

# 恵那山トンネルの計画と施工

江崎 健一郎\*  
長友 成樹\*\*

## 1. はしがき

日本には自動車の走れる道路はないとワトキンス調査団に酷評されてから 13 年、全国民の努力によって、昨年には自動車生産台数世界第 2 位という偉業をなしとげ、また、今年には交通運輸体系近代化のエースとなる本格的な都市間高速自動車国境の一番手として名神東名高速道路 536 km の全線開通を近々のうちに迎えることとなり、さらに、今後は全国的規模に高速道路網を拡張する段階となった。

これらのいわゆる新規高速道路のうち、本州中部の山岳地帯を縦走する中央自動車道が中央アルプス木曾山系を横断するところに、仏伊国境の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恵那山トンネルがあり、現在すでに地質調査を主目的とするパイロットトンネルに着手し、引き続いて今年秋までには本線トンネルにも着工する予定で完成の見通しは 48 年度末である。

## 2. 恵那山トンネル建設への歴史的背景

第 2 次世界大戦に敗れて明治以来の植民地をすべて失ったわが国にあって、今後の生きる道は高速道路を日本列島の脊梁部に通して、本土の総合的な開発を図る以外にないと主張する田中清一という先覚者があった。氏はまず東京～神戸間約 500 km をほぼ一直線に結ぶことを考え、中古ジープを馳って自費でこの山岳ルートを踏査し、東京から富士吉田を経て赤石および木曾の大山脈を貫ぬいて名古屋に至る路線案を発表した。この田中構想にもとづいた計画は、昭和 29 年の第 19 国会に国土開発中央道事業法案として提出され、32 年の第 26 国会では

さらに規模を上げた、国土開発縦貫自動車道建設法として可決成立するに至った。田中構想での木曾山系横断箇所は、天竜峡から西進して長野県下伊那郡阿智村本谷と岐阜県中津川市奥平の間を延長約 9.5 km のトンネルで恵那山の直下を抜くもので、これが今日の恵那山トンネルの最初の案となったものである。

このような民間および国会の動きにこたえ、建設省は昭和 28 年から 29 年にかけて予備調査を、また、32 年から 34 年にかけては本格的な直轄調査を実施し、このいわゆる赤石ルートについて検討を加えた。その結果は、表-1 のように延長 3 km 以上のトンネルが 5 本もある雄大な計画として公表されたのであるが、このうちの神坂<sup>みさか</sup>トンネルは木曾山脈横断のもので、恵那山のやや北寄り富士見台の下を通ることになっており、現在の計画路線とはほぼ一致している。このトンネル以外の 4 本は赤石山脈を横断するものであった。このように、長大トンネルと長大橋の連続する赤石ルートは、当時、技術的には可能であるとされたが、山岳道路の防災管理と経済効果の点から疑問視され、39 年に現在の諏訪回り線として予定路線の変更がなされ、神坂トンネル以外は消えることとなったのである。これが現在、恵那山トンネルと仮称しているもので、これだけが生き残ったのは、伊那谷と木曾谷を直結するこのトンネルの経済的意義が大

表-1 赤石ルートのトンネル計画

区 分	下り線		上り線		工事費 2 本分 (4車線) (億円)	メートル 当り工事費 1 本分 (2車線) (万円)	換気所要 力 2 本分 (4車線) (kW)
	本数	延長 (m)	本数	延長 (m)			
3 000 m 以上	5	31 443	5	31 406	992	157	48 900
内 神 坂 赤 石 硯 島 懸 代 千	1	8 560	1	8 535	285	167	16 480
	1	8 058	1	8 101	270	167	15 580
	1	7 025	1	7 025	225	160	8 660
	1	4 690	1	4 705	132	140	5 370
	1	3 110	1	3 040	80	130	2 810
500 m 以上 3 000 m 未満	28	28 819	27	28 150	517	91	12 690
500 m 未満	67	13 290	77	14 925	164	58	—
合 計	100	73 552	109	74 481	1 673	113	61 590

\* 正会員 日本道路公団高速道路名古屋建設局 建設第 2 部長

\*\* 正会員 日本道路公団高速道路名古屋建設局 恵那山トンネル工事事務所調査役

さいことを物語っている。

かくして、昭和 39 年から建設省の手で諏訪回り線の基本調査が開始され、40 年 3 月には日本道路公団に対して調査命令が、次いで 41 年 7 月には法令改正によって国土開発幹線自動車道中央自動車道と名称を変え、甲府～小牧間約 237 km の施行命令が発せられた。この区間の工期を制するのには、延長約 8.5 km と完成時にはわが国第 1 位の道路トンネルになる恵那山トンネル工事であるが、また、このトンネルは将来の横断自動車道などに出現する長大道路トンネルのモデルケースともなるため、建設省より業務を引き継いだ日本道路公団は、部外権威者などの意見を徴しながら、慎重にその施工方針や換気計画などの検討を進めてきた。

