

# 恵那山トンネル工事の近況

— 技術的問題とその対策 —

長 友 成 樹\*

## 1. ま え が き

現在、日本道路公団が建設中の新規高速道路網の工事のなかでも最も困難なものの一つが、中央自動車道が木曾山脈を横断するところに、昭和 50 年春の完成を目標に施工中の恵那山トンネル工事である。このトンネルの特徴は、日本中央アルプスの最狭隘部を地表面下 1 000 m で抜くために、地質条件が悪くて高圧湧水地帯中の掘削となるとともに、強大な塑性流動土圧を受けることと、完成時にはモンブラントンネルに次ぐ世界第 2 位の長大道路トンネルとなるために、自動車排気ガス処理用の換気設備に、多額の費用を喰うことである。したがって、総事業費は約 280 億円を要すると推定されている。

工事は、まず試験工事として飯田方（東口）のパイロットトンネルを昭和 42 年 3 月契約、同年 10 月着工し、次いで中津川方（西口）も 43 年 5 月契約、同年 9 月に着工した。本工事は、本線トンネルとパイロットの残余を含めて東西同時に 44 年 10 月契約、同年 11 月着工した。現在までの掘進実績は全体工事量の約 80% で、49 年初期には各導坑を貫通させ、その後の約 1 年間に設備工事を実施して開通の予定である。今回施工中のものは 2 車線対面交通で供用開始されるが、開通直後にはもう 1 本のトンネル（上り線）に着手して、早期に方向分離させなければならない情勢である。今回工事中の恵那山トンネル（下り線）の概要は次のとおりである。

### 工事概要

#### 掘 削 量

本線トンネル（2車線対向）	8.5 km, 90 万 m <sup>3</sup>
パイロットトンネル（送気ダクト）	8.4 km, 17 万 m <sup>3</sup>
地下換気所（送排風機 4 台）	2 か所, 5 万 m <sup>3</sup>
換気立坑（送排気ダクト）	620 m, 内径 6.2 m, 3 万 m <sup>3</sup>
換気斜坑（送排気ダクト）	1.5 km, 5 万 m <sup>3</sup>

計 約 120 万 m<sup>3</sup>

コンクリート量 約 30 万 m<sup>3</sup>

鋼アーチ支保工使用量 約 2 万 t

工所用坑口受電所

2×77 kV×2 500 kWh

#### 設計諸元

設 計 速 度 80 km/h

車 線 幅 員 2×3.50 m

路 肩 幅 員 2×0.75 m

監 視 員 通 路 幅 員 2×0.65 m

計 画 交 通 量 1 700 台/h/2 lanes

縦 断 勾 配 飯田方 0.5%, 中津川方 1.64%

平 面 曲 線 飯田方 0.4 km R<sub>1</sub>: 1 500 m, 中津川

方 0.3 km R<sub>2</sub>: 1 200 m, 他は直線

トンネル内待避所 延長 32.44 m, 3 車線断面, 9 か所

以下、このトンネルの地質条件と掘削方式の選択について記し、それから主として筆者が直接担当してきた中津川方の工事における興味ある諸問題についてご報告したい。

## 2. 地質条件の推測と掘削方式の選定

恵那山トンネル付近の地質調査は、時期的に三段階に大別できる。まず、昭和 33 年から 34 年にかけて建設省の手によって、いわゆる赤石ルートへの検討の際に、東京と小牧の間をほぼ直線的に結ぶ路線の地質概査が実施された。次いで、昭和 41 年から 42 年にかけては、業務を引き継いだ日本道路公団によって、トンネル区間の地質精査が行なわれ、調査の主力をなす試錐ボーリングは、両坑口からそれぞれ約 2 km の土かぶり 400 m 以下の地域で計 22 孔・延べ約 5 km を掘削し、さらに、弾性波と電気探査および水理・水文学的湧水量推定などを実施した<sup>1)</sup>。着工後には、地質の予測精度を高めるために定期的に掘削区間の精査を行なうとともに、地表でも放射能探査を利用した断層追跡などを実施している。

これら三段階の推定結果を表-1 および図-1 にまとめてみた。これを概観すると、ほぼ各時期の地質推定は満足すべきものであったと考えている。素人目には、大きく解釈が変わったように見えるかもしれないが、花崗岩類の進入時期が判明してきたのは、つい最近の絶対年代測定技術によるものであり<sup>2)</sup>、また、濃飛流紋岩類の生成も、ここ 10 年間の全国的な精査から結論づけられつ

