

坂本 貞 雄*

1. 工事の概要

東京—大阪間を3時間で結ぶ夢の超特急の東海道新幹線工事で最も難工を予想された新丹那トンネルは、昭和37年9月20日着工以来3カ年で、貫通のよき日を迎え

ようとしている。

新丹那トンネルは戦時中に底設導坑を2080m、アーチ覆工を423mを施工して中止されていたが、東海道新幹線の建設が具体化するにともない、新幹線工事のトップを切り昭和34年9月工事は再開され、昭和38年9月までに竣工を期しているものである。

写真-1 新丹那トンネル東口

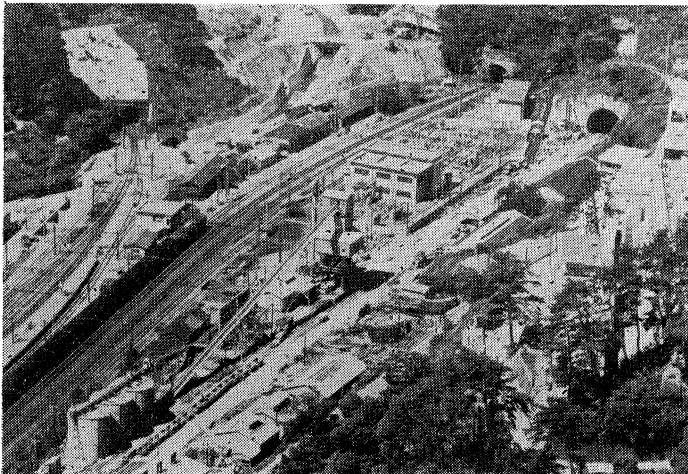
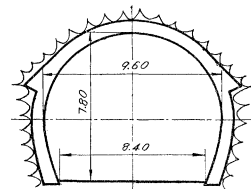


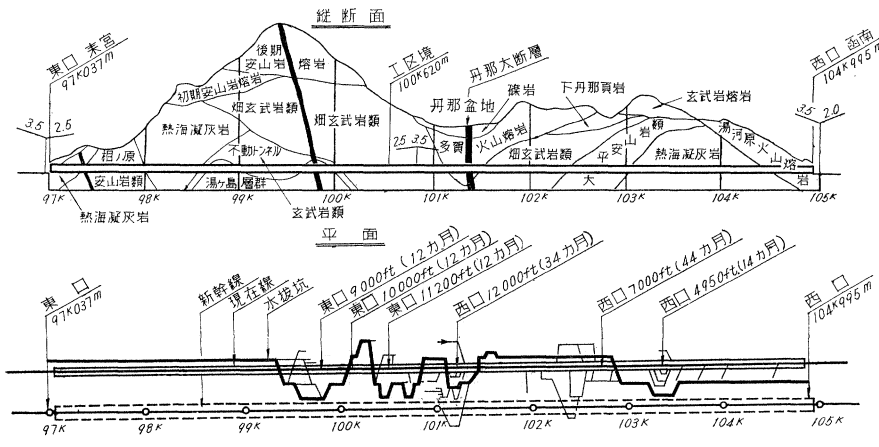
写真-1は新丹那トンネル東口付近を示したもので、向って右が新トンネル、中央が旧トンネル、左は伊東線である。

図-2 トンネル断面図



新トンネルは旧トンネルの北側50m離れた位置にこれと平行して掘られており(図-1参照)、延長7905m、旧トンネルより102m長く、広軌複線型(図-2参照)、内空断面は63.8m²で旧トンネルよりも26%大きい。

図-1 丹那トンネル概要図



2. 旧丹那トンネルの概要

旧トンネルは“チャンピオン・トラブル・メーカー・タンナ”と紹介されたほど世界的に難工をもって知られたトンネルで、大正7年(1918年)に着工以来16カ年を要し、昭和9年(1934年)に完成したものである。