長い道路トンネルでは、自動車から発生する有害ガスや煤煙を排除して新鮮な空気を供給するために相当高価な換気設備を付し、また、トンネル断面も大きなものとならざるをえない。このため、鉄道が前世紀末から延長 20 km に近いトンネルを建設してきたのに反し、道路では海峡連絡などの特殊なものを除いて、長いものは避けており、最近まで関門国道トンネルの 3.46 km が世界一となっていた。しかしながら、建設技術の発達とモータリゼーションの激しい圧力によって、ここ 4～5 年の間に主としてヨーロッパアルプスで、本格的な換気設備をもった延長 5 km 以上のトンネルの開通をみるようになってきた。このうち、モンブラントンネルは 11.6 km と現在のところ世界第 1 位の延長を有しているが、計画交通量は 450 台/h と少なく、これに比して恵那山トンネルは延長こそ劣るが、計画交通量が 2 000 台/h という大規模工事である。

恵那山トンネルの問題点は、延長が大きな山脈横断トンネルであるため、換気設備に多大の費用をくうことと、予定地付近が日本中央アルプスの狭隘部で、地質が錯雑し大断層破砕帯もあって湧水が多量と推測されるこ

表—2 世界の長大道路トンネル

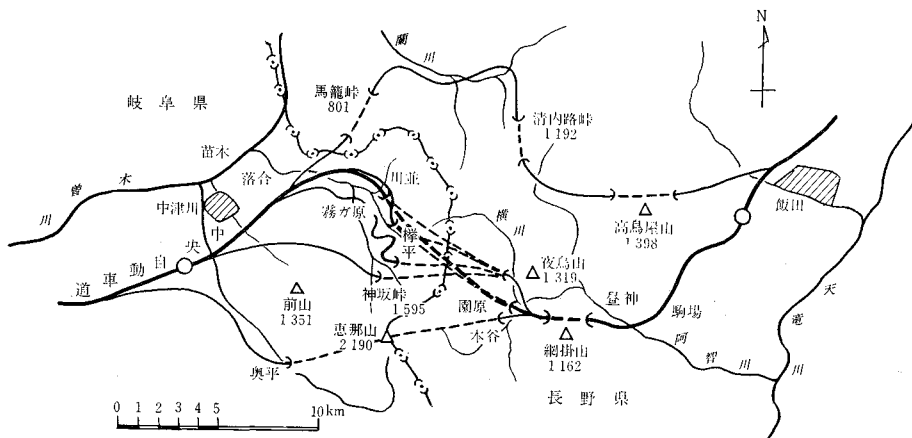
トンネル名	延長 (m)	所在地	計画交通量 (台/h)	換気方式	摘要
サンゴタール	16 290	スイス	1 600	横流	(計画中)
メルカントール	12 400	フランス～イタリヤ	未定	未定	(計画中)
モンブラン	11 600	フランス～イタリヤ	450	横流半横流 縦合せ	
恵那山	8 500	日本	2 000	横流	(工事中)
サンベルナルディーノ	6 596	スイス	1 500	横流	
グランサンベルナル	5 828	スイス～イタリヤ	500	横流	
ヴィエラ	5 043	フランス～スペイン	—	(自然)	
関門国道	3 461	日本	2 000	横流	海峡連絡
マシー	3 226	イギリス	4 150	半横流	河口連絡
タンドウ	3 186	フランス～イタリヤ	—	(自然)	

とにある。しかしながら、都市間連絡の時間距離短縮は時代の要請であり、道路の線形にも高度の規格が必要で、今後とも山岳トンネルは長大化の傾向が強くと、これの経済的な建設技術を発展させることが、われわれに要望される課題となるであろう。

### 3. 基本調査と路線選定

昭和 39 年から 40 年にかけて建設省が実施した基本調査は、地質、気象、経済調査およびトンネル計画などであり、まず、飯田～中津川間の木曾山系横断ルートとして、飯田市北部より高鳥屋山トンネル (2 595 m)、清内路トンネル (2 915 m)、馬籠トンネル (1 375 m) を経て中津川市落合に至るいわゆる清内路案と、飯田市より南下し阿智村駒場を経て昼神トンネル (1 850 m) と恵那トンネル (8 520 m) を通り中津川市落合に至る恵那案の 2 つに大別して、取付道路を含めた地形地質、工事費、維持管理費、平面線形要素、坂路率、走行便益などを 5 000 分の 1 図を用いて比較検討し、恵那案が有利であるとの結論をえた。その後は、恵那トンネルのルートと

図—1 恵那山付近の調査ルート



して延長 8.5~5.9 km の間に数種を選んで、表層弾性波探査の結果なども加味して詳細比較を行ない、40年6月に当初の2車線ルートとしては阿智村園原から中津川市神坂峠平付付近に至る 7.5 km 案が適当であるとの意見を付して日本道路公団に業務を引き継いだ。

