

# 親不知トンネルの直轄施工

加藤 乾 二\*  
北村 章\*\*

## 1. ま え が き

北陸本線富山～直江津間は、関西と北海道、東北を結ぶ裏縦貫線の一部としてのみならず、近時発展の目ざましい富山を中心とした北陸工業地帯と関東を結ぶ最短輸送経路として、通過する輸送量のいちじるしい増加に加えて、沿線には無尽蔵と称せられる良質の石灰石を産出し、また北アルプスを中心とした屈指の観光地をひかえており、その輸送要請は遂年増勢をたどり、輸送力の増強が痛感されている。

特に市振～風波間は線路容量 76 本のところ、昭和 40 年には 1 日列車回数 110 本以上になるものと想定され、最大の隘路区間となっている。またこの区間は北アルプスの北端が日本海にせまる有名な親不知の天険であり、現在線路はこの急峻を縫って走り、トンネル、落石覆、護岸が連続し、常に海と山からの猛威にさらされ、構造物の損傷もはなだしいので、防災上の見地もかねて、他の区間に先立ち 36 年 8 月に複線化工事に着手した。新線路は現在線より約 200 m 山側へ複線で新設され、完成後現在線は廃止される。おもなる構造物は親不知トンネル(複線型  $L=4536$  m)と風波トンネル(複線型  $L=450$  m)である(図-1、カット写真参照)。

親不知トンネルは米原方より 36 年 8 月、直江津方より(風波トンネルをふくめて) 37 年 3 月相ついで着工した。このうち米原方 2500 m は国鉄唯一の直轄施工で施工されている。以下親不知トンネル直轄施工の状況について述べるが、この他技術課題としてつぎのような項目について研究中である。

### (1) トンネル施工の高効率化の研究

\* 正員 国鉄岐阜工事局 糸魚川出張所長  
\*\* 正員 同 上 市振工事区長

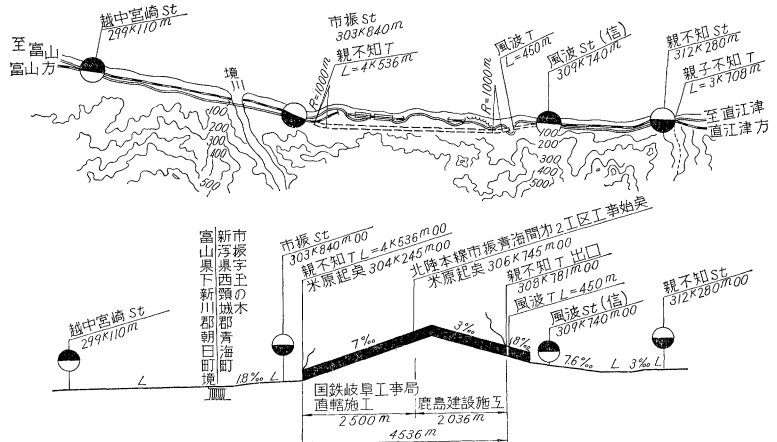
- ① 上部半断面掘削の無軌道ずり積み方法と従来方式との比較、およびずり受台の試作
  - ② 側壁部掘削方式の研究
  - ③ 側壁部掘削と側壁コンクリート施工との関連
- (2) トンネル土圧と覆工巻厚に関する研究(鉄道技術研究所指導)
- (3) 掘削中の断層予知法の研究(鉄道技術研究所指導)

そのほかに

余掘りをいかに少なくするかの研究

覆工コンクリートの充填状況の調査および研究

図-1 線路平面および縦断面



実際歩掛に関する資料の収集

新工法、新機械、新材料等の実績調査

トンネル関係職員の養成

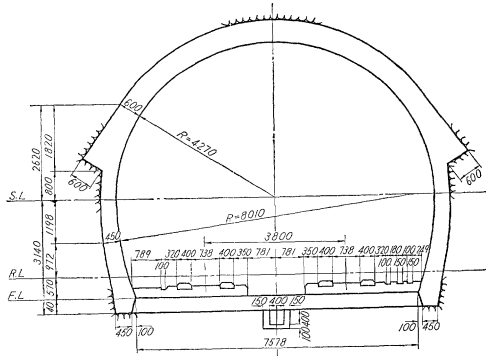
などを行なっている。

## 2. 設 計

親不知トンネルの設計はつぎのようである(直轄施工部分)。

- (1) 位置：北陸本線市振～風波間
- (2) 施工延長：トンネル全長 4536 m のうち、市振方の 2500 m
- (3) 勾配：7%

図-2 設計断面図



(4) 設計断面：図-2 のとおり。

(5) 掘削断面：

上半断面工法

(単位：m<sup>2</sup>)

