

地質調査

2015

第2号

(通巻143号)

Japan Geotechnical
Consultants Association

編集／一般社団法人全国地質調査業協会連合会

総論

新幹線ネットワークの整備について

国土交通省 鉄道局 幹線鉄道課 企画係長 村田 智紀

特定テーマ 新幹線

- 》北陸新幹線建設の歴史と経緯
弘中 知之
- 》新幹線の地形・地質調査とそれをもとにした計画・設計・施工
 ー新幹線建設とともに50年の私的経験をもとにー
大島 洋志
- 》八甲田トンネルの地質と環境問題
太田 岳洋
- 》東海道新幹線
 土構造物の対策と維持管理
大木 基裕
- 》活断層に配慮した山陽新幹線
 新神戸駅の構造
近藤 政弘
- 》我が国鉄道システムの海外展開について
田中 佑樹
- 》中央新幹線(品川・名古屋間)の概要
二村 亨
- 》北陸新幹線の開業に沸く石川
畠中 信英



総論

- ≫ 新幹線ネットワークの整備について 村田 智紀 …… 1

特定テーマ

■ 新幹線

- ≫ 北陸新幹線建設の歴史と経緯 弘中 知之 …… 5

- ≫ 新幹線の地形・地質調査とそれをもとにした
計画・設計・施工
— 新幹線建設とともに 50 年の私的経験をもとに —
大島 洋志 ……11

- ≫ 八甲田トンネルの地質と環境問題 太田 岳洋 ……22

- ≫ 東海道新幹線 土構造物の対策と維持管理
大木 基裕 ……28

- ≫ 活断層に配慮した山陽新幹線新神戸駅の構造
近藤 政弘 ……34

- ≫ 我が国鉄道システムの海外展開について
田中 佑樹 ……39

- ≫ 中央新幹線 (品川・名古屋間) の概要
二村 亨 ……44

- ≫ 〈会員がつくるページ〉 北陸新幹線の開業に沸く石川
畠中 信英 ……50

会告

- ≫ 全地連「平成 26 年度定時総会」について ……56

- ≫ 全地連「技術フォーラム 2015」名古屋 開催のご案内 ……56

- ≫ 平成 27 年度 資格検定試験の実施
【地質調査技士・地質情報管理士・応用地形判読士】 ……57

- ≫ 「地質リスク学会」第 6 回地質リスクマネジメント
事例研究発表会 事例研究発表募集について ……58

- ≫ 平成 27 年度 道路防災点検技術講習会 開催案内 ……59

- ≫ 全国標準積算資料 (土質調査・地質調査)
平成 27 年度改訂歩掛版の発行について ……60

- ≫ 「土壌汚染調査技術管理者試験」事前講習会のご案内 ……60

地質調査 '15 第3号 (通巻144号) 内容 (予定) 平成27年12月発行

小特集テーマ

土砂災害

- 土砂災害から身を守る
- 土砂災害への備え
- フェーズドアレイ気象レーダを用いた最新の気象予測
- 広島土砂災害
- 伊豆大島土砂災害
- 紀伊半島土砂災害
- 道路分野の土砂災害
- 宅地分野の土砂災害

*上記のタイトルは仮称です。執筆者により変更することがあります。

新幹線ネットワークの整備について

むらた ともりのり
村田 智紀*

Key Word 人々の交流機会の増大，基幹的な交通体系

1 新幹線整備の現状

平成26年10月，東海道新幹線が，昭和39年に「夢の超特急」として東京・新大阪間で開業してから50周年を迎えた。

東京・名古屋・大阪の三大都市圏を結ぶ東海道新幹線は，開業以来この50年間で，56億人を輸送するなど，人々の交流の機会を増大させ，我が国の基幹的な高速交通体系として，国民経済の発展，国民生活領域の拡大等に寄与してきたといえる。

開業当時毎時2本・1日60本であった東海道新幹線の運転本数は，1時間当たり最大15本・1日324本へと増加し，最高時速は，開業当時の200km/時から285km/時に向上した。また，東京・新大阪間の所要時間を開業当時の4時間から最短で2時間22分へ短縮するなど，速達性・利便性を向上させてきたところである。（平成27年3月ダイヤ改正）

さらに，東海道新幹線は，これまで乗客の死亡事故を1件も発生させておらず，かつ，1時間に15本という高密度輸送を行っているにもかかわらず平均の遅延時間が1分未満であるなど，安全性や定時性の面において優れた実績を残している。また，二酸化炭素排出量も他の交通機関に比して極めて小さいことも特徴の1つとして挙げられる。

こうした東海道新幹線の発展は，その後の山陽新幹線，東北新幹線，上越新幹線などの新幹線整備にも影響を与えてきたところである。（新幹線ネットワークの整備に関する具体的な経緯は表1のとおり。）

新幹線ネットワークのうち，特に「整備新幹線」と呼ばれるのは，全国新幹線鉄道整備法に基づく整備計画に定められた路線のうち，東北新幹線の盛岡

市・青森市間，北海道新幹線の青森市・札幌市間，北陸新幹線の東京都・大阪市間，九州新幹線の福岡市・鹿児島市及び福岡市・長崎市間の5路線を指す。このうち，北陸新幹線（高崎・長野間），東北新幹線（盛岡・新青森間），九州新幹線（博多・鹿児島中央間）が既に完成・開業しており，本年3月14日には北陸新幹線（長野・金沢間）が開業したところである。（図1のとおり。）

さらに，平成27年度末には北海道新幹線（新青森・新函館北斗間）の開業を迎えることとなり，これによって，北海道から九州まで新幹線がつながることになる。

また，平成26年12月には，超電導リニア方式による中央新幹線（東京・名古屋間）の着工がなされたところであり，今後新幹線ネットワークは着々と充実していくこととなる。

2 新幹線計画の経緯

新幹線につながる構想自体は昭和10年頃から「弾丸列車」計画として出てきていたが，東海道新幹線などの新幹線を実際に整備していく構想については昭和30年代から具体化していった。この頃から，政府は，過疎・過密問題を根本的に解決し，経済社会の飛躍的発展を図るためには，国土利用の硬直性を打破し，新しい社会へ積極的に対応するとともに，新しい環境を形成するという観点から，国土利用の抜本的な再編成を図る以外にないとの認識を有するようになっていた。そこで，全国総合開発計画の全面的な改定を行い，昭和44年5月に新全国総合開発計画を決定し，その中において中枢管理機能の集積と物的流通の機構とを体系化するための全国的な

*国土交通省 鉄道局 幹線鉄道課 企画係長

交通・通信ネットワークを整備し、この新ネットワークに関連させながら、各地域の特性を活かした自主的、効率的な大規模開発プロジェクトを実施することによって、全国土の利用を均衡のとれたものとする新開発方式が打ち出された。そして、新ネットワークを形成する延長 7,200 km の全国新幹線鉄道網の構想が示された。この構想において、青函トンネルとともに、具体的建設路線として挙げられていたのが、札幌に至る北海道新幹線のほか、東北、日本海沿岸、上越、成田、第 2 東海道、北陸、山陽、山陰新幹線等であった。

このような新全国総合開発計画の構想を踏まえ、その具体化のため、鉄道建設審議会において、慎重な審議が行われた結果、積極的に全国新幹線の建設を推進することが決定され、昭和 45 年 5 月 18 日全国新幹線鉄道整備法の公布をみるに至った。

