中央道恵那トンネルの地質調査

— 計画の進展に対応する地質調査 —

菅 原 捷*

Methods and Process of Geological Survey on the Ena Tunnel

by Hayashi Sugahara

Abstract

The Ena Tunnel is the longest road tunnel, about 8,500m. long, in Japan, for constructing a highway through Ena Devide connecting Tokyo with Nagoya.

This paper describes the methods and its process of geological survey to select the location of this tunnel. There is also included a brief statement of the location and its geology, as well as the some notes on the project of Chûô-dô (Highway).

This paper was written before the completion of the project and the data in this paper used only up to 1965. The further survey has been carried by the Japan Highway Public Corporation.

1. まえがき

国土開発縦貫自動車道は国土の普遍的な開発をはかり、自動車交通の発達の趨勢に対応し、産業立地の振興、国民生活領域の拡大等を目的として計画されたものである。中央自動車道（以下単に中央道という）はその一環で、初め東京都と吹田市を結ぶ最短ルートとして東京—富士吉田—井川村（静岡県）—飯田—中津川—小牧—京都—吹田を予定路線としたが、その後の調査で一部の路線が大巾に変更され、また、小牧から西宮までは既に供用されている。路線の大巾変更をした区間は富士吉田—飯田間である。当初の計画では赤石山脈を貫くもので、硯鳥トンネル（青蘂山 7,000m）、赤石トンネル（赤石山脈 8,000 m）という2つの長大トンネルを必要とし、その上長大橋が多く、取り付け道路など防災上からも大きな問題があって結局富士吉田から甲府—諏訪—飯田というルートに変更された。諏訪以西につい

※ 建設省土木研究所地質研究室

ては、飯田市がかなり重要な位置をしめていることと、国道19号や国鉄中央西線沿いは、地形的に十分余裕がなく結局諏訪―飯田―中津川というルートを取らざるを得ない。しかし、この区間には中央アルプスと称されている恵那山塊があり、これをどこで通過するかが大きな問題となった。建設省では昭和32年度から40年度まで、気象調査、計画調査（ペーパーロケーション）、経済調査、地質調査（地表踏査、弾性波探査）等を行い、計画線のあらましを決めた。41年度からは作業主体を日本道路公団に移し、細部ルートの決定、設計資料の入手等のため、現在主にボーリングによる地質調査を行っている。

本文では個々の地質調査結果よりも、地質調査の経過を通して各段階における調査の計画や成果の検討がどういうふうに行われたかを明らかにしてみたい。なおその後の調査は日本道路公団の手で進められており、その成果はつづいて公団側から報告される予定である。

2. 調査経過の概要

中央道計画線の調査は昭和32年度から40年度にかけて建設本省、土木研究所、関東地建、中部地建の手で行われた。32年度は主にペーパーロケーションと経済調査等が行われ、地質調査は33年度から行なわれた。

33年度には八王子―子牧間（赤石周り）の計画線に沿って全線に亘り地表踏査による巾2kmの1/50,000地質図を作り、かつ既存資料から巾約10kmのコンパイルマップ（1/50,000）を作成した。調査は空中写真（縮尺1/25,000）および1/20,000とそれを図化した地形図（1/5,000）を基図として実施し、その結果を1/50,000の地質図及び地質断面図として示した。調査にあたっては土木研究所内に地質委員会を設け、調査の計画、実施及び結果についての検討を行った。委員会は土木や地質の分野の学識経験者14名からなる画期的なもので、野外踏査も土木研究所、株式会社応用地質調査事務所及びその依頼者（主に大学関係者）によるもので、我が国ではこれまでみられなかったような規模と内容を誇るものである。

34年度には土木研究所が応用地質調査事務所に依頼して前年度の調査結果から特に問題になる11地点を選び、縮尺1/5,000の地形図で踏査を行い、同縮尺の地質図及び同断面図を作成した。その他、八王子―富士吉田間の比較線として道志線を調査している。