底設導坑	上半断面	大背土平	計	備考
11.7	30.8	24.6	67.1	巻厚 アーチ 60 cm 側壁 45 cm

新填式工法

(単位：m<sup>2</sup>)

底設導坑	頂設導坑	切上げ	土平	計	備考
6.7	3.7	63.9	31.0	78.3	巻厚 100 cm

(6) 覆工断面：

(単位：m<sup>2</sup>)

工 法	コンクリート						計
	アーチ	側壁	下水	はり盤	道床		
上半断面工法	8.5	4.0	0.2	3.1	1.9	17.7	
新填式工法	15.0	7.4	0.2	3.1	1.9	27.6	

(7) 工事数量：

(単位：m<sup>3</sup>)

掘削	コンクリート						計
	坑内	アーチ	側壁	下水	はり盤	道床	
168 327	153	20 764	9 628	734	7 688	4 465	43 432

(8) 工期：昭和36年8月～昭和40年3月

### 3. 地 質

地質は全体を通じ、安山岩質凝灰角礫岩および安山岩質凝灰岩で構成されている。新鮮な状態ではかなり堅硬であるが、風化の進んだ地質の悪い箇所も比較的広範囲

におよんでいるほか、断層がトンネル中心線に平行または交差する方向にかなり発達している。踏査、ボーリング、弾性波試験等の結果より図-3のような地質想定図を得たが、2148 m 導坑を掘削した現在では、この図は現実にはほぼ一致しているといえる。

湧水に関しては、1596 m 付近で流量 80 l/sec、期間約3ヵ月という最高記録があるが、現在は坑口で 40 l/sec で定常状態となっている。

### 4. 坑 外 設 備

山が海岸線に押ししまっているため、幅約 50 m の細長いベルト地帯に坑外設備を設けた。国鉄、国道がこれ

表-1 坑 外 設 備

名 称	形 状	数 量	
建 物 関 係	工事区事務所、見張所	246 m <sup>2</sup>	
	動力所、木工所、修理工場	517	
	自動車庫、倉庫、油庫、火薬庫	827	
	コンクリート試験室	32	
	職員宿舎、寮、浴場	1 221	
	労務者宿舎、寮、浴場	2 982	
	救 護 所	104	
	そ の 他	30	
	計	5 959 m <sup>2</sup>	
	動力所	往復空気圧縮機	175 ps
往復空気圧縮機		100 ps	
高圧盤、高圧変圧器、その他		11	
掘削設備	ト ロ グ ン バ ー	ロータリー式 20 ps	
	ベルトコンベアー	1 200 mm×63 m 500 t/h, 50 ps	
	揺 動 コ ン ベ ア ー (プレートフィーダー)	700 t/h 30 ps	
	揺 動 コ ン ベ ア ー (プレートフィーダー)	450 t/h 20 ps	
	ず り り び ん		
覆工設備	骨材計量機 (全自動)	21 切×2	
	骨材ベルトコンベアー	500 mm×62 m 20 ps	
	骨 材 貯 蔵 槽	ベルトコンベアー 25 m×2 15 m×2 10 m×3	
	修理工場	普通 旋 盤	8 ft 5 ps
	空 気 ハ ン マ ー	1/2 t	
ボ ー ル 盤、ねじ切盤、その他		10	
木工所	交 流 電 動 機	20 ps	
	カ ン ナ 刃 研 磨 盤	24"×3"	
	単面カンナ盤、その他		2

図-3 地 質 想 定 図

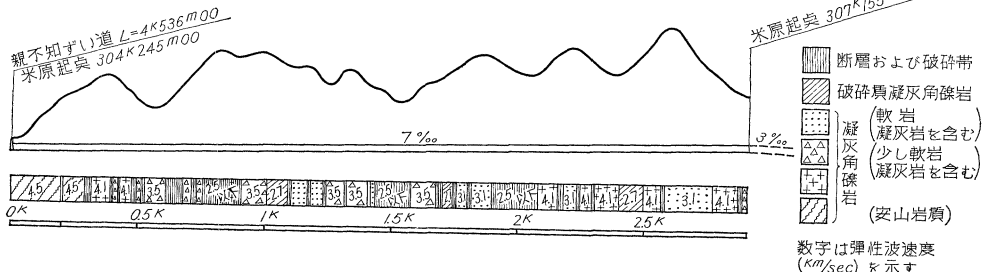
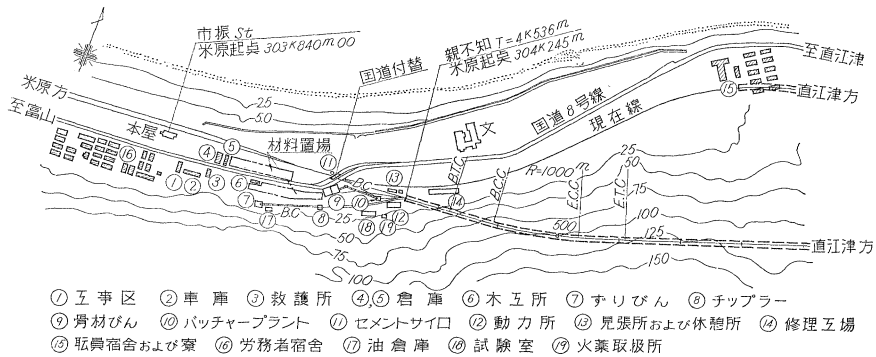


