

景 報

土木學會誌 第十八卷第五號 昭和七年五月

丹那隧道東口坑内 8962 呎附近 特殊切擴作業報告

准員 工學士 岡野精之助

目 次	頁
第一章 施行箇所の地質狀況.....	1
第一節 概 説.....	1
第二節 8940 呎～8984 呎間修築部.....	2
第二章 調 査 坑.....	4
第一節 掘進作業.....	4
第二節 コンクリート充填作業.....	5
第三章 特殊切擴作業.....	6
第一節 切擴掘鑿作業.....	6
第二節 コンクリート吹込作業.....	7
第四章 コンクリート・ブレスラー作業並に改善策.....	12
第一節 使用機械.....	12
第二節 作業分擔.....	13
第三節 工事費額.....	13
第四節 作業上の注意並に改善策.....	13

第一章 施工箇所の地質狀況

第一節 概 説

丹那隧道東口坑内 8200 呎～9200 呎間は瀧地山直下に位し隧道中、最深の箇所なるに拘らず其の地質狀況最悪の場所たりしもので、此の區間突破のためには慘憺たる苦心をなめ、工事史中最大の頁を占むる部分である。此れが困難なりし原因は 8200 呎～9000 呎間に至る温泉餘土の發達と、其の上層を覆ひて坑奥に向ふ安山熔岩中に貯溜されたる多量にして高壓(約 300 封度/平方呎)なる水と更に兩者の境界を縦斷する大斷層の存在に依るものである(此の大斷層は這般の北伊豆地震に於ても相當の活動をなし覆工部に龜裂を生ぜしめた)。

温泉餘土とは白色の斑點を有する青粘土で掘鑿後時日の経過と共に膨脹する性質を有し其の壓力は木材支保工は勿論、棒狀又は穹拱狀鐵製のものから盾構掘鑿に使用せるセグメントに至る迄も彎曲せしむる力を有するものである(寫眞第一參照)。而して更に此の粘土中の間隙を通じて滲出する水に會する時は忽ちにして水のため溶解せられ泥流と化し、坑道埋没の

悲運に會するものである。

抑も丹那隧道に於ける多量なる湧水の原因は此の地方山嶽を構成する岩石の滲透性の大なるに依るもので、坑道の掘進は地下水の湧出と共に其の水位低下をうながし、前進坑道は常に多量の湧水と戦ふべきも、後方切換部分に於ては殆んど湧水無きに至るのが常であるが、此の温泉余土は滲透性少く偶々裂隙に會して湧水を生ずるも直に泥流と化し、坑道を充填して湧水の流路を閉塞するに至るため地下水の低下に對しては殆んど効果無く、而も坑奥には多量の貯溜水をたゞへたる溶岩層が存在するものであるから、粘土層は恰も堰堤の如き作用をなし、該層を掘進する坑道が湧水層に近付くと共に壓力の均衡破れて坑奥に存在する高壓の水は坑道に向つて勢力を集中し、其の途中に横はる斷層粘土、角礫を伴ひ更に温泉余土を侵入溶解しつゝ猛威を振ふに至るものである。

大正 14 年 12 月 8985 呎迄進んだ底設導坑は先づ災害を蒙り次に本線を荒廢せしむる危険を避けて掘進せしめたる第一、第二、第三及び第四の各左側迂回坑道（附圖第一參照）はすべて崩壞又は湧水多量のため掘進を阻止せられ殊に第一左側坑道の如きは大正 15 年初頭に於て未曾有の大事故を惹起し、延長 1000 呎に亙りて土砂 500 餘坪を噴出して完全に埋没せしめたものである。

此の絶大なる威力に抗するためには普通掘鑿法の無益なるを察し、北側水抜坑道に於て盾構掘進を計畫し大正 15 年末其の準備の成ると共に作業を開始したが豫期せざりし水壓の余りに大なりしたため壓搾空氣に依る防水の目的を達する事を得ず、延長 300 呎足らずにて放棄するのやむなきに至り、該坑途中より左折して中心線に復歸せる底設導坑に於て 1 年有餘の苦心の下にセメント注入法奏效して湧水層なる安山熔岩中に突入するに及んで漸く地下水低下の目的を達するに至り、更に引きつゞく切換作業は益々湧水面を大にして地下水の排出を便ならしめたため、粘土部分に於ける高壓湧水の害を軽減する事を得るに至り、其の部分切換作業も亦期待せらるゝに至つたものである。

斯くして温泉余土部分切換作業は粘土の性質上、膨脹に先だち急速に壘築する必要があるため、附圖第二に示す如き側壁導坑式に依ることとし、且其の作業の進捗を期するため 9100 呎附近安山岩脈の地質比較的良好なる部分よりも着手し坑口方より向ふものと兩口相対して工事を進めた結果時々小事故に會したる事あるも以前程の威力を感じる事もなく、昭和 4 年 5 月に至つて兩側壁導坑貫通して壘築を完了し、唯穹拱部 44 呎間を残す迄にこぎつけたのである（寫眞第二參照）。

第二節 8940 呎～8984 呎間穹拱部

温泉余土切換作業は以上の如く進行して 8940 呎～8984 呎間僅か 44 呎のみを残す計りとなつたので引き續き之れが掘鑿にとりかかり、先づ坑口方より頂設導坑に着手せし所忽ち

2 坪餘りの土砂噴出し更に其の土砂を浚渫して工事を續行せんとしたるも手を着ければ忽ち泥流の奔出にあひ危険極まり無く故に此の方面よりの着手を見合はせ裏方即ち坑奥より坑口に向つて頂設導坑を進める事とした。

昭和4年8月始め着手した、此の工事は約3轉木進行した頃より漸次荷重を現はし來り2寸矢板を以てせる縫地はほとんど折損し3寸板と取りかへたるもの尙危険を免れず、依つて7寸丸太二つ割のものを用ひ撞木づきにて縫はんとしたが進行15呎にして末口8吋~1呎の押木は2日間にして早くも折損し右手の柱は罎口より裂けて内方に倒れかかり、且導坑全體としても押し下げられたる状態となつた、尙此の丸太1本を打ち込むに4.5人にて一晝夜を要し進行遅々として意の如くならず、然も荷重の増加と共に押木柱の取りかへ、やらずの挿入等單に崩壞に對する防禦に苦心するのみで前進はあきらめざるを得なかつた。

