

津軽トンネルの施工

阿部 直*
Naoshi Abe

田井治 好美**
Yoshimi Taiji

1. 工事概要

1-1 津軽海峡線の概要

津軽海峡線は本州と北海道を結ぶ延長87.8kmの路線(本州方19.2km, 青函トンネル53.9km, 北海道方14.7km)であり, 断面は新幹線断面となっている。

津軽トンネルは青函トンネルを除く取付部の中で延長が最長の5,884mのトンネルであり, 地質が未固結の砂岩でかつ地下水も多いことから難工事が予想され, 全長(5,884m)を5工区に分け発注された。本州方には大小8本のトンネルがあるが, 地質の関係で2本(津軽トンネル, 太平トンネル)がサイロット工法, 6本がナトムを採用した。

1-2 津軽トンネル(高石股工区)の概要

工事概要, 主要工事数量を Table 1 に示す。

2. 施工概要

2-1 導坑掘削

掘削はピックによる人力掘削を原則とし, リングカット工法により施工した。地質は変化に富んでおり, 未固結砂層部では湧水による2度の土砂流出が発生したため, 導坑切羽より地質調査を兼ねた水平ボーリング, 水抜ボーリングおよびウェルポイントなどを施工して水位の低下を図り掘削した。さらに凝灰質砂岩で安定した区間ではゆるみ発破(0.052kg/m³)を補助工法として実施した。

2-1-1 異常出水に伴う土砂流出

イ) 左導坑6k247m地点(坑口より207m)

Table 1 工事概要

工事件名	津軽海峡線(本)津軽(T)高石股工区その他工事 津軽(本)高石股沢B(CP)製作架設工事 津軽(本)太平SSP他工事
発注者	日本鉄道建設公団盛岡支社
工事場所	青森県東津軽郡鰺田町大字小国字西小国山 (国有林野内)
工期	自昭和57年8月28日～至昭和60年11月30日 (3年3ヶ月間, 実着工は昭和58年2月1日)

主要工事数量

工 種	仕 様	単位	その1工事	その2工事	その3工事	その4工事	計
掘 削	導坑、上半、大背	m³	13,873.0	51,076.8	54,417.4		119,367.2
—— “ ——	インバート、中央集水管	”			8,454.0		8,454.0
上 半 支 保 工	200H	基	111	711	562		1,384
—— “ ——	250H	”			112		112
アーチ鉄筋コンクリート	巻き厚70cm	m³	289.0				289.0
アーチコンクリート	—— “ ——	”	915.0	7,070.4	7,321.9		15,941.3
上半吹付コンクリート	厚10cm	”			100.0		100.0
側壁コンクリート		”	2,499.5	3,695.3	5,185.0		1,404.9
インバートコンクリート		”			8,714.9		8,714.9
路盤鉄筋コンクリート		”				1,370.0	1,370.0
明り巻鉄筋コンクリート		”				730.0	730.0
中 央 集 水 管	φ 600	m			1,360.0	25.0	1,385.0
メ ッ セ ル 矢 板	320×4300 2枚 260×4300 56枚	”					100.0
水 平 ボ ー リ ン グ	ℓ=200~260	”	497.5	600.0	516.2		1,613.7
水 抜 ボ ー リ ン グ	ℓ=50	”	500.7	178.2	900.0		1,578.9
ジャンボウェルポイント	ℓ=20	”	98.4	40.0			138.4
ウ ェ ル ポ イ ン ト	ℓ=1.7~2.5	”	118.0	31.0			149.0
明 り 本 線 盛 上	ℓ=420m	m³				27,400.0	27,400.0
” 強 化 路 盤	M-40 45cm アスコン 5cm	”				4,370.0	4,370.0
明り橋台鉄筋コンクリート		”				310.0	310.0
P C 桁 製 作 架 設	ℓ=29.2m 6本 1桁V=216m³	連					1

*東北(支)荒砥沢ダム(出)所長

**東北(支)荒砥沢ダム(出)

地質は砂層で坑口より200m付近より湧水がみられ軟弱になってきたため、さぐり削孔($\ell=3.0\sim5.0\text{m}$)で確認しながら掘削中、さぐり孔より最大瞬間3,000 ℓ /分の濁水とともに土砂(約180 m^3)が流出した。対策として、右側導坑より水抜ボーリング($\ell=30\sim50\text{m}$)5本を施工し、バキュームポンプで強制排水(揚水量1,000 ℓ /分)を実施した。約10日後、当初130 ℓ /分だった湧水が6 ℓ /分まで低下したのでチェックボーリング($\ell=4.0\sim43.8$)10本を実施し、湧水および空洞の確認をして出水より30日後に掘削を再開した。(詳細は参考文献1を参照)。