同法の制定により、それまでの東海道・山陽新幹線が国鉄の輸送力増強を目的として計画されたのに対して、以後の新幹線建設は、国土の総合的かつ均衡ある発展に資するための高速交通体系を整備するという点から運輸大臣が定める基本計画に基づいて進めることとなった。

本法の制定に基づき、まず、昭和 46 年 4 月に、東北新幹線（東京・盛岡間）、上越新幹線（東京・新潟間）等の整備計画が決定され、工事が進められた。

また、整備新幹線である北海道新幹線（青森・札幌間）、東北新幹線（盛岡・青森間）、北陸新幹線（東京・大阪間）、九州新幹線（福岡・鹿児島間）、九州新幹線（福岡・長崎間）については、昭和 48 年 11 月に整備計画が決定され、累次の政府・与党申合せ等を踏まえて、少しずつ整備が進められ、現在に至ったところである。

さらに、将来の建設路線である基本計画線については、札幌・旭川間等の 12 路線の基本計画が、昭和 48 年 11 月に決定された。

3 整備新幹線に係る今後の展望

整備新幹線については、平成 24 年 6 月、新たに、北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）、北陸新幹線（金沢・敦賀間）、九州新幹線（武雄温泉・長崎間）が着工された。これらのいわゆる新規着工 3 区間については、平成 25 年 5 月以来、与党整備新幹線建設推進プロジェクトチームにおいて、開業時期の前倒しについて検討がなされ、平成 26 年 7 月には与党から政府に対して、その申し入れが行われた。

その後、新規着工 3 区間の開業前倒しに関しては、整備新幹線に係る政府・与党ワーキンググループに

おいて財源上・技術上の課題等について検討が行われ、平成 27 年 1 月 14 日に開催された政府・与党整備新幹線検討委員会において、「整備新幹線の取扱いについて」（政府・与党申合せ）が決定されるに至った。

この申合せでは、北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）を 5 年前倒しして平成 42 年度末に、北陸新幹線（金沢・敦賀間）を 3 年前倒しして平成 34 年度末に、九州新幹線（武雄温泉・長崎間）を平成 34 年度から可能な限り前倒しして完成・開業を目指すこととされた。

新幹線は、地域の産業や社会に大きな効果をもたらし、我が国の国民生活や経済社会を支えるために必要不可欠の存在であるとともに、環境負荷の小さい公共交通機関として、持続可能で活力ある国土を築くための礎となるものである。このような新幹線について、開業時期を前倒しすることとし、集中的な投資を行い早期に開業させることで、その効果をより早く発揮させることは、国民経済にとっても大きな意義があると考えられる。

今後は、政府・与党申合せに基づき、目標年次までの完成・開業に向けて着実に整備を進めて参りたい。

表1 新幹線ネットワークの整備に関する具体的な経緯

昭和39年(1964年)	東海道新幹線 東京・新大阪間開業
45年(1970年)	全国新幹線鉄道整備法制定
46年(1972年)	東北, 上越新幹線の基本計画決定
47年(1972年)	北海道, 北陸, 九州新幹線の基本計画決定
47年(1972年)	山陽新幹線 新大阪・岡山間開業
48年(1973年)	奥羽, 山陰, 四国新幹線等の基本計画決定 → 「基本計画路線」
48年(1973年)	東北, 北海道, 北陸, 九州新幹線の整備計画決定 → 「整備計画路線」
50年(1975年)	山陽新幹線 岡山・博多間開業
57年(1982年)	東北新幹線 大宮・盛岡間開業
57年(1982年)	上越新幹線 大宮・新潟間開業
60年(1985年)	東北新幹線 上野・大宮間開業
62年(1987年)	国鉄改革
63年(1988年)	政府・与党申合せ 【着工優先区間】 : ①北陸(高崎・軽井沢), ②北陸(高岡・金沢), ③東北(盛岡・青森), ④九州(八代・西鹿児島), ⑤北陸(糸魚川・魚津)
平成元年(1989年)	政府・与党申合せ(財源措置等の決定)
2年(1990年)	政府・与党申合せ : 東北(盛岡・青森), 九州(八代・西鹿児島), 北陸(軽井沢・長野), 北陸(高岡・金沢)の着工
3年(1991年)	東北新幹線 東京・上野間開業
8年(1996年)	政府与党合意 : 東北(八戸・新青森), 北陸(長野・上越), 九州(船小屋・新八代)の着工
9年(1997年)	北陸新幹線 高崎・長野間開業
12年(2000年)	政府・与党申合せ : 九州(博多・新八代), 北陸(長野・富山)の着工
14年(2002年)	東北新幹線 盛岡・八戸間開業
16年(2004年)	九州新幹線 新八代・鹿児島中央間開業
16年(2004年)	政府・与党申合せ : 北海道(新青森・新函館), 北陸(長野・金沢), 北陸(福井駅部)の着工
22年(2010年)	東北新幹線 八戸・新青森間開業
23年(2011年)	九州新幹線 博多・新八代間開業
23年(2011年)	政府・与党確認事項 : 北海道(新函館・札幌), 北陸(金沢・敦賀), 九州(武雄温泉・長崎)の着工
27年(2015年)	政府・与党申合せ : 北海道(新函館・札幌), 北陸(金沢・敦賀), 九州(武雄温泉・長崎)の前倒し
27年(2015年)	北陸新幹線 長野・金沢 開業
27年度(2015年度)	北海道新幹線 新青森・新函館北斗 開業予定
34年度(2022年度)	九州新幹線 武雄温泉・長崎 開業予定(可能な限り前倒し)
34年度(2022年度)	北陸新幹線 金沢・敦賀 開業予定
42年度(2035年度)	北海道新幹線 新函館北斗・札幌 開業予定

整備新幹線とは、「全国新幹線鉄道整備法」に基づく昭和48年の「整備計画」により整備が行われている以下の5路線のことをいう。

北海道新幹線	青森 - 札幌間
東北新幹線	盛岡 - 青森間
北陸新幹線	東京 - 大阪間
九州新幹線(鹿児島ルート)	福岡 - 鹿児島間
九州新幹線(長崎ルート)	福岡 - 長崎間

○そのまたる区間を列車が時速200km以上の高速で走行できる幹線鉄道。
 ○(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構が建設・保有し、営業主体(JR)に対し施設を貸付け(上下分離方式)。