此の部分のかくの如く地質不良なるは第一左側坑道近くに起つた大事故の爲、崩壞弛緩した影響に依るものと認めらる、又前後側壁導坑掘進當時の状況より判斷するに大事故の際湧出せる水は溫泉餘土中の裂隙を擴大して該層中に極めて不規則なる葡萄狀に連結する空洞を形成し、其の空洞内は泥土を以て充満せるもので、坑道にして此の空洞部に會する時、其の中に充満せる土砂は忽ちにして噴出し且その跡は漸次上方より補給せらるゝため繰りかへしくりかへし土砂の奔出を見るものである、坑奥切換のために依る地下水面低下は以前程の力が無くなつたが尙殘溜せる僅かな水に依つても空洞内の土砂を流動せしむるに充分なるものと考へられたのである。

故に此の湧水を他に導き空洞内土砂の流動性を減ずるを以て得策なるものと考へ鑿岩機デンプー 34 番型を以て奥方頂設導坑天端に向ひ3個の穿孔をなし、上層地層の探査と湧水の抽出を試みたるも軟弱なる粘土は錐鋼廻轉を不能ならしめ又錐鋼を抜き出すと共に孔は直に粘土のため埋浚されて所期の目的を達する事を得ず、更に坑口方頂設導坑より6吋鋼管の周圍に徑1/2吋の小孔を無數に穿ちたるものを打ちこみたるも小孔は閉鎖され且湧水を導く事を得ず、折角の努力も奏效するに至らなかつた。

以上の如くして此の穹拱部44呎間切換掘鑿は溫泉餘土中の最難場としてとり殘された事となり、よし辛ふじて頂設導坑を貫通し得たりとするも丸形迄切換げる事の容易ならざるを察し、暫時その儘として湧水共の他の状態の推移を觀察し徐に適當なる對策を研究する事とした。

前記溫泉餘土切換作業中は坑奥との通路は右側迂回坑に依つたものであるが、同坑も溫泉餘土中に存在するため支保工の彎曲甚だしく度々修繕を加ふるも加背漸次狭少となり、坑車の通行に支障を來すこと多く一方本線の竣工尙所期すべからざるため、該坑を放棄して本線中心線に底設導坑を通ずる事となし、10月貫通の上徑間6呎、厚さ9吋、コンクリート塊轟

築を施し粘土の膨脹に依る安全を期した、同所掘進中は穹拱部と異り豫期に反し良好にして湧水も殆んど無く、かつて4年前左側第一迂回坑より氾濫せる泥土は支保工の隙間に至る迄充分充填固結して殆んど地山の如く穹拱状支保工（寫眞第一参照）は彎曲折損見る影もなき形状を呈し往年の慘劇を忍ばしむるものがあつた。

第二章 調査坑

第一節 掘進作業

以上の如き状態に於て昭和5年8月迄1箇年間そのまゝとして湧水の變化を觀察して居たが何等好轉の標示もなく、坑奥作業は進捗して同箇所奥1000呎近くも盤築完成するに至り、運搬作業も圓滑を缺くに至るを以て當面の難關を打破せんと決心するに至つた。

當時該部分切換方法としては、側壁の完成せるを利用して roof shield に依る方法、セメント注入法、穹拱上層に沿ひ sheet pile 又は鐵管を矢板の如く打つて天井を支へる方法更に後述の坑道式コンクリート充填法等種々考慮をなしたるも、結局是等の何れかを採用するためには穹拱上層の地質状態を一層鮮明にする必要があつた。

此の目的を以て附圖第三に示す如く穹拱部中央上層を本線に直交する調査坑を掘進せしむる事となし、右側迂回坑入口なる19哩14鎖13節の地點に高さ20呎の切上りを作り、それより約1/10の勾配を以て130呎前進して16鎖20節迄至り、其の點に於て別に設けたる豎坑に連絡せしめ（此の豎坑は調査坑掘進中の礫出しに利用すると共に萬一土砂噴出の場合従業員の安全を期するためである）、左折して本線に直交し穹拱覆工上5呎を底盤とし7呎×7呎の加背を有する坑道を掘進して不良地帯の實際を探索せんと試みた。

8月下旬着手したる以上の作業は15鎖50節附近より16鎖20節に至る區間左側より少し許りの湧水を見たる外、大部分の粘土は乾燥状態にあつて何等の懸念もなく10月中旬には豎坑と連絡し更に左折せる調査坑は本線中央部に於て流出土砂充填層に會し、可成り不良なりしも含水量の僅少となりし結果以前の如く流動を起す事無く10月末には豫定の地點迄無事達する事を得た。

此の結果より見て地下水は殆んど湧出し盡し、空洞内を充填せる土砂は以前の如く流動なし得ざる迄になれる事を知りたるを以て、此の坑道はコンクリートにて充填埋没し、尙下部切換の安全を期するため此の坑道兩側に同様の坑道を掘鑿してコンクリートを充填し、穹拱部未掘鑿部分に幅21呎長さ50呎のコンクリート桁にて天井を覆ふ如くせしむる事とした。

之れ等兩坑道の掘鑿の結果も中央坑と同じく中央部分は不良なりしも事故を起す迄に至らず無事作業を終へコンクリート作業を行ふ事を得た。但し偶々第三番目坑道掘鑿終了直後11月26日北伊豆大地震に會し、中央部に於て坑道全體に亙り約1呎の沈下を起し、押木2

本を折損せるが直に復舊し引きつゞきコンクリートを充填する事を得た。

第二節 コンクリート充填作業

調査坑のコンクリート充填に當つては施行箇所狹隘にして且足場悪く作業に時日を要する時は粘土の膨脹其の他不測の災害生ずるを保し難きを以てコンクリート・ブレッサーを使用し急速に充填せしむる事とした。

