

第十章 排水設備

第一節 着手當時の排水計畫

當初の丹那隧道の排水計畫は東西兩口共幅 2'-6"、深 1'-6" の排水溝を隧道中心に設け東口は坑口より加茂川に、西口は一旦本線側溝に沿うて排出し眞無川に流下せしむるものであつた。排水溝としては當時最大の断面を有して居たのであるが、後段に述ぶる様に之では狭少を告げて排水溝の増設となり、最後には水抜坑設置の止むを得ざる状況となつたのである。以下排水溝施設の歴史を語ると共に種々の工事に際して必要であつた排水設備に就いて記すこととする。

第二節 西口 5,000 呎迄の排水施設

西口は坑門より 930 呎までは當初の計畫で施工していつた。此の時底設導坑は既に 4,500 呎附近まで進行して坑奥湧水は約 8 個に達せんとし更に今後の掘進に對しては著しき増加を豫測されたのでより坑奥方の排水溝は幅 3'-0" 深 2'-0" に變更して坑門より 4,686 呎まで此の断面で施工した。

隧道掘鑿に依る湧水を排除するには底設導坑の掘進と共に中心に下水を設け、切擴掘鑿の施工並に壘築完了後も設計に依るコンクリート排水溝の出来るまでは坑奥の湧水を之に依つて流下して居つた。それ故排水溝コンクリートの施工には先づ此の下水を處理する事が必要とせられたのでコンクリートを一區間(約 300 呎)施工毎に側壁との間に假下水を掘鑿し之に坑奥湧水の大部分を流下し漏水と排水溝掘鑿に依る湧水を唧筒に依つて既設排水溝に排出した。以上の方法は一般的で暫く繰り返されて居つたが坑奥湧水が増加するに隨つて前記水廻しの爲めの假下水の断面も相當大きなものを必要とせられる様になつた、つまり一つの排水溝を設くるに際し所要掘鑿坪の 2 倍に近いものを掘ることとなつて來た。尙此の假下水には松板の木樋を用ひたが上を土運車や材料運搬車牛馬(後には蓄電池機關車)等が通るので、1 寸 2 分以上の厚さの松板を用ひたので相當の經費を要したのである。導坑掘進當時設けた下水は切擴や壘築施工までには断面小なる爲め何れも排水不能となり新に大きな断面の假下水を設けた。坑奥湧水の急速なる増加が原因して居るのは勿論であるが、坑門より 4,900 呎附近まで導坑の進行が割合に順調であり切擴と壘築が比較的遅れ従つて排水溝が著しく遅延して、坑奥排水の圓滑を缺いた爲の様である。底設導坑 1,100 呎附近までは少量の湧水であつたが、それより坑奥に掘進するに従ひ天端より少量の湧水を生じ更に轉在して湧水箇所が現

れ 2,850 呎附近よりは漸次増加し始めた。3,600 呎附近に於ては約 6 個に達し下水に依る排水が不良の爲め導坑の掘進も困難になつて來たので 1,749 呎より 3,300 呎までの間に幅 2'-3" 深 1'-0" の假下水(木樋伏設)を設けた。(勿論導坑掘鑿當時布設の断面小なる下水はあつた。)導坑は 4,700 呎附近まで掘進し、湧水は漸次増加して 8 個餘となつたので前區間と同じ断面の假下水を 3,960 呎まで延長した。更に掘進して 4,940 呎(斷層)附近に達したとき坑奥湧水は急速に増加し(約 12 個)下水外に溢れ途中切擴や坑奥掘進を妨げるので 3,960 呎から 4,889 呎の間に又幅 2'-6" 深 1'-3" の假下水を設け更に排水溝の完成終端 2,640 呎より 3,564 呎間に幅 1'-6" 深 1'-3" の假下水を増設し尙 3,564 呎より 3,900 呎間は坑奥方の断面(2'-6"×1'-3")と同様のものに改築した。

底設導坑は 4,940 呎にて地質調査の爲め施された試錐孔より噴出する湧水の状態により斷層背後の湧水の多量なることは充分推測された。4,950 呎工事に詳細に説明してある通り北側迂廻坑(右側坑道)は苦心の末斷層裏側に掘進することが出來た、此の北側坑道は斷層箇所を突破するや坑奥湧水は俄然増加し坑道内は大洪水の状態となつたので一時掘進を中止し下水の改築に取掛つた。

改築下水の断面は幅 2'-6" 深 2'-0" であつたが断面小なる坑道内にて水中の作業故非常なる困難を來した。再び掘進に着手した所此の附近は裂目多き安山岩で地質は至つて良かつたが切端より噴出する湧水の爲水の深さは鑿岩夫の膝まであり掘鑿盤が上るので掘進と交互に下水を掘つて水位を下げることに逐はれた。斯くして居る内坑奥湧水は約 13 個に増加した。此のときコンクリート排水溝は 4,455 呎まで施工されて居つたが當初施工した坑門から 930 呎間の排水溝は漸く 10.7 個を流下する断面だつたので湧水は施工基面上に溢れ出し電車の運轉は不能となつた。依つて坑口から 930 呎間に補助假下水を設けた。即ち既設排水溝の北側側壁に沿ひて掘鑿し幅 2'-0" 深 1'-6" の木樋を布設したのである。此の補助下水増設工事中は排水溝断面の變り目より稍々坑奥方(坑門起點 1,050 呎附近)に口径 8 吋と 10 吋の電動唧筒を据付け隧道の側壁に沿ひ布設されてあつた徑 30 吋の換氣管に排出して坑外本線側溝に流下し排水溝から溢れ出すのを防いで居つた。