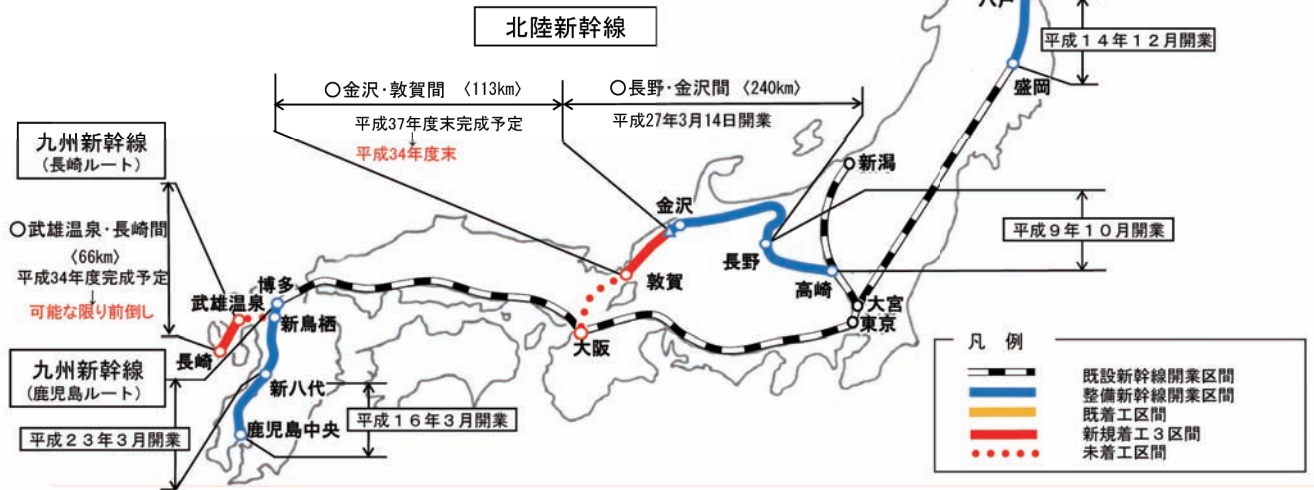


図1 全国の新幹線鉄道網の現状

北陸新幹線建設の歴史と経緯

ひろなか ともゆき*
弘中 知之*

Key Word

北陸新幹線, 整備新幹線, 建設, トンネル, 橋りょう,
冬季オリンピック長野大会

1 はじめに

北陸新幹線は、上信越・北陸地方を經由して東京都と大阪市を結ぶ、延長約700kmの新幹線鉄道で、全国新幹線鉄道整備法（全幹法）に基づき、昭和48年に整備計画が決定された、いわゆる整備新幹線のうちの1路線である。このうち、東京都・高崎市間は上越新幹線と共用であるため、北陸新幹線の工事延長としては、高崎市・大阪市間の約600kmである。最高設計速度は260km/hとしている。

本稿では、北陸新幹線の建設の歴史と経緯について述べる。

2 北陸新幹線着工までの経緯

2-1 基本計画

北陸新幹線の基本計画は、1972（昭和47）年5月2日に開催された第56回鉄道建設審議会における諮問・答申を受け、6月29日に決定され、日本国有鉄道（現：JR）及び日本鉄道建設公団（現：鉄道建設・運輸施設整備支援機構）に調査の指示がなされた。なお、調査報告書は、およそ1年後の1973（昭和48）年10月2日に運輸大臣に提出されている。

基本計画においては、起点を東京都、終点を大阪市とし、主要な経過地として長野市付近、富山市付近が示されている。

2-2 整備計画の決定と建設の指示

運輸大臣は、上述の調査報告書を受け、1973（昭和48）年10月17日に開催された第61回鉄道建設審議会に整備計画を諮問、その答申を受けて11月13日に整備計画を決定し、日本鉄道建設公団に建

設の指示が出されている。

なお、整備計画において、主要な経過地として小浜市付近が追加され、東京都・高崎市間を上越新幹線と共用することとなった。

2-3 環境影響評価

1979（昭和54）年1月、運輸大臣の通達「整備五新幹線に関する環境影響評価の実施について」が出され、ルート選定等の調査の進捗に応じ高崎－小松間、小松－武生間に分けて環境影響評価を実施した。なお、この運輸大臣通達に基づく環境影響評価を、当時「大臣アセス」と通称していた。また、1999（平成11）年施行の環境影響評価法に基づき、武生・敦賀間が実施済となっている。

環境影響評価が終了した区間から順次、全幹法第9条に基づく工事実施計画の認可申請をしており、未申請の区間は敦賀市・大阪市間を残すのみとなっている。

2-4 整備新幹線計画の一時凍結

整備新幹線の建設の指示は、東北・上越新幹線に遅れること2年7ヶ月であったが、そこからただちに着工には至らなかった。ニクソンショックによる変動相場制への移行に伴う円高、二度にわたるオイルショックによる総需要抑制、国の財政事情、行財政改革、国鉄の財政状況の悪化と民営化などから建設財源の見通しが立たず、臨時行政調査会による基本答申を受け、1982（昭和57）年9月24日には「整備新幹線計画は、当面見合わせる」との閣議決定がなされた。

*独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部新幹線部新幹線第一課 総括課長補佐

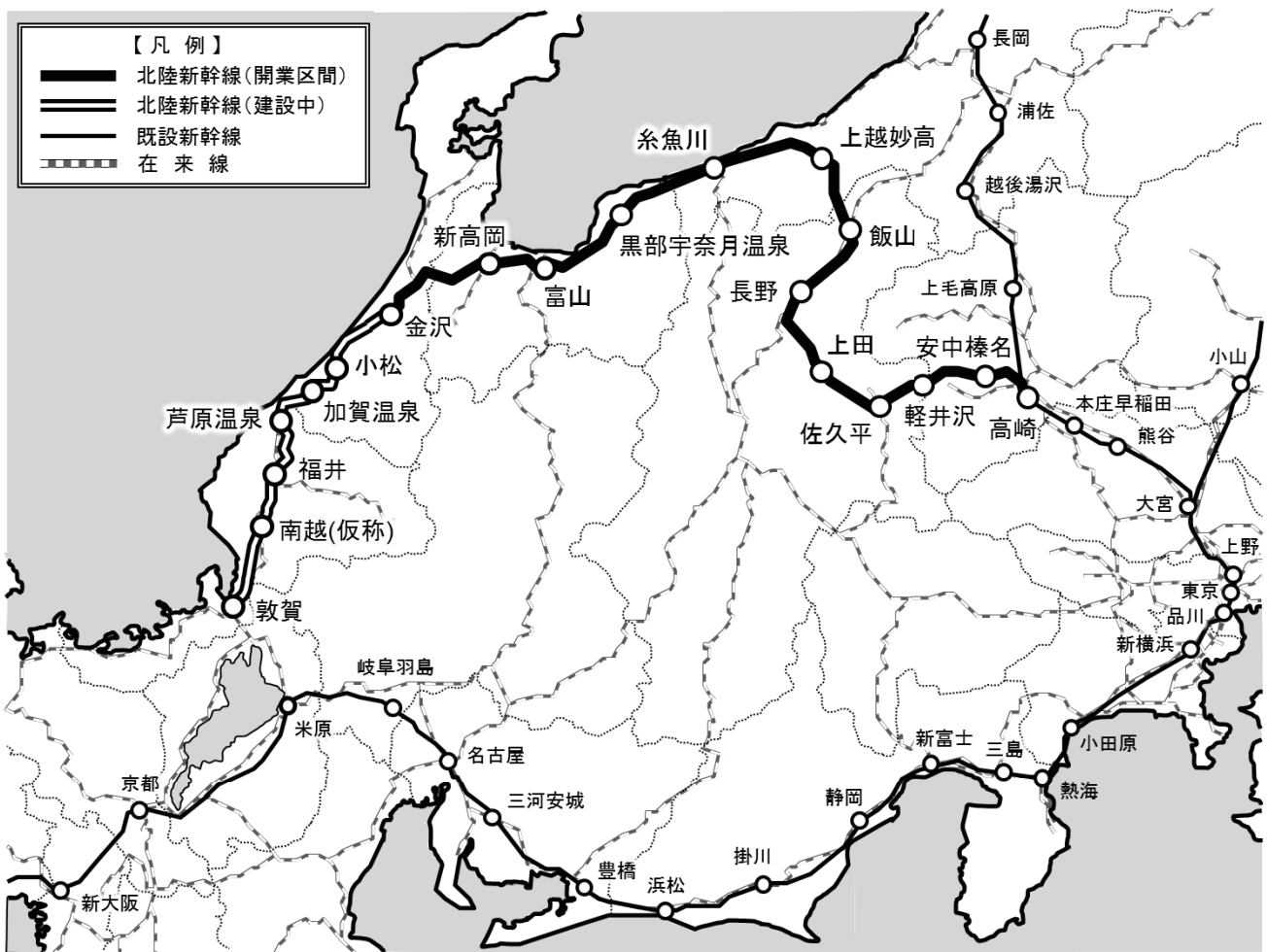


図-1 北陸新幹線路線図

2-5 整備新幹線計画の再開と着工

その後、政府与党は1985（昭和60）年8月に「整備新幹線財源問題検討委員会」を設置し、整備新幹線の財源問題等の検討を進めた。検討の結果、1987（昭和62）年1月に整備新幹線計画凍結の閣議決定が撤回された。

