得て盾構工事に將來切擴作業に好結果を期待し得るし、或は僥倖に依つて安山岩中斷層の薄層中を通過し得るやも計られないで上記の如き結論を得るに至つたのである。

9月3日着手した第3左側坑道は9日には22呎進行して左壁の1部に青粘土の存在する事を發見し、以後10呎進行して粘土層は3呎の厚さを表はして安山岩の上位を占め其境介は斷層鏡面を示し尙青粘土の上盤には變質せる安山岩角礫存して其厚さ約10呎より慎重に作業をなし、兩上隅並に踏中央部の3個所には鑿岩機を以て15呎以上の探し孔を掘りつゝ進んだ。然るに9月12日漸くして8,810呎に達したる所午前6時掘鑿中周圍の土砂肌落ちして押



第293図 東口 8,760呎附近 第2左側坑道に於ける坑道の分岐點、土壘は土砂の流出を防ぎたるもの



第 294 圖 第 2 第 3 左側坑道圖

木は彎曲する形勢を示し又午前 7 時頃には切端手前 20 呎間は天井一體に壓力加はり支保工を沈下し奥端より 3 本目の押木は中央で折損し、次いで奥端より手前 8 呎右壁の中央部から急に噴水始まり、やがては切端上右隅よりも約 1 ケの噴水を生じ其の色赤味を帶び砂礫青粘土を噴出するに至つた。此の噴水の始ると共に、最初壓迫された支保工の荷重は減じた様であつたが押木下中央に増柱を立て中擔を施した。湧水は其の後減少して約 1/2 箇となつたが砂礫を流す事おとろへず、故に切羽より手前 12 呎に松丸太杵組を立て矢板堰を作り其直前各所の支保工には補強を行ひ其の厚さを 18 呎とし袋入膠灰 1,000 俵を詰めこんだ。又此の事故の起るや事故の擴大に備へ第 2 左側坑道内 8,731 呎に急遽閘門を築造した。

湧水は其後一進一退して居たが 9 月 14 日午後以來一晝夜に 4~5 回山鳴りし續いて濁水を流し土留堰隙より湧出する水は漸次水位を増して上部より流出するに至り、17 日午後 8 時一旦減水したる後山鳴と共に 0.2 立坪の土砂を押し出し、第 2 左側坑道にも堆積して坑道周囲よりも漏水するに至つたので、當時同坑内に於て試錐中の作業は延長 40 呎にて中止し機械を坑外に搬出せしめた。

18 日には午前 8 時 10 分及午後 1 時の 3 回に亘り土砂の噴出あり依つて 8,731 呎の閘門に角落し 3 枚を挿入し其直後には土俵をしき均して根固めしたが、同日午後 11 時再び土砂を噴出し左側の擔は押し出され柱は傾斜し内梁ははずれ押木と擔とは弓形に彎曲し濁水盛に噴出して第 2 左側坑道の右壁よりも噴出するに至つた。之が防備のため手前より順次補強をなし 8,791 呎に達し、此處に矢板縦切を作り引きつゞき土俵をつめたが、此際 10 時鐵管 5 本を接續して其の奥端 8,797 呎の擔にとりつけ前端を開門に開口せしめ、坑奥の水を排出して水位の上昇するを防止する事とした。然るに其後も時々活動を繰りかへし 23 日には約 0.5 坪の土砂を出したるため、閘門裏に 150 俵の土俵を堆積したが、25 日には約 0.4 坪、26 日には 0.1 坪、28 日に 1 坪、29 日に 0.1 坪、10 月 2 日には 0.8 坪、3 日には 2.0 坪と繰りかへし繰りかへし土砂を噴出し湧水量又漸次増加して 4.0 箇となり、土砂の流出尚續いて 4 日には 2.0 坪、5 日又 2.0 坪の噴出あり、11 日に至つては更に多量の土砂流出に會し、閘門は全く閉鎖されて奥よりの湧水通路をさまたげられたるため水壓上昇し閘門上部の地山或は閘門角落し用の「ワイヤロープ」の孔より噴水し始めた。此のため閘門裏に



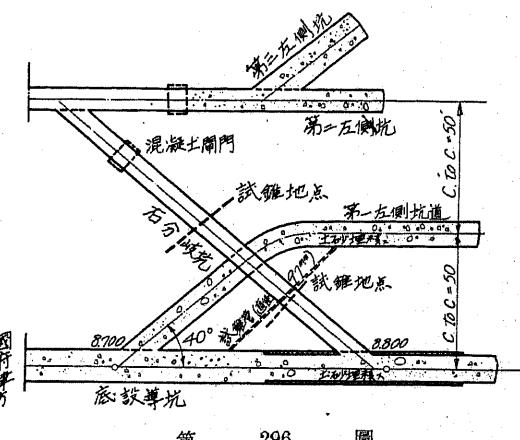
第 295 圖 東口 8,650 呎附近  
第 3 左側坑道の流水

かゝる岩石を鑿にてついて通水せしめんと試したが目的を達し得ず、暫らくして閘門上部の混凝土破れ落ちたるため少し落ちついた。かくの如くして常に一進一退をくりかへし容易に終息せず、10 月 21 日に至り又々 2 坪の土砂を噴き出したので、萬一のため 8,711 呎に新に閘門を築造したが其後は大した活動も無く漸く鎮静した。

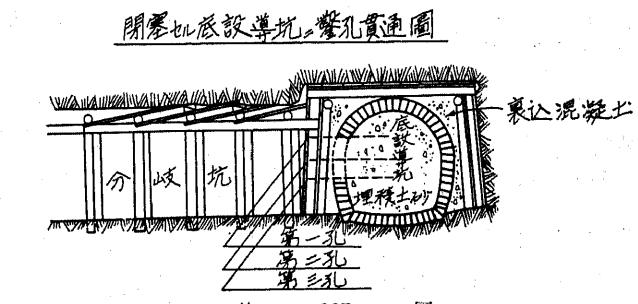
### 第七節 第 2 左側坑道右分岐坑

底設導坑は土砂取除作業中湧水に會し一時中止しつゝあつた、8 月 7 日以後は水量 2 箇を示し鎮静状態にあつたが、前記第 2 第 3 左側坑道の掘鑿に従ひ該坑の湧水增加と共に底設導坑の水は漸次減少して 9 月初旬には 0.5 箇となつた、此の事より考へて、底設導坑の水は先に事故を起した第 1 左側坑道より来るものであるから、第 2 第 3 左側坑道の水は其水源に於て連絡する所あることは明瞭なるものとなつた。

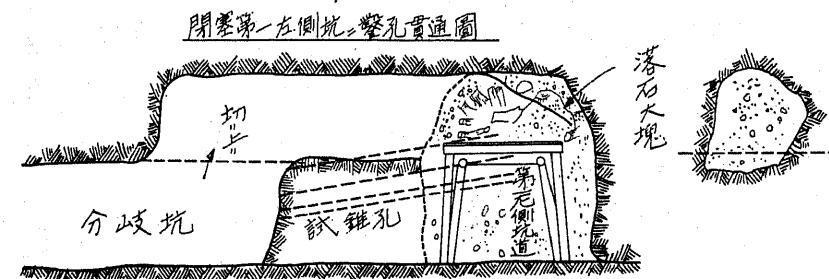
此の故に第 2 左側坑道より第 1 左側坑道に向つて試錐を試み第 1 左側坑道内の現状を探ることとし、先づ第 2 左側坑道 8,685 呎附近の堅緻なる安山岩の場所を選び、此れより右 40 度の方向を以て、9 月 20 日分岐坑の掘進を始め 23 日 30 呎進んで一時中止し、此處に試



第 296 圖



第 297 圖



第 298 圖



第 299 圖 東口 8,780 呎附近  
第 2 左側坑道より分岐して底  
設導坑に連絡した坑道掘進中  
遭遇した試錐ケーシングより  
の湧水

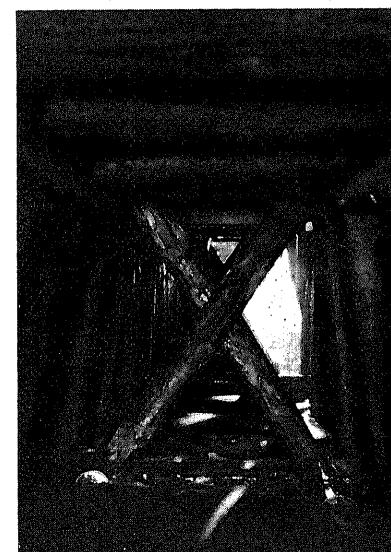
錐機を据付けて試錐作業を開始した。

穿孔中は常に堅硬なる安山岩中を穿孔し湧水量も僅少で 28 日深さ 45 呎で第 1 左側坑道 8,751 呎の地點に貫通した。貫通の瞬間に絶大なる壓力にて錐桿を押しもどし、同時に白濁水を噴出した。此の時直に壓力を測定した所、錐桿周囲よりの漏洩甚だ多きに拘らず 55 封度每平方吋を示した。尙錐桿の引き抜き中多大の壓力で押され、抜き終ると同時に白濁の水を噴出したが次の瞬間噴出せんとする土砂は孔中を閉鎖し水は少量となつた。