話は坑奥排水の事に戻るが、北側坑道内の下水の改築を終つて掘進を續けた所、湧水は 16 個餘に増加した。坑道が迂曲せる關係で流速が遅い爲め水位は著しく上昇し、坑奥の掘鑿は勿論礮の搬出や材料運搬にも支障を來す様になつたので坑道の入口附近(坑門起點 4,800 呎)に口径 8 吋の電動唧筒を据付け自然流下に依る流速を補足して水位の低下をはかつた。

以上の様なことで坑奥排水に苦心して居るうちに本線の疊築は追付いて來て 4,768 呎まで完成し一時休止することとなつた。コンクリート排水溝は 4,450 呎まで進んで居たが坑奥湧水が 16 個餘にもなつたので曩に述べた通り排水溝の掘鑿に先だち水廻しの爲め設ける假下水の掘鑿が可成大き

な断面となり其の施工は容易でなくなつて來た。依つて坑奥に口径 8 吋電動唧筒 3 臺を据付け矢張り本線側壁に沿ひ布設してあつた 30 吋の換氣管に排出することにして湧水の一部を假下水によらず處理することとし、漸く混凝土排水溝工事を進めることが出来る様になり 4,686 呎まで完成した。此の時混凝土排水溝終端より坑奥本線の假下水は幅 2'-6" 深 1'-3" のものであつたが之も幅 3'-0" 深 2'-0" に改築した。斯くて兎も角本線切擴並に疊築完了區間の排水設備は整備せる状態となつたが北側坑道より坑奥導坑内は湧水益々猛烈となり作業の困難は其の極に達した。漸くにして坑奥より背進せる底設導坑は斷層箇所を突破して目度く貫通することが出來た。之に大下水を設くときは坑奥湧水排除の問題は一時解決せらるゝので之に多大の望みを掛けて居つたのであつた。然るに斷層箇所は貫通後間もなく加脊擴げの爲の縫返作業中大崩壊事故を惹起した。斯くして坑奥の作業は、崩壊箇所片付作業の終了する迄一時休止の止むなき状態となつたが、再び着手の時來るも坑奥湧水排除の方法は全く行詰り根本的に打開の方法を講じねばならなくなつた。

第三節 東口 8,000 呎迄の排水施設

大正 7 年 4 月導坑掘鑿に着手以來掘鑿の進行に伴ひ幾分かの湧水は漸次遞増したが特別な設備を設けて處理する程ではなかつた。聽て導坑の掘進が 900 呎に達した時毎秒約 1 個の湧水に遭遇し假下水の必要に迫られ導坑盤に假溝を設けて排水した。併し此の水は漸次減少して作業を妨げる様な事もなかつた。大正 8 年 8 月底設導坑の掘進が 1,410 呎に達した時突然毎秒約 2 個の湧水に遭遇した。掘鑿の進行と共に相當の湧水は豫期して居つたが未だ排水の設備充分で無かつた爲め運搬線路を浸し凡ての作業は滯滞を來した。茲に於て木樋を布設すると共に一方兼て計畫された 2'-6"×1'-6" の排水溝を隧道中央路面下に逐次疊築の完成を追つて大正 9 年 2 月築造を開始した。之が排水に對する恒久的設備の最初である。3,100 呎より 4,000 呎附近まで掘鑿中相當の湧水があつたが漸次枯渴したので問題にならずに済んだ。

大正 10 年 2 月底設導坑が 4,400 呎附近を掘進中湧水が頗る増加したので 798 呎以奥の排水溝断面を幅 3 呎深 2 呎に擴大した。併し湧水の増加は各部の掘進に伴ひ漸く著しく排水溝は尙其の断面を擴大するの必要に迫られ 3,470 呎以奥延長 1,254 呎間を 4'-0"×3'-0" とし坑門附近の小断面部分は必要に應じ後日改築する計畫で進行した。

工事作業區間に於ける湧水の處理には勾配の緩なる關係もあつて少からず困難した。大正 12 年 5 月 4,300 呎附近より以奥は湧水の増加が尙著しく木樋の假下水は礮の沈澱或は爆破の爲めに破壊して疏水を妨げられる事多く底設導坑は路面上尺餘の滯水状態となり坑車の出入に愈々窮する様になつたので電動ポンプにより排水溝完成の位置まで木管或は鐵管を用ひて之を導き排水し坑奥水位の低下に努めた。

此の當時が排水の處置に最も困難した時代で丹那隧道獨特の水抜坑の創案も實に茲に胚胎して居るのであつた。

大正 13 年 11 月底設導坑の掘進が 8,250 呎附近に達した時毎秒約 2 個の湧水に遭遇し總湧水量は毎秒約 12 個を算し水との戦は愈々苦戦に陥つた。以下第四節、第五節、第六節は東口 8,000 呎迄の各工事に於ける排水に就いて述べたものである。

第四節 底設導坑に於ける排水

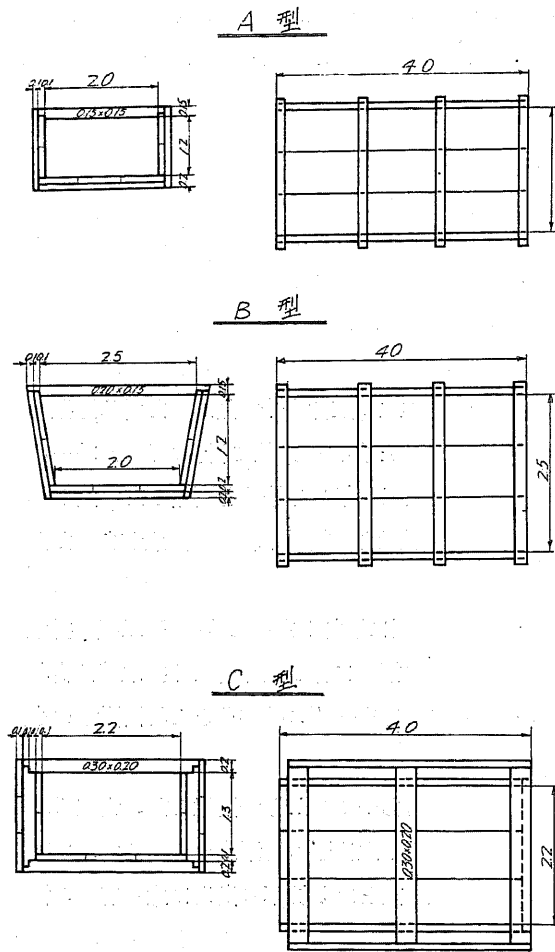
掘鑿着手當時地質は安山岩で湧水と云ふ程の水もなく従つて排水に對し特殊な設備の必要もなかつたが、大正 8 年 3 月掘進 900 呎に達し