35～36年度も主要な地点を追加し、1/5,000の地表踏査を行っている。

この間に地質委員会は勿論のこと、トンネル委員会、橋梁委員会、防災委員会等が独自に又は相互に協力しながら活動を続け、現在に至っている。

恵那トンネルの調査は上記中央道調査の一部として行なわれてきたわけであるが、延長8,000mを越えようとしているトンネルであるので、39・40年度はさらに詳細なルーティングと地表踏査（1/5,000だが34年度の調査より範囲を拡げた）及び弾性波探査を行った。この小文は主にこれらの調査の結果による。なお、文献の中には神坂トンネルという名称を使っているものがあるが、恵那トンネルと同じもので、調査の初期の段階ではそのように呼称されていた。

3. 地形による制約

地質調査と平行して地形図（1/50,000および1/5,000）による路線の図上検討を行った。検討目的は、地質はよいか、トンネルや橋梁等の構造物を短かく出来ないか、山地部の土工量を少なく出来ないか、復断面を採用した場合建設費は安くならないか、維持管理が容易か、などを考えながら、最低限高速道路としての機能を発揮できるようなルートを探すことである。

飯田市から中津川市にいたるルートには大きく分けて、①飯田—大平峠（又は清内路峠）—妻籠—中津川と、②飯田—神坂峠—落合—中津川の2つになる。①案についてみると、大平峠や清内路峠は約6,000 mのトンネルでたりるので、トンネルの長さ（特に最長トンネルの長さ）をできるだけ短かくす

図一 恵那トンネルの計画線及び比較線図

るという点では良いルートであるが、そこから中津川までの間が問題である。木曾谷は谷がせまくぐるぐる曲っているので、国鉄中央西線や国道19号との競合がおこってルートを取ることがむずかしく、そのために主トンネルの他に比較的長いトンネルや多くの橋梁を必要とする。その上、縦断勾配を含む線形が悪く、建設費は高くつくものと考えられた。

飯田―神坂峠―落合―中津川の②案でも、西坑口を冷川（ツメタ川）にとるA・B案と温川（ヌル川）にとるC案とがある（図―1参照）。その中では、C案はトンネル延長は短かく、トンネル部分の地質は他の案と特に大きな差異がないので有利と考えられていたが、大縮尺の地形図（1/5,000）と現地踏査によって検討してみると、温川流域では地形的に制約されることが分った。その上、地質調査の結果でも防災上大きな問題となることが判明した。即ち延長3～4kmに亘って殆んど垂直に切り立った急崖が高さ数10mに達している。地質は花崗岩であるが、断層が多く、一種の破碎帯をなしている。従って、風化も進んでおり、常時崩壊を繰返している。こういう地形・地質のところなので、高速道路規格では、たとえゆるされる最急勾配にして複断面、機道方式を採用しても、土工量が膨大となり、建設費が高くなる上に防災上の問題があるので、主トンネルの延長が短くなる利点（工事費の他、換気や照明等の設備費、維持費を考慮して）も帳消しされてしまう。以上のような諸点から、調査ルートとしてはA・B案を中心に進めることとなった。

A案は取付け道路の線形を高速道路規格（山地部）を尊重してルーティングしたものであり、B案は一部特例を入れてでもトンネル部分の延長を短かくしようとしたものである。B案はトンネル延長が短くなるのでそれだけ有利になるが、中津川側の坑口の標高を高くするために、取付け道路を上にあげる必要がある。そのため縦断勾配6%（平均）が2,150m、4.5～5.0%（平均）が4,650m連続する。これではきつい勾配のところが長すぎ、高速道路としての機能が十分果せるかどうか疑問になってくる。一方飯田側でも6%が1,000m、5%が500mと続く。また、線形が悪くなるだけでなく土工量も増し、取付け部だけでもトンネルが4本（最大約800m、4本計約1,800m）と橋脚高70～80mの橋梁1基を必要とする。ただ、前述のように主トンネルの長さが1,000m以上も短くなるという利点があるので、換気や照明など他の条件を考えながら最後まで比較線として検討することにした。