ブレッサーは坑奥方 18 鎖附近に据付けコンクリート輸送管は坑奥方頂設導坑より充填すべき坑道に 6 吋鋼管を打ち上げて貫通せしめた、此れ作業上故障箇所たる曲管を極度に減ぜしむるためである。

充填作業の成績は第一表及び第二表に示す如くである。

第一表 調査坑中央坑道コンクリート吹込作業

月日	作業別	5年11月1日			5年11月2日			合計	1交代平均	摘要
		1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
混合並にコンクリート吹込	コンクリート積込車數	—	—	—	—	—	—	75	25	
	監督人員		1	1		1	—	3	1	
	使役人夫數		14.4	14.4		14.4	—	43.2	14.4	
坑及内び	密電車運轉手	1	1	1	1	1	—	5	1	
	監督人員建工	1	0	0	0	0	—	1	0.25	
運搬撤卸	使役人夫數	4	5	6	3	③	—	18 ^③	—	2日2の方は居残り
	緊急係電工	0	1	1	0	1	—	—	—	
コンクリート吹込作業	コンクリート吹込車數	18	22	10	22	1.5	—	(10.3 交代) 73.5	18	
	〃 回数	170	225	105	191	16	—	707	173	
	吹込實働時間	3 [〃] 20分	4 [〃] 0分	2 [〃] 17分	4 [〃] 2分	0 [〃] 7分	—	14 [〃] 1分	3 [〃] 28分	
	平均一車當り吹込時間(分)	11	7.7	13.7	7.4	5	—	—	9.9	
	平均一回當り所要吹込時間(分)	1.2	0.75	1.3	0.84	0.4	—	—	1.02	
	吹込休止時間	4 [〃] 34分	3 [〃] 51分	5 [〃] 43分	3 [〃] 58分	—	—	15 [〃] 0分	4 [〃] 32分	
	レシーバー氣壓(#/ロ [〃])	90~100	85~90	75~80	90~100	90~100	—	—	90	
	吹込氣壓最低平均(#/ロ [〃])	60	50	50	50	50	—	—	55	
	監督人員	1	1	1	1	1	—	5	1	
	積込監督建工	1	1	1	1	1	—	5	1	
吹込事	ブレッサー運轉技工	2	2	2	2	2	—	10	2	
	使役人夫數	6	5	5	7	⑦	—	23 ^⑦	5.7	○内は前交代の居残り
業數	振均し監督建工	1	1	1	1	1	—	5	1	
	振均し人夫數	2	2	2	2	②	—	8 ^②	2	

月日	5年11月1日			5年11月2日			合計	1交代平均	摘要
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
作業別									
故障	位置	ベント2	管閉器1 取付シ1	ベント1 修理1	ベント1	—	—	—	—
	時分計	1時20分	1時3分	5時23分	1時50分	—	—	—	—
人計	省員	8	8	7	7	7	—	37	7.5
	人夫	26.4	26.4	13	26.4	②	—	92.2②	23.05

第二表 調査坑左右両坑コンクリート吹込作業

月日	11月21日			合計	1交代平均	11月30日			合計	1交代平均	摘要
	1交代	2交代	3交代			1交代	2交代	3交代			
混合積込											
コンクリート積込	コンクリート車数	—	—	—	07	23.5	—	—	—	02	31
	監督人員	1	1	—	2	1	1	1	1	2	1
	使役人夫数	14.4	14.4	—	28.8	14.4	14.4	14.4	—	28.8	14.4
坑内及び搬入	蓄電車運転手	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
	監督人員	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	使役人夫数	5	5	2	12	4	4	4	3	11	4
搬入	搬入	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
	コンクリート吹込車数	24	32	10	(9.2立坪) 66	28	28	23	11	(8.5立坪) 62	25.5
	吹込回数	210	251	58	519	230.5	236	198	87	521	217
吹込作業	吹込開始時間	4時5分	4時20分	—	8時25分	4時13分	4時10分	4時14分	2時50分	11時14分	4時12分
	吹込休止時間	3時50分	3時40分	—	7時35分	3時47分	3時50分	3時40分	早終り	7時33分	3時48分
	レシーバー距離(#/ロ')	80~95	100~106	100~103	80~106	90~45	70~90	85~90	60~100	—	85
吹込	吹込気圧最低	50	50	45	—	50	50	50	50	—	50
	監督人員	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
	積込監督建工	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
吹込作業員	ブレーカー	2	2	2	6	2	2	2	2	0	2
	搬均し監督建工	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
	搬均し人夫数	2	2	1	5	2	2	2	1	5	2
故障	故障位置	管閉器1 取付2	ベント2 管取付2	ベント1 管取付1	—	—	ベント1 管取付2	管取付 取付2	無し	—	—
	時分計	2時30分	2時50分	2時15分	—	—	2時30分	1時50分	—	—	—
	省員	8	8	7	23	8	8	8	7	23	8
人計	人夫	26.4	26.4	7	59.8	26.4	25.4	25.4	8	60.8	25.4

第三章 特殊切掘作業

第一節 切掘掘整作業

調査坑のコンクリート充填に依り穹拱部上層半分は下部掘整安全となりたるも正面工直設機

坑よりの水は尙涸渇するに至らず、誤つて九俣の功を一箕に缺くをおそれ、全断面一時に掘鑿するを避け、附圖第四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進の完了と共にコンクリートを以て充填せしむる事とした。

之れ等坑道作業は右下部坑道に於て掘鑿終了間際其の終端附近に於て突如矢板を破つて1合餘の土砂の噴出に會し直に手當を加へ、急遽コンクリート充填を行ひ漸く事無きを得たる外、相當不良なる箇所ありしも事故を起す程の事も無く工事は豫想外順調に終始し3月下旬に至つて坑道式切換掘鑿の影を見る事を得た。