毎秒約 1 個の湧水に遭ひ 920 呎に於て少量の微温湯の湧出するを見た（現在でも水抜溝に湧出して居る）之は一時將來の湧水温度に就いて相當問題となつたが、全隧道を通じて温泉とも名づくべきものは全くなく此處のみで済んだのは幸であつた。

茲に於て初めて導坑線路敷に幅 1.5 呎深 0.8 呎の假排水溝を穿ち掘進したが湧水は何れも漸次減少した。

大正 8 年 8 月掘進 1,410 呎に於て毎秒約 2 個の湧水に遭遇した。此處は地表に於て梅園加茂川の溪流直下に當り（地表まで約 180 呎）相當の湧水ある事を豫め認められて居つた處で時日を経過するも減少の模様なく坑門附近まで導坑路面を浸し排水圓滑を缺き作業にも影響する所が多いので左圖に示す様な木樋を伏設して當座の難を凌いだ。

大正 10 年 2 月掘進が 4,400 呎附近に達した時毎秒約 3 個の湧水に遭遇した。同所附近は節理に富む脆弱な安山岩で掘



第 222 圖 排水用木樋圖

鑿にも極めて困難した箇所であつた。尙工事の作業區域は漸く擴大し從來木樋の假下水にては爆破又は坑車の交通の爲め破損もし又礫の落下等の爲め疎水を妨げられ排水の設備が、次第に研究問題となつたが、坑門よりの排水溝も本線疊築の完了を追ふて進行したのと導坑切擴等の掘鑿も地質不良の爲め進行も鈍つた様な關係で排水の問題も之以上に展開を見ずに居つた。

4,600 呎より 7,500 呎附近は地質概ね良好にして凡ての作業は圓滑に進行した。東口全體を通じて最も得意の時代であつて作業は順調であつた。

併し湧水も亦多量で一部は時の経過と共に枯渴するものもあつたが、漸く遞増して底設導坑のみで其の量は毎秒 5 個を下らなかつた。

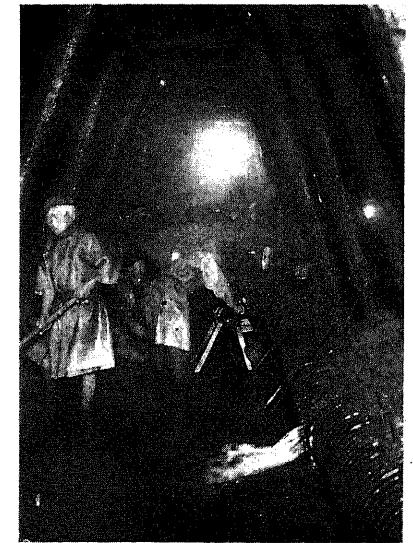
こんな調子で切擴疊築等の作業は長區間に亘つて施工され假下水は破壊又は埋没して疎水を阻害する事頗る頻繁なので、木樋を改良したが大同小異で所期の目的を達する事は出来ず排水の状態は少しも改善する所がなかつた。そこで又改良した箱樋を施工して幾分其の目的に副ふ事が出来たが經費の嵩む事も亦多大であつた。

導坑の掘進に伴ひ排水の問題は隧道全般の作業に關するので愈々眞剣に考へられる様になつて來た隧道の勾配は 1/440 であつて流れに對しては必ずしも緩かと云ふ程でもないが導坑路面は地質により掘鑿の難易もあつて不陸があり木樋の破損は頻發し礫の堆積と相俟つて疎水を妨げる事多く坑奥は一部分滯水状態尺餘に及び各般の作業益々困難を訴へる様になつた。

大正 12 年 12 月 5,100 呎より坑奥に換氣の目的を以つて内徑 15 吋木管を假下水と併列して布設されてゐたが、此の終點に徑 8 吋電動ポンプ 2 臺を据付け導坑の湧水約 4 個を此の木管を利用して木管内に揚水、排水溝完了の位置まで導水排水した。之で大體坑内の滯水は辛ふじて處理する事が出来凡ての作業は小康を得て比較的順調に進捗した。

併し停電又は機械的の故障は之を免かれず其の都度作業に及ぼす影響は甚大なものであつた。斯くして排水に腐心し是努めたが導坑長區間に亘り切上り漏斗及第 3 柱等の施行箇所は各交代毎に假下水を埋没し、之が掃除保守には亦絶大な努力を要し其の人工は毎日十數人を下らなかつた。