4. 地表踏査

33～34年度に1/50,000及び一部（A案より南側でC案を含む地域）の1/5,000の地表地質踏査が行われていたが、39年度には前回の調査範囲の一部を含んでさらに北側に範囲を拡げて1/5,000の再調査を行なった。調査の目的はこの地域の地質や地質構造を把握し、設計施工上の基礎資料を得ることは勿論だが、大断層破碎帯の状況、A・B案の地質条件の比較、霧ヶ原にみられるような大扇状地堆積物の供給地点の地質などを明らかにすることである。

a. 地層・岩質

本地域は大部分が花崗岩と石英斑岩とからなる。両者はほぼ分水嶺東縁を南北にのびる神坂断層に沿

図-2 恵那トンネルの地質図及び同断面図

って境を接している。花崗岩は神坂断層の東側に発達しており、粗粒～中粒の黒雲母花崗岩である。また、この花崗岩地域には領家変成岩類（ホルンフェルス）が点在しており、神坂断層附近では最大巾700mに達するものがある。

石英斑岩は神坂断層の西側に広く分布するもので、石英の斑晶が特徴的で新鮮なものは硬い。霧ヶ原は石英斑岩の岩屑からなる大規模な扇状地堆積物からなり、固結度が低く、いたるところで崩壊をおこしている。

調査地域に発達する主要な断層は、上記の神坂断層の他に神坂神社断層、園原断層群等で、破碎帯の巾は200mを越えるものがある。これらはいずれも花崗岩地域内に存在しているが、その他、石英斑岩中にも中小の断層が存在するものと予測される。

なお、本地域における地質の概略は図-2の通りであるが、地質時代や前後関係など不明な点がある。主な地層や岩質を概観すると次の通りである。

I) 領家変成岩類 (ホルンフェルス)

園原地区の天竜峡花崗岩地域を主要な分布地域とするもので、他に、園原川上流では一部石英斑岩に捕かくされているのが認められる。一岩体としては一般にそれ程大きなものではないが、中には園原川上流から横川上流にかけ神坂断層に沿って巾 200 ~ 700 m に達するものもある。特に、神坂断層、神坂神社断層 (一部園原断層帯) など断層に沿って発達する傾向がある。

産状としては花崗岩に貫入されているところが多いが捕かく岩体として取囲まれていることも多く、場所によってはルーフペンダント様をなしている。比較的大きな岩体で、領家変成岩類の下限が花崗岩と明瞭な境界をなして接しているのが標高 930 ~ 1,160 m 位でもみられる。また、全般的に塊状であるが、稀に片状のところもある。色は黒紫、黒、黒灰色で、層理面は不明瞭で片理の発達も悪いが節理の発達が著しい。しかし、新鮮なところはきわめて緻密堅硬である。

領家変成岩類は主としてホルンフェルスで、原岩は古生代のものと考えられ、変成作用の時期は中生代末期と考えられている。一般に変成度は低い、場所によってはいくぶん高いところもある。原岩の種類は殆んど砂岩、頁岩、チャートで、稀に礫岩や石灰岩を含むようである。

領家変成岩類は特異な分布をしている。調査地域外ではそれ程顕著ではないが、この地域ではほとんどが断層に沿って分布しているか、断層の外のところ集中してくる傾向がある。分布のかたちからみると一種の地溝状の構造をしているが、断層を中心にして考えるとそういう徴候はみられない。

領家変成岩類は断層に付随していることから細かく破碎されていることが多く、特に神坂断層、神坂神社断層では割れ目沿いに薄い粘土層を介在し、スリップ面を形成している。これが多量の水を包蔵していれば、極めて危険であることは論をまたない。

II) 天竜峡花崗岩 (粗粒角閃石黒雲母花崗岩)

