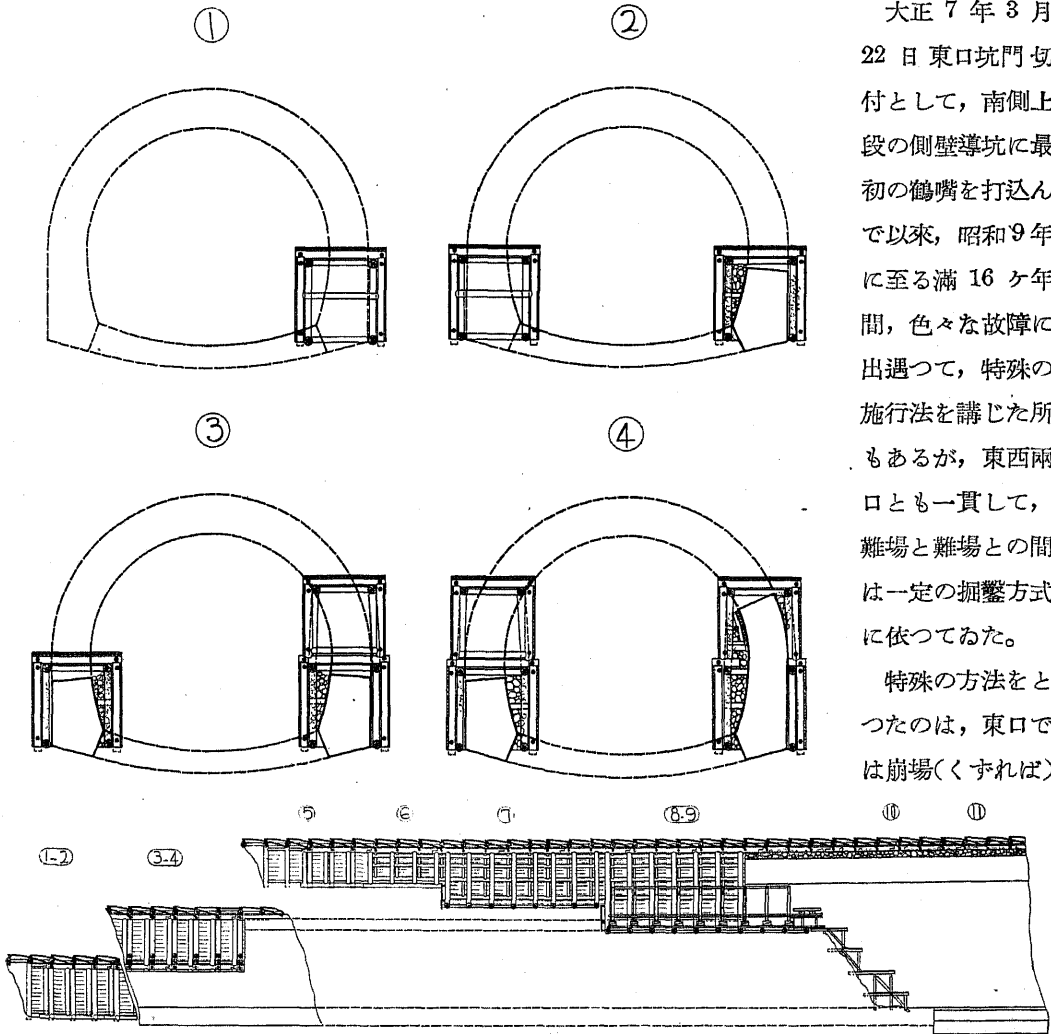


第八章 掘 鑿

第一節 掘 鑿 一 般

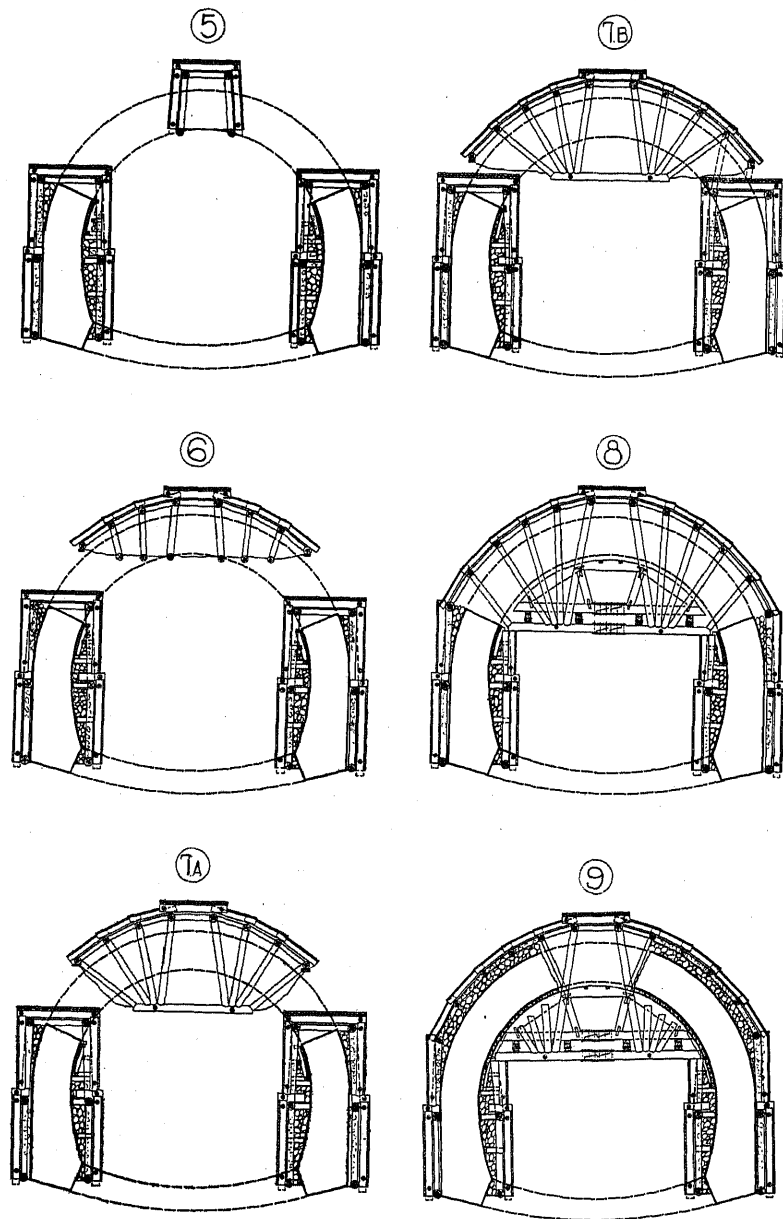
第 163 圖 丹那隧道側壁導坑式掘鑿並に覆工順序圖其 1.



大正 7 年 3 月 22 日 東口坑門切付として、南側上段の側壁導坑に最初の鶴嘴を打込んで以來、昭和 9 年に至る滿 16 ケ年間に、色々な故障に出遇つて、特殊の施行法を講じた所もあるが、東西兩口とも一貫して、難場と難場との間は一一定の掘鑿方式に依つてゐた。

特殊の方法をとつたのは、東口では崩場(くずれば)

第 164 圖 丹那隧道側壁導坑式掘鑿並に覆工順序圖其 2.

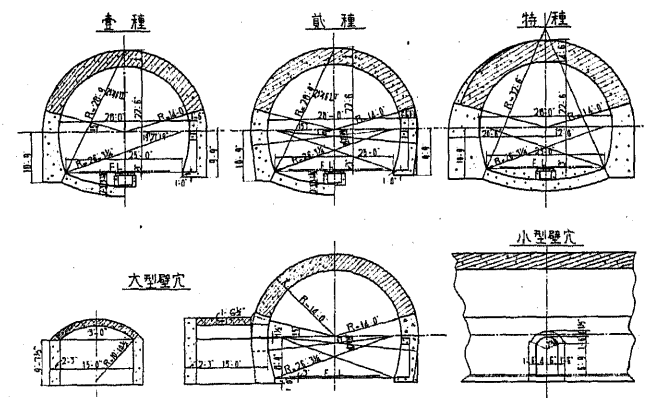


益もなかつたので元通り一本にして導坑を進めたこともあつた。

大正 14 年水抜坑新設の決定して以來、急遽、坑口より坑奥端迄の水抜坑を完成し、尙、坑奥に

と云ふ名稱もあつた程地質が軟弱である上に雨水が滲入する爲に、何回も崩れた形跡が明瞭にわかつてゐた坑門附近、及 4300 呎附近の不良箇所並に 9,000 呎附近の温泉餘土地帯、之等の箇所が側壁導坑式（獨逸式）其他の方法に依つたのである。又西口では 4,950 呎附近である。西口では 4950 呎の少し奥 5,500 呎附近で底設導坑を 2 本に分けて掘進したが、之は湧水量が非常に増加した爲に導坑に受ける湧水量を減ぜんとしたのであつたが、各導坑の湧水量は減少せず、爲に合計の湧水量は 2 倍近くになり何の利