1988（昭和63）年1月、「整備新幹線建設促進検討委員会」が設けられた。この委員会の下部組織として、着工優先順位と財源問題等の専門検討委員会が置かれ、精力的に検討が進められた。限られた財源を有効に活用するべく、投資効果の高い線区から建設を開始、開業した線区の貸付料を含めた財源で、さらに下位の線区を順次建設してゆくという構想であった。

1988（昭和63）年8月に、整備新幹線3線5区間の着工優先順位が決められ、北陸新幹線（高崎・軽井沢間）が優先順位最上位に位置付けられた。なお、軽井沢・長野間の取扱いについては、当時あった1998年冬季オリンピックの開催地問題等を考慮して、3年以内に結論を得るものとして、同じく優先順位最上位とされた。この時の運輸省（現：国土

交通省）案においては、軽井沢・長野間については、在来線の路盤およびトンネルに新幹線用の軌道（標準軌）を追加する、「新幹線鉄道直通線」、いわゆる「ミニ新幹線」による建設とされている。また、糸魚川・魚津間及び高崎・金沢間は、新幹線規格の路盤およびトンネル上に在来線と同じ幅（狭軌）の軌道を引いて、小型の高速車両を走行させる新幹線鉄道規格新線、いわゆる「スーパー特急方式」による建設とされた。

これらの経緯を経て、1989（平成元）年6月に北陸新幹線（高崎・軽井沢間）の工事実施計画が認可となり、建設が開始されることとなった。

3 北陸新幹線（高崎・長野間）

3-1 北陸新幹線（高崎・長野間）の概要

当区間の内、高崎・軽井沢間においては1989（平成元）年6月の工事実施計画認可の後、8月に建設工事起工式、11月には碓氷峠トンネルの工事に着手した。また、軽井沢・長野間についても、1990（平成2）年12月の政府与党申合せにより運輸省案（ミ

ニ新幹線)ではなく、高崎・軽井沢間と同じ標準軌新線(新幹線フル規格)で着工することが決定され、1991(平成3)年8月に工事実施計画が認可された。

全体工期は、冬季オリンピック長野大会に間に合わせるべく、それぞれの部門あるいは競合する工事部門間で綿密な打合せや管理を行った。特に軽井沢・長野間では、工期が約6年強という極めて厳しい条件であったが、地元自治体の最大限の協力を得て、予定通り長野冬季オリンピック開催前の1997(平成9)年10月1日に開業した。

線路延長は約117kmであり、構造物種別ごとの延長割合は、路盤約15%、橋りょう約9%、高架橋約25%、トンネル約51%である。駅部は、起点から高崎駅、安中榛名駅、軽井沢駅、佐久平駅、上田駅、長野駅となっている。

なお、本区間では、車両技術の進歩の成果を取り入れることなどにより、新幹線で初めて30%の急勾配を連続して採用した。これを群馬県と長野県の県境にある急峻な碓氷峠に適用することにより、路線延長を大幅に短縮することが出来た。

ある。途中数々の破碎帯や高圧湧水区間にも遭遇する中、非常に厳しい工期の中で建設しなければならなかったことから、単機能大型機械の組合せや長孔発破による高速施工システムを採用した。結果、過去の実績では困難であった平均月進150m以上の進捗を可能にし、長大山岳トンネルにおける合理的な施工技術を確立したとして、土木学会技術賞を受賞した。



写真-1 五里ヶ峯トンネル

3-2 主な構造物の紹介

(1) 五里ヶ峯トンネル

五里ヶ峯トンネルは延長約15.2kmのトンネルで

(2) 第2千曲川橋りょう・屋代架道橋

橋りょうにおいては、第2千曲川橋りょうでは千曲川を薄い角度で渡るためスパンが長くなることな

表-1 北陸新幹線の経緯

年 月	項 目
1972(昭和47)年 6月	基本計画(北陸新幹線:東京都・大阪市)の決定
1973(昭和48)年 11月	整備計画(北陸新幹線:東京都・大阪市)の決定及び建設の指示
1978(昭和53)年 10月	整備五新幹線の具体的実施計画について
1979(昭和54)年 1月	整備五新幹線に関する環境影響評価の実施について(運輸大臣通達)
1982(昭和57)年 3月	環境影響評価実施のための駅・ルートの概要決定
1982(昭和57)年 12月	環境影響評価報告書案の知事への送付
1984(昭和59)年 9月	日本国有鉄道の事業の再建を図るために当面緊急に講ずべき対策について(整備新幹線計画は当面見合わせる:閣議決定)
1985(昭和60)年 12月	高崎・小松間の工事実施計画の認可申請
1986(昭和61)年 3月	長野駅、富山駅、金沢駅における新幹線駅周辺環境整備事業に着手
1986(昭和61)年 8月	新安中駅の工事実施計画の追加認可申請(新駅追加)
1987(昭和62)年 1月	整備新幹線計画の取扱いについて(閣議決定) (1984(昭和59)年9月24日の閣議決定を変更し着工凍結を解除)
1988(昭和63)年 1月	整備新幹線建設推進委員会の設置
1988(昭和63)年 8月	着工優先順位の決定(3線5区間)
1989(平成元年)年 1月	財源の負担割合、北陸新幹線(高崎・軽井沢間)着工の決定
1989(平成元年)年 6月	高崎・軽井沢間の工事実施計画の認可
1991(平成3)年 8月	軽井沢・長野間の工事実施計画の認可
1992(平成4)年 7月	新高岡(仮称)・金沢間の工事実施計画の追加認可申請(ルート変更)
1992(平成4)年 8月	西石動(仮称)信号場・金沢間の工事実施計画の認可(スーパー特急方式) 町づくりと一体となった新幹線鉄道駅緊急整備事業の認可(金沢駅)
1993(平成5)年 9月	西糸魚川(仮称)信号場・東魚津(仮称)信号場間の工事実施計画の認可(スーパー特急方式)
1995(平成7)年 4月	富山駅に係る工事実施計画(整備新幹線駅整備調整事業)の認可
1997(平成9)年 3月	金沢駅緊急駅整備事業のしゅん功・賃付開始
1997(平成9)年 10月	高崎・長野間のしゅん功・開業
1998(平成10)年 2月	長野オリンピック冬季大会開催(2月22日まで)
1998(平成10)年 3月	長野・上越(仮称)間の工事実施計画の認可
2001(平成13)年 4月	上越(仮称)・富山間の工事実施計画の認可
2005(平成17)年 4月	富山・金沢間、福井駅部の工事実施計画の認可
2006(平成18)年 4月	白山総合車両基地(仮称)の工事実施計画の認可
2012(平成24)年 6月	金沢・敦賀間の工事実施計画の認可
2015(平成27)年 3月	長野・金沢間のしゅん功・開業