第二節 コンクリート吹込作業

各坑道に於ける吹込作業の成績は第三表乃至第七表に示す如くである、左右下坑道の充填に當つてはコンクリートの内方に移動するを防止するため附圖第四 A に示す部分に集塊岩より篩分せる砂をプレッシャーに依り充填し又各充填コンクリートは相互の密着をよくするため50封度軌條を3呎おきに2列に挿入し、尙全體としての沈下其の他に備ふるため内側コンクリート塊3枚分(約20吋)を残し下部掘鑿後化粧せしむる事とした。

斯くして4月上旬より中脊盤以上の部分を掘鑿して普通の如く拱架を据ゑる内側3枚分のコンクリート塊積を施工、5月中旬其の終了と共に殘部の掘鑿を終へ、次いで下水溝、仰拱コンクリートも7月上旬には全部完成し、此處に大正14年12月底設導坑の該箇所到達して以來5年8箇月を要したる最難關も此處に全く完成を見て、苦心慘憺たりし現場は唯思ひ出にのみ殘る事となつた。

第三表 左下坑道コンクリート吹込作業

月日	5年12月23日			5年12月24日			合計	1交代平均	備要
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
混合並に積込 コンクリート	コンクリート積込車數	—	—	—	—	—	107	27	方向の左右は坑奥より坑口に向つて替ふ以下同じ 24日セメント出入夫4人
	監督人員	1	1	1	1	1	4	1	
	使役人夫數	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	62.4	15.6	
坑内運搬及び積込	蓄電車運轉手	0	1	1	1	1	5	1	
	監督人員建工	—	—	—	1	—	1	—	
	使役人夫數	—	4	4	4	4	20	4	
	應急係電工	—	1	1	1	1	5	1	

月日	5年12月23日			5年12月24日			合計	1交代平均	備考
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
コンクリート吹込車数	—	20	23	11	23	30	(94.8)	107	21.4
	—	183	205	93	216	288	885	117.0	
	—	5 ^時 15 ^分	5 ^時 15 ^分	1 ^時 18 ^分	4 ^時 30 ^分	—	16 ^時 49 ^分	—	
	—	15.7	13.5	7.0	11.7	—	—	—	
	—	1.7	1.5	0.84	1.2	—	—	—	
	—	2 ^時 45 ^分	2 ^時 45 ^分	0 ^時 43 ^分	3 ^時 0 ^分	—	—	—	
	—	95	100	85~70	70~95	90~100	—	90	
	—	50	50	50	50	50	—	50	
	—	1	1	1	1	1	5	1	
	—	1	1	1	1	1	5	1	
吹込作業従事員	—	2	2	2	2	2	10	2	
	—	7	7	7	7	7	35	7	
	—	1	1	1	1	1	5	1	
	—	2	2	2	2	2	10	2	
故障	—	前日1 取替1	前日1 取替1	前日4 取替1	前日 取替3	—	—	—	
	—	1 ^時 45 ^分	1 ^時 15 ^分	2 ^時 28 ^分	1 ^時 20 ^分	—	—	—	
人員	—	8	8	9	8	7	40	8	
	—	28.6	28.6	28.6	28.6	13	127.4	25.5	

第四表 右下坑道コンクリート吹込作業

月日	5年1月24日			5年1月25日			合計	1交代平均	備考
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
混合並に積込	—	—	—	—	—	—	100	30	
	—	1	1	1	—	—	3	1	
	—	14.4	14.4	10	—	—	38.8	13	
坑内及び運搬	1	1	1	1	—	—	4	1	
	1	1	1	1	—	—	4	1	
搬卸	3	3	3	3	—	—	12	3	
	—	1	1	—	—	—	2	0.5	

コンクリート吹込作業	コンクリート吹込車数	30	30	30	10	—	—	(10.5%) 109	27	
	〃 回数	240	300	232	152	—	—	924	231	
	吹込開始時間	4時10分	2時32分	3時15分	2時25分	—	—	12時22分	3時5分	
	平均一車當り吹込所要時間(分)	8	5.07	6.5	7.0	—	—	—	6.79	
	平均一回當り〃(分)	1.05	0.51	0.84	0.05	—	—	—	0.80	
	吹込休止時間	3時50分	5時27分	4時45分	5時35分	—	—	10時38分	4時55分	
	レシーバー気壓(#/口")	85~95	100~120	100~120	85~95	—	—	—	100	
	吹込気壓最低(#/口")	50	50	50	50	—	—	—	50	
	吹込作業従事員数	監督員	1	1	1	1	—	—	4	1
		飛込監督建工	1	1	1	1	—	—	4	1
ブレッカー運轉技工		2	2	2	2	—	—	8	2	
使役人夫数		7	7	7	7	—	—	28	7	
掘込監督工		1	1	1	1	—	—	4	1	
掘込人夫数		2	2	2	2	—	—	8	2	
故障	故障位置	バンド取付1 方向踏踏2	鋼管修理3	鋼管修理 1, 取風1	バンド修理2	—	—	—	—	
	時分計	1時22分	4時4分	2時55分	1時35分	—	—	—	—	
人員計	省員	8	9	8	8	—	—	32	8.3	
	人夫	26.4	26.4	12	22	—	—	86.8	21.7	

第五表 頂設導坑コンクリート吹込作業

月日	6年2月16日			6年2月17日			合計	1交代平均	摘要
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
混合コンクリート吹込	コンクリート吹込車数	—	—	—	—	—	124	41	
	監督人員	—	1	1	—	1	3	1	
	使役人夫数	—	14.4	14.4	—	12	—	40.8	—
坑及内	ブレッカー運轉子	1	1	1	1	1	5	1	
	監督建工	1	1	1	1	—	4	1	
運搬	使役人夫数	3	3	3	3	—	12	3	
	緊急保電工	1	1	1	1	1	5	1	