\* 正会員 日本道路公団恵那山トンネル西工事事務所長

つあるもので<sup>3)</sup>、この地域の地質構造が専門的にも難解な錯雑したものであることを示している。しかし、トンネル技術の面からみると、飯田方の地質予測は各時期とも相当の精度で合致しているといえようが、中津川方については、その成因の解釈と熱水変質地帯の分布に差があって、着工前には大町ルートの特設トンネル程度のことは覚悟しておけといわれていたのであるが、実際に掘ってみると、地質生成の過程からみて、丹那トンネルの条件に近いものとなってきたように思われる。着工前に実施した深層弾性波探査値と、掘削後の坑内弾性波測定値などを比べてみると、地下水位以深では後者が20~30%低くなっており、間隙比の大きな高圧ポケット水地帯の

地山弾性波速度値については、修正解釈する必要があるようである<sup>4)5)</sup>。電気比抵抗の低値帯と湧水地帯とは割合に一致する傾向が認められ、また、湧水量の推定値は現実とほぼ一致している。

このトンネルは全般的に地質条件がきびしいため、計画段階から、まず、掘削断面積約20m<sup>2</sup>のパイロットトンネルを先行させてから、同約100m<sup>2</sup>の本線トンネルを併進させるのが有利であるとされた。結果的にはこの方法が非常に効果的であり、パイロットの全断面掘削が困難となっても、断面内先進導坑とか断面外の迂回水抜坑を先行させることによって、現在までのところ、本線トンネルの掘進能率は、ほぼ計画値に近い年間約1km