作業が此處迄進行せし時、第 2 左側坑道の湧水事故あり一時中止したが、10 月 20 日先に掘進した 30 呎を更に進め 23 日には全長 57 呎となつた。此の點から再び鑿岩機(デンバー會社製モデル 34 番)にて試錐を行つた。大型鑿岩機を試錐に利用したのがこれが始まりで、金剛石試錐の如く岩核を採取する事は出来ないが、作業簡便で進行も早く、経費も僅少ですむので概略の地質を判定する程度の試錐には其後盛に利用せらるゝに至つた。

鑿岩機の試錐の第 1 孔は、第 1 左側坑道の底盤近く貫通したもので、金剛石試錐の場合と同様な状況を呈した。第 2 孔は天井近く貫通し、錐桿を抜いた刹那少量の土砂を流出したが、少時後清澄となり水量約 1 箇籠状に流下した。其後數本の穿孔は何れも水は清澄であつた。而して穿孔の數増加するに従ひ他孔の湧水量は減少したが其總和は約 1 個の一定量を保つことを知つた。又作業の進行と共に水位の下るため、下位の穿孔に湧水すると共に上位の穿孔の水減少するを認めた。中段以下は土砂のため度々閉鎖され第 1 左側坑道の土砂堆積部分に貫通するものと察せられたのである。

斯くて鑿岩機により穿孔 18 個完成後は從來底設導坑よりの湧水は殆んど消滅して 10 分の 1 箇餘すのみと

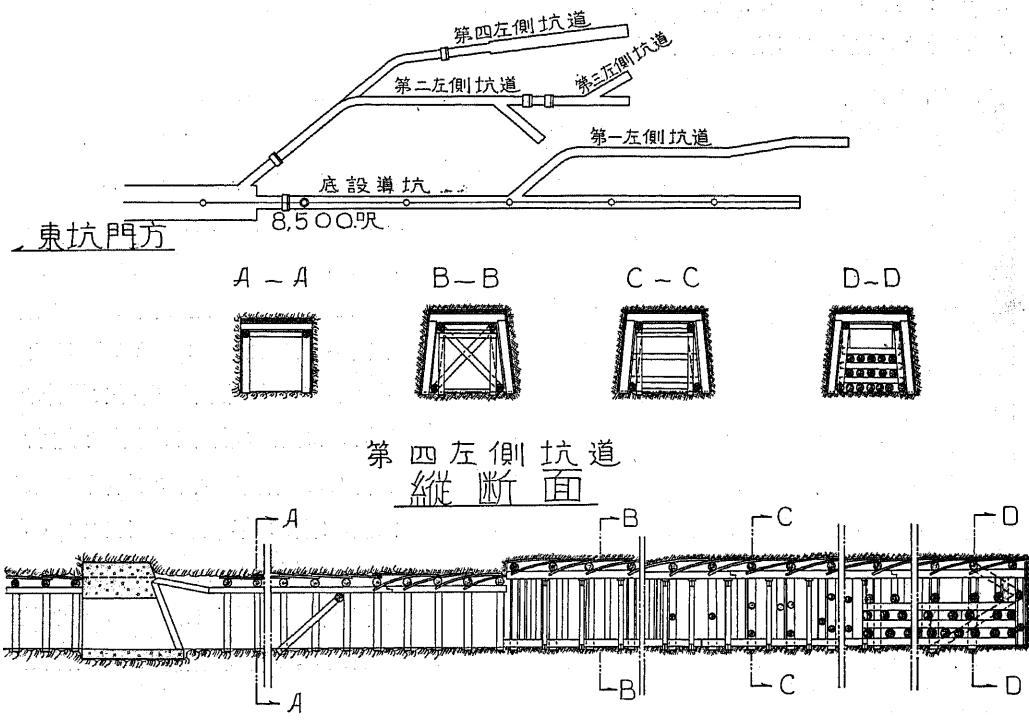


第 300 圖 東口 8,720 呎附近 第 4  
左側坑道断層地帯を掘進す。湧水  
毎秒 5 個に達し遂に崩壊した

なつた。此の結果より見て第 1 左側坑道内は流出土砂を以て大部分充填せられ其の上層に沿ひ坑奥より来る水は底設導坑方面に流れ、然も其通路狹少なりしため壓力を有して居たが今や穿孔により分岐坑に分流せられ且排水口増大して奥よりの供給以上に自由に流出し得るに至れるため、壓力も亦低下したものと推定せられた。

### 第八節 第 4 左側坑道

第 2 第 3 の左側坑道は前述の如く前進不能に陥つたが更に同一の目的を以て第 4 左側坑道を掘進せしむることとした。豫め掘進地域の地質を調査するため第 2 左側坑道 8,545 呎の點より金剛石試錐を施行し 9 月 29 日着手、11 月 3 日終了した。其結果 84 呎迄は硬安山岩で湧水も僅少であつた。



第 301 圖 第 4 左側坑道 断面圖

たが、それより亀裂多き岩質となり 109 呎になり變朽安山岩礫となり次第に青粘土に變移したが、以奥 173 呎に至るも依然青粘土で錐桿の廻轉困難となり作業は其點で中止した。

10 月 26 日第 4 左側坑道の掘進に着手し 11 月 12 日 8,698 呎の點に至る迄は堅硬なる安山岩であったが、それより次第に軟弱なる地質となり左側上方に青粘土の存在するを見、8,640 呎附近、

地質良好なる部分に混凝土閘門を築造して事故に備へ以奥掘進には支保工を嚴重にして周到なる注意を以て前進したが 8,710 附近で益々不良となり、肌落ち多く不安であつたので一時土留を作つて様子を見て居たが、崩壊し来る様子もないので一晩夜の後再び作業を始め、慎重に作業して辛うじて 8,781 呪迄達した。此れより後は黒色の岩石表はれ漸次地山も硬くなつてきたが湧水量は増加して、加脊全面より噴出して豪雨の如く、12月 15 日に至り 8,817 呪に達し、これより再び奥地質を探査する事とした。

12月 17 日より金剛石試錐を開始せしに終始龜裂多き安山岩で水量水壓共に基だしく、第 1 孔は 37 呪にして水量 1 瓶水壓 150 封度を示し、錐桿は水壓のため彎曲して危険極りなき故に穿孔を中止し、その上方に第 2 孔を穿つ事にしたが之れ亦穿孔よりの噴水飛散して物凄く、斯くして第 3、第 4 と合計 7 個の穿孔は何れも 37 呪以上の掘進をなしえず、湧水合計 5 個を算し此の湧水を正面に受けて前進する事は到底不可能なるを思はせた。



第 302 圖 東口 8,817 呪附近

第 4 左側坑道奥端に於ける試錐孔よりの湧水。  
この坑道は不良地帯を通過して節理多き安山岩帶に掘進したが極めて多量の湧水ゆため崩壊開塞するの止むなきに至る。

は崩壊より免れたが坑車の運搬はもとより人間の通行すら困難となり、掘進は断念せざるを得ざる事となつた。

斯くの如くして迂回坑は此附近地質の状體と、坑奥貯溜水の排出に幾分效果ありとはいへ、此の不良地帯を突破して彼岸に達する事は悉く失敗に終り、此の絶大なる不良地帯は到底迂回坑策によりて其の目的の達し難きを感じたると、當時段々盾構工事の設備完成し其の作業を始めつゝありしを以て水抜坑の之れ以上の迂回は暫らく中止し、望を盾構工事に託して此の不良區域に突進することとした。