第 166 圖 丹那隧道断面標準圖

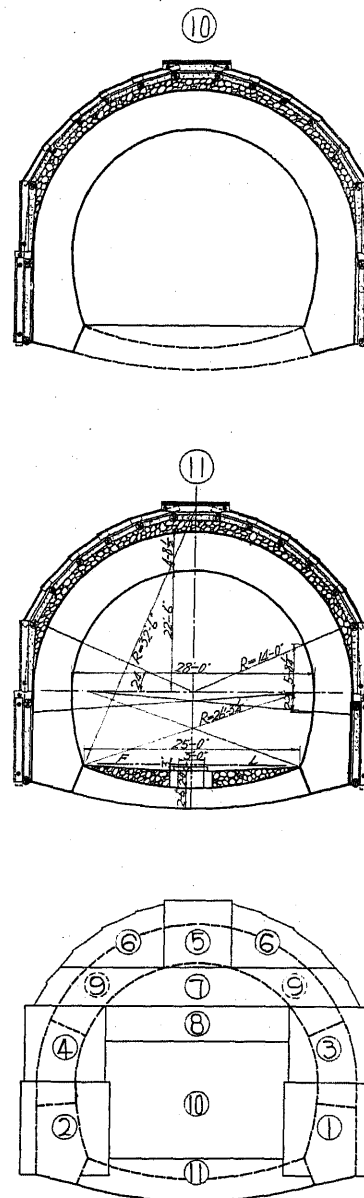
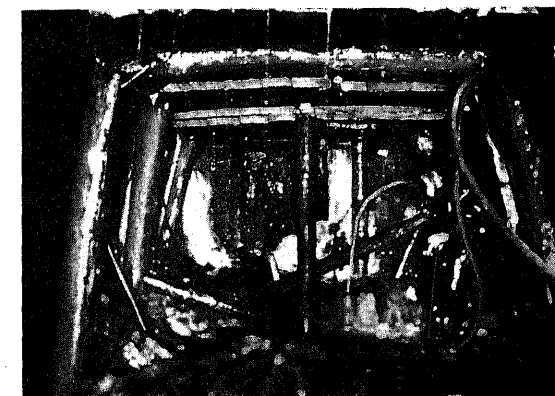


向つても、本線導坑より先んじて掘進することとなり、之が本線掘鑿に好影響を與へたことは甚大であつた。

東口坑門口の掘鑿方式は別として、坑奥の本線掘鑿方式は、宛かも兩口とも難場に向つてから水抜坑が新設せられたので、苦心して湧水多量の中を本線の掘鑿をすることはなかつた。

水抜坑本來の目的は本線排水溝の断面少にして湧水多量

第 167 圖 東口第二南側水抜坑 10,560 呎附近湧水状況



第 165 圖 丹那隧道側壁導坑式掘鑿並に覆工順序圖其三

なるとき、之を流下せしむることが出来ないので、流水處理の方法として出来たものであるが、水抜坑は多量の湧水を坑口まで、無事に流す役目を果たした上に、本線の方から言へば坑奥の湧水排除に非常に役立つのである。水抜坑のことに就ては排水設備の章で述べるが、水抜坑の先進に依つて本線掘鑿は易々と進めたことを、くどくなるが述べて置きたい。若し水抜坑道即ち、本線断面外に坑道を掘鑿しなかつたならば、本線の掘鑿はどうなつたであらう。少くとも竣功期は非常に延び、其の上本線掘鑿に我々の嘗て来た以上の悪戦苦闘を続けねばならなかつたであらう。

丹那隧道には、多くの断層、地質不良の箇所も多かつたが、水さへなければ、非常に楽なものであつた。それ故水を充分に絞り取つてから、即ち、水抜坑が進み底設導坑が進み湧水が相当減少してから切擴掘鑿をすれば、本線掘鑿は大體に於て問題にならなかつた。さうして此の説明は非常に西口の方に當て嵌つてゐる。即ち西口の難場としては、4,950 呎、7,000 呎、12,000 呎の 3 箇所であるが、最初の難關 4,950 呎は、本線を無理矢理に突破せんとした爲に最後には大事故を惹起し、延いては本線切擴げに非常に苦心したが、7,000 呎から 8,000 呎に亙る砂質地帯は、充分に水を取つてから作業したので仕事は楽であつた。尙 12,000 呎は、丹那の最大断層であつたが、崩壊事故は水抜坑であつた爲に本線は普通の方法で切擴げてしまつた。東口では温泉餘土地帯のあつた爲に、水を取り去つた丈では仕事は簡単にすまなかつたが、周囲の湧水がすっかり無くなつてから最後の仕上げの仕事に取り掛つたのである。

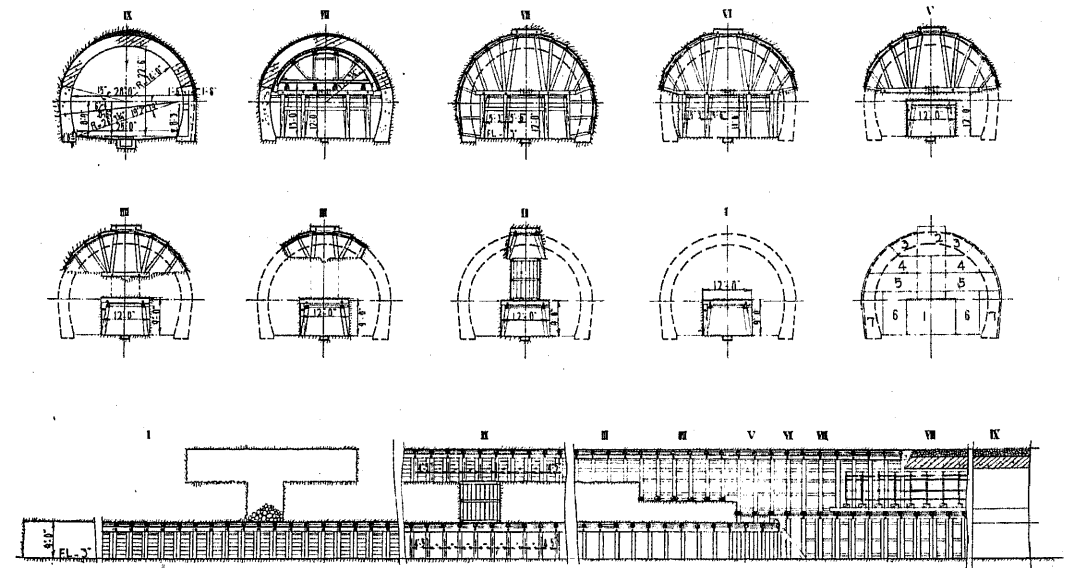
丹那隧道計畫當時單線 2 本にするか複線 1 本にするかに就て大分議論があつた上、複線 1 本となつたのであるが、丹那隧道が出来上つた今日何れを有利としたか批評するに當つて、計畫當時の問題の焦點と、出来上つた現在から見た問題の焦點とは、大分の距りあることは否めない。今日尙丹那隧道の掘鑿困難に就て、複線型 1 本の計畫を難じる人があるが、其れは丹那隧道を知れる人でなく、前言を繰り返すこととなるが、單線型断面より大きな断面を有する複線型断面を掘鑿するに當つて、水抜坑に遅れて作業して行つた本線切擴げは難かしいことは無く、所謂、丹那の掘鑿困難なる點は水抜坑 1 本を進めるにあつたのである。よつて現在も單線型、複線型を論ずるに當つて、世上に傳はる地質不良に依つてでは定め難いのであり、此の外の種々の條件に依つて批判せねばならない。尙掘鑿困難にして特殊の掘鑿法を採用した箇所就ては特殊篇に於て詳記することとする。

第二節 新填式掘鑿法

東西兩口とも一般的には新填式と稱する掘鑿方法であつて、先づ底設導坑を掘り次に頂設導坑を掘進し丸型を切擴げ、順次下部に向つて中脊土平と切擴げ最後に側壁根掘をする方式である。