図-4 坑外設備配置図



に隣接、平行して走っており、また、市振駅が約 300 m 離れた位置にある関係で、工事材料の運搬は、鉄道、自動車の両方によっている。

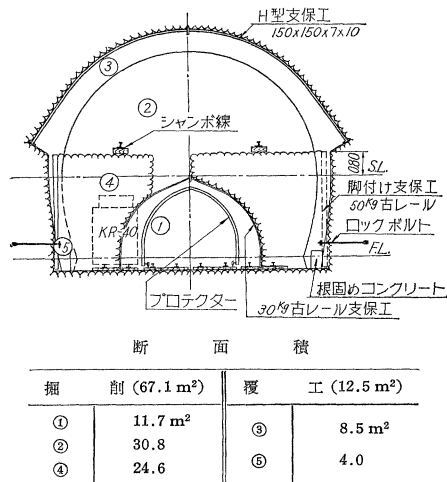
坑外設備および配置は表-1、図-4 のとおりである。

### 5. 施 工

先に述べたように、地質は全般的に良くないため、底設導坑先進の上部半断面工法を採用している。なお坑口 65 m の区間は、上部半断面掘削の準備および地質不良のため、新壊式工法で施工した。

本工事で採用した上部半断面工法はつぎのようである(図-5)。すなわち、まず導坑を掘進して地質を確認するとともに水をしばっておき、つぎに spring line(S.L)より 80 cm 上りの上部半断面を切抜げ、H 型支保工(150×150×7×10)を 0.7~1.5 m 間隔に建込んで、アーチコンクリートを打設し、上部を固める。しかる後大背土平を片押し掘削し、足付けサポートで支持した後、側壁コンクリートをスチールホームで打設するものである。

図-5 施工順序図



### (1) 底設導坑掘削

トンネル中心線に複線導坑(断面積 11.7 m<sup>2</sup>)を掘進する。削岩には、スウェーデン製のピューマ BBC 16 W 削岩機 6 台(のみはコロマント鋼のインサートビット)、簡易 2 段式ジャンボーを使用している。爆薬はえのきダイナマイト(1本 100 g)を、電気雷管は MS を使用している。

支保工は 30 kg/m の古レールを加工したアーチ式支

表-2 底設導坑の作業実績ダイヤおよび爆薬使用実績

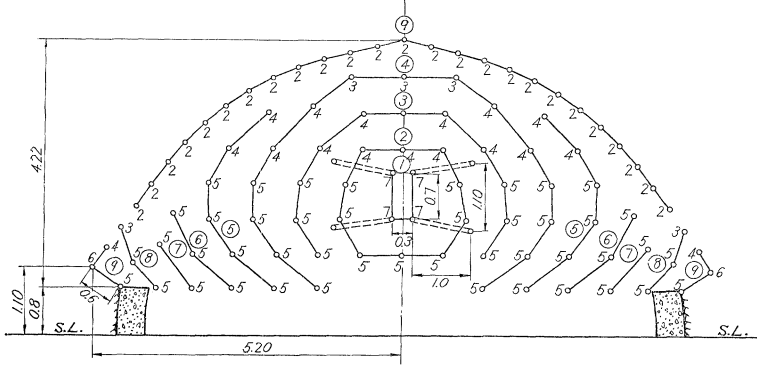
作業種別	標準 (1.5 m 進行)	実績 1.2 m 進行		実績 1.5 m 進行	
		平均	最高	平均	最高
		289		561	
実績数(発破)					
削岩準備	15分	(5)分	(5)分	(5)分	(5)分
削岩	54	49	40	52	30
爆破	20	22	15	23	20
換気	10	5	5	6	5
ずり積	64	74	60	86	65
軌道延長	15	21	10	24	20
当り取り	15	2	0	2	0
サポート建込	40	51	20	45	40
材料運搬	20	18	(10)	16	(15)
損失	7	5	0	8	0
計	260分	247分	150分	262分	180分
1方作業時間(時間)	10	10	10	10	10
日進(m/日)	6.7	5.8	8.0	6.8	9.0
1方掘削編成	坑夫 7 人, 火薬係 1 人, ジャンボーおよび諸機械保守 1 人, ディーゼル運転 2 人, ずり積機運転(1)人, 坑内電灯電力保守 1 人 計 12 人				