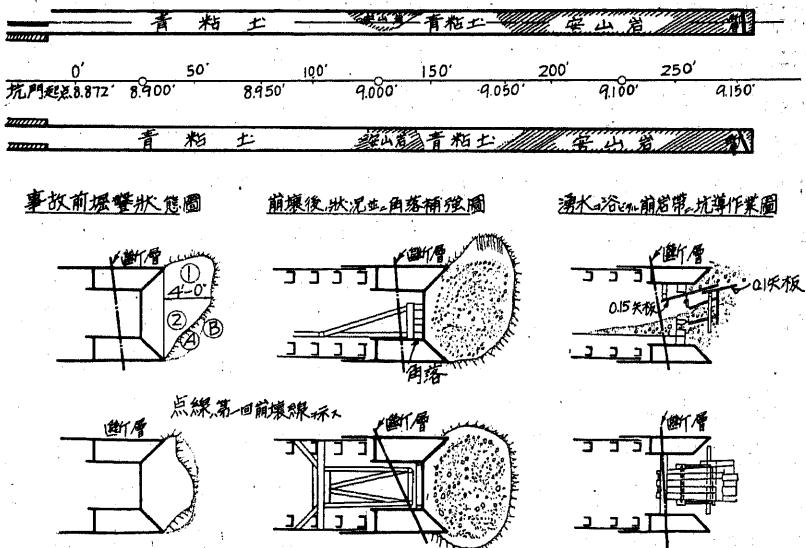
### 第九節 盾構工事の概要

從來温泉餘土内の坑道は掘鑿當時は比較的容易なりし部分も時日の経過と共に其膨脹のために支保工の變位を受け、其の維持修繕に忙殺されて居る中、湧水は弱點を求めて遂にそれより崩壊を招くに至る事屢々経験せられた。盾構工事の目的は掘鑿直後鐵製「セグメント」の堅固なる支保工により地山を完全に押へて其蠢動を防ぐと共に切端は壓搾空氣に依り、湧水の浸出を停止せしめて安全なる掘進を求める例へば突如不良地帶に入るも盾構の扉の閉鎖により少くとも掘鑿既成部分のみは保全し得る事を期待したものである。

此の故に第 1 左側坑道の事故の後早速盾構の設計及び之れに附帶する設備の設計を急ぎ、尙實施個所として温泉餘土の存在区域大なりと認めらるる北側水抜坑の先端より着手することとし尙之れを確認するため、大正 15 年 4 月 3 日北側水抜坑の奥端 8,820 呪に於て金剛石試錐を施行し、18 日に至る迄 210 呪を穿孔せしに其大部分は温泉餘土なるを確め得たが 168 呪—190 呪間は安山岩で水量は 4 分の 1 瓶に過ぎなかつたが、壓力計は 250 封度を示し、餘りに高圧なるため計器の故障にあらずやと思ひ、更に新らしき壓力計を以てしたるも同様の結果を示し、坑奥湧水の尋常ならざるに一驚を喫したのであつた。

此の間も盾構諸般の設備は着々として進行し 5 月 18 日着手した盾構組立箇所の掘鑿は 6 月 7 日終了して、續いて行はれた盾構の組立は 7 月 15 日に竣功し、其間空氣壓搾機の据付、8 吨空氣輸送管の敷設、救護所の設置も相ついで作業を進め、10 月中旬には空氣閥門も完成して多大の希望をかけられた盾構の作業も愈々スタートを切る事となつた。

斯くして 10 月 17 日 8,872 呪を起點として掘進に着手し、當初 1 鎖間は空氣を使用せ



第 303 圖 盾構先端の崩壊状況

す専ら盾構のみを掘進して 11 月 2 日一先づ掘進を中止し、それより空氣使用の準備にかかり、氣閥各扉の完備、漏氣部分の修理、水壓、壓氣、排水等の配管並に運搬線路の整備を完了し、11 月 20 日空氣壓約 10 封度を使用して再び掘進に着手した。

然るに最初の 180 呎間は 1 部を除く外青粘土で湧水も少く豫想通りの進行を見たのであるが、180 呎を通過すると共に堅硬なる安山岩となり湧水も増加せる故、空氣壓を 30 封度に上昇したるも水壓餘りに高くして防水の効果更に無く、又地質餘りに硬きため先掘りを必要とし其のため 1 部は掘鑿後「クレードル」を用ひて盾構を前進せしめた事もあつた。然るに 2 月 10 日 285 呎進行して 9,157 呎の點に至りしに盾構の先端は俄然 5 個の湧水と共に崩壊し、砂礫の流出甚だしいため盾構の角落しを締切つた。而して極力前後策に付苦心し、角落しを開き先づ流出土砂を取除き盾構の掘進を計らんとするも次々に崩壊を生じて、あらゆる努力も空しく、遂に 2 月 28 日一先づ放棄するの已むを得ざるに至つたのは甚だ遺憾であつた。

#### 第十節 底設導坑の回復と右側迂廻坑

第 1 左側坑道の事故により埋没せられ未だそのまゝになれる底設導坑の奥部は切擴工事の進捗に伴ひ再開の必要に迫られてきた。之がためには底設導坑を正式に進行させて順次堆積せる土砂を取り除くのも一手段であるが、此の部分は前回掘鑿當時の経験より見るも、地質甚だ不良の部分で混凝土疊築を施したるに拘らず損傷したる程の部分であり、將來切擴作業に當つては當然側壁導坑式に依るべき所であるため、其の中間に坑道を開掘する事は切擴作業に影響すべき事を恐れて、先に掘鑿した第 2 左側坑道右分岐坑より底設導坑に連絡させ、第 1 左側坑道の其後の状況を探知しつゝ底設導坑に潜入せしむる事に決した。

大正 15 年 12 月 18 日第 2 左側坑道右分岐坑の掘進を開始し、第 1 左側坑道との會合點の手前 16 呎の所から一加脊上りて掘開し、鑿孔をやゝ上向きとして第 1 左側坑道の天井に貫通せしめた。坑道内の貯溜水は壓力無く、土砂は支保工上部迄充满し、流水の餘地を残さない程度であったが、急激に盤下げする事を警戒し層一層と低下しつゝ會合點は土砂を取除き、兩側の元第 1 左側坑道に當る部分には堅固な土留を施行した。坑道の破損状況は相當堅固な變朽安山岩なるに拘らず、支保工の直上 3 呎兩側 1 呎間は甚だしく破碎され支保工は普請のまゝ下流に傾斜し、又押木の移動せるのを見た。

此分岐坑掘進の結果は底設導坑埋没の原因は専ら第 1 左側坑道奥端よりの流水に依る事が明かになり、從つて其下流に當る底設導坑は既に危険無きものと思はる故、此の分岐坑を延長して底設導坑に達せしめんと試みた。12 月 21 日此の掘鑿に着手したが、24 日には底設導坑 8,738 呎で施行した試錐管に出會し、之れを切断した所、底設導坑側から  $\frac{1}{5}$  間、第 1 左側坑道側から  $\frac{1}{10}$  間の清

澄なる湧水出で、同時に第 1 左側坑道との會合點の湧水量は減少した。

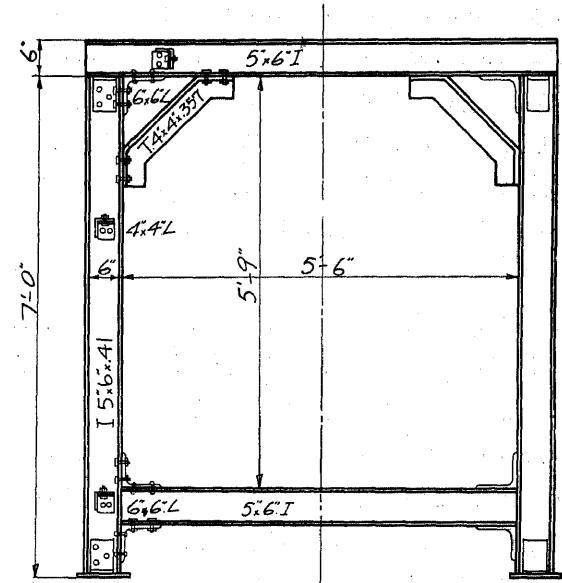
右分岐坑の地質はやがて安山岩を通過し温泉餘土中に進入する筈に付、之を警戒し又底設導坑内には溶解した粘土を沈澱し尙多量の貯溜水あるものと推測せし故、鑿岩機（デンバー 34 番）を以て穿孔調査して見た。穿孔數尺にして青粘土に變化し粘土膠着して錐鋼の回轉困難であつたが 26 呎進行して支保工材に當り進行不可能となり、更に第 2 孔を穿孔し 21 呎で底設導坑に貫通したが土砂は水と共に充満せる模様で、穿孔は忽ち閉鎖されてしまった。次に金剛石試錐機を用ひ 30 呎で貫通したが第 2 孔は同様の状況を示し、坑内には土砂充満せるを確めた。