ロ) 右導坑6k395m地点(坑口より355m)

切羽の地質はほぼ凝灰岩であったが、右肩天端にわずかな砂層が入り込んでおり、鋼矢板で砂層を縫って掘削中、約300 ℓ /分の濁水とともに土砂(約60 m^3)が流出した。導坑直上に幅4 $\text{m}\times 3\text{m}$ 、深さ2 m の陥没が生じた。対策として、陥没箇所を土のうで埋戻し、表面はソイルセメントにより復旧した。空洞の有無と湧水の確認チェックボーリング($\ell=15.0\sim23.0\text{m}$)4本を実施し、崩壊箇所のルーズな砂層の改良にCB(87,120 ℓ)及びLW(19,520 ℓ)注入を行い、掘削再開に20日を要した。

2-1-2 水平ボーリング

水平ボーリング、水抜ボーリングの施工および実績については参考文献1)を参照されたい。

2-2 上半掘削

上部半断面施工時においては、導坑掘削でかなりの水が絞られており湧水で苦しむことはなかったが、逆にルーズな砂が乾燥流砂となって度々流出した。切羽に鏡止めを行い矢板に坊主をかけて、その都度空洞になった箇所にモルタルおよびコンクリートを填充した。またトンネル直上に沢が蛇行して走り、土被り1.5 m の地点ではメッセル工法、さらに青函トンネルに送電している高圧鉄塔直下では吹付コンクリート工法による一次巻を行

い、地山を極力緩ませないように施工した。

掘削はいかなる地質でもリングカット工法で行い、未固結な砂層ではピック掘り、比較的安定した砂層および凝灰質岩層ではリングカットマシン(SY45C-E)を使用し、固結度の高い凝灰岩層では補助工法としてゆるみ発破を行った。

イ) メッセル工法

6k870 $\text{m}\sim$ 6k960 m 間の沢部はトンネル直上を3度交差し、土被りも1.5 m と少なく、導坑掘削時の湧水量は最大400 ℓ /分であった。このため地表面を緩ませない工法としてメッセル工法で施工し、沢部は水替を行い裏込注入で補強した。

ロ) 吹付コンクリート工法

7k036 m 付近直上に青函トンネル用の高圧送電鉄塔があり、土被りも21 m しかないため従来工法では地山と支保工との間に生じる空隙により鉄塔の沈下および移動などのおそれがあった。したがって、地山の緩みを極力抑え地山と支保工の一体化を図るために吹付コンクリート工法により施工した。

3. 実績工程

全体として、 $\ell=13,60\text{m}$ の新幹線断面をサイロット工法で施工するのに30ヶ月を要し、暦月進行は45 m /月であった。

各工種ごとの進行をTable 2に、実績工程をFig.1に示す。

4. あとがき

難工事が予想された未固結滞水砂質土層地山のトンネル掘削では、初期の湧水および土砂流出などの貴重な経験を基にして、水抜、水平ボーリングおよびウェルポイントを補助工法としたサイロット工法により無事掘削を終えた。

Table 2 実績進行

工種	暦月進行(m/月)	日最大進行(m/日)	作業日当り進行(m/日)
導坑	2.2 $\text{m}\times 2$ 列= 4.4	7.2 $\text{m}\times 2$ 列=14.4	
上半	2.0	5.4	
大背	2.1	19.0	7.7
インバート	4.9	69.0	22.5
アーチコンクリート	2.1		12.0
側壁コンクリート	2.2 $\text{m}\times 2$ 列= 4.4		12.0
インバートコンクリート	4.9	48.0	
路盤コンクリート	26.7 $\text{m}\times 2$ 列=53.4	80.0	
メッセル	1.6	3.6	2.0
吹付コンクリート	1.6	3.6	1.9