日本道路公団では、坑口予定地付近において試錐ボーリングならびに気象観測を実施するとともに、各種の建設省ルートに園原から霧が原に抜ける最短トンネルルート案などを新たに加えて、1000分の1図面を用いて全面的な再検討を行ない、取付道路の線形要素、特に合成勾配、トンネル施工中の排水方法、取付道路を含めた建設および維持費、工期、気象、特に霧発生頻度と路面凍結対策、坑口設備用地、換気方法の比較設計結果などから、42年2月に建設省ルートのうち最長のものとほぼ一致する阿智村園原と中津川市神坂川並間の 8.5 km 案を採用し、恵那山トンネルと仮称することを決定した。このルートは各比較線中で走行便益などの交通工学的要素が最良となるもので、中央自動車道が、将来、東名高速道路のバイパスの役割を果す事態を予測すれば、当然の帰結であったといえるであろう。

#### 4. 地 質

日本道路公団では、41年から42年に約1.5億円の費用をかけた地質調査を行ない、路線選定とトンネル設計に関する基礎資料をえた。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2kmのかぶり400m以下の区間について計22孔・延べ約5kmを掘削し、そのほか、深層弾性波探査および電気比抵抗探査、水文学的湧水量推定などを実施した。トンネル部分の地質は、飯田方が中生代中期に侵入した夜鳥山花崗岩と天竜峽花崗閃緑岩および古生層起源の片状ホルンフェルスなどの

領家帯からなり、中津川方は中生代後期に噴出した流紋岩質熔結凝灰岩である濃飛流紋岩類である。飯田方の溪流は露頭に恵まれて断層の位置も比較的明瞭で、園原地区には横川に平行する小断層群が、坑口から約1.5kmには破碎帯の幅約30mの神坂神社断層があり、またトンネル中央付近には大規模な神坂断層があって、ペントナイト質の粘土を挟んでいる可能性がある。中津川方は露頭に乏しく、ボーリングの結果などからの推定に待つほかないが、坑口から約2kmの区間は濃飛流紋岩がその噴出後に進入してきた苗木上松花崗岩によって熱変質を受けてホルンフェルス化しており、さらに大活断層といわれる阿寺断層の東南端に近く、唐沢に斜交する断層群で汚染されており、また富士見台近くの比較的堅硬とみられる流紋岩にも相当規模の断層が伏在していると推定されている。

恒常湧水の推測では、飯田方、中津川方とも大差なく3 t/min/km程度と相当なもので、集中湧水は過去の例から50~100 t/minは覚悟しておくべきといわれている。

#### 5. 設 計

恵那山トンネルの設計条件は、設計速度80 km/hで「高速自動車国道等の構造基準」のB級を適用し、建築限界は車道幅員2×3.5 m、側帯2×0.25 m、路肩2×0.5 m、車道高4.5 mを採用することとした。また、一般的な地質条件に恵まれないため、パイロットトンネルを換気用の補助トンネルに利用するとともに、さらに、換気用の立坑を設けて、できるだけ本線トンネルの掘削断面積を小さなものとするを基本方針とするが、長大トンネルであるため、交通安全のためには十分な配慮を払うよう努力している。