かく大凡の状況を確認したる後、昭和 2 年 1 月 18 日より掘進に着手し 22 日には支保工に到着した。此の部分底設導坑は混凝土塊を以て疊築した所であるが、温泉餘土は膨脹して地山と疊築裏とは完全に密着して居た。底設導坑に入るに先ち、分岐坑の支保工を堅固にし導坑背部の土砂を取り除き 1 部疊築工を露出して、鑿岩機を以て 6 個穿孔し、導坑内の貯溜水をしぼり取り、然る後疊築背部を破壊し次第にそれを擴大して、事故發生後 1 年 1 ヶ月を以て昭和 2 年 1 月 27 日底設導坑 8,804 呎に潜入し得たのである。

さて一方北側水抜坑に於ける盾構工事は 2 月 15 日以後 9,152 呎で休止のやむなきに至つたが、該坑 9,027 呎地質良好なる部分より左側に分岐し隧道中心に向ひ坑道を進めし所、地質安山岩で良好なるため 9,086 呎の點で隧道中心線に復歸する事を得た。

依つて之れを底設導坑として 9,104 呎迄奥に向つて前進し得たが更に奥に向け前進するには後方との連絡に水抜坑に依らざるべからざるため基面の高低差のため甚だ不便であるため、前記分岐坑より潜入した底設導坑を進めてこれと貫通せんと試したが、先に掘鑿當時使用した鐵製支保工は餡の如く彎曲折損して其の復舊容易ならざるに依り、之れを中止し分岐坑を延長し本線を斜交して北側に出て、隧道中心線と北側水抜坑との中間を選んで掘進し坑奥なる底設導坑との連絡を完備せんとした。

此の迂回坑は 2 月 18 日を以て着手したが全長に亘り温泉餘土中に存し、掘鑿



第 304 図 鐵製支保工圖

中矢板押木の破損等從來青粘土中の困難を繰りかへしつゝ漸く奥の坑道と 9,051 呪に於て連絡を保つ事を得るに至つた。此の迂廻坑は本線及北側水抜坑との中心間距離僅か 30 呪にして本線側壁導坑との壁の厚さ僅か 10 呪に過ぎず、從つて温泉餘土は猛威を振ふ事甚だしく、始めより圖の如き鐵棒を組立てたるも、彎曲折損せらる事何時迄もやむ事なく坑道は漸次縮小せられて坑車の運搬に支障を來すに至つたが、本坑道は坑奥との唯一の運搬路であるため幾回となく修繕に修繕を加へ、そのため多大の経費を要し乍ら昭和 4 年秋に至る約 2.5 年間盛に利用せられたものである。

扱て既記南側に掘鑿せし各坑道には多量の湧水あり、今又右側迂廻坑の掘進に當り湧水増加する時は、坑道を流るゝ水は甚だ大となり坑車の運搬に困難するを以て、南側にも北側同様底盤施行基面より低きものを必要とするに至つたので、既設の水抜坑を延長し 8,062 呪より 8,532 呪間を途中左曲して第 2 左側坑道に連絡せしめ、昭和 2 年 1 月 26 日着手、3 月 20 日完了し、又第 2 左側坑道 8,532 呪より 8,778 呪迄は水抜坑盤迄盤下げをなし、4 月 21 日完了するに至り、南側方面に於ける排水も完全となるに至つた。當時本線は側壁導坑式により粘土部分切擴作業中であつたから、坑奥への通路は 8,421 呪の地點にて第 2 左側坑道に入り、それより右分岐坑をへて本線を横断し右側迂廻坑に出で奥の底設導坑に至つたものである。

### 第十一節 底設導坑膠灰注入作業

底設導坑は前記の如くして漸く 9,104 呪に達することを得たが前途を考ふるときは、近く盾構で會した破碎安山岩及び左側各坑道で會した大斷層に突入すべき事明かであり、輕々しく掘進し得ないのであつた。其處で此點で金剛石試錐により探査することとし、昭和 2 年 3 月 26 日着手したが、穿孔 116 呪の中より 30 呪にして粘土並に角礫を介在する大斷層の存在明かとなり、更に以奥は盾構先端に於けると同様の破碎状態による安山岩と同様裂縫龜裂甚だしく、湧水合計 2 個、壓力 270 封度を示し、4 時より噴出する水は棒状となり一直線に 16 呪を飛んで猛烈なる勢を示した。

此の試錐の結果より見て、やがて會せんとする断層は第 1 左側坑道事故の大動因をなす本源である事は明かであり、それに續く龜裂多き安山岩は盾構先端に於ける記憶未だ生々しきそれである。これを無事に突破するに何によるべきか、數多の迂廻坑はすべて失敗に終り、多大の希望をかけた盾構は 270 封度の水壓に雌伏するの外なく、工事は遅々として第 1 左側坑道の事故以來既に 1 年 4 ヶ月を経過して、其先端 9,035 呪を出する事僅 70 呪に過ぎないのである。

斯くして其手段を種々考へたが遂に意を決して膠灰注入法を試みる事とした。而して其經過に就ては膠灰注入作業に於て詳記するを以て此處には省略するも、要するに 9,104 呪—9,250 呪間 146 呪間は 5 月 2 日作業に着手して以來翌昭和 3 年 4 月 6 日掘鑿を終了するに至る迄 10 ヶ月を要し、

多大な苦心と経費とを要したる後漸く此の難關を、さしたる事故も無く突破し得て堅硬なる安山岩中に突入し得たのである。

### 第十二節 底設導坑自 9,250 呪至 9,741 呪

膠灰注入法により辛ふじて 9,250 呪にたどりついた底設導坑は地質は依然安山溶岩で湧水は極め多かつたが節理は大目で以前の如く粉碎されたる如きもので無くなつたので、時日と経費を要する膠灰注入は一先づ中止し、前途を試錐して探りながら普通の掘鑿にて進む事とした。

然しながら此の區間の湧水の状況は東口未曾有の有様で天井並に兩側より瀧の如く豪雨の如く落下さい、其量は 9,104 呪に於て僅に 1 個であつた底設導坑内の湧水量が 9,600 呪迄進む中合計 15 個を越すに至り、ために坑車は水に逆流して押し上げるに困難のため、柱に胴梁を入れ線路を其の上にのせたために歩行者はレール上を歩むか、或は「ハードル競技」の如く胴梁をまたいで歩かねばならぬため非常に厄介であつた。

4 月 7 日 9,250 呪に於て前方地質を確めんため水平方向に金剛石試錐を試みたが、地質は安山岩で堅硬なれど孔深 46 呪にして水量 3 個に昇り、水壓高きため錐桿の出入困難にして危険なる故中止せしめた。然るに切端より此の如き湧水は作業を妨害する事甚だしきを以て膠灰を注入して此の湧水を停止せしむることとした。即ち 4 月 18 日先づ注入管を試錐孔中に挿入せんとしたが、孔口より出る 3 個の水は 30 呪を飛散し、これに注入管を當てがふ時は水は飛沫となつて約 100 呪間は咫尺を辨ぜず轟々たる水の音に、命令の聲も徹底せず凄状言語に絶し、一度は「ワイヤーロープ」ははずれて注入管は弾丸の如く 20 呪餘を飛んだ程であつた。此の為注入管の挿入は幾度も失敗じ遂に 20 日に至りて成功し、之れに高圧注入機により膠灰を注入して湧水を完全に遮断する事を得た。

此の故にそれ以後は坑道の側壁部兩側に外方に向ひ、鑿岩機にて試錐を試みつゝ地質の安全度を確めつゝ掘進せしむることとし、又湧水過夥なるため地盤上昇勝ちとなるを以て掘鑿後 20 呪位毎に盤下げしつゝ進行したるため掘進歩々しからず、7 月 17 日 9,345 呪に達し、此點に於て左右側壁に試錐を試みたるに左側 40 呪、右側 114 呪を穿孔して依然安山岩にして、不良地帶を完全に脱出せる事を知りたれば、以奥は試錐をなさずそのまま出来得る限り掘進せしめたるに 9,490 呪よりは地質は集塊岩となり湧水も幾分減少し、數年來稀れる進行を得て 9,741 呪に迄到達し得た。注入起點なる 9,104 呪より此處に至る湧水量の増加 17 箇、如何に流水の劇しかつたかを思はせる。