換氣管は遂に排水管となり、8,000 呎までの底設導坑は全く水に對する難業其のものであつた。



第 223 圖 排水に使用したる木管

第五節 側壁壘築根掘に於ける排水

本線側壁混泥土の施工に際し根掘は一般に片側 40 呎乃至 50 呎の區間を掘鑿した深さも 2 呎内外なので排水設備として大規模の設備は必要としなかつた。湧水の少量の間は人力によりバケツの類にて水換して間に合つて居つた。然るに漸く坑奥に進むに従ひ湧水も次第に多く人力のみよる事は不可能となり電動ポンプによるの必要に迫られた。所が側壁の根掘は毎日施行箇所が移動し従つてポンプの移動と共に動力送電線の延長等其の煩に堪えず湧水が多量で止むを得ない場合の外カメロンポンプ及オーシントンポンプを使用した。此所で使用したカメロンポンプはインガソルランド 5-B で毎秒 1/3 個の能力で電動渦巻ポンプ程の能力はないが移動も比較的容易な上、動力は壓縮空氣なので鑿岩機用の壓縮空氣送氣管より隨所に得られ取扱ひも至極簡單で壘築根掘其他少量の排水には極めて重寶で最後まで使用された。

第六節 排水溝施工中に於ける排水

排水溝は本線壘築完了後相當區間宛掘鑿施工するを標準とした、大正 9 年 2 月第 1 回最初の施工として坑門より 300 呎間 2'-6"×1'-6" の断面を以つて工事に着手した。

此の當時は湧水も少く排水も亦簡單に行はれた。即ち 300 呎の奥端にダルマポンプを据えて坑奥よりの流水を搾取側壁混泥土に沿うて假下水を掘り之に導水して坑外に導いた。途中からの湧水は殆どない程度であつた。

次で 300 呎より 900 呎間を起工した。此の時は導坑、切擴共漸く進行して湧水も次第に増加しダルマポンプのみでは處理する事が困難となつた。そこで 900 呎坑奥の水は足踏み水車により揚水して側壁に沿へる假下水に導き排水し途中の湧水は之をダルマポンプにより揚水處理して何とか處理する事が出来た。當時底設導坑は 4,400 呎附近を掘進中で湧水量は頓に増大した頃なので排水溝の断面も擴大された。

第 3 回は 900 呎より 1,500 呎までの間を築造した。此の時は前述の様に湧水次第に増し水車位では到底處理困難となり作業奥端に 6 吋電動渦巻ポンプを据えて前回の如く假排水路により排水溝完成の位置まで導き排水した、次ぎに第 4 回は 1,500 呎より 3,465 呎までを施工した。此の當時は導坑は 5,000 呎以上に達し切擴區間も延長され湧水は益々増加の道程をたどりつゝあつたので排水には相當困難を豫想された。そこで 3,465 呎に口径 10 吋及 8 吋の電動渦巻ポンプ各 1 臺を設備し假下水も從來のものでは満足出来ず、側壁に沿うて布設された換氣用鐵管内徑 30 吋を臨時使用し（換氣管は製作布設中で未だ換氣機の運轉は開始されて居なかつた）此の管内に揚水し排水溝完成の箇所まで導水排水した。尙途中の湧水に對しては 4 吋電動ポンプ等を用ひて混泥土の施工

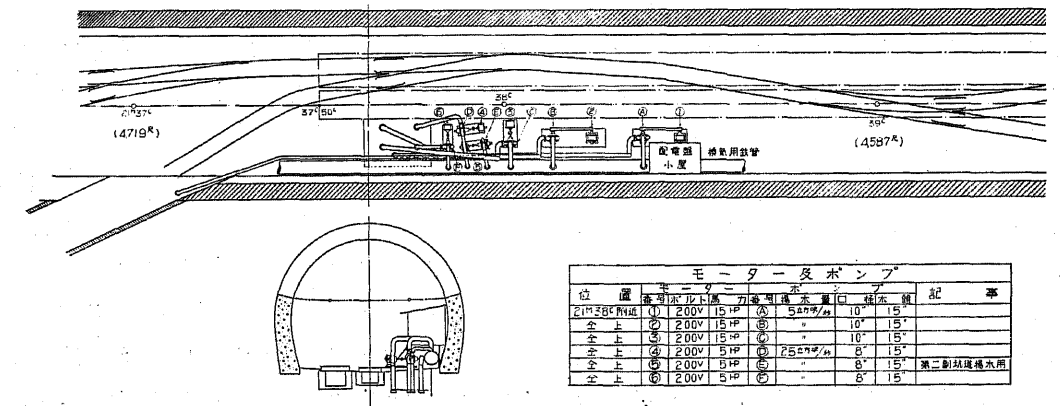
を助けたのである。

次に第五回目の排水溝の築造は 3,465 呎より 4,800 呎迄であつた。大正 13 年 9 月之が工事に着手當時導坑は 8,000 呎に達し湧水も益々加はり、3,645 呎に於て毎秒 6 個數ふるに至つた。此の水は今後掘進と共に益々増加する事は豫想に難くないので排水溝の断面も 4.0 呎×3.0 呎と云ふ老大なものに擴大され従つて排水溝の施工にも一段と困難する様になつた。尙之が工事作業區間は材料運搬線は複線を使用する事不可能となり坑奥への線路は單線とし一線は専ら排水溝工事に充當する事とした。

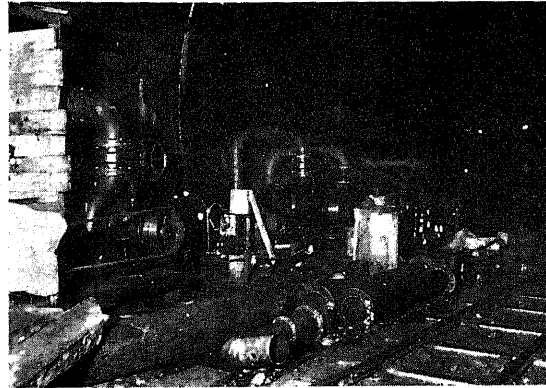
此の時は排水用として前述の如く換氣管を使用する事は出来ず（換氣機は常時運轉されて居た）特に 15 吋鐵管を作製側壁に沿へる換氣管の上部に布設し排水用に當て 4,800 呎附近に口径 10 吋電動ポンプ 2 臺を設備して坑奥よりの流水に備へ 3,450 呎には 8 吋電動ポンプを据て途中よりの湧水を搾取揚水し尙途中局部的の湧水は 8 吋、6 吋、4 吋等適宜のポンプにより處理し宛然電動ポンプの陳列であつた。此の様な状態で排水溝の工事は進められ大正 15 年 4 月水抜坑が 8,000 呎附近まで達すると同じ頃排水溝も 8,000 呎に達したのであつた。