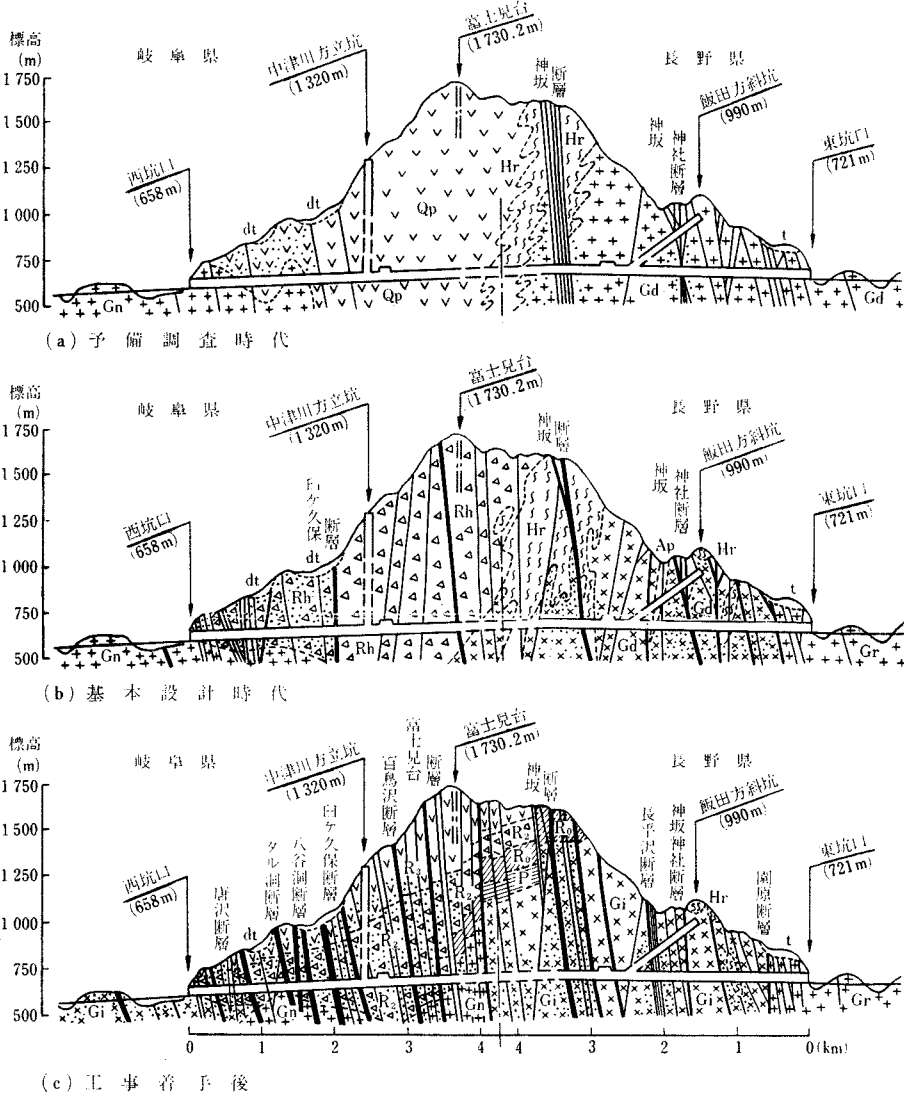


図-1 恵那山トンネル付近の地質構造解釈の変遷

表-1 恵那山トンネル付近の地質構造解釈の変遷

調査時期 地質生成期		a) 予備調査時代 昭和 33~34 年	b) 基本設計時代 昭和 41~42 年	c) 工事着手後 昭和 45~47 年	摘 要		
新生代	沖積世	崖錐崩土堆積物	$d_t$	崖錐崩土堆積物	$d_t$	山腹溪谷など	
	洪積世	扇状地堆積物	$f_d$	扇状地堆積物	$f_d$	霧ヶ原地	
	段丘堆積物	$t$	段丘堆積物	$t$	段丘堆積物	團原部落に2段	
中生代	白	半花崗岩岩脈	$A_p$	玢岩岩脈	$P_b$	中津川方坑口に2条	
		花崗斑岩	$G_p$	半花崗岩岩脈	$A_p$	飯田方に数条	
	苗木・上松花崗岩	$G_n$	苗木・上松花崗岩	$G_n$	苗木・上松花崗岩	黒雲母花崗岩 中津川方 (1245~1285 m; 3485~?)	
	紀	苗木・上松花崗岩	$G_n$	花崗斑岩	$G_p$	夜鳥山花崗岩	黒雲母角閃石花崗岩 飯田方 (0~560 m)
		領家帯花崗岩 (天竜峡花崗岩 伊奈川花崗岩 夜鳥山花崗岩)	$G_d$	濃飛流紋岩類 (火山碎屑岩である流紋岩) 質熔結凝灰岩	$R_h$	伊奈川花崗岩	黒雲母角閃石花崗閃綠岩 飯田方の大部分と中津川方坑口
		夜鳥山花崗岩		$G_r$	花崗斑岩	$G_p$	中津川方坑口付近
		石英斑岩 (進入岩体)	$Q_p$	天竜峡花崗岩 (伊奈川花崗岩)	$G_d$	濃飛流紋岩類 富士見台熔結凝灰岩層層層層 恵那山塔塔塔塔塔塔塔塔塔 黒井沢塔塔塔塔塔塔塔塔塔 角疎沢	$R_h$ ( $R_h$ ) ( $R_c$ ) ( $R_i$ ) ( $J$ ) ( $R_o$ )
領家変成岩類 (雲母片状ホルンフェルス)		$H_r$	領家変成岩類 (雲母片状ホルンフェルス)	$H_r$	領家変成岩類	$H_r$	古生層起源の雲母片岩 飯田方に数箇所
古生代	二疊紀		古生層	$P$	粘板岩, 砂岩, チャート		

の実績を確保できている。

掘削方式の選定にあたっては、まず、地山防護工の種類として、地山の自立性が一般に不良であるとの予測から、ロックボルトとか吹付けコンクリート工は無理で、鋼アーチ支保工を主体としなければならない、と判断した。そして、本線トンネルについて、当初は、H-200を主力と考え表-2の計算結果<sup>6)7)</sup>に基づいて、地盤反力係数が 20 kg/cm<sup>3</sup>を下回るところは側壁導坑方式、50 kg/cm<sup>3</sup>以上のところは底設導坑先進上部半断面方式を採用するのが適当だと考えた。

結果的には、パイロットトンネルの掘削実績から、飯田方坑口部約 1.7 km に上部半断面方式タイヤ工法を採用したが、その以奥は側壁導坑先進リングカット方式に

変更し、中津川方は坑口からすべて側壁導坑方式のレール工法とせざるを得ず、鋼アーチ支保工も土かぶりの増大に伴う土圧の増加によって、飯田方は 2 km 以奥、中津川方は 1.5 km 以奥では、H-250 が主力となってきた。

### 3. パイロットトンネル坑口部での試験工事

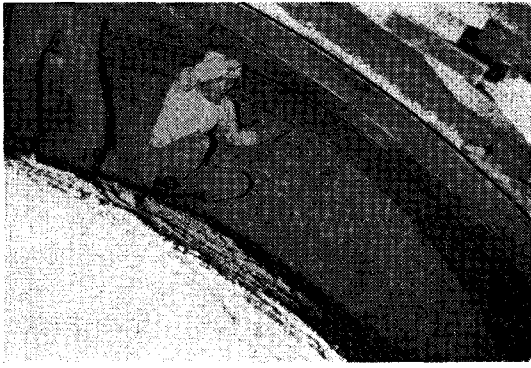
機械化施工の研究開発が、トンネル工事での最重点課題であるとの判断から、日本道路公団では恵那山トンネルのパイロット坑口部で、その試験を実施することとした<sup>1)9)</sup>。