以上の如く底設導坑は此處に完全に難關を突破し得たが、水抜坑は尙其區間を脱出し得ず著しく遅れて居た。然るに從來の経験より見るに本隧道の如く地質の變化甚だしき所に底設導坑を先進せしむる事は、難關に最初に出遇ふものは底設導坑となり、そのため惹起する崩壊事故は地山を荒廢

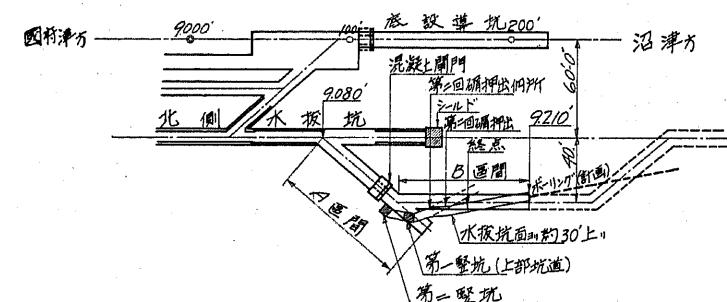
せしめて切削作業を甚だしく困難に陥らしむるものであり、又底設導坑進行に従ひ水量は増加するも水抜坑後方にあるため排水は施工基面上1呎を越え坑車の通行甚しく疎害する等の理由のため底設導坑の掘進は一時停止せしめ、水抜坑の掘進を急いで底設導坑の先に出でしめる事にした。

### 第十三節 北側水抜坑右分岐坑

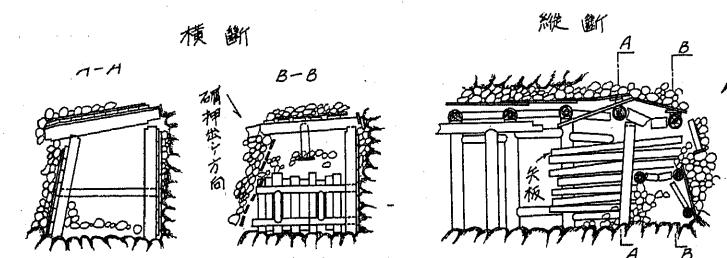
盾構工事の蹉跌により、北側水抜坑は暫らく停止の状態にあつたが底設導坑も漸く進行を始むるに及び之れに追隨して作業に着手する事とした。此のため北側水抜坑中地質良好なる9,080呎よりセグメントをはづして右側に分岐し、40呎を隔て之れと平行し適當の地點に至りて再び水抜坑の中心線に戻り前進せんとする計画の下に、昭和2年9月1日北側水抜坑9,095呎附近より右15度に水平方向の試錐をなし約101呎穿孔したるに1部龜裂多く湧水は極めて多量且高圧なるも大體は良好なる安山岩なる事を知り、次いで掘鑿に着手し第16圖A區間を開鑿し、11月5日混凝土閘門を作つて不良地帶に備へた。此の區間は湧水も減少し支障なき進行を見た。

次にB區間の掘進に移るべきであるが、此の部分掘進には當然盾構工事先端に於て失敗したる安山岩破碎帶に次いで底設導坑で其の所在を確認した大斷層に直面しなければならないであつた。そのため先づ豫定掘

進坑道の上層30呎に上部坑道を掘進し、水をこれに集中せしめ得れば下部坑道の掘進も安易になるべきを思ひ、圖の位置に第1堅坑の開鑿に着手し11月15日無事完成し、17日より上部坑道の掘進を始めた。是が丹那隧道に於ける坑道の立體的に展開した始めである。地質は概して良好なる安山岩で湧水も少く、11月20日午後7時20呎の進行を得



第305圖 A 北側水抜坑右分岐點

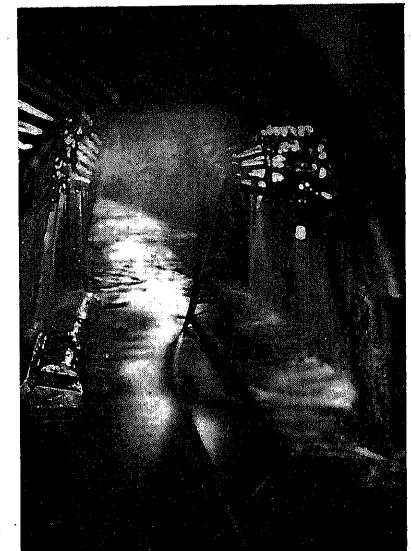


第305圖 B 同上上部坑道の破壊状況

て支保工組立中、約1個の湧水と共に切羽上部左方より岩片押し出し來り、約10呎の區間に堆積した。此の故に堅坑と切端との距離餘りに近きため、事故これ以上大なる場合には非常なる危険にさらされる事となり、又堅坑より落下する水のため昇降に難澁するに至れる故に混凝土閘門近くに第2堅坑を開鑿し上部に於て連絡せしめ、人道及材料運搬用として用ひ、第1堅坑は排水用及礫出用として用ふることとした。これは11月26日着手、12月4日完成して12月4日よりは上部坑道の再掘進に着手した。

先づ先きに押し出された所を縫ひ返へしつゝ漸く該個所を切り抜け新しき地山に入らんとせるとき(12月7日午後7時)切羽正面及上部左方より急激に地壓を受けと共に湧水を増し支保工は折損し或は轉倒し到底掘進も覺束なくなつた。地山は安山岩で左程不良とも見えないに、かくなるは全く背後より抜け切れない高圧水が作用するものと考へられた。此處に於て最初の設計たる5呎×7呎の加背を7呎×7呎に變更し、第1堅坑の附近より支保工を補強し又は修理しつゝ縫返へしたるに未だものと切端に行かざるに、湧水は次第に増加して2個となり、12月11日午後3時、地鳴りと共に岩片押し出し來り危険となつたが、注意して掘鑿を續け掘鑿中心を少し右に變更して押し出し個所を避け前進するに湧水は益々増加して作業は愈々困難となり、地山の弛緩を防ぐため爆薬の使用を禁じたるを以て進行容易ならず、斯くの如くして12月21日40呎の進行を見たるとき湧水は4個となり、22日午前中支保工を施行しつゝある際切端右上部より湧水混濁して水量も5.5個に増加して危険極りなく、當分監視せしめて作業は中止することとした。

上段はかくの如く掘進は停止したが、下段は上層より抜きたる水に依り掘進可能となれるやも計られざるを以て、圖に示すB區間の掘進を始むる事とした。本區間は全部安山岩であるが上段同様龜裂甚だしき所あり、湧水の量、壓力共に大にして作業者の苦心容易ならず、殊に左方より来る湧水甚だしきため所々坑道柱は押し出され、そのため胴梁を入れ擔柱に土臺を敷く等して支保工を補強し、又餘りに水の多き所は避けて中心線を些少變更せしめしつゝ掘進したが進行に従ひ上段の水及先きに北側水抜坑9,095呎に於て施行したる試錐孔の水は減少して全部下段に集まり、4月17日9,246呎に達したる時はB區間の湧水量7個を算したのであつた。



第306圖 東口 9,213呎附近  
北側水抜坑、右迂回坑の湧水  
状況。坑道の水深尺餘に及ぶ

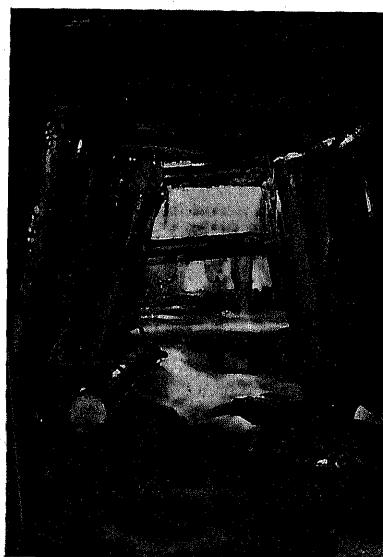
此處に於て先きに底設導坑 9,149 呎を横ぎる大断層に出遇すべきを慮り其の位置形狀を探るため、デンバー鑿岩機を以て上部左側に穿孔したるに僅か 7 呎にして断層粘土に會し約 3 個の水赤褐色の粘土と共に凄しき勢を以て噴出し、續いて第 6 孔迄穿孔したがすべて穿孔が粘土に達すると共に土砂噴出し、やがて其土砂のため閉塞されて湧水停止した。