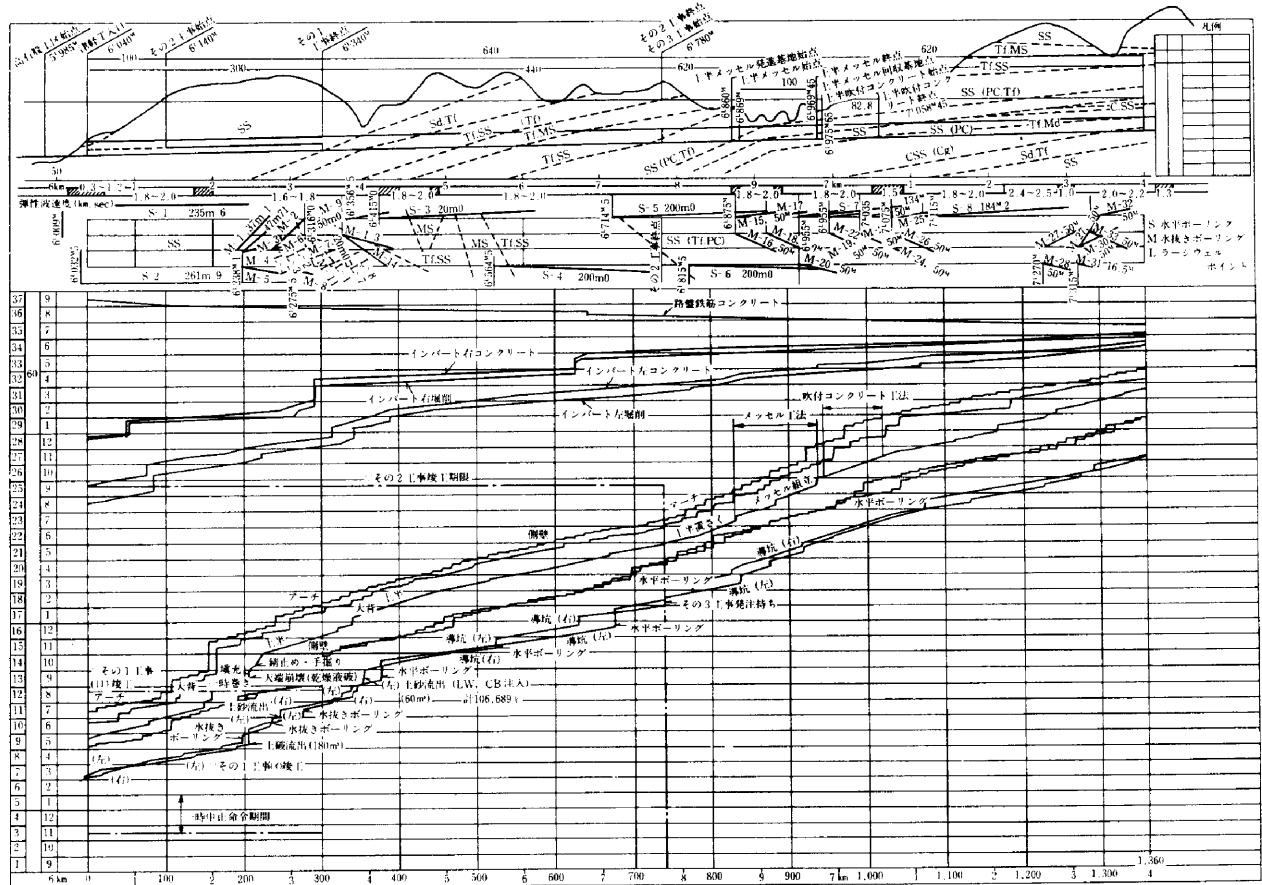


Fig.1 実施工程

当トンネルのような流砂現象を起こし易い地質においては、地山の水抜きを行うことと、地山の変化および湧水の有無を素早く判断しその対策を講じることが、トンネル掘削の成否を決める大きな要因であった。また、さぐり削孔は地質の変化や湧水を確認するのに最も手軽にてきる確実な方法あり、大きな事故を未然に防ぐのに役立ったといえる。さらに土被りの薄い沢部でのメッセル工法および高圧鉄塔の沈下防止対策としての吹付コンクリート工法は各々成功したと考えられる。

参考文献

- 1) 阿部直, 田井治好美, 「未固結滞水砂質土層におけるトンネル掘削」, 西松建設技報, Vol. 8, P.84~95, 1985