

青函トンネルその後の調査について

日本鉄道建設公団計画部長 粕谷 逸男

1. はしがき

青函トンネルの調査は過去20年にわたって実施され、その結果海峡の地形および地質構造の大部分は判明している。しかし海峡部分に介在する断層の性状、本州方に広く賦存する龍飛安山岩の分布状態とその透水の程度等については、地表からする調査では説明することができず、両岸から斜坑を降り海峡中央部に向って調査水平坑を掘進して、これを調査する以外によい方法はないとの結論に達した。そこで北海道方吉岡では昨年春から斜坑の掘削を開始し、9月末現在で502mに達している。また本州方龍飛では、本年秋から斜坑の掘削を開始する予定である。

調査坑の目的としては、上記地質上の問題点を解明することの他に、注入による止水、トンネルボーリングマシンによる機械化掘削等、施工の面についても研究を進め、概ね昭和42年度にはトンネル掘進の可能性、概略の工期および工費の見通しについて、一応の結論を出す予定にしている。

2. 調査坑

今考えているトンネルのプロフィールを、図-1に示す。同図の排水坑の位置に調査水平坑を掘削することにした。従って調査坑はすべて本工事に使用することは勿論、完成後も排水に利用することができる。調査坑の概要を示すと、表-

表-1 調査坑の概要

		本 州 方	北 海 道 方
斜 坑	掘削断面	巾6.6m×高さ5.2m	巾6.0m×高さ4.9m
	坑口の地盤高	50m	11m
	水平坑分岐点の深度	323m	293m
	傾 斜	25%	25%
	延長(斜長)	1,335m	1,210m
水 平 坑	掘削断面	$\phi=3.6m$	$\phi=3.6m$
	勾 配	0.3%	0.3%
	延 長	2.5km	5.4km

1のとおりである。また図-2に北海道方吉岡斜坑の概要を示している。

吉岡斜坑の地質は新第三紀中新世に属する訓縫層の凝灰岩およびシルト岩類で、多少の割目を有している。岩石の諸性質については表-2に示すとおりである。掘削に先立って先進ボーリングを行なっ

表-2 吉岡斜坑の岩石の諸性質

区 分	圧縮強度 (Kg/cm ²)	比 重 (乾)	吸 水 率 (%)	弾性波速度 (湿 m/sec)	動弾性係数 (湿 Kg/cm ²)
凝 灰 岩	112	1.73	15.10	1450	4.46×10^4
	108	1.72	15.84	1210	2.99×10^4
火 山 礫 凝 灰 岩	115	1.72	15.48	1350	3.74×10^4
	113	1.73	15.04	1190	2.87×10^4
シルト岩	147	1.83	13.94	2370	13.31×10^4
	183	1.85	12.59	1820	7.08×10^4

て、湧水箇所や崩壊しやすい箇所の位置がわかっているから、それらの手前で切羽をとめ、注入により止水、地盤固結を行なっている。

当初本州方は立坑による予定であった。しかし

- (1) ボーリングによる調査の結果、坑底附近に40℃以上による地熱帯のあることが判明したこと、
- (2) 本トンネル施工の際ずり搬出能力がキブルでは不足し、ベルトコンベヤーならば十分であること、
- (3) トンネル中心測量のために、調査工事用の立坑の外に、さらに約600m離れて測量用の補助