斯の如き所を普通の工法に於て進む事は事故を招く事火を見るより明かなる故、再び膠灰注入を試みる事とし、先づ

前記 6 孔よりセメント注入を開始し 5 月 20 日終了、第 2 回として注入孔 40 個、延長合計 1,217 呎を穿孔し、合計膠灰 3,312 立方呎、細砂 610 立方呎、火山灰 122 立方呎を注入の後試験孔を掘りたるに、始めの如き土砂噴出無くなりたるを見て作業を完了した。



第 307 圖 東口 9,170 呎附近  
北側水抜坑湧水状況



第 308 圖 東口 9,175 呎  
北側水抜坑切端の湧水状況  
湧水量毎時 4.5 個

物

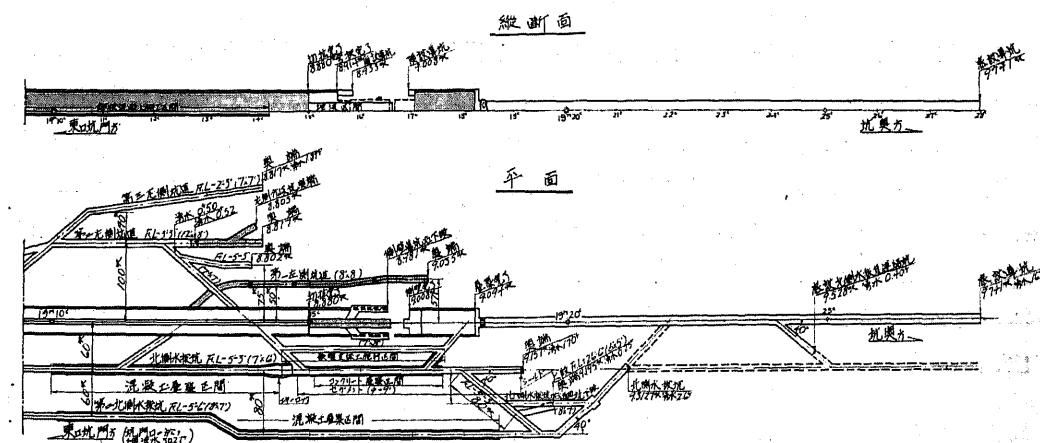
#### 第十四節 第 2 北側水抜坑

北側水抜坑は 8,507 呎より 8,810 呎に至る迄は温泉餘土内に存在し、掘鑿當時より土壓に悩まされ覆工の後も粘土の膨脹と中心間 60 呎に存する本線切擴工事の影響を受け覆工は多數の亀裂を生じて危険なるため、松丸太に依り補強して漸く崩壊を防ぐ程度となり、又盾構工事に依り施行したる 8,883 呎—8,992 呎間の鐵製セグメントも彎曲變形するに至り其内部に更に混凝土により補強することとし、昭和 2 年 7 月之れを施行したが粘土の膨脹は尙停止する所を知らず此の混凝土も大小無數の亀裂を生ずるに至つた。

一方此北側水抜坑は盾構工事に依り基盤上昇して水抜坑としての價値を甚だしく損した。そのため恒久的排水坑として利用するためには基盤を掘下げ、同時に完全なる補強工事を必要とするものであるが、之れがためには

多大の経費と労力とを要し寧ろ別個に水抜坑を掘鑿する方が得策と考へられた。

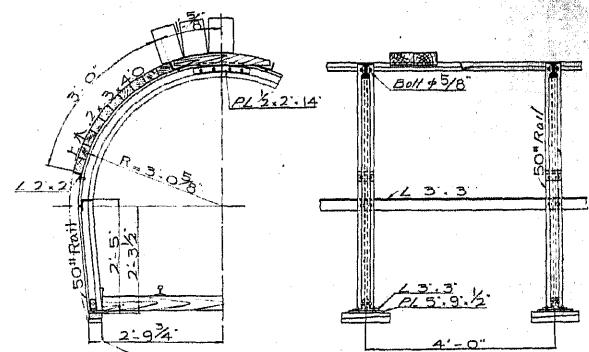
昭和 3 年 3 月 20 日より北側水抜坑 8,421 呎を基點とし北側に迂廻し水抜坑と 60 呎、本線と 120 呎の間隔を以て進む北側第 2 水抜坑の掘進に着手した。8,578 呎迄は堅硬なる安山岩にして且湧水も絶無となり順調に掘進したが、それより温泉餘土となり濕潤にして膨脹の傾向認められ、又當時本線切擴作業中の箇所に平行するを以て其の影響を輕減するため 8,746 呎以奥は更に本線より 20 呎遠ざかりて 140 呎とした。併し 9,035 呎に至る間、粘土の膨脹著しく早く、末口 10 尺の押木は 3 日にして挫折する有様であつたため、約 1 鎖間掘鑿する毎に疊築することとしたため進行遲々たる有様で、昭和 4 年 1 月下旬に至つて漸く 9,127 呎迄の部分完成を見た。



第 309 圖 東口掘鑿状況 (昭和 3 年 12 月末日現在)

之れより先き底設導坑は既に 9,741 呎迄進出して居たのであるが、既記の理由によりその前進を停止し水抜坑の速成を期し又水抜坑を底設導坑に先せしむるため、前記北側第 2 水抜坑掘進中 9,127 呎以奥の部分に對しては 2ヶ所に連絡坑を設け卽ちに依り揚水しつゝ速進を計つた。

即ち第 1 の連絡坑は北側水抜坑右分岐坑を延長して第 2 北側水抜坑の延長線上に會せしめ、昭和 3 年 8 月 17 日着手、連絡坑の成るや 1 つは後方より来る第 2 北側水抜坑と 9,127 呎にて貫



第 310 圖 北側水抜坑疊築に使用せる掛架

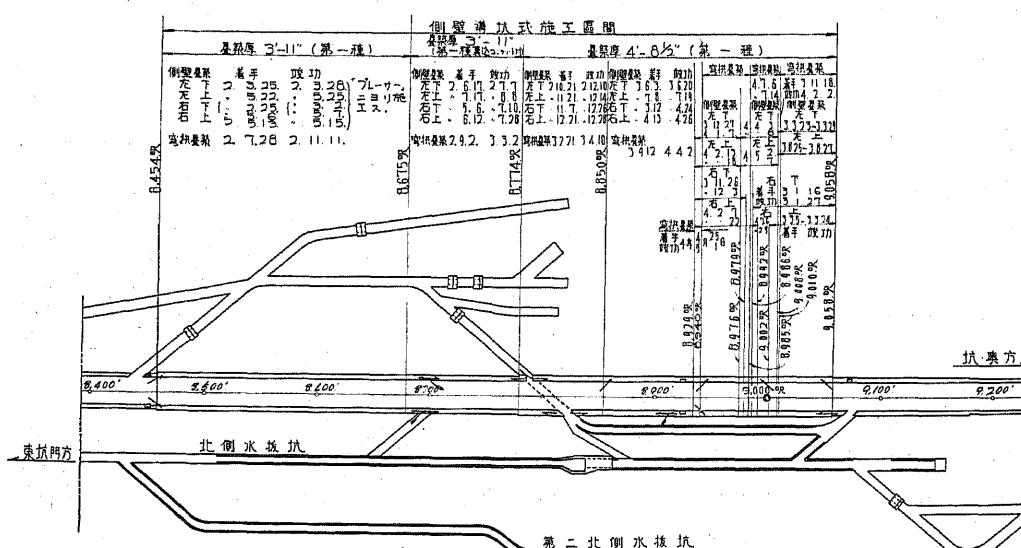
通せしめ、1つは前進して間もなく南折し、先に右側迂回坑下段に於て施行したる膠灰注入箇所に突進したが注入の效果により大斷層を何等の危惧なく突破し得た。而して1つは直進して底設導坑に連絡せしめて該坑道の水を水抜坑に導き、他は9,280呎にて右折し本線と60呎の間隔を以て前進をつづけた。

又第2連絡坑は底設導坑9,477呎より掘進を開始し上記水抜坑の中心線上に出でそれより前後に向ひ掘進し、逆進部は昭和4年2月26日坑口方向より来るものと貫通し奥に向ふものは多年の希望なる先進坑道として底設導坑に先じ、集塊岩中を順調に掘進して行つた。