どの理由により、新幹線で初めて斜張橋を採用した。また、長野自動車道更埴インターチェンジ付近に架設された屋代架道橋では、新幹線で初のエクストラロード橋（当時は塔の低いタイプの斜張橋と呼んでいた）を採用した。



写真-2 第2千曲川橋りょう

(3) 高速分岐器（38番分岐器）

先に述べたとおり、東京・高崎間は上越新幹線と共用しており、高崎で上越新幹線と分岐する。その際に、下り線においては極力上越新幹線と共用することで、並行部分の新設高架橋の距離を節約して建設費を削減することを目指し、分岐線側を160km/hで通過可能な38番分岐器を開発、高崎駅より約3.3km終点方に設置した。この開発した38番分岐器においては、土木学会技術賞を受賞している。



写真-3 38番高速分岐器

3-3 開業後の状況

本区間の開業により、従来概ね3時間を要した東京・長野間は半分以下の79分（最速）で結ばれ、沿線・周辺地域の発展と交流拡大に大きな役割を果たすとともに、1998（平成10）年2月の長野冬季オリンピックの輸送手段としても重要な役割を果たした。また、開業前後の平均利用者数は、開業前の在来線特急から開業直後で約26%の増、更に開業13年目

では約34%の増であった。これより利用者数の増加は一過性のものではないことが確認されている。

4 北陸新幹線（長野・金沢間）

4-1 北陸新幹線（長野・金沢間）の概要

本区間のうち、高岡（石動）・金沢間、糸魚川・魚津間は、1988（昭和63）年8月の政府・与党申合せにおいて、着工を優先すべき区間として決定されていたことから、新幹線鉄道規格新線（スーパー特急方式）による暫定整備計画として、それぞれ1992（平成4）年8月、1993（平成5）年9月に工事実施計画が認可され、工事が進められた。その後、新幹線フル規格として、1998（平成10）年3月に長野・上越（仮称）間、2001（平成13）年4月に上越（仮称）・富山間、2005（平成17）年4月に富山・金沢間の工事実施計画が認可され、2006（平成18）年4月の白山総合車両基地（仮称）の工事実施計画の認可をもって全区間がフル規格で施工されることとなった。

そして、今年の3月14日に、着工以来約23年の歳月を経て無事開業を迎えることができた。

線路延長は約228kmであり、日本有数の豪雪地帯を通過する。構造物種別ごとの延長割合は、路盤約2%、橋りょう約14%、高架橋約40%、トンネル約44%である。駅部は、起点から長野駅、飯山駅、上越妙高駅、糸魚川駅、黒部宇奈月温泉駅、富山駅、新高岡駅、金沢駅となっている。

4-2 主な構造物の紹介

(1) 飯山トンネル

国内の鉄道陸上トンネルの中で3位の長さである飯山トンネル（延長約22.3km）は、フォッサマグナの東縁に位置し、褶曲や断層帯の多い非常に複雑な地質構造をとっている。この区間では非常に大きな膨張性を示す地山や高圧の湧水が発生する区間が多く、さらには大半の区間で可燃性ガスの発生を伴うため、非常に困難な掘削を迫られた特殊地山であった。従来の工法では、所定の工期内、所定の工事費で安全に掘削することが困難であると見込まれたため、以下に示す施工技術を開発、採用した。

- ①多重支保工による膨張性地山掘削工法の確立
- ②長尺・短尺ボーリングと湧水圧管理手法の開発
- ③防爆型大型換気設備による可燃性ガスの希釈

これらの施工技術により安全かつ安定した掘削進行を確保、コストダウンにも寄与することができた。



写真-4 多重支保工法（飯山トンネル）

難工事となった飯山トンネルの掘削ではあるが、これら技術の開発、採用により9年強の歳月をかけ、平成19年12月に貫通した。飯山トンネルの施工において開発された技術は、今後の類似した地質における長大トンネルの施工に多に寄与するものと高い評価を受け、平成20年土木学会技術賞を受賞している。

(2) 姫川橋りょう

姫川橋りょうは、橋長458m、最大支間長（橋脚と橋脚間の距離）70mの7径間連続PCフィンバック橋である。姫川橋りょうは、新幹線の橋りょうとして初めてフィンバック形式を採用した。「フィンバック」とは魚の背びれのような形状を意味し、この形状が周辺の山並みに調和している。本橋りょうでは、堤防管理用道路の空頭を確保し、且つ、新幹線の線路縦断を低く抑えるため、桁断面の中部に軌道を設ける中路構造を採用した。



写真-5 姫川橋りょう

なお、この姫川橋りょうは平成19年度PC技術協会賞（作品部門）を受賞している。

(3) 北陸道架道橋

北陸道架道橋は、北陸自動車道を斜角15度で交

差する3径間連続充填鋼管複合桁、4径間連続ダブル合成桁、単純合成桁から成る、橋長393mの橋りょうである。

本橋りょうは、日本海の海岸からわずか600m程度しか離れていない位置にあるため、海からの飛来塩分の影響を考慮して、世界で初めてニッケル系高耐候性鋼（Ni鋼）を橋りょうの桁部材として採用した。また、3径間連続充填鋼管複合桁は、道路の管理用施設との離隔を確保するため桁高を低く抑える必要があり、市場性のある丸形鋼管にコンクリート系材料を充填し、コンクリート床板を複合した充填鋼管複合桁という世界初の構造形式を採用した。



写真-6 北陸道架道橋

4-3 開業後の状況

本区間の開業により、東京・金沢間が従来の鉄道利用に比べて約80分短縮の2時間28分（最速）で結ばれた。開業から1ヶ月間、2ヶ月間および3ヶ月間の利用実績が公表されており、新幹線の開業前に運行されていた在来線特急との比較で約3倍に増加し、月ごとに少しずつ利用が増えてきている状況であると各所で報道されている。

今後、首都圏と北陸地方の交流がますます盛んになり、北陸地方の地域経済の活性化が期待されることである。

5 北陸新幹線（金沢・敦賀間）の概要

5-1 北陸新幹線（金沢・敦賀間）の概要

本区間は、2012（平成24）年6月に北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）および九州新幹線（武雄温泉・長崎間）と同時に工事实施計画が認可され着工した。現在、中心線測量、地質調査、設計協議等を行うとともに、一部用地買収およびトンネルや橋りょう工事を開始したところである。なお、福井駅部の高架橋については、2005（平成17）年4月に先行して認可を受けており、土木構造物は既に出来上がって

いる状態である。

線路延長は約 125km であり、構造物種別ごとの延長割合は、路盤約 2%、橋りょう約 14%、高架橋約 51%、トンネル約 33% である。駅部は、起点から金沢駅、小松駅、加賀温泉駅、芦原温泉駅、福井駅、南越（仮称）駅、敦賀駅となっている。