第七節 西口 5,000 呎附近第 2 副坑道の掘鑿と排水溝の増設

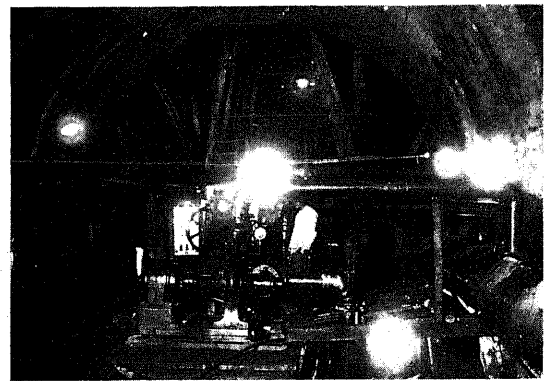
4,950 呎附近斷層箇所 の 崩壞の爲坑奥主體隧道の切擴掘鑿及壘築は北側坑道のみを通じて施工することとなつたので施工は益々困難となつた。該坑道は断面狹隘の上前述の通りの湧水であるから此の坑道のみによつて坑奥の進行を計るのは不可能であつたので新に斷層附近を迂迴する第 2 の坑道（第 2 副坑道）を掘鑿し材料及礮の運搬を圓滑ならしめ同時に坑奥湧水も處理することとなつた。本坑道の掘鑿に依る湧水も亦可成多かつたが唧筒を使つて排出した。坑奥底設導坑は集塊岩で



第 224 圖 西口國起 21 哩八鎖附近坑内排水用唧筒据付圖



第 225 圖 西口 4,700 呎附近に於ける排水唧筒運轉状況



第 226 圖 西口坑内に於ける排水唧筒運轉状況

の 698 呎を掘進して底設導坑（坑門起點 5,412 呎）に連絡した、此のとき坑奥湧水は 24 個に増加して居つたが該副坑道に流下されたので最早や行詰りの状態であつた坑奥導坑掘鑿の困難も大分緩和された。

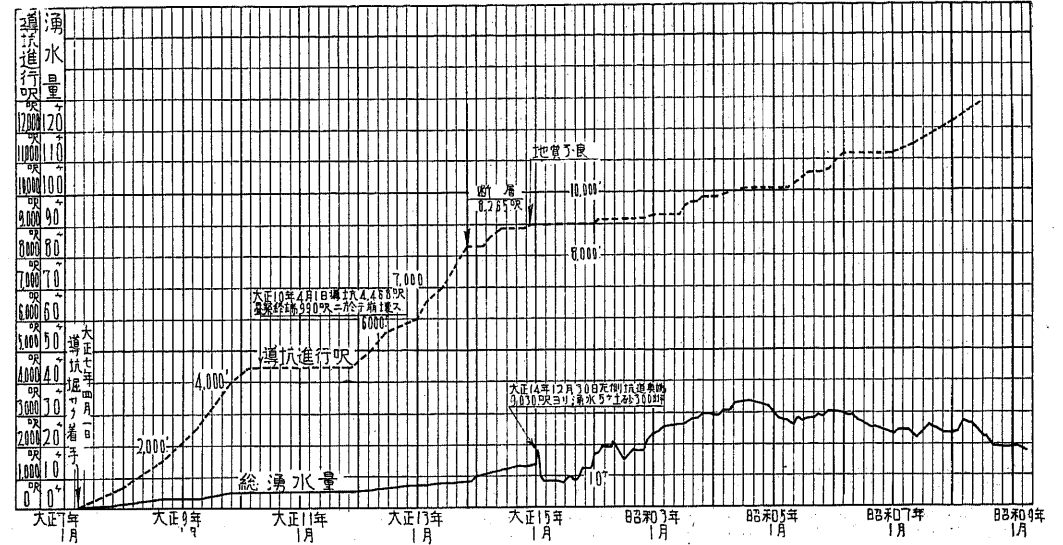
5,000 呎以奥の掘鑿に際し假下水の延長は湧水未だ 13 個當時ですら腰部まで水中に浸つて作業し非常な困難をなめてゐたが今 20 個餘の湧水となつては到底施工の仕様がなかつたので假下水は問題外となり之を設けず掘進することとなつた。其の當時は既に湧水内作業は防水着も用意され湧水内の作業の訓練も積んで来たのであつた。併し従事員の艱苦は一通りでなく先端に居る鑿岩夫は豪雨中河の中で作業をなすと同様で材料運搬や礪出の際は舟に積んだ荷物を押し歩く様な状態であつた。礪車を押出す際脱線の際は大分困つたが比較的樂で、支保工材の運搬や空車の押込みは水に逆ふこととなるので仲々困難であつた。

地質が良かったので大分進行する様になつた。併し坑奥湧水は依然激増の一途で 5,800 呎附近に達したときは約 20 個になつた。隧道中心に設けた坑口から 4,686 呎間の排水溝は之又漸く 21 個を流下し得るに過ぎない断面である爲め坑奥湧水が此の排水溝で流下不能になるのも間近に迫つて来たので第 2 副坑道入口より坑口までの排水溝増設を施行した。