月 日	0 年 2 月 16 日			0 年 2 月 17 日			合 計	1 交代 平 均	摘 要
	1 交代	2 交代	3 交代	1 交代	2 交代	3 交代			
コンクリート吹込作業	コンクリート吹込作業	29	34	31	25	5	124	20.2	
	〃 回数	250	203	205	200	40	1024	244.5	
	吹込賃働時間	2975分	---	---	3710分	---	---	---	
	平均一車當り吹込所要時間(分)	0	---	---	7.6	---	---	---	
	平均一回當り(分)	0.7	---	---	0.95	---	---	---	
	吹込休止時間	575分	---	---	4750分	---	---	---	
	レシーバー気壓(#/sq)	75~85	75~85	95~100	---	---	---	---	
	吹込氣壓最低(#/sq)	45	45	45	---	---	---	---	
	監督員數	1	1	1	1	1	5	1	
	積込監督員數	1	1	1	1	1	5	1	
吹込作業従事員數	ブレーカー運轉技工	2	2	2	2	2	10	2	
	使役人夫數	7	7	7	7	---	28	7	
	播均し監督員數	1	1	1	1	1	5	1	
	播均し人夫數	2	2	2	2	---	---	---	
故障人員計	故障位置	←ノド機付 2	監督機付 3	監督機付 4	---	---	---	---	
	時 分 計	55分	---	---	---	---	---	---	
人 員 計	省 員	9	9	8	9	7	42	8.4	
	人 夫	26.4	26.4	12	24	---	---	---	

第六表 左開坑道コンクリート吹込作業

月 日	0 年 3 月 10 日			0 年 3 月 11 日			合 計	1 交代 平 均	摘 要
	1 交代	2 交代	3 交代	1 交代	2 交代	3 交代			
混合並にコンクリート積込	コンクリート積込車數	---	---	---	---	---	157	30	
	監督人員	1	1	---	1	1	4	1	
	使役人夫數	15.0	15.0	---	15.0	12	58.8	14.7	
坑及内び運搬撤卸	押車運轉手	1	1	1	1	1	6	1	
	監督人員	---	---	---	---	---	---	---	
	使役人夫數	3	3	3	3	3	17	2.8	
	應急係電工	1	1	1	1	1	6	1	

コンクリート吹込作業	コンクリート吹込車数	28	33	35	21	22	18	(15 班) 157	23.2
	回数	226	257	263	163	172	126	1207	201.1
	吹込實働時間	3 ^時 35分	3 ^時 37分	4 ^時 45分	2 ^時 50分	3 ^時 19分	2 ^時 5分	20 ^時 11分	3 ^時 22分
	平均一回當り吹込所要時間(分)	7.7	6.6	8.0	8.0	9.0	7.0	—	7.7
	平均一回當り(分)	0.95	0.84	1.08	1.04	1.2	1.0	—	1.02
	吹込休止時間	4 ^時 25分	4 ^時 23分	3 ^時 15分	5 ^時 10分	4 ^時 41分	5 ^時 55分	27 ^時 49分	—
	レシーバー気壓(#/sq)	85~100	80~100	80~100	90~100	80~100	—	—	—
吹込最低気壓(#/sq)	50	50	50	50	50	—	—	—	
吹込作業従事員数	監督員	1	1	1	1	1	1	6	1
	積込監督工	1	1	1	1	1	1	6	1
	ブレーサー運轉技工	2	2	2	2	2	2	12	2
	使役人夫数	7	7	7	7	7	5	40	6.7
	平均し監督工	1	1	1	1	1	1	6	1
故障	故障位置	観音取替 2	観音取替 2	観音取替 2	観音取替 1	—	観音力向掃集 3	—	—
	故障時分計	1 ^時 10分	—	0 ^時 50分	1 ^時 10分	—	2 ^時 10分	—	—
人員計	省員	8	8	7	8	8	7	46	7.7
	人夫	27.6	27.6	12	27.6	24	21	139.8	23.3

第七表 右瀬坑道コンクリート吹込作業

月日	6年3月25日			6年3月26日			合計	1交代平均	摘要
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
混合及び積込	コンクリート積込車数	54	105	—	—	—	154	30	
	監督人員	1	1	—	1	1	4	1	
	使役人夫数	15.6	15.6	—	15.6	10	56.8	14.2	
坑内及搬卸	蓄電車運轉工	1	1	1	1	1	6	1	
	監督人員	—	—	—	—	—	—	—	
	使役人夫数	4	4	4	3	3	20	6.8	
	應急保電工	1	1	1	1	1	6	1	

月日	作業別	6年3月25日			6年3月26日			合計 (8日)	1交代 平均	換算
		1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代			
コンクリート吹込作業	コンクリート吹込車数	93	94	93	20	18	10	154	25.7	
	吹込回数	240	270	285	210	142	82	1229	204.8	
	吹込労働時間(分)	4 ⁰⁰ 20 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 45 ⁰⁰	3 ⁰⁰ 21 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 00 ⁰⁰	3 ⁰⁰ 10 ⁰⁰	1 ⁰⁰ 22 ⁰⁰	20 ⁰⁰ 58 ⁰⁰	3 ⁰⁰ 30 ⁰⁰	
	平均一車當り吹込所要時間(分)	7.0	8.4	6.1	9.2	10.6	8.2	—	8.2	
	平均一回當り吹込時間(分)	1.1	1.06	0.71	1.1	1.3	1.0	—	1.03	
	吹込休止時間	3 ⁰⁰ 46 ⁰⁰	3 ⁰⁰ 15 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 30 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 00 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 50 ⁰⁰	3 ⁰⁰ 38 ⁰⁰	20 ⁰⁰ 22 ⁰⁰	4 ⁰⁰ 00 ⁰⁰	
	レシーバ一氣取(#/ロ ²)	80~90	90~100	90~105	85~100	85~95	90~100	—	93	
	吹込最低一氣取(#/ロ ²)	50	50	50	50	50	50	—	50	
	監督員	1	1	1	1	1	1	6	1	
	積込監督工	1	1	1	1	1	1	6	1	
吹込作業従事員数	ブレーサー運転技師	2	2	2	2	2	2	12	2	
	使役人夫数	6	6	6	7	7	5	37	6.1	
	振均し監督工	1	1	1	1	1	1	6	1	
故障人員計	振均し人数	2	2	2	2	2	2	12	2	
	故障位置	原管及び ベンチ取付	—	—	ベンチ取付	—	原管取付	—	—	
	時分計	1 ⁰⁰ 15 ⁰⁰	—	—	1 ⁰⁰ 20 ⁰⁰	—	2 ⁰⁰ 00 ⁰⁰	—	—	
人員計	省員	8	8	7	8	8	7	46	7.7	
	人夫	27.6	27.6	12	27.6	22	9	125.9	21.0	