* 正員 工博 国鉄静岡幹線工事局長

表-1 旧丹那トンネル難工事箇所

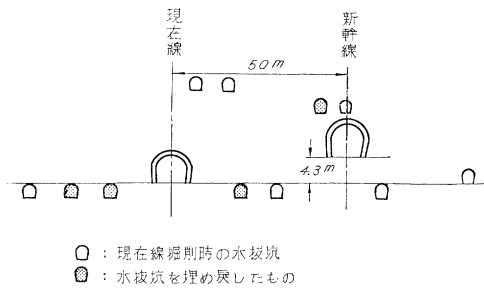
位置(坑口起点)	東 口 (来 宮 口)			西 口 (函 南 口)		
	9 000 ft 付近 (2 780 km 付近)	10 000 ft 付近 (3 090 km 付近)	11 000 ft 付近 (3 450 km 付近)	4 950 ft 付近 (1 570 km 付近)	7 000 ft 付近 (2 200 km 付近)	12 000 ft 付近 (3 720 km 付近)
湧 水	最高圧 19 kg/cm ² 最大 13個	切端から 最大約 6個	切端から約 3個	約 20個	最大 123個	最高圧 14 kg/cm ²
掘削困難なりし原因	温泉余土ならびに湧水	断層破砕帯発達せるため	断層破砕帯	断層ならびに湧水	含水砂層	断層湧水砂質
貫 通 工 期	42 カ月	12 カ月	12 カ月	14 カ月	44 カ月	34 カ月
水 抜 坑 数	10 本	5 本	6 本	3 本	5 本	21 本
水 抜 坑 掘 削 総 延 長	1 400 m	300 m	350 m	800 m	1 050 m	2 400 m

注：位置()は新丹那トンネルのキロ程

旧トンネルが困難をきわめた原因は、悪質な断層、温泉余土や火山荒砂層などの不良な地質などもあげられるが、最も悩まされたのは高压で多量の湧水であった。

特に困難をきわめた箇所は東口、西口おのおの3カ所、計6カ所で表-1(図-1参照)のとおりである。このような箇所での工法はいかにして水位を下げるかにあり、数多くの水抜坑が掘削され(図-1, 3参照)、これらの難所を突破するのに12~44カ月を要した。

図-3 丹那大断層付近断面



3. 掘削覆工の基本方針

丹那トンネル工事は悪質な地質と水との戦いである。旧トンネル掘削時、湧水問題を起して有名な丹那盆地も現在では広範囲に水田にもどっており、昭和34年新トンネル再開当時、丹那盆地より行なった5本、最長200mにおよぶ垂直ボーリングの資料、旧トンネルのろう水状況、また熱海市、函南村の水道源とまでなっている豊富な水抜坑よりの湧水状況などより、新トンネル掘削にはまだ相当の水圧のある湧水が予想されていた。

また新旧トンネルの離れは50mであるが、50mの離れでも意外の地質の変化を示すことが多いのがトンネル工事であるので、慎重な工法が必要とされた。

すなわちまず地質、湧水の有無の確認をすること。つぎに悪質地帯、湧水地帯に対しては思い切って安全度の高いと思われる工法をとること。さらに不測の出水、崩壊の場合でも作業員の安全を確保できる工法とした。

(1) 底設導坑

底設導坑を極力前進させた。これにより地質にあった掘削方式をきめることができた。

なお地質、湧水の有無を確認するため底設導坑掘削に先だち10~15mの先進ボーリングを実施し、旧トンネルの難工

区間では2カ所で、おのおの150mにおよぶ水平ボーリング、また地質調査坑を掘るなど地質の確認に慎重を期した。

(2) 掘削方式

基準の掘削方式は図-4である。底設導坑掘削後、上部半断面を鋼アーチ支保工を用いて切抜け、アーチコンクリートを逆巻してから側壁コンクリートを施工するものである。膨張性の温泉余土地帯での掘削方式は図-5である。

地山の地耐力が少ないので底設導坑のつぎに側壁部を掘削側壁仮巻コンクリート、アーチ仮コンクリート、仰

図-4 基準掘削方式

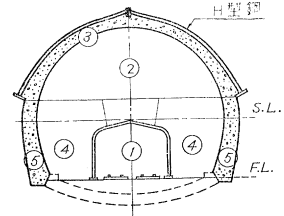


図-5 特殊掘削方式

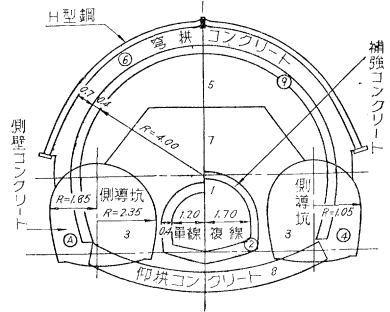
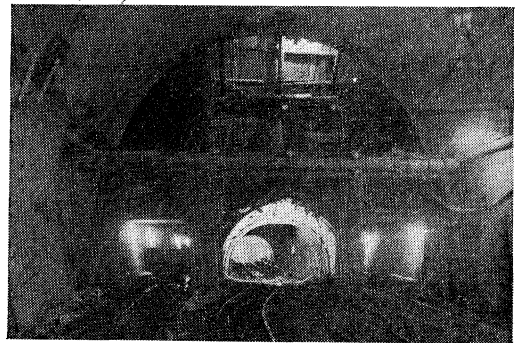