併し東口と西口とは、一般的地質の差異から次の様な點が異つてゐる。即ち東口は底設導坑と頂

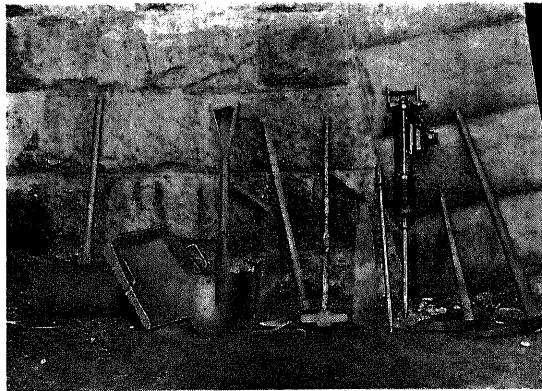
第 168 圖 丹那隧道東口掘鑿順序圖



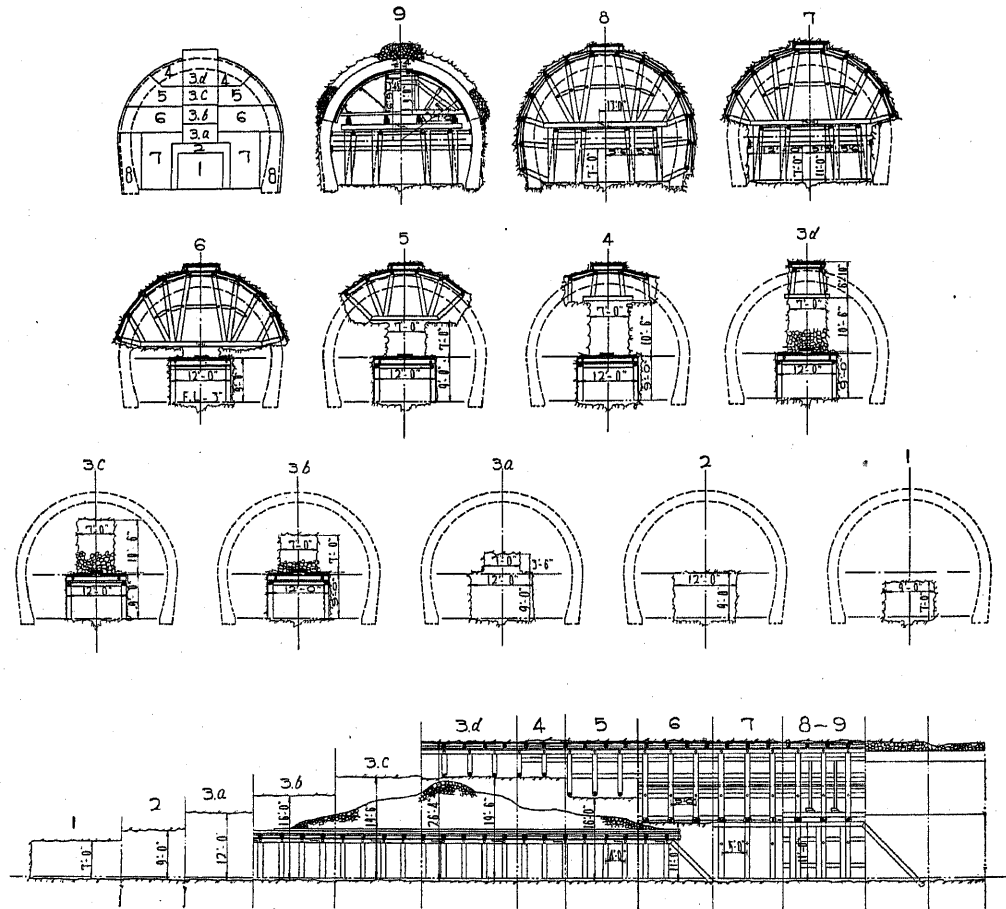
設導坑との間の漏斗の間隔は遠く、頂設導坑及丸型よりの礪は頂設導坑に線路を敷設し、トロに依つて漏斗まで運搬したのである。然るに西口は、底設の次に段欠きと稱して底設の頂部に接して上部を 5~6 呎の高さに掘鑿し、次に之より頂設導坑との間に、平均 20 呎位の間隔に漏斗を多數作り、頂設導坑に線路を布設しないのを本則としてゐる。次に中脊切擴げに東口は 2 段に落してゐるのを本則とし、西口は中脊 1 段でやつてゐる。従つて、西口の掘鑿方法が瀾出しに便利であるし、仕事も早く行く、一言にして云へば、西口は地質の良い時に出来る方法なのである。15 呎乃至 20 呎に設ける漏斗（切上りとも稱する）が掘り放しでもよいときに出来るのであつて、地質不良の爲に、此の漏斗を凡て支保構を施さねばならぬ様では、東口の掘鑿方式となるのである。底設導坑の加脊の大きさは、地質に應じて掘鑿した。此處で一言したいのは、西口では大引を引くとき、先づ

第3柱をたててから之に大引をのつけた。普通は、大引きを引き大達をたてて後第3柱をたててゐる。此の目的は出来るだけ盛換を省いて支保構を堅牢にし、従つて地山を弛ませない點にある。隧道の仕事ばかりではないが、地質の良好なる箇所では最善の施行を行ひ結果は立派なものが出来、地質不良なる箇所では施行

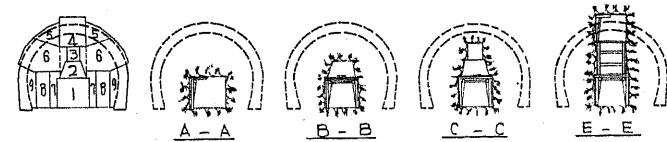
第一七〇圖 掘鑿用具いろいろ



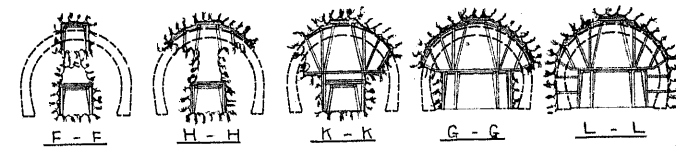
第170圖 丹那隧道乙種底設導抗式掘鑿順序標準圖



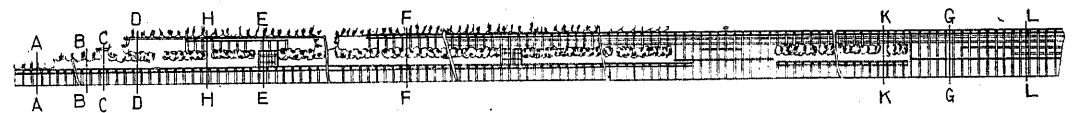
横断面



横断面



縦断面



第171圖 丹那隧道西口掘鑿順序圖

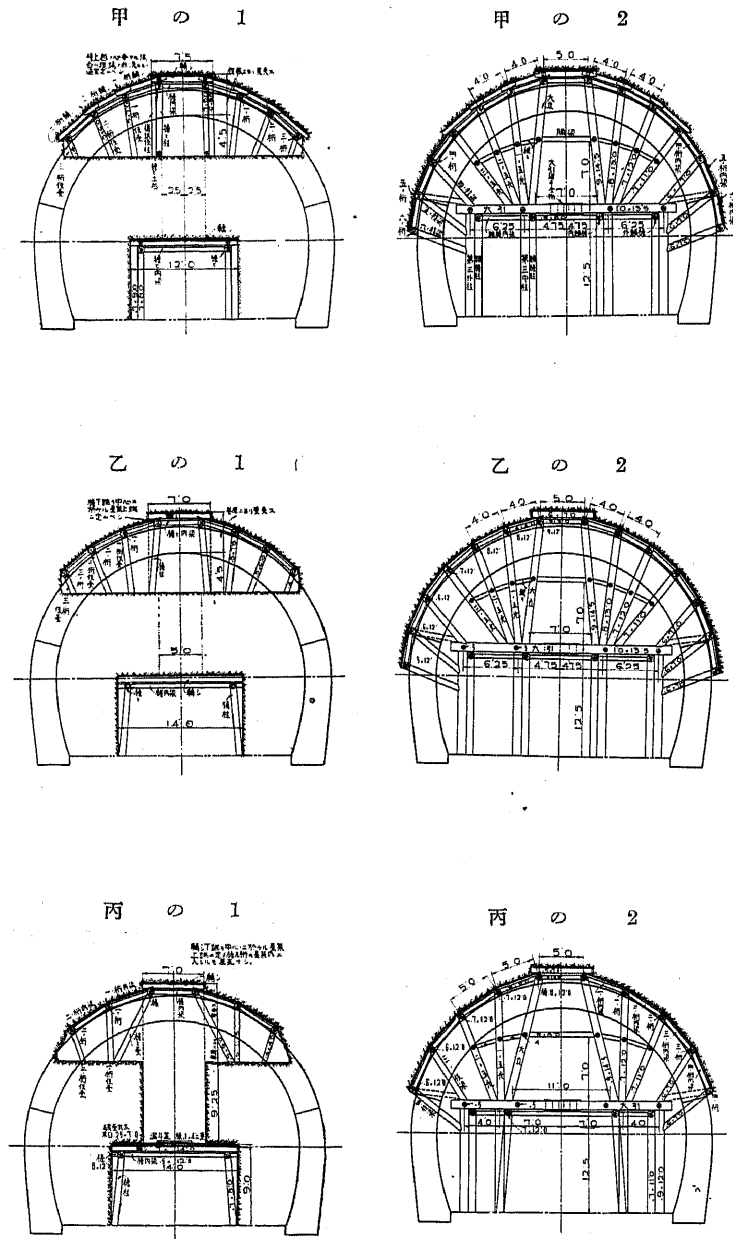
が複雑となつて危険が多く結果も立派なものが出来にくい、即ち丹那トンネルの場合に於て檐の弛むこと、東口は3回であり西口は1回である。地質が稍々不良なる爲に、盛換回数が多くなつてゐる一般の場合に於ても充分研究すべき問題である。