第四章 コンクリート・ブレーサー作業並に改善策

第一節 使用機械

本作業に使用したコンクリート・ブレーサーは米國ランサム・コンクリート・マシーナリー会社の製作にかゝる堅型移動式のもので機能は次の如くである。

容積 最大 1/4 立方碼/batch.
 輸送鐵管の徑 6 吋
 空氣管の徑 3 吋

ブレーサーは寫眞第五及び附圖第五に見る如く中央に圓錐形ドラムを有し坑外より鐵製トrolleyに依り作業場に運搬されたる空練コンクリートは其の臺枠上に取付けられたるホッパー中に投入され、空氣捲揚機に依り圓錐形ドラム中に裝入され、然る後適量の水を加へ (A) ホイストに依り蓋を閉ぢ、(B) コックにより壓搾空氣を送入し、ドラム中のコンクリートを噴

下すると同時に 3 吋コック (C) を開き目的の場所に向つてコンクリートの輸送をなすものである。

第二節 作業分擔

コンクリートは坑外混合場にて空線をなし、蓄電車に牽引され施工箇所に至るもので工事に要せし職工人夫の配置は第一圖の如くである。

第三節 工事費額

コンクリート充填工事に要せし工事費の概略は次の通りである (但し省傭人を含まず)。

(イ) 調査坑充填工事費、(總坪數約 28 立坪)

工 費	円	624.000
材 料 費		3 380.184
合 計		4 004.184
1 立坪當り		143.000
〃 (電力費約 5 圓を加ふるとき)		148.000

(ロ) 穹拱部充填工事費、(總坪數約 63 立坪)

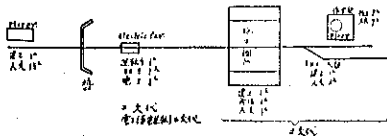
工 費	円	1 712.650
材 料 費		4 704.868
計		6 417.518
1 立坪當り		102.000
〃 (電力費を加ふ)		107.000

第四節 作業上の注意並に改善策

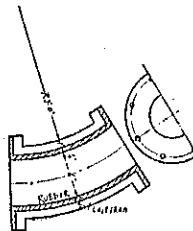
コンクリート・プレッサーはコンクリートの輸送機であつて注入機にあらざる事を銘記せねばならぬ、従つて良好なるコンクリートを得るためには吹込箇所を人員を配置しコンクリートの硬軟の状態、輸送管の方向、長さ等を常に注意し又輸送管先端より噴出するコンクリートは前方遮閉物に遠き時は膠泥部は遠く砂利部は管の近くに落下し遮閉物近き時は膠泥部は管に近くはねかへされ、何れにしても砂利と膠泥とは分離し易いものであるから時々吹込を中止し攪均して行ふ事が必要である。

プレッサー運轉手は細心の注意と熟練を要するもので輸送管中に於けるコンクリートの運

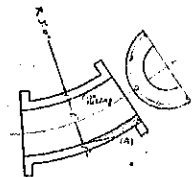
第一圖 作業分擔圖



第二圖 曲 管



第三圖 曲 管



動はトコロテンの突き出される如く進行せしむる事は空気の消費量を減じ、曲管部の故障を少ならしむるに効果あるものであるが、輸送管先端に近づくに従ひ散亂状態となり理想的な運轉は極めて困難なるものである。

又コンクリートに水分少きもの程良好なるコンクリートを得べきも、過少なるときは忽ち管の閉鎖を來たし修理に多大の時間を空費するものなれば、此の點も亦運轉手の技術に俟つ事大である。輸送管の閉鎖したる場合早く回復せんとして或は空気の壓力を上げ又は多量の水を入れて閉鎖せるコンクリートを除かんと努力しがちのものであるが、斯かる手段で回復する事は至難で徒に時間を空費する結果となるものであり、殊に時間の経過と共にコンクリートは硬化し始め益々回復困難となるものなれば躊躇なく該部分を切りはずし修理すべきものである。

輸送管の布設に當つては直線に延長すべきを理想とするが、現場の狀態は常に之を不可能とするものであるから、勢ひ途中で曲管を使用しなければならぬ事となる。然るに作業中衝撃の甚だしきため曲管部は忽ち磨耗破損せられ、其の修理のために要する時間は全作業の數十%を占め、作業能率の低下甚だしきものなれば、此の曲管の耐久性の増加と取替作業の簡易化は今後ブレッサー作業改善策中の最も考慮すべき點である。

従來當事務所に於て使用せるものに就き使用材料方面より述べむに、

1. 冷剛鑄造 (chilled casting) 製のもの。
2. 普通の casting の曲管の内面に硬質護膜をはれるもの。
3. 鋼鐵製の内面に外膚硬化法を施せるもの。

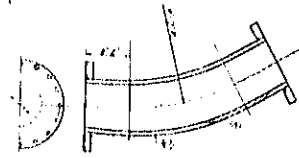
(イ) 冷剛鑄造製曲管は其の白色鑄鐵化する堅剛部が薄きため此の部分磨滅すれば普通鑄鐵部分に至つては急激に破損し壽命極めて短く好結果を望む事を得ず。

(ロ) 普通の鑄物製曲管の内面に良質硬質護膜を張れるものは第二圖に示す如きもので、護膜の厚さ 1/2 吋のもので調査坑充填の際 150 度及び 90 度の 2 種類を試験使用したが約 10 坪充填せる頃内面の護膜はがれ、ために管を閉鎖せらるゝに至り困難したるも従來使用せしものに比し耐久力の増加せるを認めた。只本管は鋼鐵製又は冷剛鑄造製に比し重量大なるため取替の際不便多きを以て材料を精選して外殻を極度に薄くする事により此の不便を幾分減じ得ることと思はれる。