飯田方には、当時、国産機中で最大であった掘削径 4.48 m・総重量約 200 t のシールドを装着した小松ロビンズ機を導入し、約 1 km の区間を昭和 43 年から 44 年にわたる 16 か月間に掘削した。しかし、坑口から 0.8 ~ 1.0 km に達すると、幅約 5~30 m の破砕帯で若干の膨張圧を伴う強大な塑性圧を受けて、シールドが全周から締め付けられ、数次にわたって立往生することとなった。これに対しては、シールド外周上半部を人力掘削することで切抜けなければならなかった。そこで、その以奥についてはシール

表-2 恵那山トンネル用鋼アーチ支保工の強度

計算方法	非線形繰返し演算法 <sup>6)</sup>				ブロクターホワイト法 <sup>8)</sup> ∞kg/cm <sup>3</sup>	
	500 kg/cm <sup>3</sup>	50 kg/cm <sup>3</sup>	20 kg/cm <sup>3</sup>	10 kg/cm <sup>3</sup>		
地盤反力係数						
荷重パターン		13 (t/m <sup>2</sup> )	13 (t/m <sup>2</sup> )	13 (t/m <sup>2</sup> )	13 (t/m <sup>2</sup> )	21 (t/m <sup>2</sup> )
		15	16	14	11	23
		15	13	12	10	24
		18	14	12	10	24
		19	14	11	8	25

注: ① 鋼アーチ支保工 H-200×200×8×12 mm (50 kg/m).  
 ② 支保工建込み間隔 1.0 m の場合.  
 ③ アーチスパン: 12.5 m, ライズ 5.1 m.  
 ④ 鋼材の許容応力を 2600 kg/cm<sup>2</sup> (仮設) とする.



写真一 塑性流動土圧による馬蹄型シールドの締付け

ドをはずしたロビンス機本来の姿で掘進することとし、約 0.3 km の区間を掘削することができた。しかし、しだいに地質条件が悪化して切羽が自立できなくなったため、機体前面上半部を鏡押え縫地で人力掘削し、下半部を機械掘削する併用技法を採用したのであるが、能率が悪く、地質も好転の見込みがないので、試験施工を中止し、機械を解体搬出せざるを得なかった。

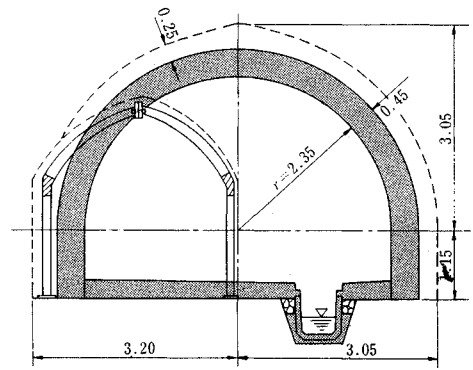
中津川方には、長さ 5.75 m、重量約 70 t のほふく装置つきの馬蹄型シールド（写真一）の採用が予定されていたので、まず、坑口から 0.3 km の区間を在来技法によって掘削断面積約 25 m<sup>2</sup> で掘削してから、機械を自走搬入据付けして試験を開始した。しかし、これも昭和 44 年初期からの 6 か月間に掘進できたのは、75 m 区間にとどまったために、試験施工を中止して解体搬出せざるを得なかった。これは、中津川方坑口部が全般に破碎変質地帯であったために、わずかの湧水でも切羽の自立性が失われ、さらに、断層破碎帯では強大な塑性圧によって全周から締め付けられて推進不能となったためである。立往生した際には、飯田方と同じく切羽前方に人力掘削によって切広げ区間を設け、そこに脱出させたのであるが、全推力 1600 t を駆動させても全然前進できず、やむなく、シールド外周部の上部と両側部を全長 5.75 m のうち前方より 3.5 m まで切広げ掘削してから、全推力をかけてやっと脱出できた。この場合の全周からの締め付けを切るための所要推力は、 $1600 \text{ t} \times 5.75 / (5.75 - 3.5) \doteq 4000 \text{ t}$  となる。中津川方の坑口から 375 m 地点で塑性流動現象が発生し、馬蹄型シールドが塑性圧によって全周から締め付けられたのである。ここの土かぶりは 80 m、地山の単位容積重量  $r_g$  は  $2.1 \text{ tm}^{-3}$ 、側圧係数  $\lambda_0$  は 0.6 程度であるので、トンネル掘削前の地山の鉛直応力は  $p_v = r_g h = 2.1 \text{ tm}^{-3} \times 80 \text{ m} = 168 \text{ tm}^{-2}$  となり、断層破碎帯の一軸圧縮強度  $\sigma_{gd}$  が  $p_v(3 - \lambda_0) = 168 \text{ tm}^{-2}(3 - 0.6) \doteq 400 \text{ tm}^{-2}$  以下であることを示している<sup>10)</sup>。