第三節 支保工

支保工材料は主として皮剥松丸太及松板を使用した。底設導坑並びに水抜坑には、一部鐵製支保工を使用してゐる。

東口では大正13年度迄省直接購入支給し其の後は請負人自ら購入した。西口では支給材料は極く小量である。着手當初は地方産のものを使用した、漸次不足をつけ山梨、長野、山形、秋田、

第172圖 丹那隧道東口坑内普通箇所支保工標準圖



岩手の諸地方より購入した。

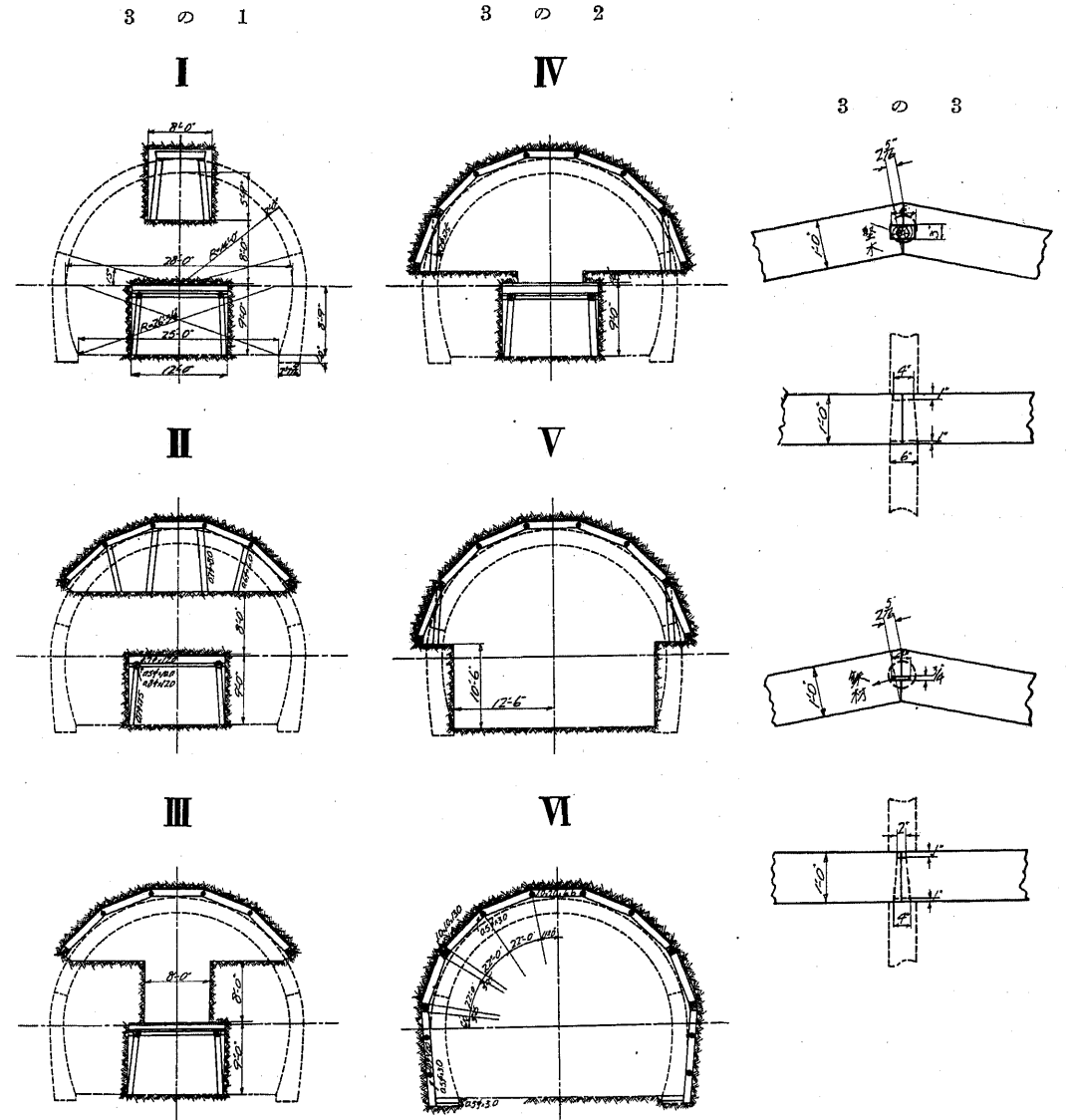
木造り組立等は、一般的には掘鑿標準圖に依つてゐる。支保工は順次上部より、擔、一の桁、二の桁と切下り普通四の桁迄支へた。側壁部の地質軟弱なる箇所は支保工を施したが、大部分は施行の必要が無かつた。

板は各桁間の荷重の少い處は縦板を使用し、荷重を受くる場所は、轉(コロガシ)を入れて横板を使用した。萬一荷重が相當に強く、張板を押出す箇所には、増轉、増桁を入れるに便ならしめた。大引は長さが相當長いので、2本繼ぎとし中央にて繼いだ。繼手は追掛繼ぎとなし、鐵板2枚にて挟み「ボルト」4本或は6本を以て締めた。

西口の底設導坑上部段抜き中央の板は、幅約4寸松丸太2つ割と

し横列に敷き並べた。之に依り上部より落下する礫の爲め破損せざる様にし、又下部トローリ積込みに際し便ならしめた。東口に於ては、大正11年10月3,400呎附近、切掘げに際し、地質は良

第173圖 合掌式支保工掘鑿順序圖



好なる集塊岩なので、松角材を以て合掌式(米國式)支保工を計畫し施行した。材料の節約を計らんとしたのであるが、「スパン」の大なる關係もあり、爆破に依る僅かな破損にも耐えず、補強に追

はれて成功せず、極めて一小部分に使用されたに過ぎなかつた。

尙、地質不良な箇所には坑道には矢木に九州地方産の檜の丸棒を使用し又は「I ビーム」或は軌條にて構築した支保工を使用したこともある。

次に参考迄に隧道掘鑿着手當時の掘鑿工事示方書を記して置きたい。

掘鑿工事示方書

第一條(掘鑿工) 掘鑿工は監督員の指定する大き勾配並に方向に注意して施行すべし

第二條(隧道掘鑿地質) 隧道掘鑿に際し地質の種別硬軟等は請負人の判定に任せ別に區別せず

第三條(隧道掘鑿より生ずる土石) 隧道掘鑿より生ずる土石は監督員の指示する場所に捨棄すべし

第四條(隧道支保工) 支保工は生松材を用ひ其の構法は監督員の指示に準據すべし

但し支保工施工に關し監督員の必要と認めたるものは請負人は之を拒むことを得ず

第五條(工事従事員數其他の報告) 隧道進捗の報告は従事員交代毎に掘鑿の土坪其の延長従事員數等を調査し翌日定時に報告すべし

第六條(坑内の排水及衛生設備) 坑内は絶えず排水に注意し汚水を停滞せしめず常に清潔を保持し衛生を重ずべし

第七條(坑内に使用する燈火) 坑内に携帯使用する燈火は「アセチリン」又は之に類するものを使用し石油其他揮發性を帶び又は油煙を發する燈火を用ふべからず

第八條(爆發藥の取締) 1. 當院より支給する爆發藥類は決して濫用すべからず若し濫用の傾きあると認めたる時は支給量を制限することあるべく此の場合に於て請負人は之を拒むことを得ず

2. 爆發藥の取扱及使用する法規に準據するは勿論其他特に周到なる注意を以てし濫用又は紛失等に對し豫防方法を講ずべし但し其の方法に付不適當と認むる時は相當の変更を命ずることあるべし