(ハ) Forged steel bend は従來當事務所に於て最も多く使用せられたもので其最初に使用されたものは第三圖に示す如きものである、此れが使用の結果冷剛鑄造のものに比し優れて居たが其破損箇所は前記と同様殆んど A 部に限られて居た、而して此の曲管で A 部を囲する時は、それに連続せる直線部輸送管をも磨耗するに至るを以て取替に甚だしく手数を増加し經濟上の損失も亦大となる。此の故に當所修理工場に於て引抜鋼管を材料として第四圖

の如きものを製作せしめた。之れが改善せる點に曲線の半徑を大にせると、其の兩端部に直線部を4吋乃至6吋着けた點である。直線部を附したる事に依り輸送管の破損を減じ得るのみならず A 部破損したる場合に此の部分に切斷し新しき鐵

第四圖 曲 管



鋼を銲接し又は硬質護膜をバンドにて緊縮する事に依り曲管の壽命を2倍に使用し得られる、只銲接に依る方法は危険を作ふおそれなければ 後者の方法に依るを良策とす、本曲管は少し長さを増加したれど肉を薄くする事に依り重量に於ては前記と大差なく使用し得た。

近時カスケード隧道に於けるブレーサー作業の報告を見るに上部及び下部の曲管部には護膜ホースを用ひ、中央部直線部には厚き鋼鐵管を使用せる場合最も良好なる成績を得たりと稱せられる。該ゴムホースは内徑 6 吋にて 8 層より成り内面には特殊耐摩耗用として 3/4 吋の軟質ゴムを鋪裝せるものである、而して使用に際しては2種のホースを準備し下部機械には5 呎のものを取りつけ、上部には 10 呎ものを用ひて輸送管に連結せるもので、之れが成績を見るに使用期間 82 日間、吹込量 273 立坪に昇り丹那隧道に於ける成績に比し格段の差あるを見る、カスケード隧道の場合にブレーサーは水平型にして丹那隧道の堅型と異なれりと雖も曲管の改良に依る壽命の延長は、其の材料費の節約は 勿論故障修理に依る時間の減少に依つて工費の著しき減少を見る事を得るに至るものであるから今後最も改善すべき點と思はれる。

(以上)

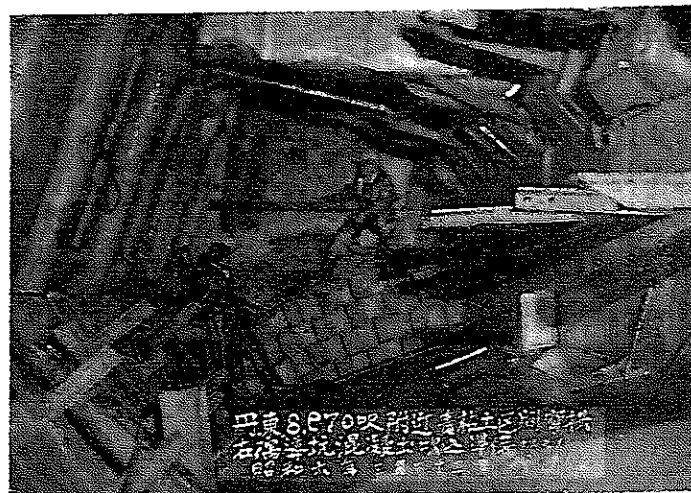
写真第一 温泉余土の露出に依る掘削支保工折損状況



写真第二 穹拱部未掘削区間状況

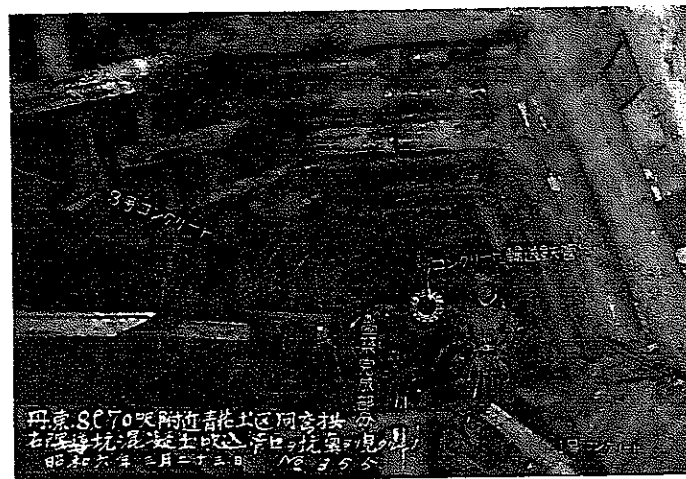


写真第三 右溝坑道コンクリート吹込直前の状況(其一)



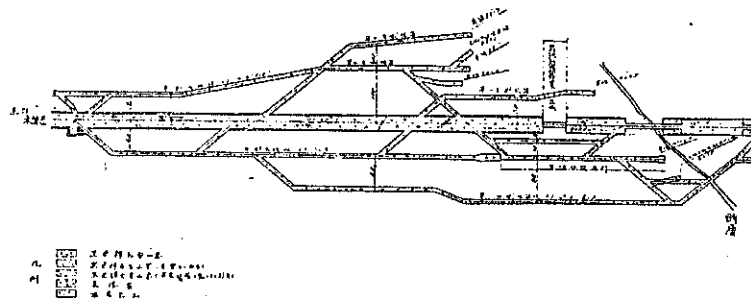
吹込管より奥を見たる所

写真第四 右溝坑道コンクリート吹込直前の状況(其二)