( ) 内は重複作業

爆薬使用実績

地上弾性波速度 (km/sec)	支保工間隔 (m)	孔数 (個)	設計爆薬量 (kg/m <sup>3</sup> )	使用爆薬量 (kg/m <sup>3</sup> )	発回数 (回)	当り数 (個)	当り爆薬量 (kg/m <sup>3</sup> )	全爆薬量 (kg/m <sup>3</sup> )
4.5 以上	1.5	54	1.22	1.423	426	0.4	0.036	1.459
3.0~4.5	1.5	49	1.22	1.412	259	1.1	0.032	1.444
3.0~4.5	1.3	49	1.22	1.331	46	0.2	0.008	1.339
2.5~3.5	1.2	45	1.22	1.071	271	0.6	0.018	1.089
2.5 以下	1.2	40	1.22	1.012	60	0.5	0.023	1.035
2.5 以下	0.9	35	1.22	0.663	24	0.1	0.013	0.676
2.5 以下	0.5	33	1.22	0.589	19	0.5	0.034	0.623
平均		49	1.22	1.277	1105	0.6	0.031	1.308

図-6 上部半断面せん孔配置図 (巻厚 0.6 m)  
(S. B 工法)



断面	面積	30.4 m <sup>2</sup>
進立	積り	1.5 m
1 m <sup>3</sup> 当り		45.6 m <sup>3</sup>
		0.88 kg

電気雷管	孔数	ダイナマイト (親ダイをふくむ)
1 段	4 個	28 本
2 〃	10 〃	47 〃
3 〃	11 〃	50 〃
4 〃	15 〃	65 〃
5 〃	12 〃	56 〃
6 〃	6 〃	30 〃
7 〃	4 〃	20 〃
8 〃	6 〃	26 〃
9 〃	31 〃	80 〃
計	99	402

保工を 0.6~1.5 m 間隔で建込んでいる。導坑上部には上部半断面掘削時にずり積機が走行するため、アーチ部に鉄矢木を使用して、強度を高めている。

ずり出しには、アイムコ 40 H ずり積機 1 台、4.5 m<sup>3</sup> トロ、10 t ディーゼル機関車を採用している。坑外に搬出したずりは、一時ずりびんに貯蔵し、その後ダンプトラックにてずり捨て場へ運搬している。ずり捨て作業は、以下の上部半断面、大背土平掘削についても同様である。なお、一発破作業実績ダイヤおよび爆薬量使用実績は表-2 のとおりである。

## (2) 上部半断面掘削

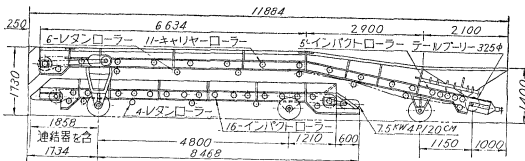
S.L より 80 cm 上りを上部半断面として掘削する。削岩にはスウェーデン製のタイガー BBD 50 W 削岩機 7~10 台 (のみはコロマント鋼のインサートビット)、2 段式ジャンボを使用している。

爆薬はえのきダイナマイト (1 本 100 g)、電気雷管には MS を使用している。なお、余掘りを少なくするため「冠り」の孔間隔を小さくし、低比重の新竹ダイナマイト (1 本 100 g) を用いて、smooth blasting を行なっている (図-6、表-9)。

支保工には H 型鋼 (150×150×7×10) を加工したアーチ式支保工を 0.7~1.5 m 間隔で建込んでいる。

ずり積機としてクローラー タイプの GS-7 H 2 台を

図-7 スライド式 2 段コンベアー



主 要 諸 元

構 造	二段スライド式	長 さ	11 m (上 段) 7 m (下 段)
モーター	15 ps (上 段) 10 ps (下 段)	能 力	300 t/h
ベルト幅	上、下段とも 700 mm		