3. 請負人は爆發藥取扱主任者を常置し猶主任事故ある場合に於ける代理者を定め豫め監督員の承認を受くべし

4. 請負人は爆發藥取扱主任者をして爆發藥受拂簿を備へ其の出納を詳記し時々現在高と照合せしむべし又必



第174圖(A) 東口 8,900 呎附近底設導坑鐵製支保構



第174圖(B) 東口底設右側迂迴坑 8,900 呎附近鐵製支保構

要に應じ監督員に於て検査をなすことあるべし

5. 取扱主任者は毎日所要爆發藥の數量を最大限度とし毎日一回又は數回に分ち自ら出頭當院掛員より受取るべし

但し受渡時は日出より日没迄の間に限る

6. 爆發藥を使用する各現場には各組各交代毎に於ける現場使用責任者を定め豫め監督員の承認を受くべし

7. 現場使用責任者は各組各交代時間内に要すべき爆發藥の數量を最大限度とし自ら取扱主任者より受取るべし

8. 現場使用責任者は其の受持區間内爆發の都度鑿孔及裝填使用數を調査し従事坑夫又は實際使用者に其の必要數を限り交附し其の消費を監視すべし

9. 現場使用責任者は各交代毎に爆發藥使用箇所及使用數量を取扱主任者に報告し使用残あれば直に之を返納すべし決して貯藏又は他人に渡すべからず

10. 爆發用雷管及導火線等の使用及取締に關しては前各條項に準據すべし

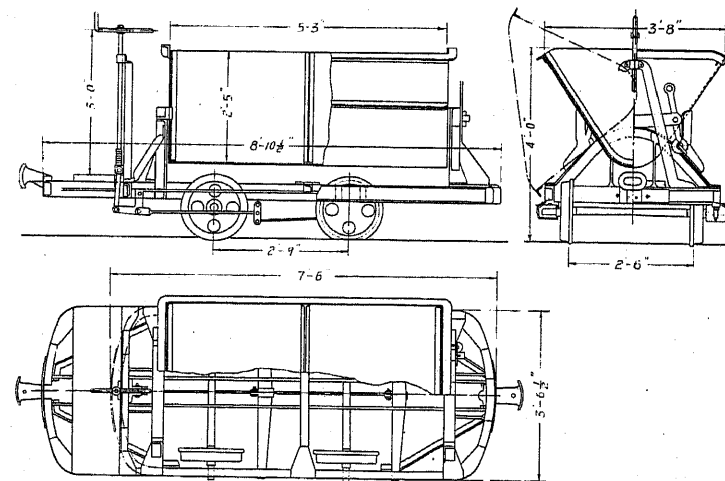
11. 取扱主任者は前項の報告により一日分を取經め翌朝監督員に報告すべし

ランプに關する示方書は、着手と竣功との間に長い時の流れを感じしむるものがあり、又爆藥の取締に就ては、縷々述べてあるが爆藥の授受及使用量の當否は、いつもやかましく言はねばならなかつた。理想と實際とは仲々伴はず苦勞の種であつた。最後の2年程は爆藥の支給を廢止した。

第四節 硝出

硝搬出には主として鐵製ダンプカーを使用した。即ち切擴箇所は殆んど全部鐵製トロに依り、加脊の比較的小なる水抜坑には、小型箱トロを使用した。

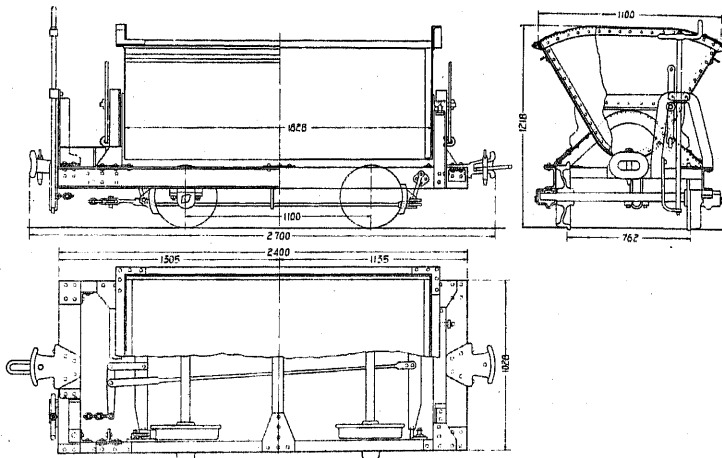
第175圖 2噸積土運車



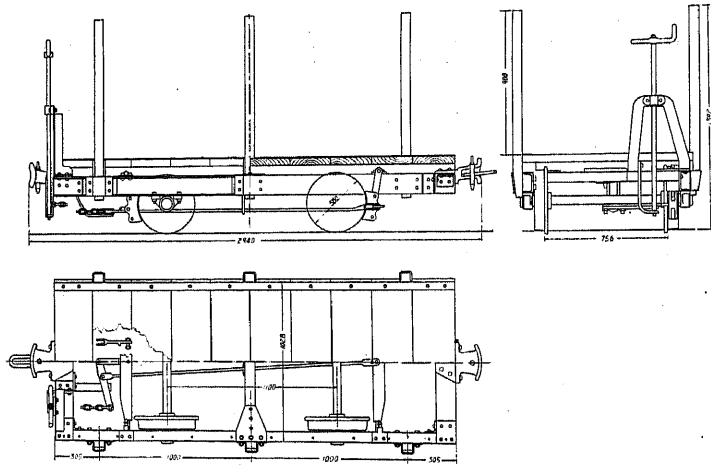
着手当初は、勿論手積手押であつたが、掘進につれて運搬距離が延長されるに従ひ、運搬に牛馬を使用することとなつた。

大正9年3月より東口では朝鮮牛6頭が専ら礮の運搬に當つた。牛1頭はよく3~4輛を牽引し柔順に働き當時は仲々珍重されたのであつた。

第176圖 V型土運車組立



第177圖 四噸積材料運搬車



西口では、牛も使用したことがあつたが主として馬を用ひ、多数の馬が隧道の爲に墜れたので、坑口近き處に馬頭觀音として祠つてある。

積込には當初「マイヤースホーレイ」の「マツキングマシン」が準備されたが、加脊の関係から使用されなかつた。東口に於て大正10

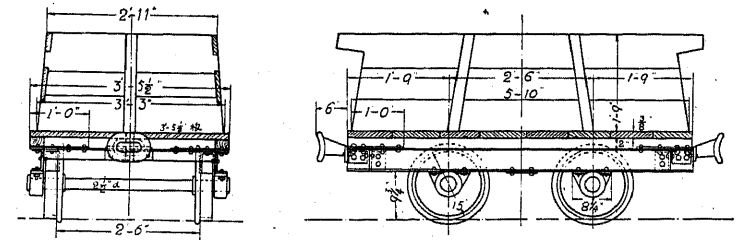
年3月底設導坑 4,400 呎附近に「シヨペローダー」を使用し、其の成績は認められたが、未だ之に熟達するに至らずして崩壊事故に遭遇した爲に、遂に顧みられず手積で終始したのである。

大正10年7月電氣設備の進捗に伴ひ、坑内の照明と共に電氣機關車が運轉される様になり牛馬は影を潜めることとなつた。

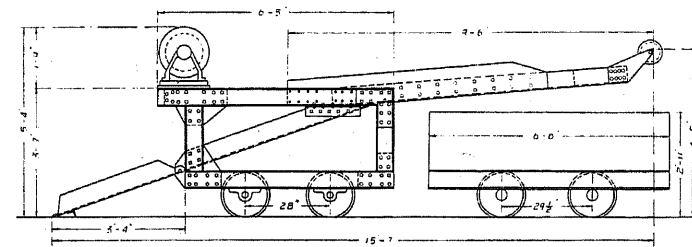
然るに又生じた悩みの一つは、導坑の掘進に伴ひ、坑奥の積込と運搬に従事する人員に不足を告

げたことであつた。東口に於ては、募集した人員も仲々長続きせず内地人は絶體に之を厭つて就業せず、一時琉球人労働團體を募集して充當したことがあつたが之も結局續

第178圖 小型土運車



第179圖 スクレーパーローダー (其の1)



非常な貢獻をして呉れたのである。實際西口に於て湧水多量なる爲水深1尺餘の處の礮出しに非常な勞力を要し、相當な賃金を拂つてゐたが其の勞苦は相當なものであつたらうと考へられる。

電車設備完成後は、壘築の完成と共に順次電車線を延長して手押區間を短縮して行つた。

要するに丹那では、掘鑿の方式にもよるが地質の関係上坑道で礮に窮する程の進行を急ぐ事が出来なかつた關係上、遂に機械使用の所に至らず、手積で通してしまつたのである。

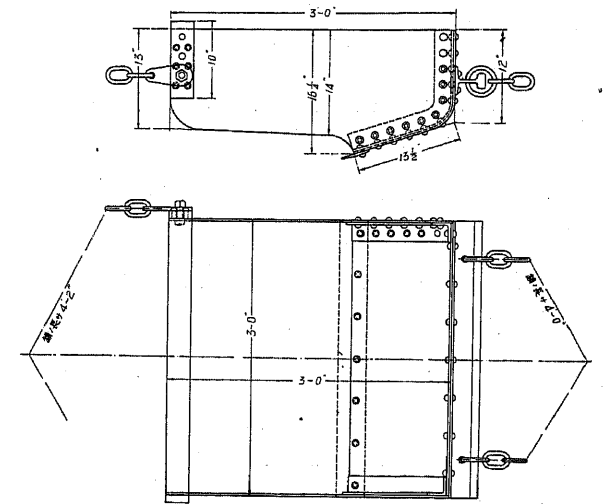
スクレーパーローダー

西口に於ては、7,000 呎以奥砂質區間に於て屢々土砂流出の厄に遇ひ、其の際の土砂浚渫には何時も難儀した。水深の深いときはスコップを水面まで持つて來る間に、大部分の砂は流れ落ちて仕