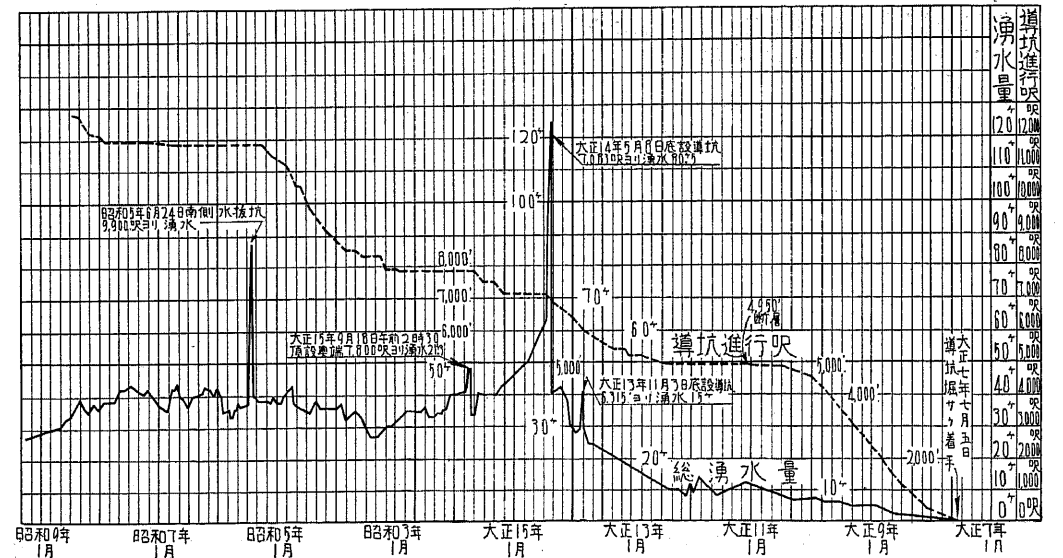
此の増設排水溝は幅 3'-6" 深 2'-9"（流量 43 個）の断面で既設排水溝と南側本線側壁との間に施工した。尙之に伴ひ坑外側溝の擴張及眞梨川への排水路の増設工事も必要となり、續いて施工された。

第八節 西口 5,000 呎以奥の排水に就て

底設導坑は作業困難ながらも地質良好であつた爲、意外に順調の進行が續き 6,263 呎に達したとき第 2 副坑道は豫定



第 227 圖 丹那隧道東口坑内湧水圖表



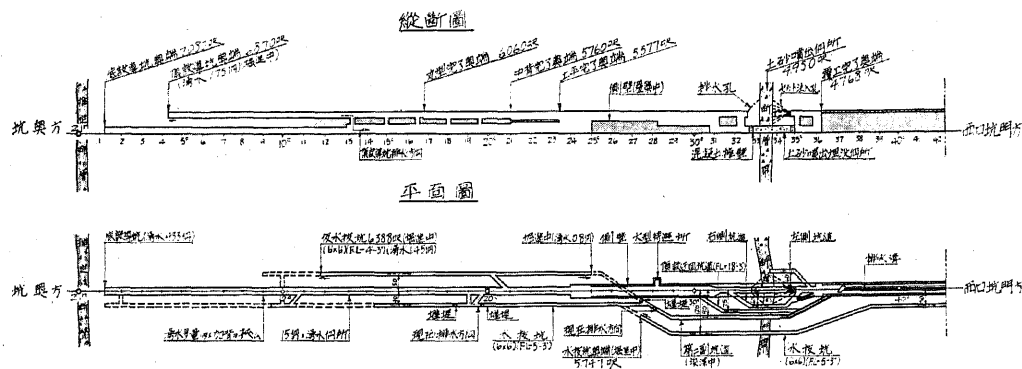
第 228 圖 丹那隧道西口坑内湧水圖表

第九節 水拔坑の新設

西口 5,000 呎附近第 2 副坑道掘鑿の使命は前述の如く坑奥の湧水を排除し施工を容易ならしむるのであつたが、其の延長 698 呎を掘進するには可成の時日を要したので底設導坑も亦 800 呎を掘進し、従つて湧水量も著しく増加したから第 2 副坑道が完成し湧水を之に流下しても、尙坑奥方は切擴や壘築の施工の際は排水に困難した。依つて更に坑奥方の湧水を排除する爲め主體隧道の断面外へ水拔坑(此の水拔坑は坑口より隧道全體を通ずる水拔坑新設の案の決定する以前のものである)を掘鑿することとなつた。

此の水拔坑は入口を第 2 副坑道の途中に設け本線との中心間隔を 40'~0" にとり本線施工基面より 4'-3" 低く掘鑿した、そして入口は第 2 副坑道の軌條面(本線 F. L. 同面)より下り込み礫及材料の運搬にはホイストを用ひ掘進に伴ふ湧水は口径 10 吋電動唧筒を使用して第 2 副坑道に排出したのであるが其の進行 644 呎に達したとき坑道内の湧水も亦著しく増加し唧筒の排水能力も不足になつて來たのみならず狹隘な坑道の延伸は礫の搬出等にも支障を生じ従つて進行にも影響する様になつた。

一方又底設導坑では(水拔坑掘鑿着手間もなく導坑奥端(6,315 呎)より俄然 15 個の大湧水あり總量一躍 40 個に達したのであつた。後漸次減少したけれ共尙 30 個の湧水の中で切擴作業を施工中であつた爲め湧水を水拔坑に流下することを急いで居つた。



第 229 圖 丹那隧道西口坑内掘鑿状況圖

依つて水拔坑の奥端附近に本線より下り込みの斜坑を設けホイスト排水唧筒等の設備を此處に移し逆流を防ぐメ切を施工して底設導坑への聯絡排水坑を掘鑿し坑奥湧水を水拔坑に流下した。尙第 2 副坑道入口は該坑道の水路敷に聯絡する様掘下げ自然流下とした、かくて水拔坑は再び新設斜坑