写真-2 膨張する温泉余土地帯の掘削



拱コンクリートを施工してからさらに側壁、アーチの内巻コンクリートを施工するものである。

写真-2 は温泉余土地帯で仮側壁コンクリート施工後、上部半断面の掘削直前の状況を示すものである。

(3) 鋼アーチ支保工

全面的に鋼アーチ支保工を採用した。着工当初は一部に 50 kg 古レールを使用した。材質、断面形からみて、支保工材として不適當であるので、30 kg のH形鋼 (15 cm×15 cm) に切りかえ、地質の悪いところでは 50 kg のH形鋼 (20 cm×20 cm) を使用した。支保工間隔は最大 1.2 m、最小 0.6 m である。

写真-3 は上部半断面掘削 (図-4 参照) に使用されたH形鋼である。

写真-3 上部半断面に使用した H 形鋼



最近の研究により、鋼アーチ支保工に鋼管材を使用し、坑内で支保工として組立てたのち、これにモルタル注入する工法を考案した。

丹那西口での実験結果 (写真-4 参照) により、径 21.6 cm、重さ 30 kg/m の鋼管アーチ支保工はそのまま、30 kg/m のH形鋼の強度を有し、モルタルを注入すると 24 時間以内で、50 kg/m のH形鋼の強度となることがわかったので 11 月には坑内で使用の予定である。

(4) 退避坑

約 500 m 間隔に新旧トンネルを連絡坑で結び、これに鉄扉を設け、またここには現東海道線の電源による電灯をつけ、不時の出水、崩壊の場合の退避坑とした。

(5) 覆工

覆工厚は 50 cm、70 cm を標準とし、アーチ コンクリートにはコンクリートポンプ、側壁コンクリートにはムカデコンベアを使用した。また地質の悪い区間では、覆工の裏にポンプを用いてモルタルを十分に注入した。

4. 貫通にあたって

このように短期間に貫通できたのは、旧トンネルの掘削による地下水位の低下にあることはもちろんであるが、土木技術の進歩によるところもまた多い。筆者はトンネル工事では特に工期の早いことのみをもって目標としたくはない。トンネル工事で大切なことは「早く、安く、安全に」という3つの要素が満たされることだと思っている。定められた工期を十分に使って慎重に工事を進めたい。

つぎに安くということであるが、新旧トンネルの工事費をくらべてみると、旧トンネルは 2700 万円で時価に換算すると 108 億円となるが、新トンネルは 36 億円の予定であるから 1/3 にあたる。これは機械力による節約もあるが、工事がほとんどストップしないで施工されたためである。

悪い地帯ではそれに対応して思い切って強い支保工を使用して工事がストップすることを防がねばならない。工事が完成しない現在、工事の犠牲者の数を比較することはどうかとも思われるが、旧トンネルでは 67 人であったが、新トンネルはいままで 11 人である。

現在の労災保険料は、トンネル工事は賃金 1 円につき 8 銭、一般土木工事が 3 銭でトンネル工事の割高が目立つが、事故が減ればそれだけ保険料が引き下げられるものであるから、事故を少なくすることは企業者にとっても大きなプラスになる。

新トンネルで安全度を保ち、工期短縮に役立っているものにH形鋼がある。日本では新丹那トンネルなど新幹線工事で、はじめて使用されたものであるが、さらに前述のモルタル注入鋼管支保工など有利な支保工の研究を進めたい。

貫通を迎えたものの、来宮方 (東口) には旧トンネルで 42 カ月を要した温泉余土地帯、函南口 (西口) には 44 カ月を要した火山荒砂地帯などが残されており、技術上の問題点も多い。

皆様方の御教示を得て、事故なく完成の日を迎えたいものと念願している。

(1962.9.6・記)

付記：新丹那トンネルは9月20日9時、工事関係者の見守るうちに無事貫通した (口絵写真参照)。

写真-4 鋼管支保工試験