かず間もなく離散してしまつた。

大正10年10月朝鮮人の一團を募集して専ら礮出作業に従事せしめた所、成績極めて良好なので以來此の一團はよく湧水や寒氣等にも耐へて、丹那隧道には

第180圖 スクレーパーローダーの圖 (其の2)



舞ふので仲々捗らなかつた、依つて最後にスクレーパー並びにスクレーパーローダーを作り之を使用した。

12,000 呎附近土砂流出の時は、大部役立つたが、平素はたいしたこともなかつた。

第五節 砂質区間の本線掘鑿

西口 7,000 呎附近より 8,000 呎附近に到る区間は火山荒砂の地質であつて、本線並びに水抜坑の掘鑿意の如くならず、遂に両側水抜坑に空気掘鑿を行つて、此の砂質区間を突破し、地下水位を下げて後本線掘鑿を行つた。

空気掘鑿に就ては、特殊篇に於て詳記してあるが、本線掘鑿に於ても、多少苦心した點ある故次に記載することとする。

昭和 2 年 4 月 28 日南側中脊盤水抜坑に於て、多量の湧水に遭遇し、大空洞を生じたのであるが、その結果曩に湧水事故に遭遇した、頂設導坑奥端 7,800 呎よりの湧水が減少したので、流出土砂を取除き、奥行 45 呎幅 70 呎の空洞を發見した。之は大正 15 年 9 月 18 日の湧水噴出土砂流出に依つて出來たもので、發見當時は空洞北側奥端及肌落せる土砂の下層より、合計約 2 個弱の湧水があつた。空洞上部は已に涸渴し、天井並に周壁は大部分砂多き凝集性の乏しい砂質集塊岩であつた。空洞には直ちに支保構を施し、山留を行つた。

支保構は中央部に擔を吊り、下部に大引を敷き、大達を据て、天井を板張りとし、兩側は、古材木を以てサンドル組とした。

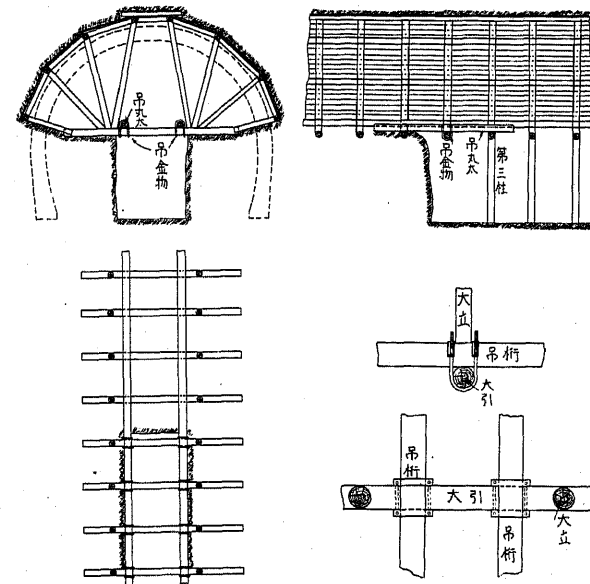
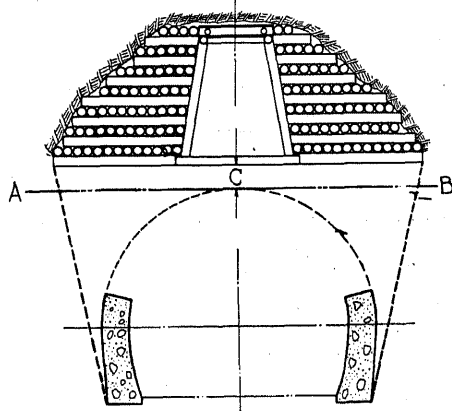
頂設導坑よりは上部に擔を接續して順次空洞支保構に連絡し、中間不規則な箇所には古木材を詰込み崩壊を防止した。

昭和 2 年 5 月 31 日北側水抜坑奥端に於けるボーリング孔より湧水多量噴出した爲め、頂設導坑には 2 日間で一滴も水が無くなつた。

2 年 6 月 9 日より底設導坑に着手したが進むに従ひ水位を高め、7,550 呎に至り地下水位上昇して崩壊の懼あり掘進を停止した。水抜坑の進行を待つては底設を進めたが湧水減少せず 7,650 呎で暫時休むこととなつた。

頂設導坑盤に於ては湧水は無いので上部より切擴げを行つた。中脊盤以下には湧水があるので、

第 181 圖 7,800 呎頂設上部空洞下の掘鑿略圖



第 182 圖 大引釣金具説明圖

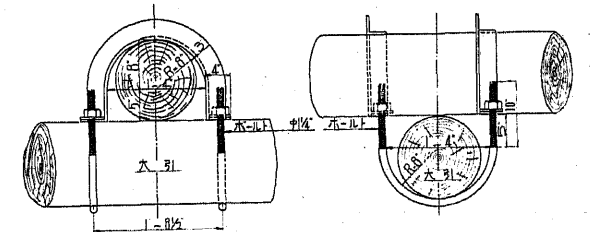
坑奥地質調査の爲、底設導坑奥端に於て昭和 3 年 2 月 4 日より、中央及左右の 3 孔延長 120 米のボーリングを施行し、同月 24 日終了した。此の結果に依り、坑奥約 80 呎間 7,860 呎附近迄集塊岩なることが分つた。

然るに頂設導坑空洞の末端は約 7,850 呎であつて、此の間普通掘鑿法に依るときは危険と思はれるので側壁導坑式を用ひ、側壁部壘築後上部切擴げをなし拱卷立後、中脊盤以下の掘鑿をなすこととした。

昭和 3 年 3 月 5 日北側 7,788 呎より側壁導坑を掘鑿した。尙南側も同様側壁導坑を掘鑿した處、兩側共湧水多く、適當の箇所水溜榊を掘下げ、ポンプを据付け水換を行つたが湧水多量の爲壘築作業困難にして中止の止むなきに至つた。依つて遂に本線切擴げ作業皆無の状態となつた。

之より先兩側水抜坑の空気掘鑿に着手し、北側は昭和 3 年 6 月 27 日 8,255 呎に達し、南側は 6 年 12 月 8,481 呎に達し 12 月 20 日排氣を行つた結果、本線地下水位は著しく低下し豫期の如く容易に本線切擴げに着手することが出來た。

第 183 圖 大引釣具の圖



中脊盤以下は第三を掘下げ第三柱を建込みして進むこととなつた。底設導坑は掘進しなかつた。然るに中脊下部に少量の湧水がある爲、大引兩端の土平部分の地質が荒砂質の爲、崩壊の懼れがあるので、第三柱建込みまでの間、上部支保工の安全の爲、大引を吊る方法を用ひた。7,593 呎附近から中脊盤以下は若干の湧水はあるが、地質集塊岩の爲崩壊の心配はなかつた然し、頂設導坑の空洞に接近し危険なので 7,779 呎で中止した。

7,800 呎頂設導坑上部空洞部分の切擴順序は曩に述べた通りであるが、側壁部混凝土施行終了し上部切擴げに着手することとなつた。

此の際空洞を埋戻して中脊盤の掘鑿を行ふ案と空洞は其の儘として掘鑿し拱壘築後拱の一部を残し置き空洞を埋戻す案の二説が出た。

若し埋戻した場合、完全に充填され、掘鑿に當りアーチャクシオンをして呉れればよいが、若し普請の弛みが來て沈下した場合は、埋戻した土砂の自重だけ餘分の荷を受けることとなり、之は相當のものとなるであらう、それより空洞部分の支保工をよく監視し、切擴の爲に、空洞下部に沈下が來たとしても、空洞部の支保工をよく補強せば安全であるとの考へより、後者に依るを得策と認め、空洞内の支保工に異状を來した場合は、直ちに應急處置を取る様常に、監視し乍ら、掘鑿に着手した。