以上のように、シールド系掘進機械類開発の試みは、

一頓座をきたしたのであるが、現場で日夜これらを動かした関係者たちは、いろいろと貴重な経験および教訓を得ることができたと感謝している。

#### 4. 高圧湧水地帯の突破工法

中津川方パイロットトンネルの当初の掘削断面は、馬蹄型シールドに合わせるために、掘削高さ 4.8 m、掘削幅 5.2 m と比較的背の高いものであった。しかし、実際に施工してみると切羽の鏡を押えなければならぬのが延長の 70% 程度を占めるような全般に軟弱地質で、側圧係数  $\lambda_0$  も 0.4~0.65 と推定され、さらに、水抜きのために断面内偏心底設導坑を先進させる必要があると認められたので、坑口から 0.7 km 以奥については、図一2 のように変更した。



図一2 中津川方パイロットトンネルの標準断面

恵那山熔結凝灰岩層の変質破碎帯は、ほとんど土砂化しており、若干のセリサイト系粘土を含んでいるために少量の湧水でも矢板の間隙から土砂が流出し、また、湧水が切羽について移動する傾向がある。そのため、断面内先進導坑に対して、タル洞断層以奥では鋼矢木（長さ 1.8~2.0 m）を採用し、八谷洞断層からはそれまでの H-125 支保工を H-150 に変更し、さらに、ベルギー製のダウンザホール型機による先進ボーリングを常用することとした。八谷洞および臼ヶ久保断層付近で実施した坑内弾性波測定と扇形展開法の結果から、P 波速度が 2.6~4.7 km/sec、S 波速度が 0.95~2.5 km/sec で、ポアソン比は 0.45~0.35 となっている。

臼ヶ久保断層群の突破に際しては、軽量鋼矢板（長さ 3.0~4.0 m）の打込みが効果を発揮したが、その後、土かぶりが 800 m を越すようになると側圧と盤ぶくれが優先するようになったので根固めコンクリートの高さを肩部までとし、さらに、ストラット入りのインパートを掘削直後に打設することで対処している。これまでのおもな災害事例を表一3にまとめた。湧水圧は大部分が推定

表-3 中津川方パイロットトンネルのトラブル概要

断層名況	坑口からの距離 (m)	崩落土砂量湧水圧	損失日数 (日)	対策
唐沢第4 (土砂流出)	590	70 m <sup>3</sup> 0.5 t/min 1~2 ATP.	30	山手水抜坑 25 m, ショートベンチ二重支保工, 水抜きボーリング
タル洞第1 (山鳴り, 切羽の押し)	1390	30 m <sup>3</sup> 0.8 t/min 5~10 ATP.	20	鋼矢木の採用, 根固めコンクリート打設
八谷洞第1 (山鳴り, 切羽 0.3 m 押し)	1670	70 m <sup>3</sup> 2.5 t/min 22 ATP.	40	川手水抜坑 40 m, 薬液注入 LW 70 m <sup>2</sup> , 水抜きボーリング
白ヶ久保第2 (ふまえからの泥水噴出, 山鳴り, 土砂流出)	1960	100 m <sup>3</sup> 1.5 t/min 20 ATP.	30	水抜きボーリング, 根固めコンクリート打設, 軽量鋼矢木の採用
白ヶ久保第11-12 (山鳴り, 切羽 0.6 m 押し)	2100	30 m <sup>3</sup> 0.8 t/min 20 ATP.	50	同上
百鳥沢第9-10 (山鳴り, 支保工破壊)	2900	40 m <sup>3</sup> 4.0 t/min 38 ATP.	100	川手迂回坑 2本, 200 m, 先進導坑放棄, 第2迂回坑を先進導坑とす.
富士見台西第1 (側圧により支保工破壊)	3300	50 m <sup>3</sup> 2.0 t/min 20~40 ATP.	70	川手迂回坑 2本, 200 m, 薬注 LW 450 m <sup>2</sup>
富士見台西第8-9 (側圧により支保工破壊, 盤ぶくれ)	3500	20 m <sup>3</sup> 1.5 t/min 20~40 ATP.	50	強力溶接支保工 H-150 (60 kg/m) の使用, インバート打設