富士見台以東園原断層以西の巾 2,000 ~ 2,500 m でほぼ帯状に分布する。その範囲は園原川及び横川の流域の一部に相当する。本調査地域に分布する花崗岩類では最も古いもので、いわゆる領家帯のものと考えられる。ここでは調査の進んでいる天竜峡地域の名称をそのまま、使うこととした。

産状は普通の花崗岩類と変らないが、前述の領家変成岩を多く捕かくする他、アプライト、中粒閃緑岩、バグマタイト、輝緑岩、石英斑岩などの岩脈に貫かれている。花崗岩は優白色 ~ 灰白色で全般的に粗粒である。また、局部的には微細な片麻状構造が発達しているところもある。

新鮮な部分では堅硬で比較的割目は少ない。断層破碎帯やその附近では小刻みの割目が多く、多くの場合その中に薄い粘土が介在している。天竜峡花崗岩に属するものは一般にマサになることが少ないが、中・下流では一部マサ化しているところもあり、山腹斜面では表面滑落型の小崩壊を起している。

他の岩体との前後関係をみると、領家変成岩類 (ホルンフェルス) とは貫入関係 (ルーフペンダントや断層関係もある) である。東方に分布する夜烏山花崗岩とは一部をのぞいて断層関係で接している。

西方の石英斑岩は天竜峠花崗岩に貫入しており、接触面では前者が後者の上に40~50° ののってくるようにみえる。

Ⅲ) 石英斑岩

富士見台を中心とする神坂断層以西の地域に広く分布する。調査地域ではだいたい斑岩状をしているので石英斑岩とするが、最近の調査によると濃飛流紋岩（流紋岩熔結凝灰岩）の一部とされているものである。

石英斑岩の産状を把握することは困難であり、岩脈状をなしているのか、熔岩状（噴出岩状）をしているのか、はっきりしない。ただし、神坂断層附近では、基盤をなす天竜峠花崗岩の上に40~50° 位の傾斜をもつてのっているところもある。

岩質はほぼ均質で斑状構造が特徴的である。色は暗灰色～灰白色で緑色を帯びている。斑晶は石英が最も普遍的で長石類や有色鉱物もみられる。領家変成岩類との接触部附近では局所的にその岩片（既にホルンフェルス化しており、いずれも角礫で径数mmから最大3cm程度）を捕かくしている。一般に風化に対する抵抗力は強く、地表の風化層は薄い。新鮮なものは緻密堅硬であるが、開口した節理が非常に多い。後述する扇状地堆積物（霧ヶ原）、崖錐等の供給源となっており、山はゆるんでいて、過去においては多量の崩壊土砂を産出したものと思われる。

領家変成岩類や天竜峠花崗岩と石英斑岩との関係はおおむね後者が噴出して前者の上ののっているものと思われるが、一部貫入や断層関係で接している。

Ⅳ) 夜烏山花崗岩（中粒含角閃石黒雲母花崗岩）

園原断層帯以東に広く分布する。全般に中粒均質で灰白色～優白色を呈し、片麻構造は全くなく、また捕獲岩も全然みられない。新鮮な部分では緻密堅硬であるが、風化に対する抵抗力は弱く、マサ化はかなり深部まで及んでいる。そのため、崩壊は深部まで達し、規模は天竜峠花崗岩よりかなり大きいものがみられる。天竜峠花崗岩とは貫入関係がみられるが、西部に分布する石英斑岩、苗木・上松花崗岩との前後関係は判らない。