上部空洞内支保工は、相當時日を経た上、一部古材を使用した爲と、換氣不充分的爲め、腐蝕の度の進んだものがあるので、補強或は一部取換をなし、尙空洞入口の一部の小穴にはセメント空袋を以て土俵を作つて之を埋め、頂設導坑より下部に掘り下げた。頂設導坑の内、砂質不良の箇所は2段掘りとなし矢板縫を行つた。空洞下部と矢板との間の砂がこぼれて度々空洞中央部が肌落したので、空洞支保工の弛まぬ様、直ちに土俵を充填した。其の上部には常に土俵を空洞内に備へ、何時使用するも差支ない様にした。

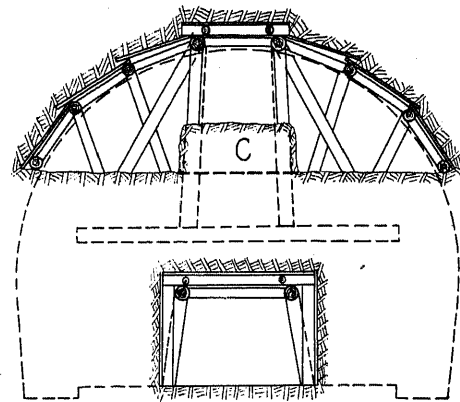
又此の外支保工補強には、臨機適當な處置を取つたので、無事壘築を完了することが出來た。擔には末口1尺、大達には末口9寸のものを使用した。相當荷を受けた爲に、大達の擔に喰込んだ箇所が多かつた。中脊も2段掘とした。

壘築終了後コンクリートプレーサーにて掘鑿礫たる火山荒砂を吹込んだ。尙各所に2吋鐵管を挿入し置き、最後に膠灰乳を注入した。

中脊下部は、壘築完成後掘鑿したが、之に先だち北側側壁前面を掘擴げ奥方作業の通路とした、側壁混凝土の際、押木の這入る箱を適當の間隔に入れ置き、混凝土終了後、片側の柱を省略し、押木の端を前記の穴に入れ、簡単に通路が出來たのである。

昭和3年11月11日7,689呎から底設導坑に着手したが、湧水少く施行基面盤に滲み出すだけで掘鑿は容易だつた。地質が砂層である爲、各所の爆破の震動に依り、少しづつ荒砂崩れ落ち、板裏に堆積する様になるので、板裏に間隙を生じない様、矢板を打ち、板の隙間には檜葉、杉葉等を

第184圖 砂質部の掘鑿



充分に詰め込む様にしたが、完全なる裏込は困難であつた。

頂設導坑掘鑿後切擴終了迄相當時日を要するので、矢板裏の砂は相當の高さ迄落ちた様である。爲に初め荷の無い爲め古板を使つた所は、折れた箇所が相當出來た。

不良砂質區間は中脊2段掘りとした。即ち頂設導坑盤は其の儘として、丸型は三の丸迄掘り下げ、擔は一時此の盤で受け、中央部を掘り下つて、下部中脊盤を掘鑿したのである。

尙砂質部の掘鑿は支保工差込となる様、餘掘を見込且つ掘鑿中時々板の隙間よりの砂の漏出に備へて、常に杉葉類を用意して置いた。

第六節 縫地に依る掘鑿方法

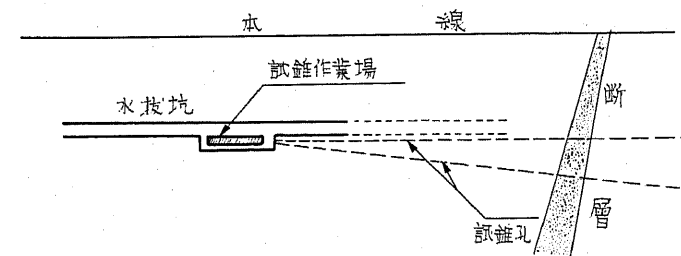
(1) 水抜坑の地質不良箇所

丹那隧道に於ける水抜坑の掘鑿は、單に先進して附近の水を抜くと云ふ主なる目的の外に、地質の調査湧水の處理、換氣の通風路等、種々なる方面に多大な効果を齎し、隧道工事凡ての作業を誘導して重大な使命を果したが、之が掘鑿先進には、又絶大な努力と多大な経費と時間とを費したものである。

水抜坑を掘進するには地質に應じ、能ふ限りの技術を傾倒して之に努めた。即ちシールドに依り鋼鐵製セグメントの覆工、或は壓搾空氣に依る空氣掘鑿、或はセメント注入に依り湧水の防止等々、各種の方法に依つて難關を突破したのである。

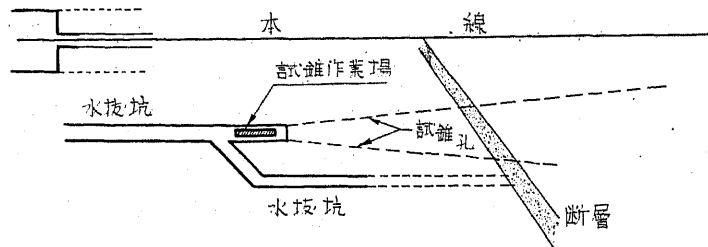
併し地質の條件に依つてはシールドも役立たず、高壓な湧水に對しては空氣掘鑿も及ばず、集塊岩帯の湧水にはセメント注入も不可能であつた。

又之等の方法が可能であつても萬全の策であると認めても、不良地帯が極めて小部分であるとか、又四圍の作業の關係上之等特種工事の設備をする時間を許さず、或は場所的に不可能な場合が往々あつた。斯る場合には陳腐な方法と云ふかも知れないが、在來の縫地の方法に依り、機に臨み變に應じて、工夫をこらして、湧水と共に噴出する土砂を止め乍ら掘進したのである。セメント注入や空氣掘鑿を現代的戰術の攻城砲や重砲にたとへるなら、此の方法は實に日本刀を引揚げた肉彈戰とも云ふべきで、全く斧指の技術と果敢な勇氣と忍耐とに依るもので、此の方法を繰り返す内、苦い經



第185圖 坑道の片側を切擴げて試錐作業場とす

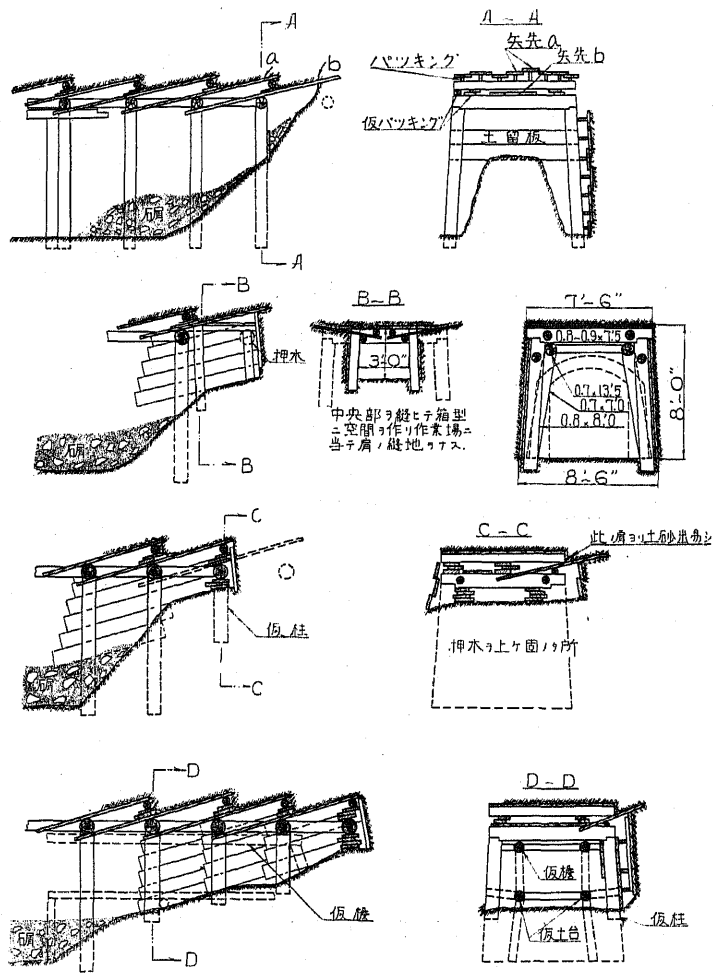
験を繰り返す内、苦い經



第186圖 坑道奥端を試錐作業場とす

づ加脊が問題になる。所要な断面は覆工後主なる目的として豫想の湧水を充分に排出し得れば足りるのであるが、地質の不良な地帯にあつては、作業の上から或適當な断面の必要が生じて来るのである。即ち地質の悪い箇所は掘鑿断面の小なる程施工が容易に考へられるのは當然であるが、作業上材料の取扱とか、所要人員の働き得る最少限度の断面が必要である。それで支保工完了後は、排水と通路とのみの坑道としては過大に失する嫌はあつたが、大體 8×8 呎程度が最も適當なものと認められた。不良地質に於ける縫地掘鑿では、規則的に加脊を揃へる事は困難であるが、圖示の如きものを標準とした。