値であるが、八谷洞第1断層の湧水圧 22 気圧は、薬注後のチェックボーリング孔での実測値であり、百鳥沢第9・10の38気圧は、数本の水抜きボーリングからの放水中にそれらのうちの1本で測定したものである。

現在までの経験から感じられることは、先進導坑が日進4~5mで進行するときは好調であるが、これが10m近くになると一両日中にトラブルが発生しやすいことである。これは高水圧のポケット水脈をもつ軟弱地帯では、水抜き先進ボーリングを実施しても水脈に当らなかったり、当たっても削孔直後に閉塞してしまうので、地山をある速度で適当にゆるめながら地下水を坑内に徐々に排出させるコントロール掘進速度があるのではないだろう

か。いずれにしても、このトンネルは、日進が8m以上になることが断層接近を示す危険信号であって、ただちに、ケーシングを用いる先進ボーリングの必要がある。余談だが、坑内には放棄した迂回坑などを利用した作業員の休憩室があって、彼らはここで弁当を食べる。そして残飯を一口ずつネズミのためにまいておくので、彼女らがウロウロしている。しかし、彼女らは決して危険地帯には近寄らないようである。

けもの独特の聴覚によって矢板とか支保工ないしは地山の動く音を、とらえているのかもしれない。

### 5. 軟弱地山における大断面トンネルの掘削

中津川方の本線トンネルは 100 m<sup>2</sup> を越す大断面掘削であるが、パイロット先進導坑と側壁導坑による水抜き効果が顕著で、比較的順調に掘進してきた。しかしながら、断層破壊部での土圧は強大で、これに対しては強力な支保と仮巻きコンクリートの早期打設の必要がある。たとえば、坑口から1240m地点で実施した鋼アーチ支保工 H-200 (ピッチ 0.75 m) の応力測定からは、鉛直荷重  $p_v=15 \text{ tm}^{-2}$ 、水平荷重  $6 \text{ tm}^{-2}$  となり、安全率が不足ぎみとなったので、1.5 km 以奥については大部分 H-250×250×9×14 (75 kg/m) を採用することとした。

本線内待避所の3車線断面は、2段側壁導坑に H-250 で行っており、できるだけ良地質を探して位置を選定している。坑口から1800m地点の待避所付近に試験横坑を掘削してこの山の代表的性質を調査したところ、粘着力  $\tau_c$  はほとんど0で内部摩擦角  $\phi_g$  は 28°、変形係数  $D$  は  $3 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4 \text{ kgcm}^{-2}$ 、支持力は  $700 \sim 100 \text{ tm}^{-2}$  との値を得た。ちなみに、この付近の土荷重は、 $p_v=8 \text{ tm}^{-2}$ 、 $p_h=3 \text{ tm}^{-2}$  程度であった。

坑口から2.4 km 付近の白色変質帯では、H-250 鋼アーチ支保工が建込み後 3~5 日で天端付近に座屈が生じるようになるので、増し枠に同型の支保工を建て二重支保工とし、さらに、根固め腰コ