Ⅴ) 扇状地堆積物

中津川側の霧ヶ原を構成する扇状地が主なものである。厚さはだいたい30m~70m（最大150m）で、主に角礫～亜角礫からなる。流域から考えて、この礫は神坂峠以西からもたらされたものと思われる石英斑岩を主とし、未固結なので谷壁ではいたるところで崩壊を起している。礫径は10~20cm（最大150cm）のものが多く、礫を充填するマトリックスは褐灰色～灰色を呈する細粒～中粒砂である。礫の配列には規則性がなく、淘汰は不良である。

b. 地質構造

Ⅰ) 地質構造

この地域を広くみると東部の天竜峠花崗岩や夜烏山花崗岩は南北方向にのびた岩体として広く分布している。その中に取り囲まれている領家変成岩類の全般的なのびもそれに近い。もっとも、内部の構造

は非常に不規則で、岩体全体の方向よりは断層に規制されているようである。また、石英斑岩や他の脈岩類も南北方向の傾向が強い。

神坂断層、園原断層群等の断層も南北方向にのび、垂直に近い傾斜を有する傾向が強い。

Ⅱ) 断層

本地域に発達する主要な断層は神坂断層、園原断層群、神坂神社断層等であるが、その他霧ヶ原地区にも数多く中小の断層が存在する。霧ヶ原地区の断層は数が多いが、個々の断層の規模は小さいので破碎帯として取扱う。

イ) 神坂断層 富士見台と神坂山地の間に南北に走っている大きな断層で、大きくみると東部の天竜峡花崗岩体と西部の石英斑岩体とを分けるものである。この地域最大の巾を持つ断層、巾70～280 mの破碎帯を伴う他、周辺に広く汚染帯(変質帯)が存在する。破碎帯の中には多くの粘土層を介在し、巾5 mに達するベントナイトが出来ている。なお、この断層破碎帯内では高さ数10 mに達する大規模な崩壊が連続的に発達している(園原川上流、横川上流)。

ロ) 園原断層帯 園原部落を通る南北性の断層群である。断層帯の巾は園原で約 900 mもあるが、横川部落附近では巾 150 m位まで収れんするという特異な発達をしている。個々の断層はせいぜい 5 m位の巾しかないが集ってくるとかなり大きな断層帯となる。各々の断層の間に夾まれた岩盤は割目やや密に発達するところもあるが、堅硬なところが多い。

ハ) 神坂神社断層 前述の2つの断層の中間に位置するもので、やはり南北性の方向を示す。破碎帯の巾は55～95 m(その間に数本の副断層がある)で、断層の性質は神坂断層に似ている。また、この断層に伴って分布する領家変成岩類は一つ一つの岩体は小さいが、数はかなり多く点々と存在する。

Ⅲ) 破碎帯

個々の断層の規模は小さくとも、それが集中してくると大きな構造を規制するようになる。恵那トンネルの中津川坑口附近は、大きくみると北西-南東方向の断層群と南北方向の断層群とが重なり合う場所にあって破碎帯となっている。霧ヶ原扇状地の地盤を形成している黒雲母花崗岩、花崗斑岩、苗木・上松花崗岩などには、N-S、N20° W、N40° Eなどの方向にミロナイト、圧砕岩、断層などが形成されている。この破碎帯の巾はほぼ霧ヶ原扇状地の堆積物分布範囲に相当していると考えられる。

c. 地表踏査の結果判明した問題点

地表踏査の結果は岩質、断層、割目、岩盤区分、骨材としての適否などに亘って詳しく考察されたが、ここでは、地表踏査で得られた土木地質的な問題点を指摘してみたい。

先ず、このトンネルが高速自動車交通用のトンネルであることによって要求されるいろいろな条件があることである。例えば、建築限界、換気、線形などである。内空断面を試算してみると、建築限界だけで55 m²、それに換気断面30～40 m²を加えると85～95 m²となり、掘削断面は120 m²程度が必要である。こういう大断面のトンネルでは、地質の良否が建設費に大きく作用することは(一例では通常の掘削断面のトンネルでも地質の良好なところに対して悪いところは約80%増と考えられている)通常