図一 恵那山トンネルの地質縦断面図

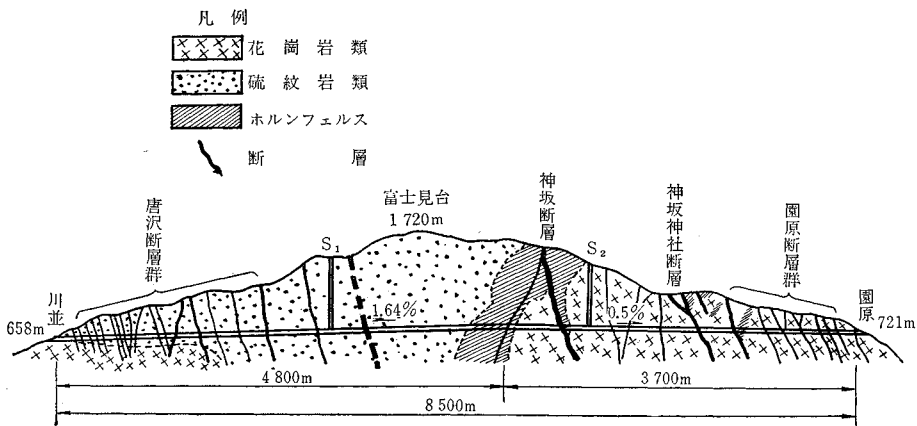


図-3 恵那山トンネルの標準断面

(1) トンネルの平面および縦断線形

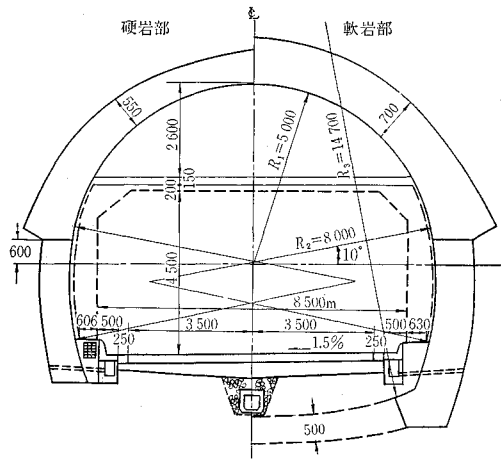
従来、トンネル内の平面線形については本格的に研究したものほとんどなく、一般に、最短経路である直線が好ましいといわれている。延長の短いものに対してはこれで十分であろうが、長い道路トンネル特に高速走行を前提とするものにあつては交通工学的な配慮が必要となる。そのほか、トンネルの線形選択にあつて検討すべき事項は、前後の取付道路との接続が良好で全線のバランスがとれていること、地質条件の適否、測量を含めた施工技術の難易、換気立坑との連結の容易さなどである。通常、中心線を少々曲げてトンネル延長の増加は微小であり、内装工以外には施工上問題となることはほとんどないので、恵那山トンネルでは既成観念にとらわれずに、いろいろな線形案を比較した結果、トンネルの出入口には、走行車両の速度抑制効果と運転者の目の暗順応を良好ならしめる緩和照明効果および外界の太陽光による眩感防止効果などを考えて、両坑口部にはクロソイドを付した1200mと1500mの半径をそれぞれ約350m区間設置し、中央部約7.8km区間は直線とすることとした。中央部についても、断層との交角をよくし測量誤差のすり付けを容易にするなどのほか、運転者の心理および視覚的単調感を除く適度の刺激を加え、かつハンドル操作に変化を与える目的で、半径5000m程度の区間をそう入すべきとの意見があつたが今回は見送ることとした。

恵那山トンネルの縦断線形は、取付道路との接続、坑外の工事用設備と管理用敷地、気象条件などを検討した結果、坑口標高を飯田方721m、中津川方658mとし、飯田方約3.7km区間は0.5%、中津川方約4.8km区間を1.64%とする拌み勾配を採用した。開通後の換気設備の容量軽減と車両、特にトラック走行速度の低下防止のためには上りの急勾配は不利で、2%程度までに押える必要がある。トンネルは、将来もう1本の2車線トンネルを併設して方向分離する計画であるので、走行方向が下り方向に一致するようにできれば非常に有利であるが、工事中の排水を考えると危険性が大きく、現段階では拌みとするほかないと判断した。

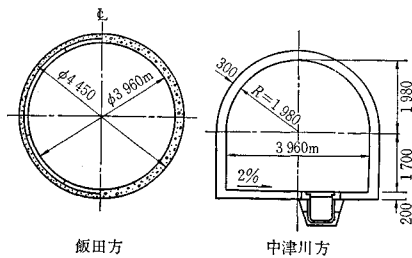
(2) トンネルの標準断面

換気設計の結果と補助トンネルの機械化施工計画などから、本線トンネルとパイロット補助トンネルの標準断面を図-3のように決定し、その中心間隔は中央部で約25m、計画高は標準断面で本線トンネルより1.5m低くした。本線トンネル断面の選定には、土木学会の「高速道路トンネルの標準断面に関する調査報告書」の考えを取り入れて、車道両側に若干かさ上げした側方余裕兼