〈参考文献〉

- 1) 日本鉄道建設公団北陸新幹線建設局：「北陸新幹線工事誌（高崎・長野間）」、1998

5-2 主な構造物の紹介

(1) 新北陸トンネル

新北陸トンネルは延長約 19.5km の北陸新幹線（金沢・敦賀間）で最も長く、また、北陸新幹線全体を通して飯山トンネル（延長約 22.3km）に次ぐ 2 番目に長いトンネルとなる。本トンネルは、区間中に北陸自動車道と交差する計画であり、施工に際しては技術的な配慮が求められる工区である。

(2) 明かり区間

本区間は、整備新幹線としては明かり区間の延長比率が比較的高いことが特徴の一つである。代表的な橋りょうとして、手取川橋りょう（延長 558m）、九頭竜川橋りょう（延長 410m）といった長大橋りょうが計画されている。



写真-7 新北陸トンネル

6 おわりに

整備新幹線は都市間を有機的かつ効率的に連結し、地域の振興に資することを目的として建設を進めている。その中でも、北陸新幹線は上信越・北陸地方の発展に寄与するだけでなく、過去には、長野冬季オリンピックの輸送手段としても重要な役割を果たしてきた。

当機構は、これまで完成・開業に至った数々の路線の経験を生かし、今後も引き続き、関係者のご理解とご協力を賜りながら、経済的かつ品質に優れた安全な鉄道施設の建設に努めて参る所存である。

新幹線の地形・地質調査とそれをもとにした計画・設計・施工

— 新幹線建設とともに50年の私的経験をもとに —

おおしま ひろし
大島 洋志*

Key Word

新幹線, 弾丸列車計画, 路線選定, トンネル, 地質

1 はじめに

筆者は東海道新幹線が開通し、東京オリンピックが開催された翌年の1965年4月に当時の国鉄に地質技術者として就職した。

鉄道分野での地質屋の活動は1917年に着工した東海道本線熱海・函南間の丹那トンネルが湧水と地圧で難工事となっていたため、地質の重要性を痛感した鉄道省が1923年に渡邊貫を初めとする東大地質理学士三人を採用し、現場に配属したことに始まる。

そういう背景があるのか、筆者も若い頃は鉄道技研を原籍としつつも、本社や工事局において実工事に従事して実学の大切さを経験させて頂いた。さらにその後も、本社で実務を兼任しつつ鉄道建設に関わる地盤問題の解決に関与させて頂いた。

1993年秋までの国鉄とJR合せて28年余の鉄道在籍時代を振り返ってみると、直轄から外注へ（insourcing → outsourcing）という業務の質的な変化はあったが、地質屋という立場で山陽新幹線以降の諸新幹線の路線選定や設計・施工に積極的に関わったことは特筆すべきことであったと思う。

50歳で第二の人生に入って既に22年が経つが、その間もいろいろな形で新幹線工事に関与させて頂いた。なかでも、筆者の故郷が新幹線で繋がるという特別な思いで、深く関わり続けた九州新幹線が2011年春に全線開業したことと、1974年の運輸大臣の調査指示以来、40年も関わり続けている中央新幹線が2014年秋、JR東海に対して国土交通省より建設認可が出されたことにこのうえない喜びを

表-1 新幹線の着工、開業等一覧（大島編集）

路線	駅間	トンネル・路線長 (km)	着工	開業
東海道	東京-新大阪	68/515	1959.4	1964.10
山陽	新大阪-岡山	66.8/180.3	1967.3	1972.3
	岡山-博多	249.3/442.0	1970.2	1975.3
東北	東京-上野	4.0/31.3	1990.1	1991.6
	上野-大宮		1978.10	1985.3
	大宮-盛岡	110.2/465.2	1972.12	1982.6
	盛岡-八戸	70.5/96.6	1991.9	2002.12
	八戸-新青森	50.1/80.8	1995.5	2010.12
上越	大宮-新潟	105.1/269.5	1971.11	1982.11
北陸	高崎-長野	59.9/117.4	1989.11	1997.10
	長野-金沢	96.0/218.1	1998.3	2015.3
	金沢-敦賀	36.5/114.4	2007.4	2023.3 予定
九州	博多-新八代	39.0/130.0	1998.3	2011.3
	新八代-鹿児島中央	87.5/126.8	1991.9	2004.3
	武雄-長崎	40.7/66.0	2008.4	2023.3 予定
北海道	新青森-新函館北斗	96.5/148.4	2005.9	2016.3
	新函館北斗-札幌	161.0/211.9	2012.3	2031.3 予定
中央	品川-名古屋	246/286	2015.3	2027 予定

(注) トンネル・路線長は (トンネル長/路線長) を km 表示
 着工、開業は西暦年月で表示 東海道・北海道新幹線には弾丸鉄道、津軽海峽線の先行工事は着工年からは除外

*国際航業（株）技術本部最高技術顧問 / 首都大学東京客員教授 / NPO 法人地質情報整備活用機構会長

感じた。また筆者は、ある契機で、新幹線生みの親の一人である島秀雄技師長に仕えるほか、東海道新幹線の建設を工事局長として指揮された仁杉巖元国鉄総裁から直々にご指導頂けるようになって十年余になる。百寿を過ぎてなお好奇心旺盛でお元気な大先輩に接することで、発想のあり方を教えられ、元気をいただいていることを有り難く思う。

自分が長きにわたって関わってきた新幹線は今や工事中のものも含め表-1のように日本の陸上交通にとって必需の存在になり、その価値はますます高まりつつあることを嬉しく思う。

以下、表-1に掲げる新幹線8路線の地形・地質的諸問題や鉄道地質技術者の関与について、筆者の学習や経験をもとに、特にトンネルを主対象にして略述する。なお、詳細については末尾掲載の参考文献の他、個々の新幹線工事誌や専門誌等の文献を参照していただきたい。

2 新幹線計画が始まるまでの経緯¹⁾

前述した仁杉は新幹線についてはその前史を知る必要があるとして、次の4点を記している。

- 1) 新幹線を理解するには、その生みの親とされる十河信二国鉄総裁と島技師長が1955年に就任されて以降の話だけでは不十分である。
- 2) 東海道新幹線の計画は1939年に鉄道省が出した東京・下関間弾丸列車計画が下敷きである。
- 3) この計画の契機は、①1937年に始まった日中戦争に伴って必要性の生じた鉄道の輸送力増強、②当時の内地最高95km/hを上回る130km/h走行の満鉄「あじあ」号の成功による刺激、③東海道線丹那トンネルや上越線清水トンネルの完成によって幹線鉄道網がほぼ出来上がり土木技術者が新たな仕事を模索していた、の3点である。
- 4) 東海道新幹線に始まるわが国新幹線の規格は弾丸列車計画がもとになっており、ルート選定でいえば、現在の新幹線は弾丸列車の方針と同じで各県庁所在地を結ぶのが基本になっている。

十河総裁の新幹線構想は、大部分の路線計画は終了し、用地買収も進み、幾つかのトンネルは着手したが、戦況の悪化により中止・消滅していた弾丸列車構想の復活版といえるかもしれない。

3 東海道新幹線

東海道新幹線は弾丸鉄道計画に基づく既施工部分の活用を前提に1959年に新丹那トンネル掘削に再着手したのを皮切りに、5年後に開業している。なお、軌間1,435mmの標準軌を基本とする東海道新幹線本線一般区間の主要建設基準は弾丸列車計画と同じ①最小曲線半径2,500m②最急こう配15%をそのまま踏襲している。