の断面のトンネルの比ではなく、場合によっては建設を不可能にさえしかねない。一方線形が厳しく要求されるので、坑口の地形や断層との交叉の仕方などをよく検討しておかなければならないし、換気断面を減らすためには換気用立坑をつくらなければならないが、深さを 300m 位にするとその位置は非常に制限されてくる。

I) 神坂断層

巾70～280mに達する大断層で、トンネルの被りも 800～900 m にもなる。断層の走向は南北で、トンネル中心線とは高角で交わり、さけることはできない。断層の性質は前述の通りであるが、土土地質の見地からすればまだまだ判らない点が多い。例えば、湧水の多いことは推定されるが、その量はどうか、湧水圧・帯水量はどうか、断層の規模は現在地表でみられるものが地下まで達しているかどうか、地表でみられるキレツに沿う薄い粘土が地下でもでてくるかどうか等々。これらの問題点を調査する方法はむずかしく、殆んど不可能に近い。一応考えられることは弾性波探査、電気探査、ボーリング、試掘坑（調査坑）などであるが、弾性波探査や電気探査は地表踏査で見落としがちな断層等の存在を知ることができるところがせいぜいで、むしろ徹底的な地表踏査の方がよりよい結果を得るであろう。断層沿いのボーリングは浅い場合はよいが、トンネルの地盤高まで 900m も断層の中で行うことは殆んど不可能である。水平ボーリングは勿論、堅岩からの斜ボーリングも延長が大きすぎて甚だ困難であろう。コアの採取も孔壁の保存も出来ないとすれば、湧水の調査も不可能である。現在最も可能性のあるものは試掘坑ということになる。

II) 園原断層群

園原断層群と神坂神社断層とを合せると、巾約 2,000m に亘って無数の断層が存在する。この大断層群の傾向を計画線と対比しながら概観すれば、A 案では断層帯の総延長は長くなるが、各々の断層がそれ程大きくなく(巾はせいぜい 5 m 位)、断層と断層との間には堅岩が存在するが、B 案では断層帯の総延長が短くなる代りに、断層と断層の間隔がせばまり、破碎の相乗作用を受けて地質が非常に悪くなっている。従って、大断面のトンネルであることを考えると、地質的には A 案の方がよいと結論づけられる。一方、B 案はトンネルの延長が短くなることから、たとえ単価が高くなっても総建設費は安くならないか、換気や照明を考慮すればどうか等、いろいろな要素があって中々決められない。B 案の位置にしても、北側に移せば移すほどトンネルフォメーションの標高が高く、長さが短くなるが、岩質は悪くなる。そこで、岩質の悪化はそれ程でないが、トンネル延長が短くなると推定される限度の路線位置を踏査によって決めて最終的な B 案とし、地質の良し悪しをもう少し定量的に把握するために、この区間だけ A・B 両案について弾性波探査を行って比較することにした。

III) 石英斑岩地域

霧ヶ原は洪積世(?)の崩壊による扇状地堆積物で、その規模は長さ約 3.6km、巾最大 1.0km、末端部での高さが70～80mもある大きなものである。この土砂を供給した流域は僅なものであり、これだけの大量の土砂を供給するためには大規模な山腹崩壊か、山体の崩壊しか考えられない。この堆積物は殆

んど石英斑岩の砂礫によって占められている。現在の暖谷でも表層の小崩壊が続いており、地表は厚い表土や岩屑に被われているので露頭が少なく、地表踏査だけでは精度の高い調

表－１ Ａ案とＢ案の比較（弾性波探査）

	Ａ 案	Ｂ 案
地 質	花崗岩，ホルンフェルス	花崗岩，ホルンフェルス
弾性波速度		
第１～第２速度層	0.30～1.5km/sec	0.31～1.8km/sec
第３速度層	3.4～4.0km/sec	3.4～4.0km/sec
風化層の厚さ	数m～65m前後	数m～70m前後
断層（低速度帯）	５ヶ所 総計 210m	５ヶ所 総計 190m