1) 本線トンネル



2) 補助トンネル

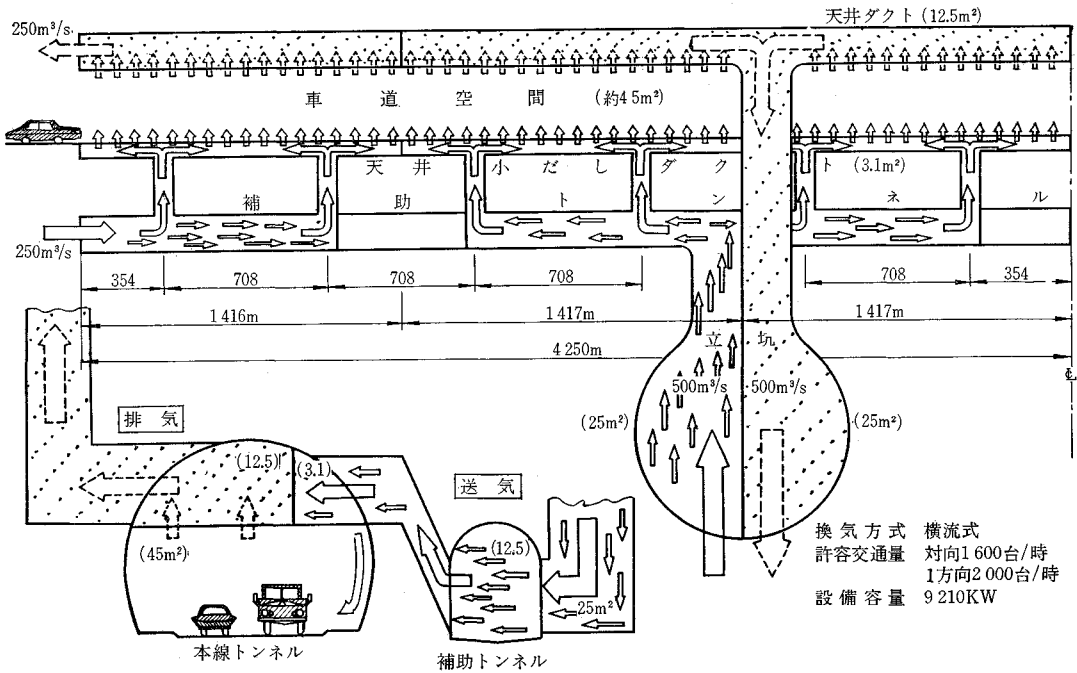


監視員通路を約0.75mずつ設けることとした。本線トンネルと補助トンネルの基面には約1.5mの落差を付して、本線の縦断暗きょの水を約700mおきに補助トンネルの排水溝に流下させる設計である。換気立坑については計画中であるが、内径8.3m程度のものが必要がある。

(3) 換気計画

道路計画の基本は将来交通量の推定にあり、トンネルの換気計画もこれに大きく左右されるのであるが、その適確な予測はなかなか困難で、従来ややもすれば過小に見積ってきた傾向にある。中央自動車道の飯田~中津川間について、日本道路公団が昭和41年に算出した予想交通量では、49年に供用開始するものとして、開通当初に5000台/日、10年後10000台/日、20年後16000台/日となっている。この推定にあつては誘開発交通量を相当見込んではあるが、その後の自動車普及の伸び特に家用乗用車の爆発的増加がここ4~5年の間に起こることであれば大きく事情が変わってくる。したがって、恵那山トンネルの換気計画は、上記の予想交通量を基本に行なつてはいるが、この推定に狂いがあつても早急に対処できるような方法で、しかも、経済性を考慮して可能な範囲に段階的設備計画を織込む方針である。

図-4 換気系統計画図

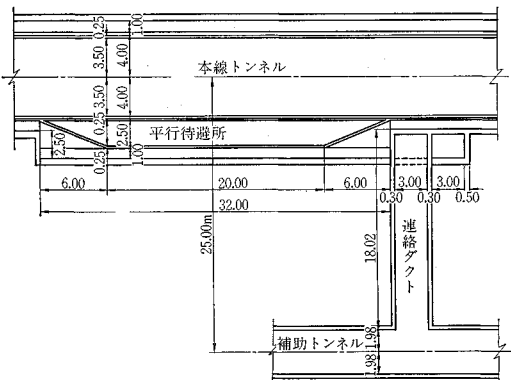


最終的な換気方式は長大トンネルの安全性の点から、当然横流式となり、図-4のように補助トンネルを送気に利用し、さらに送排気用の換気立坑2本をもつ6分割案が有利で、送排気量のおおの 1500 m³/sec, 設備容量約 9000 kW を要するとの結論をえているが、開通当初の時期には投資額を節約する目的で、より経済的な方式が採用できないかと検討している。

(4) 付帯設備

照明設備、換気用の計測制御装置、自働噴霧消火設備、信号、火災報知器、非常用電話、監視用 TV などの維持管理防災施設については、今後の材料の進歩改良をみながら検討することとしている。車道の舗装材料、覆工内面の内装、天井板についても同様である。

図-5 トンネル内待避所



長いトンネルでしかも当分は2車線に対向交通に使用する場合には、火災などの緊急時および管理用のために待避所を設ける必要がある。このため、恵那山トンネルでは坑口および坑内にエマージェンシーエリアと称する緊急待避所を設置する方針で、両坑口に自動車100~200台を収容できる広場を、また、トンネル内には約700mおきに図-5のような平行式待避所を千鳥に配置し、このうちの二、三には方向転換用の横坑を付す計画である。

6. 施工

本線トンネルの掘進に先行して、全線にパイロット補助トンネルを掘削し、中央部約2kmはこれを用いて切羽を増設して工期の短縮を図り、また、換気立坑は上部より開削するが湧水はボーリング孔を通して補助トンネルへ排出する方針である。このように、恵那山トンネルのかぎは補助トンネル工事にあるといえるのである。