当新幹線のトンネルとしては南郷山(5,170m)、新丹那(7,959m)、蒲原(4,934m)、由比(3,993m)、日本坂(2,173m)、牧の原(2,917m)、関ヶ原(2,809m)、音羽山(5,045m)、東山(2,094m)などがある。

当業務に関わる地質調査の大部分は国鉄の技術者が直轄で担当した。しかし、日本全体が高度成長期へ向かうなか、その後の新幹線地質調査業務は直轄で全てを解決できなくなり、外注を前提に地質調査標準示方書を整備するなど、外部技術力育成と成熟を待って、外部の力を借りながら進めていくという方向へとシフトしていった。

3.1 名古屋—京都間の路線選定²⁾

弾丸列車計画の段階でも未定だった名古屋から湖東までのルートに関しては最短となる鈴鹿越えも検討したが当時の技術としては難航必至の10kmを超える長大トンネルになることを避け、関ヶ原を経て米原付近に抜けるという現路線を最適とした。しかし、開業後この路線は雪害問題で苦勞することとなった。

3.2 熱海・三島間の新丹那トンネル

戦前に両坑口から着工していたが、戦況悪化にともない1943年に約2kmの導坑を掘削した段階で中止された。その後、新幹線として1959年に工事再開した当トンネルは4年余の1964年に完成した。難航した丹那トンネルの約1/4の工期であった。これは、トンネル技術の発展による面もあるが、地質条件がほぼ分かった場所が最適として新トンネルを在来トンネルよりも5m高く、山側に50m離れで平行させたため、既設トンネルによる水抜き効果が効を奏したことが大きいと考える。

3.3 静岡・掛川間の日本坂トンネル

当トンネルは5m³/分の突発湧水が一月ほど続く事態があったが、弾丸列車計画の一環として戦前に完成している。その後、その山側に施工された東名高速道路の日本坂トンネルは200m³/分の突発湧水があったことで有名だが、そこは新幹線トンネル湧水帯の延長箇所であった。既に完成していた当トン

ネルは東海道本線の難所大崩海岸の防災対策として一時利用されていたが、1962年以降は東海道新幹線用に整備され今日に至っている。

3.4 三島・新富士間の愛鷹山麓軟弱地盤³⁾

東海道の沼津から富士にかけての駿河湾に面する海岸線には白砂青松の砂浜（海岸砂州）が細長く続いている。在来線の東海道本線もこの砂州に位置している。砂州の裏側には浮島ヶ原と呼ばれる沼沢性の軟弱地盤が愛鷹山々麓まで広がっている。新幹線は在来線近くに選定できず、愛鷹山々麓部を通る路線となった。そのため、柳沢や江ノ尾など谷を横断する部分で深さ50mにも及ぶおぼれ谷（軟弱地盤）に遭遇することとなり、橋梁基礎の設計・施工には苦勞を伴った。後知恵になるが、三島以西でもう少し早めに東名高速道路側に寄せていたら問題を軽減できたかもしれない。

3.5 濃尾平野の軟弱地盤区間^{2), 3)}

名古屋から岐阜羽鳥間の濃尾平野区間は木曾三川と総称される木曾・長良・揖斐川が形成した沖積低地である。当該区間は、盛土と橋梁（高架橋を含む）の組み合わせで通過しているが、橋梁基礎を深さ10～20mに分布する海成粘土層（層厚10m±、N値5±）上部にある砂層（層厚10m±、N値25±）に求める中間支持杭方式にすることで、構造物境界部での不等沈下を避けた。

前節も含めた沖積平野部の地質調査と設計には地質技術者池田俊雄（後に国鉄構造物設計事務所長、長岡技科大教授）が大きく関わった。

4 山陽新幹線^{4), 5)}

山陽新幹線は、表-1のように①新大阪・岡山間、②岡山・博多間の2区間に分けて施工された。

区間①には六甲（16,250m）、神戸（7,970m）、帆船（7,588m）、区間②には備後（8,900m）、竹原（5,305m）、安芸（13,030m）、己斐（5,960m）、五日市（6,585m）、大野（5,388m）、岩国（5,132m）、新欽明路（6,822m）、富田（5,543m）、大平山（6,640m）、新関門（18,560m）、北九州（11,747m）、福岡（8,488m）等のトンネル群がある。

この頃からトンネルの地質調査として弾性波探査が多用されるようになった。その標準化と伝播速度による地山区分法の確立を地質技術者池田和彦（後に鉄道技研地質研究室長）が主導した。

4.1 新大阪・西明石間のトンネル群

六甲山地と瀬戸内海に挟まれた細長い市街地部に新幹線を通せる余地はなく、六甲山地を縦断する六甲・神戸両トンネルとそれに挟まれた明かり区間に新神戸駅を設置する現路線が採用された。

花崗岩からなる六甲トンネルは多数の断層破砕帯に伴う大量の湧水や地圧現象で難工事となった。

余談となるが、鉄道技研に配属されて間もない頃、トンネル地下水の専門家であった高橋彦治（地質研究室長）の指導の下、六甲トンネルの水文調査に従事させられそのイロハを学んだ。

また、新神戸駅部は更新世の大阪層群が中生代の花崗岩中に潜りこむ諏訪山断層（活断層）を斜交する箇所を選定せざるを得なかった。この難問に対し、地盤ごとに独立した構造体とし、それらを剛結しない高架橋駅とするという前述の池田俊雄の判断で対処した。詳細は本誌別稿に譲る。

4.2 三原・広島間のトンネル群

三原・広島間には標高200m前後の西条盆地（東広島市）とそれを囲む山地が難関として控えていた。JR山陽本線の瀬野・八本松間の急こう配区間が在来線における難所とされていることからわかるとおり、山陽新幹線の路線選定においても、盆地へどのように上り下りするかが最大の問題であった。三原から西条盆地までの路線は、比較的簡単に決まったが、盆地から広島までは種々検討の結果、最終的に最短路線よりは長い、工期短縮のための作業坑の設置が可能で、環境問題が少ないと考えられる盆地の南側を迂回する路線が選ばれた。これにより当該区間最長の安芸トンネルは、中間部に3つの斜坑を擁する5工区に分割施工できたため、所定の工期内で順調に竣工できた。これはその後の路線選定の良き事例になった。

4.3 新下関・小倉間の新関門トンネル

新幹線計画時点では、関門海峡の直下大瀬戸に山陽線関門トンネル（上下線各々3,605m、3,614m）が、その北東の早鞆瀬戸に国道2号関門トンネル（3,461m）が供用中であった。新幹線トンネルは地質条件の良い早鞆瀬戸を水深30m、土被り25mで抜けることとし、新下関駅端部を入口、小倉駅東の富野を出口とする山陽新幹線最長のトンネルとして計画・施工された。当業務は地質技術者吉川恵也が主導し、後に大脇康孝が関与した。

4.4 山口・福岡県下の炭鉱地帯

高度成長期への移行に伴う石油へのエネルギー転

換が起きるまでは石炭が日本の主要エネルギー源であり、両県はその産地として繁栄していた。東海道新幹線建設が始まった頃から石炭産業は斜陽化し、両県下に多数あった石炭山は閉山に追い込まれていた。新幹線予定線内にも採掘跡が空洞（古洞）として地下に多数残った。これらの古洞は陥没や盆状沈下の危険性があった。そのため、路線選定に際してはこれらを極力避けることを前提としたが、避けられなかった箇所では、陥没の可能性のある浅所の古洞は徹底的に充填し、盆状沈下の可能性が懸念された室木トンネル（1,163m）では断面の上部や左右に余裕を持たせるなどした。