を入口とし掘進したが湧水多き爲め更に口径 8 吋と 10 吋の唧筒を各 1 臺づゝ据付けた、而して第 2 副坑道入口より 756 呎(坑口起點 6,105 呎)の進行を見たとき、隧道完成までの坑奥湧水の増加を考慮せられ坑口より隧道全延長に亘る水拔坑を施行することとなつた。

故に本水拔坑も亦以奥は覆工厚を含む断面に変更し掘鑿していつた。又掘鑿済部分は坑口より施工の水拔坑の進行に伴ひ後日断面を擴張して覆工を施工した。斯くして、東口も將來の湧水増加が想像されたので、東西兩口とも坑口より隧道全區間を通じて水拔坑を設置することとなつたのである。東口の湧水量は西口の約半ばであつた。

西口でいよいよ坑口よりの水拔坑掘鑿に着手するとまもなく、底設導坑は 7,008 呎に達し、大正 14 年 5 月 8 日、123 個の大湧水を見るに至つた。此の大湧水の爲に工事は一頓坐を來したが、之を期として水拔坑は、底設導坑よりも先進することとなり、此の後底設導坑並に本線切擴げ作業は非常に容易となつたのである。

大湧水の原因は泥岩層が隔壁作用をなし、坑奥 1,000 呎に亘る砂層中及其の上部の集塊岩層中に貯溜された地下水が一舉に奔出して來たのであつて、坑奥掘鑿後判明したのであつた。

水拔坑の産れ出する悩みは上述の如く慘憺たる排水始末に悩んだあげくであつたが、其の後の掘鑿特に難關に遭遇しての水拔坑の活躍は特殊篇に述べる如く別の意味で即ち掘鑿後の湧水の後始末よりも、掘鑿壘築の先驅となつて水拔坑掘進後は本線の作業は非常に楽になつたのである。

上述せる如く、水拔坑決定以前に水拔坑の前身があつて、非常に必要であつた事は議論の餘地ない所である。西口に於ては、水が増加し始めた 5,000 呎より大出水を見た 7,000 呎附近迄が、水の多い所で水拔坑がなく、作業としては甚だ難澁し、切擴區間で發破の爲に土平の礫が線路を防いだ時又は漏斗から礫が澤山落ちたとき等は忽ち底設導坑の湧水を堰き上げて、底設導坑の仕事が出來なくなる等非常に困つたのである。

東口は大正 14 年 4 月水拔坑掘鑿の工事に着手し約 1 ヶ年で 8,100 呎迄の水拔坑を完成した。之より先本線 8,100 呎より北側に分岐迂廻した迂廻坑の盤を掘り下げて水拔坑とし以奥は本線北側を掘進することとし大正 14 年 2 月之が工事に着手したのが東口に於ける水拔坑掘鑿の最初であつた。之は後に坑口より開鑿さるべき水拔坑に連絡された。それ迄は低盤に於ける湧水を 8,100 呎の大壁穴内に設けられた水槽に導き、茲に設備された口径 10 吋及 12 吋電動渦巻ポンプ 2 臺により揚水本線排水溝に通じて排水した。

水拔坑の盤は本線施行基面下 5'-6" とし大いさは内法 6'×6' 呎にて頂部は半径 3 呎 6 吋の缺圓を以つて覆ひ混凝土巻とした。

之が掘鑿には本線竣功部分各所より(約 20 鎖毎)横坑を以つて連絡し地質も豫想されて居たので容易に開鑿する事が出來た。排水は各横坑毎に適當な電動渦巻ポンプを据えて揚水排水した。停電

とか機械的故障の際には全く滞水して掘鑿不能に陥る事もあつたが、それ以外は排水の爲めに困難する程の事もなかつた。

大正 14 年 4 月 8,100 呎附近までの水抜坑完成し坑内の滞水は一掃され排水設備に一大革新を齎した。

第十節 東口 8,000 呎以奥の排水

大正 14 年底設導坑が 8,500 呎附近の温泉餘土中に突入し掘進は益々困難となり大正 15 年より昭和 2 年に互り土砂流出の事故頻發し本線の掘進は全く前途暗澹たるものがあつた。當地水抜坑は着々工を進め 15 年 4 月には 8,800 呎附近まで完成された。

これから後は地質の調査も兼ねて専ら此の水抜坑を先進する事となり本線の導坑及切坑は此のパイロット水抜坑に誘導される結果となつたので本線の湧水は適當の箇所にて此の水抜坑に排水し湧水の処理には極めて好都合にて排水に困難する事は全々無くなつた、又 9,000 呎附近より以奥は概して地質は集塊岩で水は極めて多く含んで居つたが、先進した水抜坑に滲透して本線に於て作業する頃は部分的に湧水はあつたが殆ど湧水と認むべきもなく湧水の始末は極めて簡単であつた。

然るに水抜坑は此の地下水を多量に持つて居る處女地帯に突入するので、終始水との戦であつた。従つて 9,000 呎附近以奥の排水としての仕事は全く水抜坑の掘進であつて其の設備も水抜坑の排水設備に外ならないのである。

水抜坑盤は前述の通り本線施工基面下 5'—6" を標準にして本線の勾配と並行したが 9,200 呎附近の湧水は 1 つの切端より毎秒 5—7 個と云ふ大量で本線と同じ 1/440 勾配ではいつも切端に於て相當の水深を有し此の緩勾配に路盤を保つ事が困難であつた。従つて自然水抜坑盤は上昇し勝ちで後に水中に於ける盤下げ作業は仲々困難であつた。