この補助トンネルは、①地質の確認と水抜き、②本線中央部の作業坑、③立坑の排水溝、④換気用ダクトなどとして使用する多目的トンネルであり、さらに、最近の労働生産性向上という時代の要請に応えるため、トンネル用掘削機械類の試験工場にも使いたいという欲張った計画である。

(1) 補助トンネル飯田方掘削

近来、トンネル工事においても労務者不足対策と作業

写真-1 トンネル掘進機本体

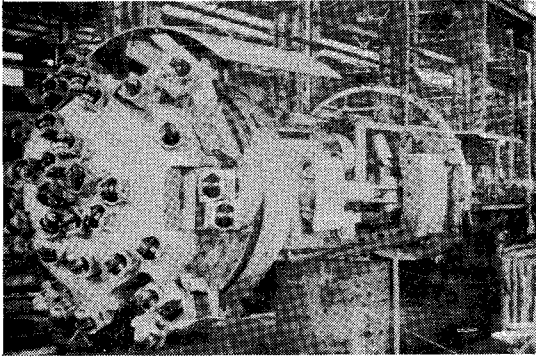
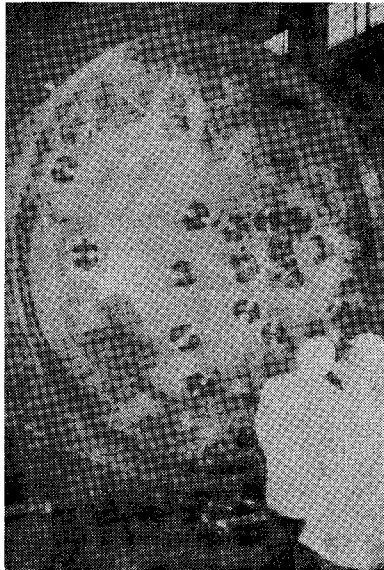


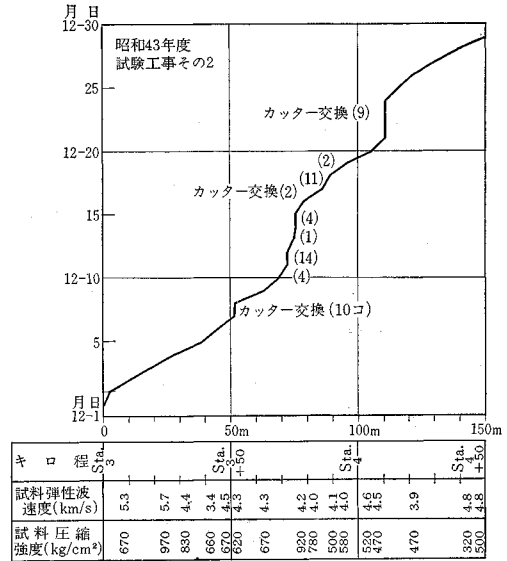
写真-2 シールドをかぶせたトンネル掘進機



環境の改善が重要な課題になり、これに対して大きな可能性をもつ全断面トンネル掘進機 (Tunnel Boring Machine) の研究開発が世界的すう勢となって、その実用化を目ざして各地で試験掘削を続けている。日本道路公団でも、恵那山トンネルの補助トンネルでこの種機械類の試用を行なうこととし、まず、飯田方に当時国産最大であった掘削径 4.45 m の小松ロビンス機を導入した。

飯田方補助トンネル工事は、昭和 42 年 3 月末に発注、用地取得などに手間どったが 10 月に着工し、掘進機の切付け用として坑口部 30 m 区間を在来工法で掘削巻立てした。掘進機は 43 年 1 月から現地に到着し、3 月には組立て坑内搬入を終えて掘進を始め、8 月までの第 1 次試験で約 270 m を、12 月からの第 2 次試験では現在までの約 2 ヶ月間に 300 m を掘削することができた。通常のロビンス型機は左右のグリッパーだけで推進反力をとる機構であるため、軟弱地山での掘進が困難となる恐れがある。このため、恵那山トンネル用の機械は、ロビンス機本体に円形のシールドをかぶせて、ジャッキ推

図-6 飯田方補助トンネル掘進実績例



進も可能な特異なものとなっている。補助トンネルの掘削およびこれに先行して実施した水平ボーリングの結果から判明した地質は、坑口から約 600 m 間は夜鳥山系の黒雲母花崗岩で、園原断層群の影響を受けて風化変質が進み花崗岩としてはぜい弱な部類に属しているが、幸いにして、断層の規模が小さく湧水も約 0.3 t/min と少量で、掘削面が少なくとも 3~4 時間は自立できたために、掘進長の約 1/3 に鋼製セグメントを組立てシールドジャッキ推進を利用し、残り約 2/3 区間はグリッパー推進によることができた。図-6 は、地質が比較的堅硬でグリッパー方式で月進約 150 m を掘削した実績である。