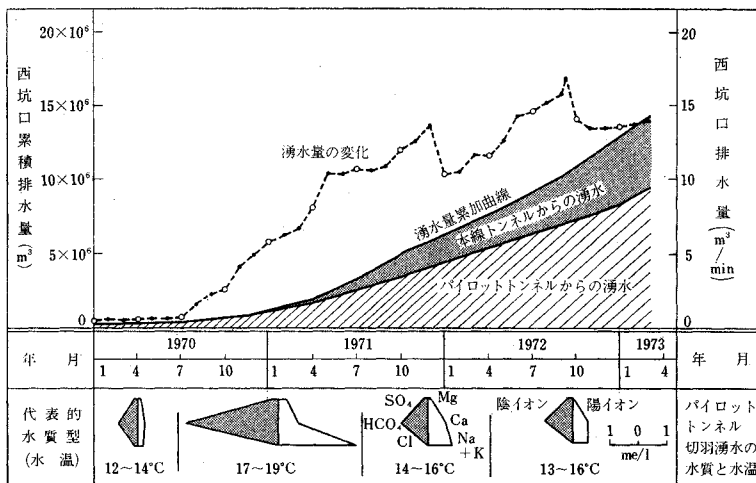


図-3 恵那山トンネル中津川方の湧水状況



写真-2 中津川方本線トンネル 2.9 km  
における H-250 鋼アーチ支保工の座屈と二重支保工

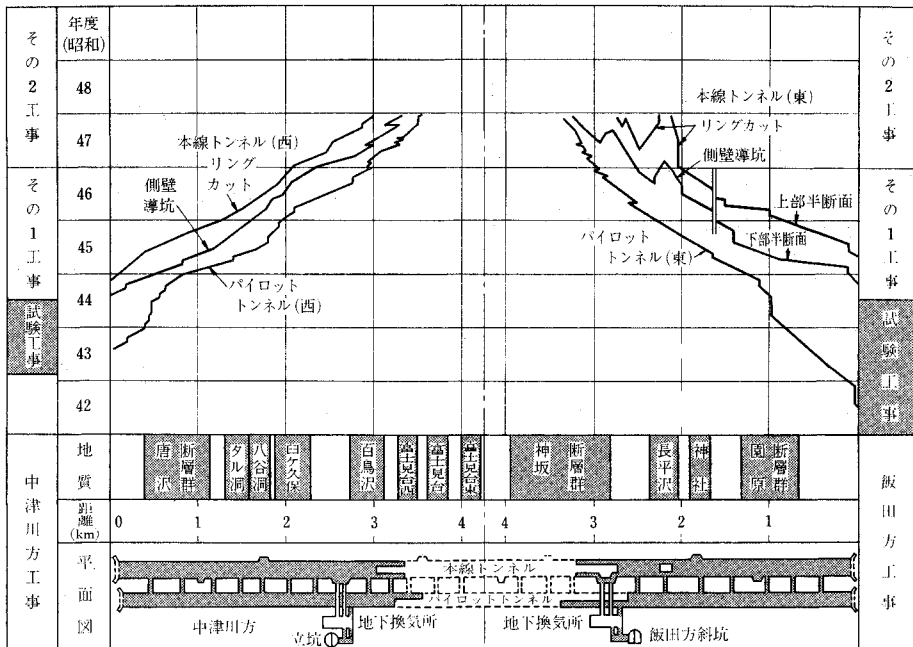
ンクリートを打設して対抗させた。ここでの土圧は、 $p_0 \div p_h \div 25 \text{ tm}^{-2}$  程度と推定している。坑口から 2.8 km 付近でも同様の対策を必要とした。

坑口から 1.9 km 付近の断層粘土帯でのグレートセル型荷重計による鋼アーチ支保工の基礎反力測定では、2 基が  $p_0 = 10 \sim 15 \text{ tm}^{-2}$  であったが、1 基は左右の基部

とも 100 t 荷重計が建込み後 7 日目にスケールアウトしてしまっただ。急ぎ腰コンクリートを打設して補強したがかなりな土圧が作用していることは明らかである。

最近、坑口から 3.3 km 以奥の側壁導坑で、掘削断面積約  $15 \text{ m}^2$  の導坑支保工が派手に座屈変形を起しだした。まず、増し枠を建込み、腰コンクリート、インバートコンクリートで対処してみたが抵抗しきれなかった。そこで、約 150 m 区間を全面的に縫返し、掘削後ただちに全周をコンクリートで固め終ったところである。このコンクリート中には、山手および川手導坑のそれぞれ外側、すなわち、本巻きライニングに含まれる側に対しては、鉄筋兼型枠として 2 mm 厚のバルノルド鋼板を入れ、また、インバートにも鉄筋を挿入した。この付近の土かぶりは 800 m を越えるので、塑性圧は  $50 \text{ tm}^{-2}$  程度にはなるものと考えている。

現在までのところ、中津川方本線トンネルではインバートコンクリートを打設した区間は約 2/3 である。これも、施工上と早期に打設したいために、比較的フラットなものとして簡便な鉄筋を挿入して実施している。インバートは、しかし、アーチ型が最強であるので、土圧がもっと大きくなれば在来型にせざるを得ないであろう。だが、このフラットなインバートが強度不足をきたすようなことがあれば、下向きのアースアンカー的なもので補強することも可能であろうと考えている。恵那山トンネルの全体掘削実績工程を 図-4 に記した。



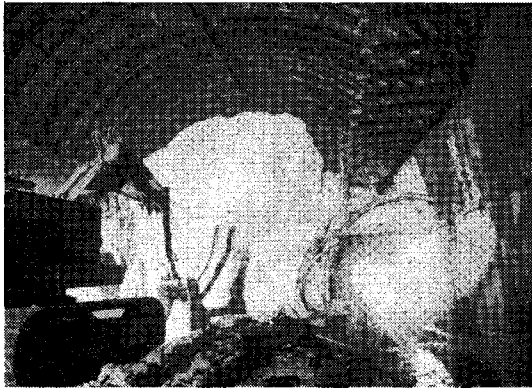
(昭和 48 年 3 月 1 日現在)  
図-4 恵那山トンネルの全体掘削実績工程