使用しているが、クローラー タイプは (i) レールをひかなくてよい、(ii) ずりの取りうる幅が自由である、という長所がある反面、(i) 足まわりが弱い、(ii) ずり積時に不安定である、という短所があるので、本工事では GS-7 H とスライド式 2 段コンベアー (上段コンベアーはホッパー付) を併用して、GS-7 H の走行距離を一定とし、ずり積時間の短縮をはかった (図-7)。

上部からのずり出しは、10 m ごとに掘削した「じょうご」を利用し、導坑に待っている 4.5 m<sup>3</sup> トロに落ち、坑外に搬出する。導坑には、複線軌道を敷設してあるため、上部半断面ずり出し作業は導坑作業と併行可能となり、ずり積時間も短縮されている。このような機械およ

写真-1 (a) 上部半断面用ずり出しコンベアー

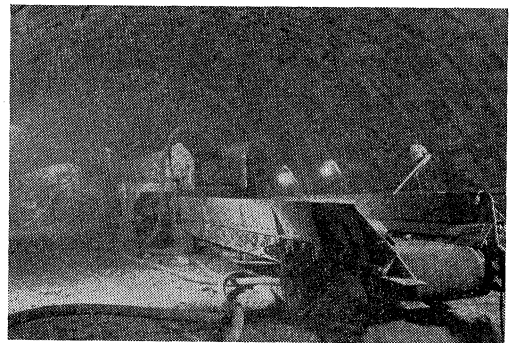
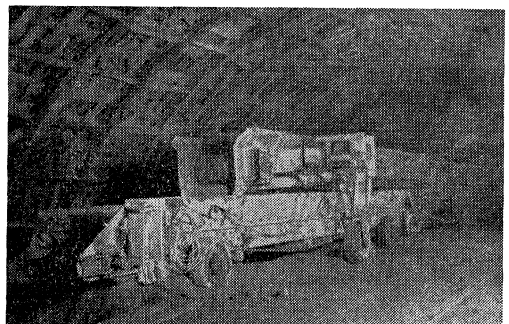


写真-1 (b) 上部半断面用ずり出しコンベアー



び設備とにより、一方10時間移動で最高7.5m/日、平均4.7m/日の進行となっている。1発破作業実績ダイヤおよび使用火薬量は表-3のとおりである。

なお、1サイクルの作業時間を短縮するため、削岩とずり積がある程度競合して作業可能なような特殊ずり受台を研究中である。

### (3) 大背土平掘削

従来、逆巻工法では土平は抜き掘り工法が採用されていたが、前述のごとく、今回は土平掘削に片押し工法を新しく採用した。その結果、従来80~100m/月の進行であったのが、130m/月以上が可能となった。なお最高記録は8.3m/日である。本工法の施工方法はつぎのようである(図-5、図-8参照)。

導坑内にプロテクター(L=9m、車輪付で移動可能)を挿入し、線路内にずりが飛散しないようにしてから削岩に取りかかる。削岩機はTY24LDを各側に2台、のみはコロマント鋼のインサートビットを使用している。爆薬はえのきダイナマイト(1本100g)を使用しているが、アーチコンクリートの根をゆるめぬことおよび余掘りを減少するため「払い」には低比重の新竹ダイナマイトを使用している。

表-3 上部半断面の作業実績ダイヤおよび爆薬量使用実績

作業種別	標準 (1.5m 進行)	実績(1.3m進行)		実績(1.3m進行)	
		平均	最高	平均	最高
実績数(発破)		178		294	
削岩準備	15分	(30)分	(30)分	(30)分	(25)分
削岩	65	40	30	46	37
爆破	26	40	27	39	27
換気	10	9(内トロ 待ち30)	10	6(内トロ 待ち30)	6
ずり積	146	113	76	126	83
軌道延長	10	28	28	20	18
当り取り	10	9	10	11	10
サポート建込	50	41	25	46	32
材料運搬	20	11	0	10	0
ずりじょうご作り	12	10	10	10	10
損失	6	24	15	18	15
計	370分	325分	231分	332分	238分
1方作業時間(時間)	10	10	10	10	10
日進(m/日)	4.8	4.8	6.8	5.4	7.5
1方掘削編成	坑夫12人、火薬係1人ジャンボ-および諸機械保守1人、ディーゼル運転2人、ずり積機運転(2)人、坑内電灯電力保守1人 計17人				