ロビンス型トンネル掘進機のグリッパーは、普通、左右 2 本と最少必要限度であって、運転操作は簡明であるが、これで掘削径 1 m あたり約 30 t という自重の一部までも支えるため、ちょっとした軟岩でも所要の推進反力をえることが困難となる。この対策としては、機重を支持する鉛直方向グリッパーを付すか、接地面積の増大とくに高さを大きくしたり、さらには粘土地盤用シールドの推力受けに利用するエキスパンションリング方式とすることなどであろう。トンネル施工の原則は掘削直後に山を押えることにあるが、岩石トンネルにシールドを使用する場合には、その径と長さとの比にもよるが、操向性を確保するために相当量のオーバーカットが必要となる。飯田方補助トンネルでは、掘進機に長さ 5.5 m のシールドを付したため、推進方向の制御に苦しみ、結局、全周に 2~3 cm のオーバーカットをせざるをえなく、シールド本来の意義を失った感がある。山をゆるめないためには、シールド径または掘削径のいずれかを、拡張径自在とすればよいのであるが、シールドジャッキ不用のグリッパーを開発できればこの問題は解消するで

図-7 掘進機カッター

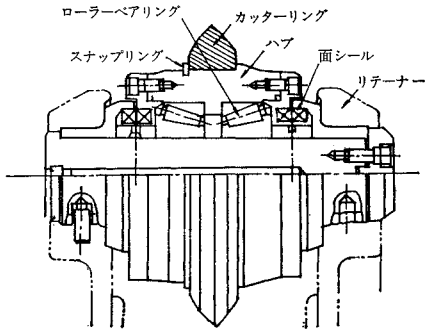


写真-3 カッターの摩耗状況



あろう。

掘削実績例からも明らかであるが、掘進機にとって最大の難問は、カッターの消耗、特に偏摩耗が激しいことである。ロビンス型のローラーカッターには、その自転性を対象岩盤によって調節し、滑動に起因する刀先の片減りを防止する機構がついているが、岩石の圧縮強度が  $700 \text{ kg/cm}^2$  を越したり曲線掘削を行なうと、衝撃によってカッターのローラーベアリングが圧裂し偏摩耗を生ずるはなはだしい例も散見された。いずれにしても、カッター材料の改善によって、交換のための時間損失も含めた掘削経費の低減を図ることが、岩盤用掘進機の普及には欠くことのできない問題である。

## (2) 補助トンネル中津川方掘削

中津川方補助トンネル工事は、昭和 43 年 5 月に発注し、坑口の用地買収、工事用道路の概成を待って 11 月に着工、44 年 1 月末現在で約 160 m を全断面工法で掘削した。地質は、熱変質によってホルンフェルス化した濃飛流紋岩類で唐沢断層群の影響を受け破碎しており、少量の湧水でも約 4.5 m 高の切羽が立たず、鏡押えを行ないながら掘進せざるをえない。中津川方の坑口から約 2 km 区間は、このような破碎岩が相当の割合を占めると予想されており、日本道路公団では、部内の研究に

写真-4 中津川方補助トンネル切羽

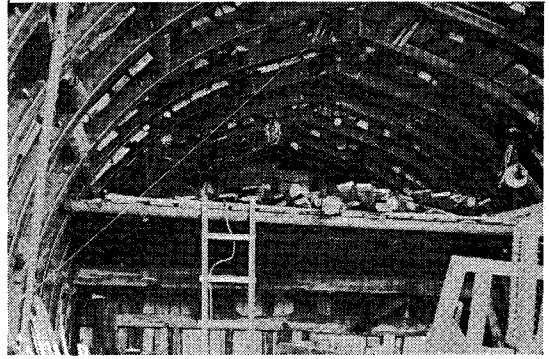


図-8 馬蹄型シールド

- ① ポーリング プレート
- ② 同上 ジャッキ
- ③ シールド ジャッキ
- ④ スプレッダー
- ⑤ ほふく装置

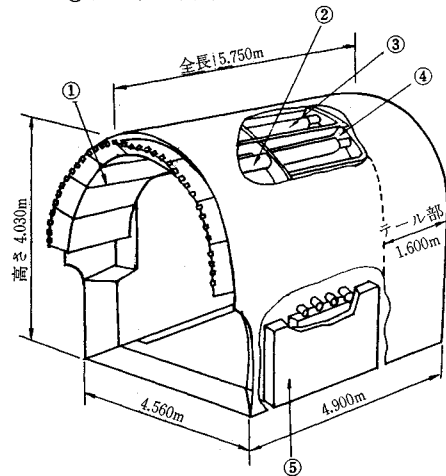


写真-5 馬蹄形シールド



もとづいた自走可能な馬蹄型シールドを試用することとし、近々のうちに坑内へ持込む予定である。

この馬蹄型シールドは、長さ 5.75 m 重量約 70 t で、アーチ部の山押えと軟岩の切削を目的とした能力 100 t のポーリングプレート 8 本を装備し、さらに前面の山止め用としてフェースジャッキ 2 本を付しており、その活躍を期待している。本機の特徴は、シールドの側壁部に