## 6. あとがき

以下、今後の道路トンネル工事についての私見を列挙してまとめたい。

(1) トンネル工事では地質条件の適確な予測が大切である。そのためには、トンネル延長の10倍程度を一辺とする四方形の地域ぐらゐは精査する必要があるのではないだろうか。地質調査では、同じところを何べんも歩くことが最も有効のようで、弾性波・電気・放射能探査は補助手段と考えるべきだろう。近時、相当長い水平ボーリングも可能となってきたので、これは効果的だろう。

(2) 労務事情の窮迫は深刻で、失業保険利用の出稼ぎ作業員をあてにするようでは仕事にならない。もはやトンネル工事でも人力掘削の時代ではないだろう。どうしても、大断面の全断面掘削機が必要である。軟弱地山に対しては、強力な円型シールドをもつビッグジョン式のものが最も可能性があると思われる。塑性圧による強大な締付力を切るためには、長いカバーのついたボーリングプレートが有効だろう。鏡押えが最も困難であろうが



(左は電動油圧シヨベル 0.4 m<sup>2</sup>)

写真-3 中津川方本線トンネル待選所掘削

柵式シールドのように小区画として押えるか、水抜き用中央底設導坑ぐらゐは人力掘削することも、やむを得ないだろう。

(3) 環境保全と防災管理の面から、道路のトンネルも長大化の傾向が強くなろう。トンネルの内空半径は、5.2 m が必要最低限とされ、掘削直径は13.0 m 程度が要求されるだろう。

(4) 道路トンネル最大の悩みである換気設備については、電力エネルギー浪費防止の観点から、方向分離を第一として、簡便化の方向、たとえば、縦流式の採用へ移行しなければならないだろう。

(5) 一般の道路トンネルについては、路床部分に改善の余地があると思われる。工事中にも利用できるコンクリート路床を設け、その上に舗装を直接行なってもよいのではなかろうか。

### 参考文献

- 1) 江崎健一郎・長友成樹：恵那山トンネルの計画と施工，土木学会誌・54-4，昭和44年4月。
- 2) 山田直利・仲井 豊：濃飛流紋岩と領家花崗岩との地質学的諸関係，地質学論集・4，昭和44年1月。
- 3) 山田直利・河田清雄・諸橋 毅：火砕流堆積物としての濃飛流紋岩，地球科学，25-3・5，昭和46年3月，5月。
- 4) 長友成樹・石井達夫・松浦有毅：620 m の垂直ボーリング-恵那山トンネル換気立坑の水抜き，トンネルと地下・2-9，昭和46年9月。
- 5) 中尾健児：トンネルの地質調査に用いた Fan-shooting と Sonic-logging についての考察，大成建設技術研究所報・4，昭和46年。
- 6) 長 尚・長友成樹・村上良丸：トンネルの鋼アーチ支保工の解析，土木学会論文報告集，第165号，昭和44年5月。
- 7) S. Nagatomo : General Outline of the Construction of Ena-San Tunnel 8.5 km Long. JRA, Annual Report, 1971.
- 8) Proctor and White : Rock Tunneling with Steel Support, Youngstown, 1946.
- 9) 山本 元・田中 稔：恵那山飯田方補助トンネルの施工実績について，建設の機械化，昭和44年2月。
- 10) Kastner : Statik des Tunnel-und Stollenbaues, Springer, 1962.

(1973.3.23・受付)

土木学会沈埋トンネル小委員会編

## 沈埋トンネル要覧

B5判・188 ページ  
定 価 2000 円  
(〒140)

土木学会トンネル工学委員会が土木研究所より受託した研究成果を委託先の許可を得て出版した要覧。総論，計画と調査，設計，施工の4編に分け，世界各国の調査例も参考に付す

OECD トンネル会議日本代表団編・学会監修

## OECD トンネル会議の全貌と現場視察報告

B5判・406 ページ  
定 価 12000 円  
(〒170)

昭和45年6月22~26日までワシントン市で開催された OECD トンネル会議の全容を詳細に解説した有益なレポート。I. 概要，II. 会議の内容，III. 勧告書，IV. 会議についての各国の意見，V. 現地視察の5部作。残部僅少