( )内は重複作業

### 爆薬使用実績

地上弾性波速度(km/sec)	支保工間隔(m)	孔数(個)	設計爆薬量(kg/m³)	使用爆薬量(kg/m³)	発破回数(回)	当り数(個)	当り爆薬量(kg/m³)	全爆薬量(kg/m³)
4.5以上	1.5	93	0.93	0.947	140	0.5	0.013	0.960
3.0~4.5	1.5	89	0.93	0.915	178	0.5	0.014	0.929
2.5~3.5	1.3	83	0.93	0.823	242	0.3	0.007	0.830
2.5以下	0.9	82	0.93	0.792	11	0.3	0.004	0.796
平均		87	0.93	0.881	571	0.4	0.011	0.892

イナマイトを使用している。

爆破後、両側に配置したKR40ずり積機により同時にずり出しを行なう。アーチコンクリート10m(1打設の分)の両端には、掘削終了後ただちに、50kg/mの古レールを加工した「足付けサポート」を建込むとともに、根固めコンクリートを打設し、アーチコンクリートの沈下を防いでいる。地質により増しサポートを中間に建込むようにしているが、特に地質が悪い場合には、大背掘削を先進させ、土平を抜掘りしてアーチコンクリートのジョイント部に厚さ30cm、長さ2.4mの仮巻きコンクリートを施工して支持している。

現在までの掘削状況は順調であり、アーチコンクリートの沈下もダイヤルゲージ、ロードセルにより測定しているが、今のところほとんど認められない。今後も

図-8 土平掘削図

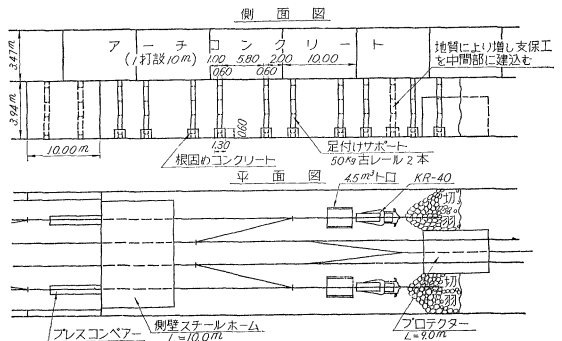


写真-2 土平掘削

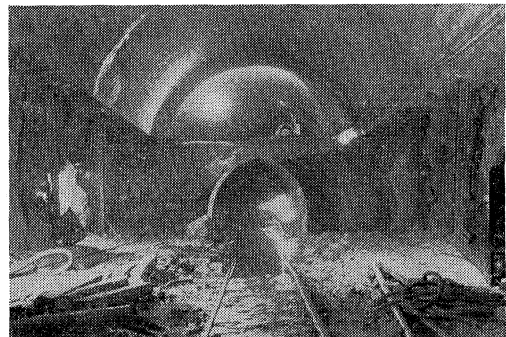
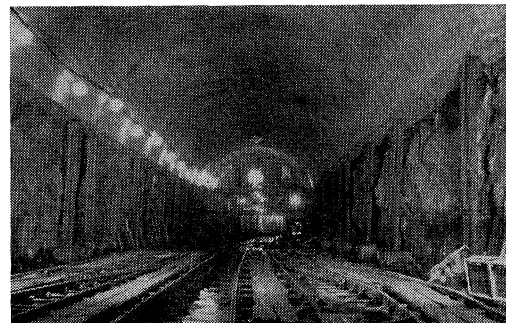


写真-3 土平掘削および側壁サポート(前方に側壁用スチールフォームが見える)



測定を続けて片押し掘削の可能限界を見出したいと考えている。なお、1発破作業実績ダイヤおよび使用火薬量は表-4のとおりである。

(4) 掘削関係主要機械

掘削関係機械については以上述べたところであるが、取りまとめると表-5のごとくである。

表-4 土平の作業実績ダイヤおよび爆薬量使用実績  
作業実績ダイヤ

作業種別	標準 (1.5m進行)	実績(1.5m進行)	
		平均	最高
実績数(発破)		184	
削岩標準	15分	(105)分	(40)分
削岩	54	68	30
爆破	30	25	20
換気	10	5	5
ズリ積	115	162	80
軌道延長	20	26	20
当り取り	10	3	0
サポート建込	40	35	35
サポートばらし(導坑)	30	20	10
プロテクター移動	25	14	14
損失	11	11	4
計	360分	369分	218分
1方作業時間(時間)	10	10	10
日進(m/日)	5.0	4.9	8.3
1方掘削編成	坑夫8人、火薬係1人、坑内諸機械保守1人、ディーゼル運転2人、ズリ積機運転(2)人、坑内電灯電力保守1人 計13人		

( )内は重複作業

爆薬量使用実績

地上弾性波速度	孔数	設計爆薬量	使用爆薬量	発破回数
3.0~4.5 km/sec	23個	0.36 kg/m <sup>3</sup>	0.289 kg/m <sup>3</sup>	160回