ゲタのようなほふく装置を有し、シールド推進と自走の方式が可能となっており、将来、内部に掘削機構を組入れる場合には、その容器となることである。しかしながら、推進反力などを支保工ないしセグメントで受ける必要があり、馬蹄型断面であるために経済的な巻立て材料の開発と、施工速度の増大対策には苦慮している。

### (3) 本線トンネルおよび換気立坑掘削方法の検討

長いトンネルでは地質条件の変化が大きいことが予想されるが、地質が変わるたびに施工方式を変更するのは、施工機械とか工事の段取りが変わり、繁雑で不経済となるばかりでなく工程も上がらない。本線トンネル工事は、補助トンネルを平行して先進させるため、地質の状況が判明し、地下水圧も減少していると考えられるので、地質が不良となった場合でも施工方式の大筋を変更せず、その一部に手を加えることで進められるものがあれば好都合である。地質条件が比較的良い場合には、上部半断面方式が有利であるが、支保工基礎の支持力が不足するような軟弱地質に対しては、地山改良工法を併用するとしても限度があり、結局は、側壁導坑方式を採用せざるをえないであろう。この二方式をうまくかみ合わせることができればよいが、掘削および巻立ての上下関係が一段と複雑化する恐れが強い。現在、上部半断面方式を主力工法とし、移動式の栈橋あるいは斜路を利用して切羽と切上げ面をできるだけ接近させておき、これに部分的に側壁導坑方式を組み合わす案、逆に、側壁導坑方式を主力とする案、待避所の拡大断面で工法を切換える案などを検討している。

換気立坑は、険しい山腹斜面に開削するため、工事用道路、ずり処理、工事用水とライニング用骨材の確保、寒冷地対策などに問題があるが、まず、地質調査用の小孔径ボーリングで適地をさぐり、ついで、全長の大孔径排水ボーリングを相当の精度で実施する必要がある。掘削方法としては、機械を使用して下から切り上げることも考えられるが、500m級ともなれば当分は無理のようであり、在来からの上部開削方式によるほかないと判断している。

## 7. これからの課題

なんとしても補助トンネルを早期に貫通させることが必要で、地質状況とくに異常出水の有無を予知しておくことが望ましい。飯田方および中津川方の機械類にしても、高圧水をともなう土石流に対しては無力であって、水抜き坑の掘進とか薬液注入で、湧水をともなう破砕帯に対処しなければならないであろう。これの予知のために、水平ボーリングを先行することは費用と時間の点から疑問で、電気的な推測方法などを試験的に採用したいと考えている。

設計の基本は、安全で快適な高速道路トンネルとすることを目標としており、今後は、より効果的な換気方法、特に本線と補助トンネル連絡ダクトおよび換気所の形式と配置法、より完全な防災保安施設などの開発研究を促進していく必要がある。

施工法については、できるだけ自然にさからわず、しかも単純なものが、最も安全性が高く、かつ経済的であるとの原則に立って、取捨選択を進めてゆきたいものである。本線トンネルの全断面掘削は、地質条件に恵まれないため困難であろうが、大型電動ショベルによるずり積み程度は、ここで成功させたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 村上良丸：中央道恵那トンネル計画の概要，道路，昭41.5, 6, 7
- 2) 日本道路公団高速道路名古屋建設局：恵那トンネル地質説明書（第1版），昭42.6
- 3) 神戸大学交通工学研究室：恵那トンネル平面線形の検討，昭43.3
- 4) 土木学会：高速道路トンネルの標準断面に関する調査報告書，昭40.3
- 5) 比留間豊：恵那トンネルの計画と施工，ダム日本，昭42.7
- 6) 山本元・小林一夫・田中稔：恵那山トンネル飯田方試掘坑に使用されるR.T.M.について，土木技術，昭43.7
- 7) 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44.2
- 8) 長友成樹：中央自動車道の恵那山トンネル計画，月刊建設，昭43.7

(1969.2.15・受付)

## 第4回トンネル工学シンポジウム<最新刊>

B5判・268ページ  
1600円・会員特価  
1800円(〒80円)

ソ連の地下鉄/アメリカのトンネル工事を視察して/アメリカにおける山岳トンネル工法/アメリカにおけるトンネル掘さく機/アメリカにおける都市トンネル/アメリカにおけるコンサルタント業務/アメリカにおける請負工事の諸事情について/アメリカのトンネル施工に関する新技術/欧州のトンネル工事を視察して/欧州におけるトンネル請負工事の諸事情について/欧州における山岳トンネル工法/欧州におけるトンネル掘進機について/欧州のシールド工事/欧州における地下鉄工事/欧州における沈埋工事