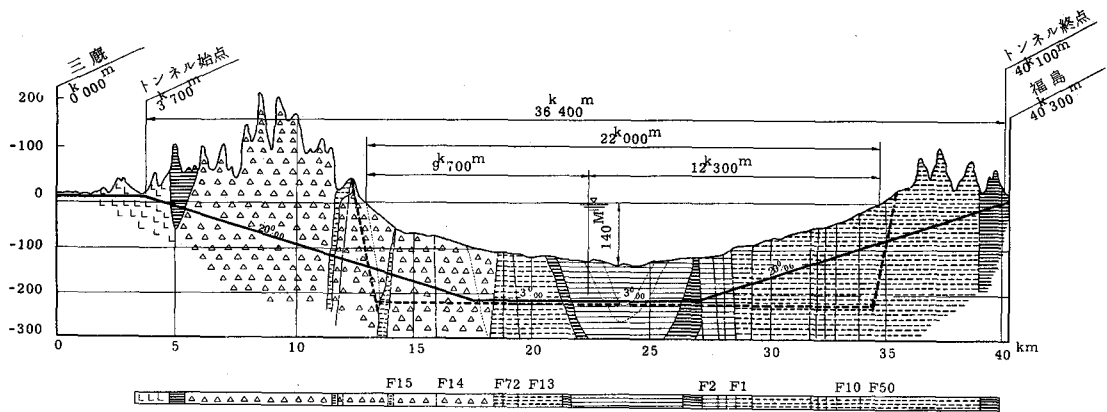


図-1 青函トンネルプロフィール

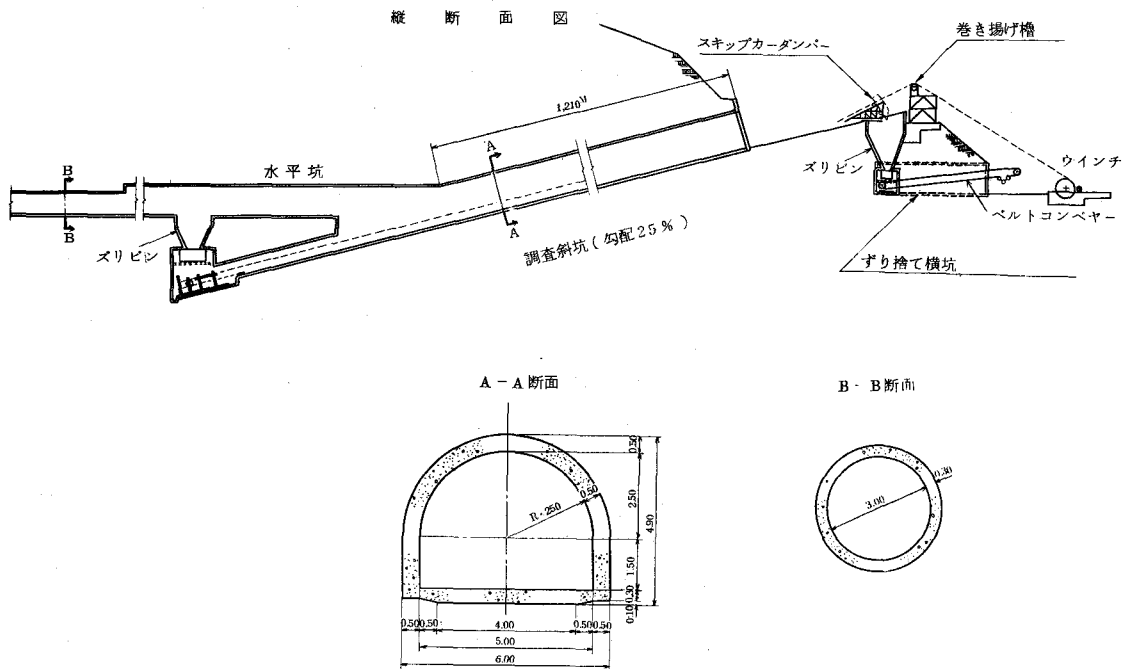


図-2 吉岡斜坑概要図

立坑を必要とすること，

(4) 斜坑によれば，海底下の土被りの比較的浅い箇所で，注入止水試験を実施しうること，等の理由から，北海道方と同様斜坑に変更することに決定した。

調査水平坑は図-2に示すように，直径3.6mの円型断面である。本洲方はF14まで2.5kmを，北海道方はF1まで5.4kmを掘削する予定である。掘削に先立って斜坑と同様先進ボーリングを行い，地質および透水の状態を確認する。掘削にはトンネルボーリングマシンを使用し，地山に震動を与えて新たな亀裂を発生させないようにする。