査が出来ない。しかも、この地域は木曽谷で明瞭な阿寺断層の延長上か、または影響圏に位置する恐れがある。したがって、大崩壊の原因となった地質の状態を明らかにすることが出来ず、それを何らかの方法で確認しておきたいが、現在考えられる方法としては弾性波探査とボーリングがあり、前者は建設省で、後者は公団によって行われている。

５．弾性波探査

一般的に地質状況を把握することと、富士見台以西（石英斑岩地域）において地表踏査ではよく調査できなかったところの調査精度をあげること、及びＡ・Ｂ両案の飯田側坑口附近の比較のために行われた。詳しくは報告書を参照されたい。ここではＡ・Ｂ両案についての比較のために行われたものについて説明する（図－３参照）。

前述のように、地表踏査によると園原断層帯は南側から北側に向って著しく収れんするという傾向があるので、その影響がＡ案とＢ案及びその中間でどのようになっているかを数値的に知るため、その各々に測線を設けた。

調査結果を要約すると表－１の通りで、地表踏査からの予想に反してＡ案とＢ案とに大きな差はなかった。しかも、地表踏査で確認できる巾70mに及ぶ断層による粘土化帯なども検出できなかったことは、弾性波探査の一つの限界を示すような結果になった。

Ａ案とＢ案との速度値が大差なかった理由はよく判らないが、一つには、ここでは岩盤のいいところと悪いところが頻ばんに交叉し、複雑に存在するので、弾性波の速度が平均化され、見かけ上一様な速度値をもつ岩盤のようになるのかも知れない。また、一つには、この花崗岩の特異性によるのかも知れない。一般に、新鮮な花崗岩では弾性波速度がだいたい 4.5km/sec 以上を示す。しかし、今回の調査では最も岩盤のいい新鮮なところでも最大 4.0km/sec，多くは 3.5km/sec 位しか示さなかった。一方、広く汚染されている地域でも 3.5km/sec 位示し、新鮮なところとはあまり大きな差は生じなかった。そのため、地表踏査では明かに差異が認められるにもかかわらず、弾性波探査ではその差を識別できなかったものと考えられる。結局、ボーリングと試掘坑による判断をまたなければならないのであろう。

No.

6. あとがき

この報文の目的は地質調査の結論ではなく、調査の立案や調査途上の考え方を明かにしようとしたものである。そのため、全体にまとまりがなく散漫になったきらいがある。また、新しい試みとして地表踏査のカード化（表－2参照）、節理の表現方法の分類、シュミットハンマーによる岩の硬さの分類を試みているが、紙面の都合上ここでは述べなかった。

なお、この報文をまとめるにあたっては参考文献によるところが多い。これらの関係者や、終始御指導をいただいている土木研究所地質研究室長芥川真知氏、現地調査に有意義な討論をしていただいた株式会社応用地質調査事務所の福富幹男氏に感謝する。

参 考 文 献

1. 日本縦貫高速自動車道協会（1957）：国土開発縦貫自動車道建設計画概要
2. 株式会社応用地質調査事務所（1959）：高速自動車国道（中央道）霧ヶ原地区地質調査報告
3. 株式会社応用地質調査事務所（1959）：高速自動車国道（中央道）園原地区地質調査報告
4. 建設省（1959）：国土開発縦貫自動車道中央自動車道（東京都・小牧市間）調査報告書 総論
5. 岡本隆一（1960）：中央自動車道計画線の地質，土木技術資料，Vol 2，No.10，pp 8－13
6. 建設省土木研究所（1962）：国土開発縦貫自動車道（東京都・小牧市間）地質調査報告書
7. 株式会社応用地質調査事務所（1964）：長野県恵那トンネル予定地附近地質調査報告
8. 株式会社応用地質調査事務所（1965）：長野県恵那トンネル地質調査弾性波探査報告
9. 株式会社応用地質調査事務所（1965）：長野県恵那トンネル地質調査（その2）地震探査委託業務
（恵那地区）