### 第十五節 溫泉餘土部分に於ける切擴作業

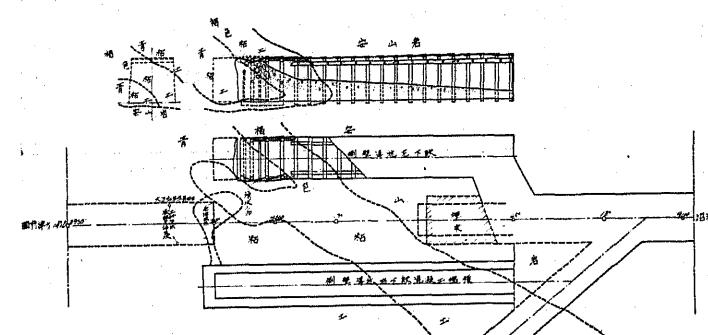
底設導坑は断層を突破し坑奥の湧水を多量に排除し得たるにより、最初期待せし程工事は困難で無かつたが、底設導坑及迂回坑により度々崩壊事故を惹起せし所なる故、粘土内所々に空洞存しその空洞は葡萄状に連結して、その内部には泥土を充満しをりしたため作業中それに會する時は、突如泥土噴出し作業者を驚異せしめしも最初の如く多量の土砂を出す事の無かつたのは幸であつた。

掘鑿の方式は側壁導坑式による事とし且粘土は時日の経過と共に膨脹するを以て、掘鑿は支保工の變位を認めざる期間だけに止め、其の後急速に覆工を完了せしむることゝし8,454呎—8,675呎の221呎は側壁導坑掘鑿後直に「コンクリートプレーサー」に依り迅速に混凝土を充填せしむる事とした。



第311図 9,000呎附近疊築施工工程

然るに混凝土プレーサーによる結果は、混凝土は砂と砂利と分離して良好なるものを得難く、混凝土は疊築背部の粘土と密接するため、その硬化期前に早くも其膨脹力を感じ、更に又覆工内側幕板前面の埋没し完全ならざるため前方に傾かんとする等の原因により所々に亀裂を生じ、成績良好ならざるためプレーサー作業は此區間のみにて打切り以後は50節毎に混凝土塊積により覆工せしむる方針に變へた。



第312図 底設導坑 9,100呎より側壁導坑の逆進

側壁導坑式による掘鑿並に覆工は不良地帶に於て比較的安全なる施行法であるが進行頗る遅きものであるため、此の區間の覆工を急ぐため北側水抜坑及右側迂回坑等より本線に向け連絡坑を掘り、各所にて同時に作業を開始し促進に努めた。

又此の意味に於て9,100呎底設導坑方向よりも逆進して切擴作業をなすを必要と認めたが、該部分は9,147呎大斷層の下盤に位し、若し崩壊を招く時は底設導坑を遮断して坑奥作業者の退路を絶つ危険を有するを以て慎重なる態度を探り、9,080呎附近より試錐により先きに大事故を惹起したる第1左側坑道の上層を探知する事とした。其の結果8,982呎附近上層には崩壊土砂の堆積する事を知つたが、本線より50呎離れるを以て危険の度少きものと考へ側壁導坑に着手せしむる事とした。

即ち先きに右側迂回坑の掘進より見て北側の側壁導坑安全なりと考へ之れより着手する事とした。然るに逆進8,982呎に達せる時、底設導坑方向より突如1個の濁水迸出したので作業は一時中止しその部分の側壁下段のみ疊築せしめた。併し其の後水量は變化なく漸次平靜に歸したる故、今後の掘鑿方針に資せんため其の水源をたどりつゝ掘進せしめたるに、底設導坑上端に當り約0.5坪の空洞あり流水はそれより出づるを知つた。そのた



第313図 東口 8,454呎附近  
本線疊築材料運搬

め該部分は憂慮して居た土砂崩壊の危険なく安息せるを確め得た。

斯の如き故に充分注意して進む時は南側も掘進可能なりと思はれし故、鑿岩機により前方に探り孔を入れつい地質を確めて掘進せしむる事とし、昭和 3 年 2 月 2 日 9,058 呪より掘進を開始した。9,000 呪に至れば安山岩は濁水粘土となり尙底部には青粘土顔を表はし湧水は少量にして相當締つて硬く杞憂なきものと思はれたるに、2 月 16 日 8,893 呪に於

て突如粘土壁を破つて土砂 14 坪噴出し作業者は身を以て辛ふじて脱出し得た。切端の押木は墜落しそれに續く柱は傾き、土砂は時々鳴動と共に噴出したるも數刻にして止み湧水も清澄となつた。

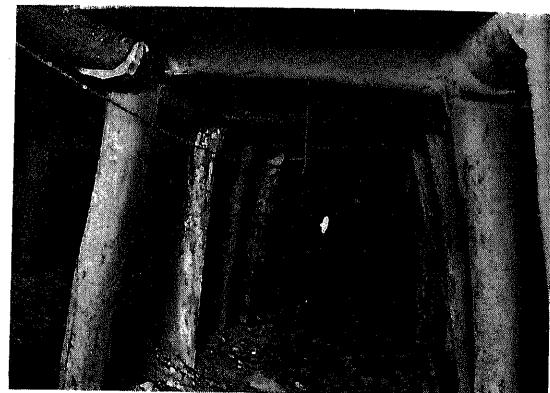
此事故のため側壁導坑の逆進は一時阻害されたが土砂噴出の状態を確むるに切端左上部にあつた空洞内に貯溜された土砂の流出せしものにて後續するものなき模様なる故、事故発生箇所 15 呪手前なる 9,008 呪迄の土砂を取り除き、此の部分のみ側壁下段疊築を施行し 3 月 29 日完了した。

斯の如くして所々小事故を惹起し乍らも慎重な作業を以て逆進作業も一步一步完成せしめし坑口方面より進み来るものと相俟つて温泉餘土部分も漸次完成に近づき、昭和 4 年 2 月 22 日には各側壁導坑疊築不良部分僅僅 6 呪を残す迄になり、左側側壁導坑疊築は 5 月 7 日に完成し唯穹拱部分 8,940 呪—8,984 呪に至る 44 呪間のみを残す迄に進涉した。

然るに此の部分は大断層の下盤に近く、又第 1 左側坑道の事故當時頗る荒廢せしめたる部分にして、かねてより最も危険視したる部分であつたが前進逆進の切擴作業も此の部分に近づくに従ひ困難を加へ來つた。即ち坑口方より頂設導坑に着手したるに泥流忽ち奔出して危険は極まりなかつた。然しながら僅か 44 呪に足らざる部分故萬難を排して進まんとし土砂を取り除くに、再び土砂



第 315 圖 東口 8,420 呪附近  
側壁導坑に基線を測定せんとする



第 314 圖 東口 8,620 呪附近  
温泉餘土中の丸型切擴

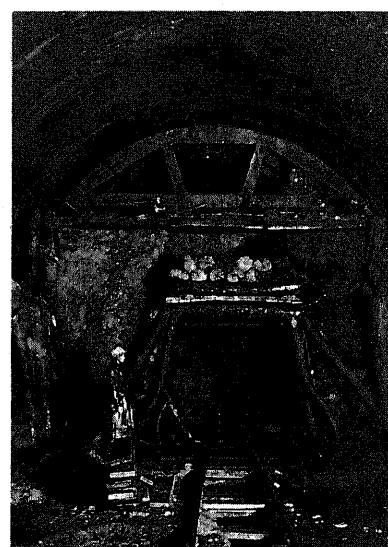
奔出し來り到底前進不可能であつた。依つて此方向よりは一時中止し坑奥方より頂設導坑を逆進せしめんとしたるも押木矢板は折損し支保工は低下して、假令辛ふじて頂設導坑を貫通しうるも丸形に迄擴げる事は容易ならざるを察し、此残區間の切擴作業は一時中止し除ろに經過を見て對策を研究することゝした。時に昭和 4 年 8 月の事である。

此の時迄は坑奥底設導坑方面との連絡には左側迂廻坑に依つたものであるが、

該坑は温泉餘土中に存し鐵製支保工は彎曲して加背漸次縮小せられ修理に修理を加へ辛ふじて此時迄使用して居たが、今や大修繕を要する事となつた。然るに前記疊築未完成 44 呪間は側壁導坑掘鑿の成績より見て、底設導坑盤は掘進可能と認められた故、此際右側迂廻坑を廢止し底設導坑を通じて運搬系統の改良をなす事とした。昭和 4 年 9 月 18 日作業に着手し、かつて第 1 左側坑道の