昭和 3 年 3 月北側水抜坑 8,600 呎附近の壘築が破損した爲め 8,350 呎附近より 9,200 呎附近までの第 2 北側水抜坑開鑿に當り之が勾配を約 1/1000 とし終端に於て本線施工基面下 6'—9" とし之を 9,900 呎附近まで保ち 10,100 呎附近に於て再び水抜坑盤を本線施工基面下 5'—6" に扛上し、本線勾配も 9,873 呎以奥は 1/330 に變更されたので此の 2 つの條件は益々水抜坑の疎水を圓滑にして坑奥の滞水を低下して行つた。

昭和 5 年 6 月頃水抜坑が 10,200 呎附近に達した當時は水抜坑の掘進はポンプを用ひず 1/330 の勾配で自然流下の下に切端の水深は約 1.0 呎以下に低下し大した困難もない程度となつたのでそれ以來ポンプは全々用ひず湧水、土砂流出等の事故があつても自然流下で済んだ、又停電とかポンプの故障による作業上に及す危険とか蹉跌と云ふ様な事もなくなつて排水に對する凡てが解決に近づいて行つた、やがて其の時は隧道の貫通も目前に迫つた時であつた。

水抜坑を先進するに如何に困難したかは此の排水の項で記す必要もないが少し遡つて 9,000 呎附近より 10,000 呎附近まで湧水最も多く水抜坑の滞水が 2 呎位に及びポンプにのみよつて排水した當時のポンプの配備を記して置く事とする。

昭和 3 年 3 月北側水抜坑の右迂廻坑が 9,200 呎附近の大湧水地帯を掘進して大斷層に逢着セメント注入を施し一段落を遂げ同年 9 月 9,200 呎以奥に第 2 北側水抜坑を進めるに當り先づ斷層突破後の湧水を豫想し 9,150 呎附近にポンプ座を設け口径 15 吋及 12 吋の渦巻電動ポンプ 2 臺を設備した、此の並列運轉に依り約 350 呎 (9,500 呎まで) を掘進する事が出来た、併し終端に於ては尺餘の滞水は免れなかつた。

昭和 3 年 11 月底設導坑 9,477 呎より右に分岐して北側水抜坑を先進する事となり、茲に又ポンプの設備が必要となり 9,500 呎附近に水槽と共にポンプ座を設け口径 15 吋及 12 吋電動渦巻ポンプを設備し約 600 呎を掘進し 4 年 10 月水抜坑は 10,122 呎に達したが、地質不良の爲め北側水抜坑は遂に放棄するの止むなきに立ち到つた。此のポンプ揚水による排水は一旦何等かの故障によりポンプの運轉不能となるや忽ち水槽箇所にてける堰堤による水位の上昇は坑奥に及び作業員は半身を水に浸して避難すると云ふ事が往々あつた。

昭和 4 年 11 月水抜坑は北側掘進の見込覺束なきを以て 9,913 呎に於て本線を横斷し南側を掘進する事となり之が掘鑿着手に當りポンプ座も次第に坑奥に移動するの必要に迫られ 9,870 呎附近に水槽と共にポンプ座を設け口径 15 吋 1 基、口径 10 吋 2 基の電動渦巻ポンプを設備し坑奥の排水に備へた。

南側水抜坑は前述の通り 10,078 呎に於て在來本線施工基面下 6'—9" であつた路面を約 1 呎扛上して 5'—6" としたのと勾配も本線に準じ 1/330 となつた爲め急に流速を高め、昭和 5 年 6 月 10,200 呎附近掘進中は殆んどポンプの危介ならず、自然流下で作業に差支ない様になりポンプ設備を撤去し其の後の水抜坑掘鑿には殆んどポンプを用ひなかつたのである。

水抜坑の掘鑿に對するポンプの配備は大略上述の通りであつたが、壘築に就いても湧水箇所は仲々困難した。湧水多量區間は到底混凝土の壘築不可能の爲め 9,250 呎附近一部は楯構掘鑿に用ひた鐵製セグメントの覆工を施した箇所もある、それから前にも度々繰り返した通り地質は集塊岩多き爲め水の滲透容易のため大部分は時日の経過と共に減少するのが常態で壘築も混凝土の流失するのを顧慮して當分は支保工の儘で置き減水を待つて恒久的覆工を施工した、併し地質不良にして掘鑿後直に壘築を必要とする様な箇所は I ビーム其地で構築した鐵製支保構を以て補強した處もある。

時間の経過と共に湧水も減少し本線の進行も相當の距離に達し前途の光明にも次第に近付きつゝあるを以て、昭和 6 年 11 月 9,150 呎附近以奥の壘築に着手した。此の排水の方法は掘鑿の際と同様部分的に區劃をなし坑奥よりの流水をポンプにより排水し途中の湧水は下流に於て同じくポン

プを以つて揚水排除した、併し場所によつては側壁混凝土根入中の滞水は排除困難にて水中施工の部分もあつた、斯して一定区間の測壁混凝土の施工終了を俟つてポンプを撤去通水し穹拱の施工は全く流水の中で作業した、此の當時は天井より湧水ある箇所は少く防水工を施した處は一少部分に過ぎなかつた。

此の水抜坑は最後に坑門より一貫して1本を残し不要のものは全部礫を顛充して埋戻した。東口に於ける本線以外の水抜坑其他として掘鑿した坑道の延長は 21,000 呎に及び此の掘鑿數量は 5,800 立坪を越して本線に比し延長に於て約 1.6 倍數量に於て約 13% となつた。

水抜坑設置以來水抜坑掘鑿困難なる箇所は何れも特殊篇に述べてある通りであり、西口に於ける水抜坑とポンプの問題及其他大體東口と大同小異である、但し水抜坑の壘築の際は水量多き爲水廻しに甚だ苦心し、20 個以上の水を別に導水する際は幾度か憊んだのである。