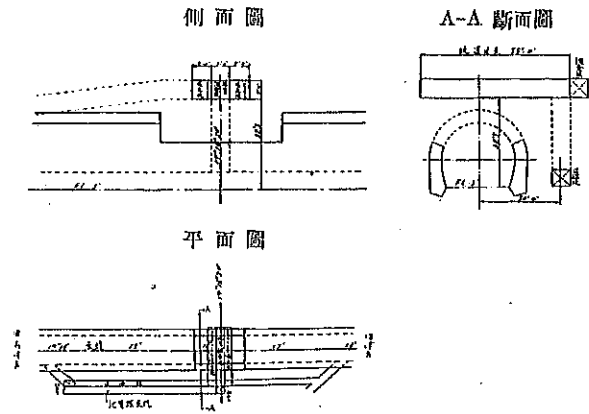


奥より吹込管方を見たる所

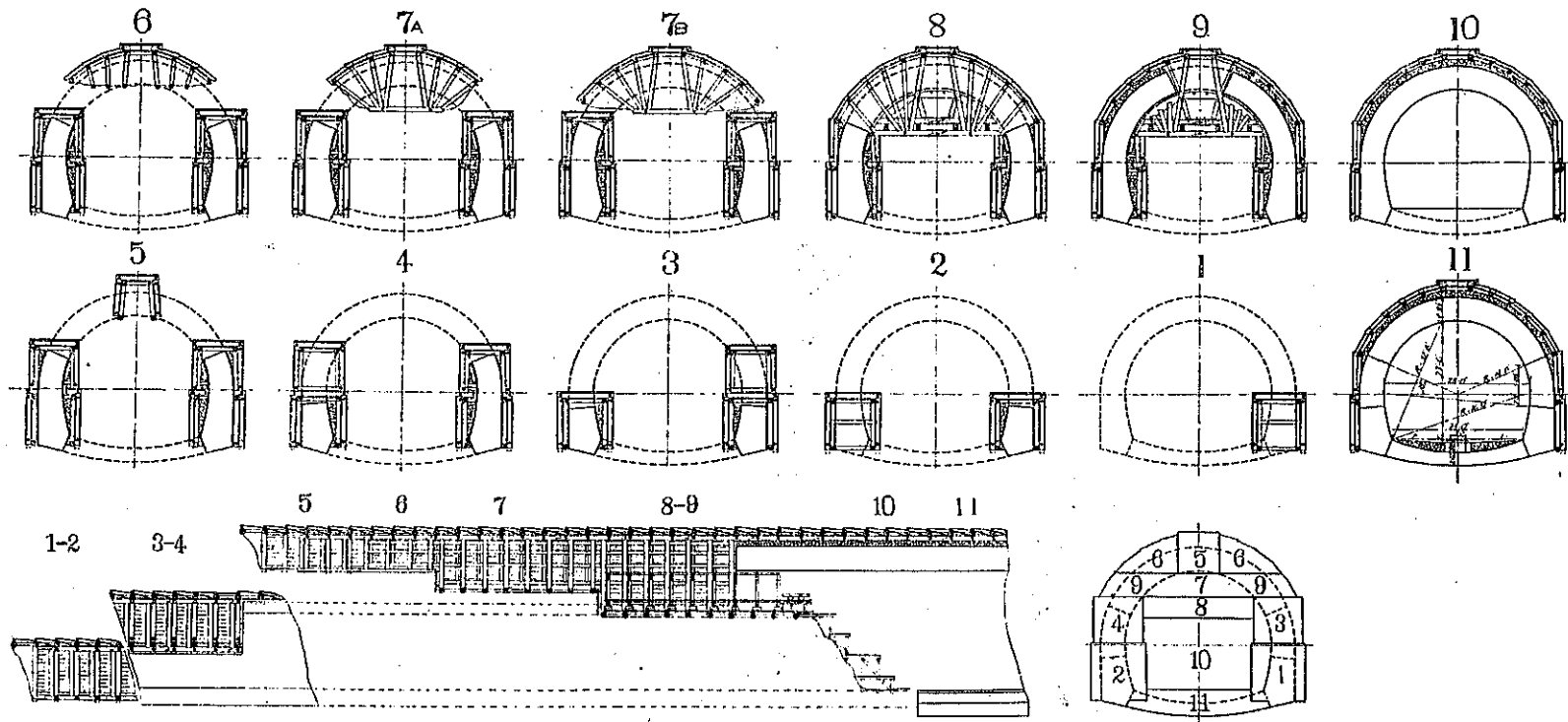
附圖第一 丹那隧道東口自8000呎至9000呎附近坑道平面圖



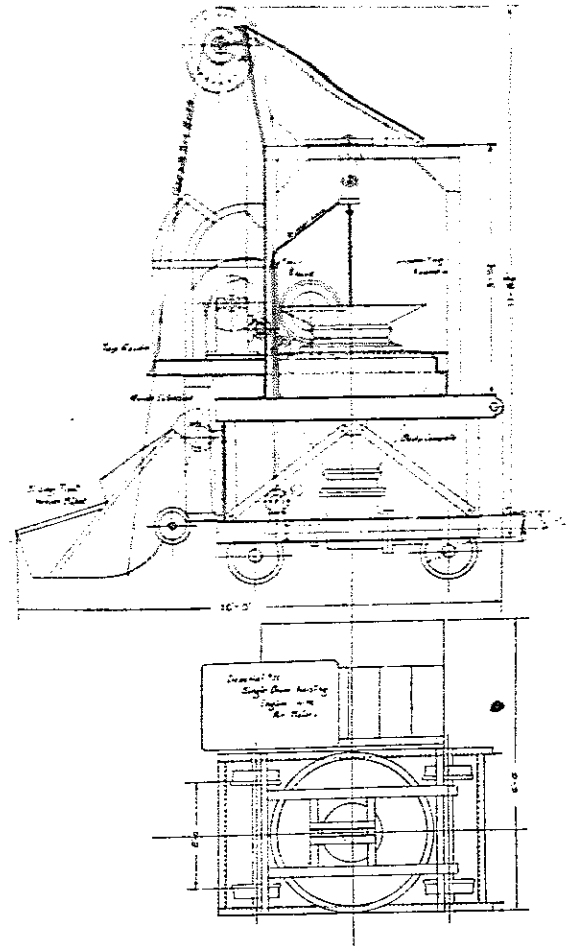
附圖第三 丹那隧道西口より19哩16鎮附近地質調査坑道圖



附圖第二 丹那隧道東口側壁導坑式掘鑿其他順序圖



附圖第五 コンクリート・ブレーサー



附圖第四 丹波隧道入口より19哩16分20秒
附近特殊切替作業設計圖