表-6 削岩機の諸元

	BBD 50 W		BBC 16 W		TY 24 LD	
	削岩機	レッグ	削岩機	レッグ	削岩機	レッグ
シリンダー径(mm)	75	60	70	60	66.7	57
ピストンストローク(mm)	45	1300	55	1300	68	965
打撃数(回/分)	3050	—	2300	—	200~300	—
エアーホース径(mm)	19	—	25	—	19	—
ウォーターホース径(mm)	13	—	13	—	13	—
空気消費量(m <sup>3</sup> /min)	3.5	—	3.75	—	2.5	—
全長(mm)	640	1700	675	1700	630	1335
重量(mm)	27	15.3	27	15.3	24	12
使用ロッド	中空六角 22×108		中空六角 22×108		中空六角 22×108	

表-5 掘削関係主要機械

	ジャンボ	削岩機	のみ	ズリ積機	コンペアー	ズリトロ	機関車	その他
底設導坑	簡易2段式ジャンボ	ピューマ BBC 16 W 6台	コロマント鋼インサートビット	アイムコ 40 H 1台		4.5 m <sup>3</sup> 箱型トロ	10 tディーゼル機関車	
上部半断面	2段式ジャンボ	タイガー BBD 50 W 7~10台	コロマント鋼インサートビット	GS-7 H 2台	スライト式 2段コンペアー	4.5 m <sup>3</sup> 箱型トロ	10 tディーゼル機関車	
大[背土平		東洋 TY 40 LD 4台	コロマント鋼インサートビット	KR-40 2台		4.5 m <sup>3</sup> 箱型トロ	10 tディーゼル機関車	プロテクター

本工事ではスウェーデンアトラス社のレッグ削岩機のタイガー BBD 50 W, ピューマ BBC 16 W および国産の東洋の TY 24 LD を使用しているが、その諸元は表-6のごとくであり、その使用結果からつぎのようなことがいえる。

① タイガーはストロークが短いので、打撃数が大であり、よって堅岩の削岩に適している。

② タイガー、ピューマのピストン構造がエアー cushion作用するように製作されているので、部品の防護に役立っている。

③ タイガー、ピューマはフラッパーバルブを採用しているため、バルブ作動が良好である。

④ タイガーは小型であるが、TY 24 LD に比し重量がやや大きい。

⑤ タイガーのレッグはピストンが下部にのびる方式で、ストロークが長いので削岩中のもり替えが少ない。しかし重量がやや大きい。

⑥ タイガーレッグは自動伸縮ができるので、削岩作業が便利である。

⑦ タイガーの部品費は国産品に比し安い。

⑧ ピューマはレッグの着脱が非常に容易である。

現在、使用しているコロマント鋼のみの諸元は下表のとおりであるが、33 mm×1.8 m の2ヵ月間にわたる使用実績は表-7のようになっている。

	種別	有効長	ビット ゲージ	チップ インサート ハイト	チップ インサート 幅	カラー ジャンク
コロマント鋼	11シリーズ	1600 mm	33 mm	17.3 mm	10 mm	108 mm
	16シリーズ	1800 mm	33 mm	17.3 mm	10 mm	108 mm

表-7 のみ使用実績

破損箇所	チップ欠損	ジャンク折損	中間部折損
本数	4本	3本	19本
破損箇所別平均耐用命数	428 m	602 m	566 m
平均耐用命数	26本 549 m		
使用本数	50本		

(5) 覆工

覆工は図-5に示すように逆巻工法で、型わくはアーチ、側壁コンクリートとも、ノンテレスコピックスチールホームを使用し、1打設10mずつ施工している。このスチールホームにはすべて油圧駆動のジャッキを使用しており、ワンマンコントロールになっている。そのため、型わくの取りはずし、移動、すえつけの作業

表-8

	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	水セメント比 w/c (%)	コンクリート 1 m <sup>3</sup> に用いるセメント量 C (kg)	コンクリート 1 m <sup>3</sup> に用いる水量 W (kg)	細骨材率 S/A (%)	コンクリート 1 m <sup>3</sup> に用いる骨材重量			G <sub>1</sub> /G <sub>2</sub>	A E 剤 (cc)	空気量 (%)
							細骨材 S (kg)	粗骨材				
								G <sub>1</sub> (kg)	G <sub>2</sub> (kg)			
アーチ コンクリート	50	15~18	53	275	146	40	762	680	454	4/6	82	4 ± 1
側壁 コンクリート	50	12~15	45	250	113	35	704	519	779	6/4	100	4 ± 1