3. 先進ボーリング

調査坑の掘削に先立って，前方の地質状況特に断層破碎帯の位置とその程度，および湧水箇所と湧水量を予知するために，先進ボーリングを行なっている。図-3に示すように，調査坑からボーリング座横坑を掘削し，これから調査坑に平行して，延長200～300mのボーリングを実施する。ボーリング座横坑は調査坑の左右に千鳥に設けて，2本の先進ボーリングが常に調査坑を挟んでいるようにする。使用機械はクレリウスXH80で，ワイヤーライン方式を採用し，1日の進行は約20mである。

ボーリング中湧水箇所に遭遇したならば，湧水量および湧水圧を測定し，直ちに注入によりその箇所の湧水を止める。またボーリングの方向を維持するために，トロバリーを使用して方位角と傾斜角を求め，所要の孔曲り修正を行なっている。

4. 注入試験

吉岡斜坑では，坑口における先進ボーリングで予知したとおり，掘削当初さしたる湧水箇所には遭遇しなかった。しかし斜坑内334.7mの位置から200m実施した第1回の先進ボーリングによって，360m，400m，450mおよび500mの4カ所に湧水のあることがわかった。また448.9mの位置から実施した第2回目の先進ボーリングによって，600mおよび900m附近に湧水のあることがわかっていく。

これら湧水箇所の20～30m手前で斜坑の掘進を中止し，長孔削岩機によって穿孔し，湧水位置，湧水圧，湧水量，水質を測定する。その後斜坑周縁の外側に20孔程度（湧水量に応じて増減する）

表-3 吉岡斜坑における注入実績

注 入 区 間	区 分	注入切羽の 位 置 (m)	湧 水		注 入		穿 孔	
			最大湧水圧 (kg/cm ²)	最大湧水量 (ℓ/min)	最高注入圧 (kg/cm ²)	グラウト量 (ℓ)	穿 孔 数	総 延 長 (m)
360m～380m	1	332.2	6.1	34.6	18	2,730	4	88
	2	347.7	7.0	39.8	20	13,029	10	417
	3	360.0	8.6	7.6	25	5,829	16	445
	計					21,588	30	950
400m～410m		394.7	8.0	7.0	22	3,156	23	505
450m附近		426.9	8.0	1.1	30	198	2	100
500m～520m	1	467.5	10.5	10.3	27	1,854	5	198
	2	477.5	10.0	28.0	30	24,094	44	1,215
	3	492.5	10.2	12.3	30	16,181	34	735
	4 計							

註，最大湧水量は1孔当たりの数値を示す。

の注入孔を穿孔する。注入に際しては、先端にゴム製のパッカーを付した注入管を注入孔に挿入し、注入箇所の手前でパッカーを膨脹させ、孔壁に密着させる。ここで再度湧水量・湧水圧を測定し、送水試験を行なう。これらのデータにより注入圧、注入剤の配合を決定する。

注入剤は主としてセメントベントナイトを用い、一部水ガラスを併用している。また注入剤の分散を測定するため、各孔にそれぞれ異なる色素を混和した。全周縁について注入が終了したならば、チェック孔を穿孔して止水の程度を確認し、斜坑の掘進を開始する。現在までに実施した注入試験は表-3のとおりである。注入によって湧水量は注入以前に比較し1/50~1/100に減少させることができる。