第187圖 縫地による掘鑿



験と失敗とに依り、大體順序方法が一定確立し、仲々捨て難い方法の一つとなつて幾回か危険な地帯に際會し貢獻した。

(2) 坑道加脊と支保工材料

水抜坑を掘鑿するに先

支保工材は生松皮剥とし矢板は厚さ1寸5分乃至2寸とし幅は6寸乃至8寸程度のものを使用した長さは坑道支保工間隔の2倍以上を必要とするので、支保工間隔を3呎乃至3.5呎としたのである。矢板は標準を8呎とした。地質に依つては矢木を混用した方が有効の場合がある。矢木は末口4寸位素性よき松丸太二つ割長さは12呎のものを使つた。矢送りの際は打てるだけ打ち込む事が有効で矢尻は後で不要な分を切り揃へるのである。

矢木も作業中に突然来る地壓には折損を免がれないのでより剛性のものを欲したが、地方では簡単に手に入れる事が困難であつた。時には大分縣地方産の桎材を矢木として使用したが、少部分に過ぎなかつた。軌條の様な鐵材は後で



第189圖 東口底設導坑10,270呎附近縫地工法



第188圖 東口底設導坑10,270呎附近縫地工法

切斷することが困難で地質に依つては、木材と混用することは面白くない。

尙脆弱な集塊岩地帯の特徴として、僅かの湧水にも溶解して土砂様となり流出して施工に非常に困難したが、之を防ぐに杉の葉を矢板や矢木の間に挿入して有効であつた。水はよく流し土砂は之を少しも出さないと云ふ目的に對して杉の葉は何時も無くてはならぬ材料の一つとなつて、珍重された。

(3) 掘鑿準備

特殊な器具や材料を要しない此の方法に於ては、別に準備として特筆する事は無いが、丹那隧道の様に地質の變化が夥しくそれが急に惡變した場合、突發的に大事故を發生し瞬時にして

收拾すべからざる状態に立ち至る事が往々あるので、水抜坑を先進するには先づ掘進せんとする方向に對し豫め試錐を施し、前方一定區間の地質を察知して置く必要があつた。此の試錐を行ふ場所は、成る可く水抜坑の掘進を妨げない様坑道を擴げるか又不用の坑道を用ふる様にした。

此の地質調査に依り、斷層とか其他不良地帯の介在する位置を推定することが出来るから、水抜坑を掘進して此の附近に至れば之に當面する事を覺悟し、掘鑿に携る人員何れもが緊張する。さうして鑿岩機による試錐を施す。之は前の試錐に依り大體の位置は判明してゐるが1本や2本の試錐では、斷層の方向或は傾斜等が判然しないから愈々豫期の地域に接近した時、鑿岩機に依り比較的長い錐鋼にて數本のサグリとも云ふべきものを入れるのである。之により不良地帯が、どんな工合に介在するか略ぼ判つ

て來るのである。場合に依つては此の試錐の時錐先から、高壓を有する水が迸り出で次第に量と勢を増し、遂に崩壞に導いて終ふ事も屢々あつた。こんなことの發生しない様に、之等の順序を経て特に材料や器具を吟味取揃へて掘鑿に取りかゝつた。

大體之等が不良地帯に掛る準備であるが、一旦事故發生の場合は、地下水壓高壓なるときは崩壞なり支保工の破壊は其の部分のみに止らず、必ず支保工の弱點を狙つて、相當大部分に互るものであるから、支保工は之等事故に備へて、常に地質の不良ならざる部分と雖も、入念に構築して置く必要があつた。

(4) 縫地並に2段掘

鐵縫の方法で最も困難するのは、正面地山の壓出を防ぐ事と押木兩端即ち坑道左右肩の部分に完全に縫ふ事である。それが土質が脆弱で壓力が大である程、此の作業は困難である。況や相當の壓力をもつた湧水と共に流出する、むしろ噴出すると云うた方が適當な土砂を、防止する事は實に寸時の油斷も出來ず、作業員の優れた技術と、果敢にして細心の注意が必要である。それで正面の地山に備へる爲露出部をより少くする手段として、坑道を2段に掘鑿した。8×8呎の加脊正面全部



第190圖 東口底設導坑 10,270 呎附近縫地工法

の土壓を一度に支へる事は到底不可能であつた。

先づ天井を縫ふ事は一般と變りないが、軟質の粘土層の様に盲矢を打つ事は不可能であつた。それは地質が集塊岩で、大小の玉石を交へてゐる爲めで、どうしても矢先を少し宛すかして、矢を打ち込むので、大なる玉石の場合は抜き取るのに、勘からず困難したものである。

爆破は地山に及ぼす影響を懼れ成る可く用ひなかつた。

先づ略圖Aの如く中央部4、5枚の矢板を打ち込み、其の下左右を假の矢板を以つて、箱型に圍み3×3呎位の、漸く斧指一人が、腹這ひになつて働けるだけの空間を作る。さうして此の作業室から左右兩肩を、小さな(約3呎位)特別な矢板により、横縫ひに、約1間分を縫ひ、天井からの土砂壓出を防ぐ。次に中央の作業室を、片側宛左右に擴げる仕事に移る。先づ既設坑道柱より、土平の矢板を打ち込み、加脊所定の幅に縫ふのであるが、此の縫地に當り、一番上の矢板は、前の横矢との間に間隙を作らぬ様施工する事が肝要である。矢は押木下より、挿入する故矢先を相當上向とする。尙矢先の幅の廣きものを(バチ型)を用ひる事は有效であつた。此の方法に依つて左右兩肩が縫へれば、初めて押木を上げる。之で1間の天井及左右の最も作業の困難な箇所を固める事が出來た事になる。續いて左右土平の矢を縫ひ下して假柱を建て込み上半の掘鑿を終る。此の場合假柱を建てる前、地質に依つては尙1間先の天井を縫はねばならぬ場合がある。斯くして次の間を此の方法に依つて押木を上げ、假柱を建て之を繰返し3~4間を掘進、圖に示す様な假擔、假土臺に依つて各押木を假受けし下半の掘鑿にかゝる。此の作業は専ら坑道の假柱を本柱に建て換へる仕事で、既設の本柱より土平の矢板を縫ひ下し上半の假柱に依つて支へてゐる部分は假受けして順次本柱に左右共建換へるのである。最後2間位は残して、又前方上半の掘鑿を始め此の作業を繰り返す。之で坑道支保工が出來た事になる、それから適當の距離を置いて(前方掘鑿の作業に差支ない限り接近して)本擔を吊り込む。擔吊に當つて土壓の状態により擔柱の土臺を据え土臺梁を入れる事は勿論である。

集塊岩地帯の湧水が多量で土砂を流し出す際は、水壓と共に強力な土壓がかゝるが、掘鑿作業が進行して平靜に歸した後は、湧水は切端へ切端へと廻り、たいした土壓は來ないのが通例であつた。併し前方掘鑿中湧水が増加して土砂を噴出し、山の揉め出した時は、支保工と地山との間の、填充物(地質に依つては地山をも)を洗ひ30~40呎の後方まで支保工を破壊し湧水を導いて相當の地壓を齎らす事があつた。こんな場合には押木の補強として、押木の前後に6×5吋のIビーム又は75封度軌條の如きものを挿入した。

作業は單に之だけの事であるが、冷い湧水が常に瀧の様に出て居り、それが時々矢板の間隙より土砂を急激に押し出すので、作業は困難で進行も實に遅々たるものだつた。1日4交代で漸く押木1本を上げると云ふ様なこともあつた。時には押し出した土砂が坑道を埋めて避難に間に合はない

作業員の半身を埋めて仕舞ふ事も往々あつた。

加脊上半部の掘鑿に於て、最前に居る斧指は俯臥又は仰臥の状態で作業するので、急激な土砂流出の際は、難を避ける事が容易でないので常に監視の坑夫をして、足を持ち引きずり出すと云ふ準備をして居た。矢打ちのハンマーは狭い處で充分力を發揮する事が出来ない爲め撞木を用ひた。之等の作業に用ひた器具は、普通隧道施工の用具と變りはないが、壓搾空氣を動力とする（チゼル）は便利であつた。

第七節 作業の交代

隧道工事は晝夜間斷なく、同一作業を繰り返して行くので、労働者は適當な交代に依つて、作業を續けて行つた。

普通午前6時に始まる3交代制を標準としたが、必要に應じ2交代或は4交代とした。

湧水多き箇所では、労働者は忽ち、ずぶ濡れとなつて仕舞ふので、作業時間6交代を採つた時もある。