において、人員の減少、作業時間の短縮が可能となり、経済的かつ高速施工が行なわれている。

a) アーチコンクリートの打設 坑外のバッチャープラントで練ったコンクリートを自走式アジテーターカーにより搬入し、プレスコンベアーにより上部半断面に設置したコンクリートポンプ (Rex 200) に入ったん送り込み、ポンプを利用してコンクリートの打設と行なっている。

b) 側壁コンクリートの打設 側壁コンクリートは自走式アジテーターカーで搬入し、プレスコンベアーで型わく上部のスライド式コンベアーに上げ、打設している。アーチおよび側壁コンクリートの標準配合は表-8 のようである。覆工ダイヤおよび余掘率は表-9、表-10 のとおりである。なお、覆工関係主要設備 (坑外設備を除く) を取りまとめると表-11 のようである。

6. む す び

現在 (38 年 9 月末)、進行は坑口より、導坑 2148 m、上部半断面 1544 m、土平 908 m、アーチコンクリー

写真-4 アーチ用スティール フォーム

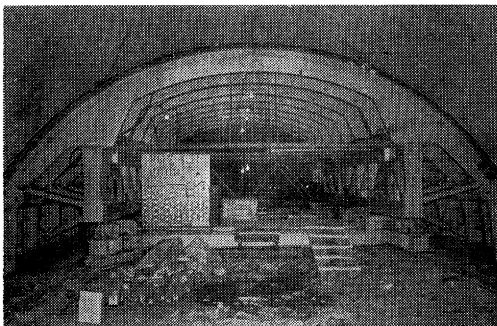


写真-5 側壁用スティール フォーム

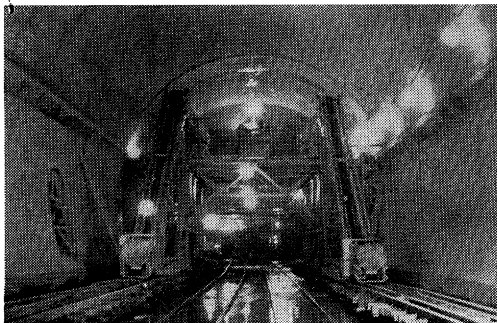


表-9 覆工作业実績ダイヤ (1 サイクル 10 m)

種 別	場 所	アーチコンクリート			側壁コンクリート		
		標準	実 績		標準	実 績	
			平均	最高		平均	最高
実 績 (打 設)			26			29	
型わく移動すえつけ	スチールホーム外し	35分	51分	40分	35分	65分	37分
	スチールホーム移動	20			20		
	スチールホームすえつけ	60	63	70	60	87	65
	ケレンおよび塗油	30	28	25	30	37	35
	止板(アーチは止板(水板を含む)延長準備	60	(198)	(165)	45	(90)	(70)
	線路準	30	24	10	30	22	10
	損	30	10	10	30	10	10
打込み	打込み準備	15	28	10	15	19	10
	打込み	220	325	270	105	136	121
	パイプ引抜き	20	20	20	—	—	—
	損	20	48	15	20	11	0
計		560分	650分	470分	410分	397分	288分
編 成	坑外	バッチャープラント セメントサイロ 骨材 (女子)6			2 人 1 6		
	坑内	コンクリートポンプ プレスコンベアー ブラスター パイプ引抜き アジテーター運転 アジテーター車掌 次回打設段取 機械電気保守 計			1 1 1 3 3 3 3 1 25 人		

表-10 余 掘 率

	アーチコンクリート(巻厚 60 cm)		側壁コンクリート (巻厚 45 cm)
	皆通掘削区間	スムースブラステング区間	
余 掘 率	34%	28%	45%

注 余掘の測定はスチールフォームをすえつけるごとにその終端部に行ない測定数は等間隔でアーチ部11カ所側壁部片側6カ所である。

表-11 覆工関係主要設備

	型わく	コンクリート搬入	コンベアー	打込み
アーチコンクリート	スチールホーム	自走式アジテーターカー	プレスコンベアー ムカデコンベアー	コンクリートポンプ
側壁コンクリート	スチールホーム	自走式アジテーターカー	プレスコンベアー	シュート

ト 1395 m、側壁コンクリート 778 m であり、工事最盛期を迎えたとはいえ、いまだ工事半ばであるので、各種資料、原価計算等十分にまとまっておらず、以上のような報告となり誠に恐縮である。

今後とも、先輩諸氏のご指導を仰ぎ工事の完成に努力して行きたい。

(1963.10.7・受付)