現在までの地質の状況では薬液注入の必要は認められない。しかし今後薬液注入を必要とする箇所遭遇することは十分考えられることである。

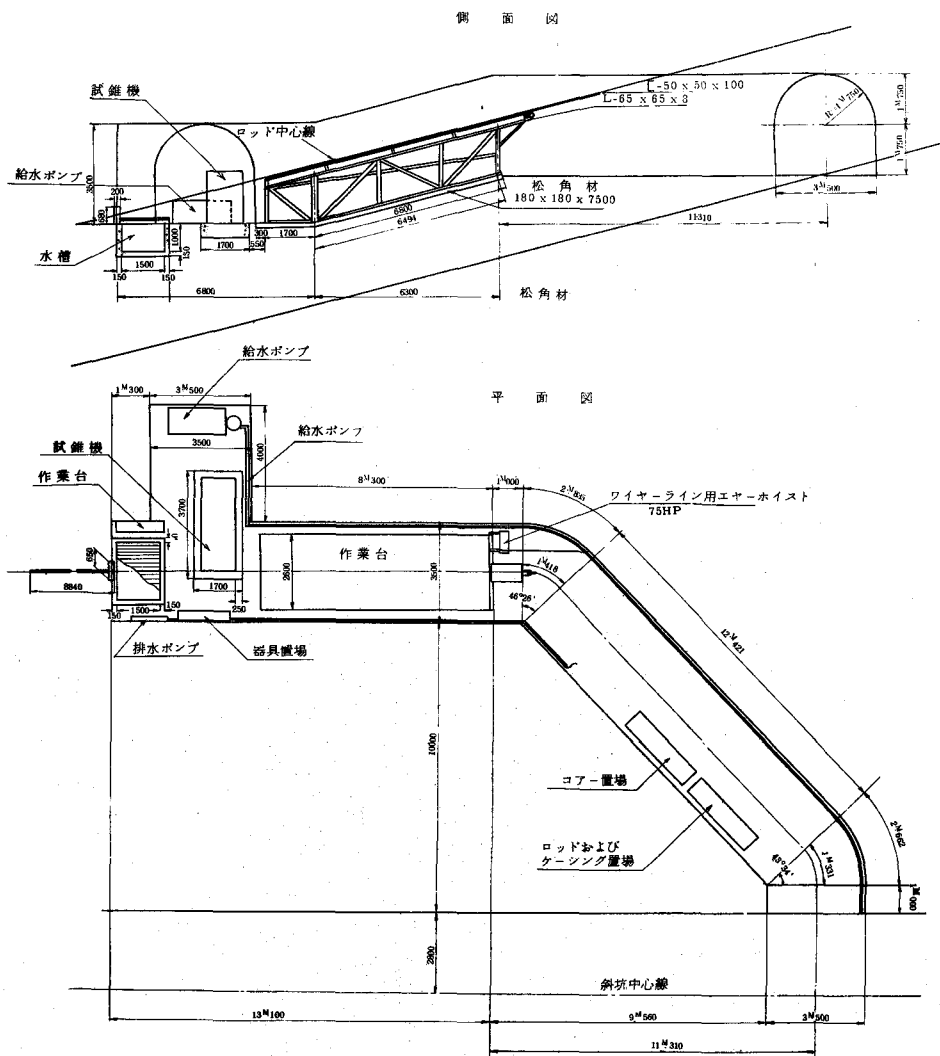


図-3 吉岡斜坑におけるボーリング座横坑

The report on the test excavation of the Seikan Undersea Tunnel

Hayao Kasuya
Chief, Planning Dep. J.R.C.C

The Seikan Undersea Tunnel, when it will be completed, will connect Hokkaido with main island of Japan. The total length of the tunnel is 36.4^{km} and the part under sea is 22^{km}. During last 20 years, various surveys and investigations have been executed for this project. By means of these geological surveys, we have found the physical relief and the geological structure of the strait bottom. However we have no knowledge about the character of faults, the distribution of volcanic rocks near main island and their permeability. After a long discussion, we have concluded that it would be the best method to explain these unknown facts, to excavate the inclined shafts in the both coast of the strait and drive the investigation drifts toward its center. So we have began to excavate the inclined shaft at Yoshioka in Hokkaido and will begin at Tappi in Main Island.

In the test excavation of the investigation shaft, we will study not only geological conditions which are remained unknown, but the consolidation of the formation and the prevention of the leak by grouting. Up to 1968, we will conclude that we will be able to complete the undersea tunnel and estimate approximately the cost and period of this project.