第 316 圖 A 東口 8,790 呪附近  
側壁導坑(上段)掘鑿終了し疊築にかゝる



第 316 圖 B 東口 9,030 呪附近  
坑奥方完成部分より逆進して南側、側壁導坑を掘鑿せんとし底設導坑より掘進にかかる



第 317 圖 東口 8,985 呪附近  
南側側壁導坑に於ける土砂流出状況

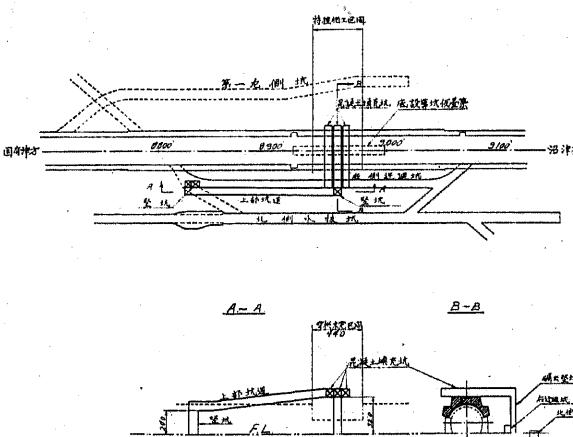


次に温泉余土區間より奥の方 9,147 呪附近の大断層は後廻とし、以奥の切擴作業を開始したが從來瀧の如き湧水も作業の進捗と共に漸次減少して疊築作業は豫想より容易にして着々進行し、それと共に大断層附近の湧水も著しく減少したるを以て頂設導坑に試錐を施行し安全なるを確めたる後側壁導坑式によらず、標準式掘鑿法により昭和4年1月22日着手、翌年3月12日穹拱混凝土塊積を終へ、嘗つての膠灰注入箇所も難なく征服し終へた。併し乍ら此の断層は昭和5年11月の伊豆地震に動き、断層の方向にそひ疊築に亀裂を生ぜしめた。

#### 第十六節 9,000 呪附近特殊切擴作業

温泉余土切擴作業中 8,940 呪—  
8,984 呪間 44 呪は穹拱部切擴の困難  
なるため一時中止し一時経過を見守  
つて居たが1年を経過するも大して  
變化なく、その中坑奥作業の完成に  
つれ電車區間との距離 1,000 呪以上  
となり運搬に不便を感じるに至つた  
ので再着手して此の難關を征服せん  
とした。

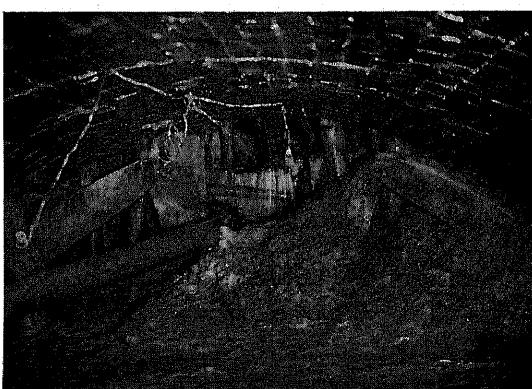
此の部分切擴方法としては R00-  
F SHIELD による法、セメント注



第318圖 東口 8,960呪附近 特殊切擴圖

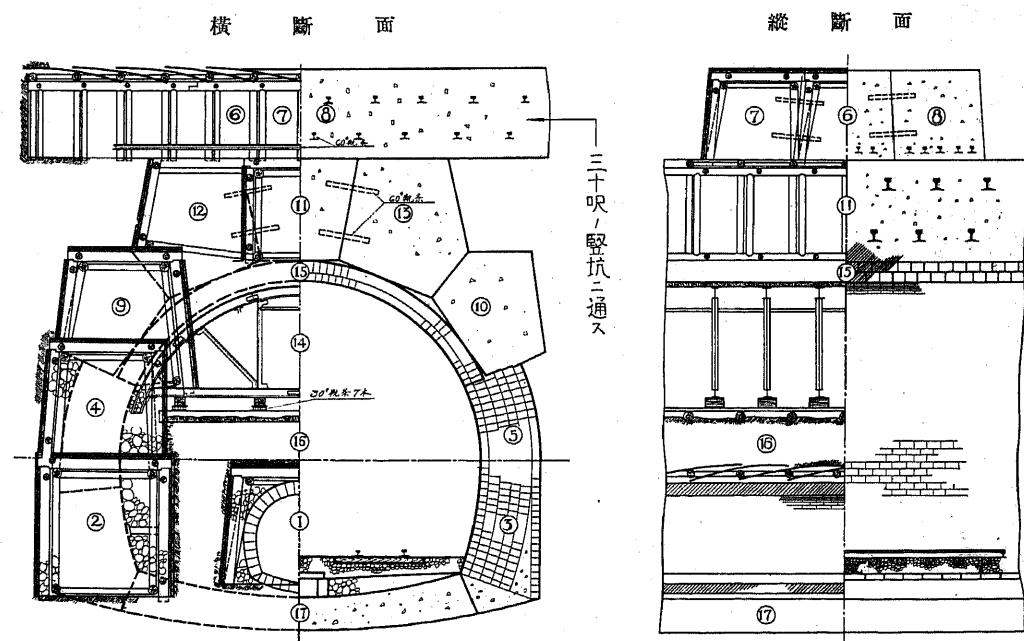
入法、又は穹拱部背面に沿ひ SHEET  
PILE 又は PIPE を打ち込んだる後掘  
鑿せんとする方法等種々提議されたる  
も、何れを採用するとするも先づ穹拱上  
層の地質を精査する必要あるものとし、  
先づ調査孔の掘鑿にかゝつた。即ち右側  
迂廻坑入口に 20 呪の切上りを作り、そ  
れより約 10 分の 1 の勾配を以て 130 呪  
進み左折して穹拱切擴残部の 5 呪上を直  
角に横断する坑道を掘進せしめた。

昭和5年8月作業に着手したるに此坑  
道は大部分湧水絶無となれるため些も膨

第319圖 東口 8,950呪附近、頂設導坑より水  
と共に土砂噴出後の状況。切端に觸はると僅か  
の間隙からでも湧水は多量の土砂を相當の壓力  
を以て噴出し手の付けまうがなかつた

する事なく無事掘進し、目的地たる穹拱  
上部は流出土砂の充填せられたる地層で  
多少湧水もあり不良であつたが、事故を  
起すに至らず 10 月末無事目的地に達し  
た。此の結果より見て該部分は湧水も殆  
んどなくなり先に溢出せる流出性土砂  
も今は其力なきを知れるため、該坑道は  
コンクリートプレーラーを以て混凝土にて  
充填埋没し尙下部切擴の安全を期する  
ため此の坑道の兩側に順次坑道を掘り、  
その後は混凝土を以て充填し穹拱上層に  
於て之れを横断する、幅 21 呪、長さ 50

呪の混凝土桁にて天井を覆ふ如く完成せしめた。此の作業中第3の坑道の掘進を終了したる時恰も  
伊豆地震に遭遇し、中央部に亘り約 1 呪の沈下を見、押木 2 本を折損せるも直に復舊し、引き續ぎ  
混凝土を充填するを得た。

第320圖 東口 8,950呪附近 温泉餘土中  
の最難個所を坑道式に依り穹拱を疊築し  
中央部残骸取除き作業

第321圖 東口 8,960呪附近 特殊疊築順序圖

調査孔の混擬土充填により切擴作業は安全を増したる頂設導坑よりの湧水は尙も變化なきを以て九仮の功を一簣に缺くを恐れ、全斷面一時に掘鑿するを避け圖に示す如く覆工すべき部分に沿ひ5個の坑道を順次掘進し、各坑道は掘鑿の完了と共に直に混擬土を充填した。之等の坑道は右側下部坑道に於て約1立坪の土砂噴出に遇ひたる外、其他不良なる個所ありしも事故を惹起する迄の事なく、工事は豫想外に順調に進んで6年3月下旬坑道式の壘築をおへた。

以上の如く施工せる後中央殘骸の土砂をとり除き更に仰拱混擬土迄完成したのは7月中旬の事で大正14年12月底設導坑が該箇所にきてから5年8ヶ月の歲月を要し、東口の「ガン」と云はれた温泉餘土は此處に全く征服しおへたのである。