4.5 小倉・博多間の福岡トンネル

鞍手・糟屋両郡界の西山々塊を貫く福岡トンネルは東西両工区に分けて施工されたが、筆者が関与した東工区は大量の突発湧水とそれに伴う湧水問題の発生により難工事となった。

風化花崗岩を数100m掘削し、西山断層（活断層）を問題なく突破して緑色片岩主体の三郡変成岩区間に入って300mほどした頃に20m³/分超の突発湧水を伴う切羽大崩壊に見舞われ、4ヶ月の工程遅延となった。その後もなお大量湧水が続いたため、①両側水抜坑、②高速先進ボーリング、③強制排水の三工法の併用、ならびに深さ100m余の立坑を設けるなどして工程の回復を図った。

当該区間は大量の坑内湧水のため、国会でも取り上げられるほどの湧水問題と福岡県が計画していた犬鳴ダム建設への支障問題が発生し、その解決に努力した。

また、西工区区間では開業24年後の1999年にコールドジョイントからコンクリート塊が落下する事件が発生した。この事件は、維持管理における点検の大切さを喚起する契機となった。

なお、湧水問題解決の苦労を現場で直接体験した筆者は、この種の問題解決には路線選定の段階でしっかりとした水文調査をもとにした判断がなされるべきと考えるようになった。現場から技研に戻った筆者は水文地質調査の体系化と水収支解析法の実用化に努め、さらに、その手法を全国的に展開しつつあった整備新幹線の路線選定に適用しそのレベルアップを図った。今にして思えば、トンネル地下水問題の専門家としての筆者の技術者人生を方向付けた貴重な現場経験であった。

5 東北新幹線

東北新幹線は、表-1に示すように①大宮・盛岡間、②上野・大宮間、③東京・上野間、④盛岡・八戸間、⑤八戸・新青森間に分けて施工された。なお、区間④⑤はJR移行後に鉄道建設公団（後に鉄道運輸機構）の手で施工されている。

区間①には那須（7,030m）、白坂（2,965m）、福島（11,705m）、蔵王（11,215m）、一関（9,730m）、区間④には岩手一戸（25,808m）、金田一（8,725m）、区間⑤には八甲田（26,455m）のトンネル群がある。

5.1 白石蔵王・仙台間の河川後背湿地

当該区間付近にあるJR大河原駅一帯の集落は阿武隈川支流白石川に沿う自然堤防上に発達している。自然堤防の西側には第三紀層の丘陵地を背後とする広大な後背湿地が広がっている。

東北新幹線は白石川を横断して後、仙台に向け東北東に一直線で丘陵地内の8つの谷を串刺しに抜けている。谷の横断部分は深さ30m前後の軟弱地盤からなり、これも先に紹介の池田俊雄の指導による特殊設計の耐震構造が採用されている。

当該区間は日本の新幹線で25.7kmの最長直線区間であるが、個人的には、そういうことを優先させるよりは少し大きな曲線でこの軟弱地盤区間を極力避ける配慮ができなかったものだろうかとの疑問に感じた路線選定である。

5.2 盛岡以北の新幹線トンネル群

筆者自身、当時の国鉄時代に青森までの路線選定に関わった。記憶にあるいくつかを紹介する。

- 1) 岩手沼宮内・二戸駅間は東北本線（現いわて銀河鉄道）の小繋駅東側を橋梁で通過する計画であったが、線路下を通ることとし、岩手一戸の長大トンネルが生まれることとなった。
- 2) 海成段丘が広く分布する八戸・七戸十和田駅間は小トンネル群で計画していたが、雪害対策を考慮し、六戸（3,811m）、三本木原（4,280m）、牛鍵（2,085m）等数本のトンネルにまとめた。なお、牛鍵では地表陥没を伴う崩落事故で驚かされた。
- 3) 七戸・新青森間には上北鉾山跡地付近を通過する案を含め複数の比較路線があったが、筆者も関与したみちのく有料道路に沿う八甲田トンネルを含む現路線が採用された（八甲田トンネルの詳細は本誌別稿参照）。なお、青森の駅は貨物ヤード敷地内に想定したこともあったが、最終的には奥羽線津軽新城駅を新駅とすることで

決着した。

なお、前記2)、3)については、実施段階で地質技術者服部修一が深く関与した。

6 上越新幹線^{2) 6)}

高崎－新潟間の上越新幹線は東北新幹線と同時着手し、同時開業を目指して、当時の鉄道公団が初めて担当した新幹線である。しかし、表-1に示すように東北新幹線より半年遅れの開業となった。

本稿では、その元凶となった中山トンネルなど上越国境のトンネル群に関する紹介に止める。

高崎－長岡駅間の上越国境には榛名(15,350m)、中山(15,350m)、月夜野(7,295m)、大清水(22,221m)、塩沢(11,217m)、浦佐(6,087m)、魚沼(8,625m)等のトンネル群が連続している。これらのトンネル群は個々に固有の問題で苦労しつつ竣工している。

中山トンネルは小野上北工区が軽石流出に伴う斜坑閉塞で異例の工区解約がなされ、さらに四方木工区と高山工区で発生した2度にわたる異常出水による水没事故で路線変更を余儀なくされ、開業を遅らせる元凶となった(図-1参照)。地質技術者北川修三は当工事で大変な苦労をした。

また、浦佐は僅か600m間の突破に6年を要したトンネルとして、魚沼は2004年の中越地震で被災した代表的トンネルの一つとして有名である。

なお、中山トンネルに関し仁杉は筆者が監修した本の推薦文の中で次のように述べている⁶⁾。

私は最近、土木屋はもっと地学の勉強をするようにと主張しています。それは、私の長い鉄道建設屋生活の中で、一番悩まされたのはトンネル屋が戦うべき相手の地形・地質を十分知ることが出来ないために起こったトラブルが多々あったからです。一例を挙げると上越新幹線中山トンネルの難工事はトンネル屋がもっと地形・地質の知識を持っていたら避けることが出来たトラブルであったと思っています。幸い犠牲者は出ませんでした。あれだけの工費と労力を使い、完成を半年遅らせたのはトンネル屋の地形・地質に対する知識不足が主因と考えざるを得ません。しかし、担当した技術屋さんの勉強不足だけを責めるのは片手落ちで、そうした指導をしなかったわれわれ幹部にも責任があったと思っています。

7 北陸新幹線

表-1に示すように北陸新幹線は①高崎－長野間、②長野－金沢間が既に開業し、③金沢－敦賀間が現

在施工中である。それより先は現時点では確定していない。当新幹線の詳細は本誌別稿に譲る。

区間①には秋間(8,295m)、一ノ瀬(6,165m)、碓氷峠(6,092m)、御牧原(6,984m)、五里ヶ峰(15,175m)、区間②には高丘(6,944m)、高社山(4,680m)、飯山(22,251m)、松ノ木(6,777m)、峰山(7,035m)、青海(4,300m)、新親不知(7,336m)、朝日(7,570m)、第2魚津(3,097m)、新倶利伽羅(6,978m)、区間③には柿原(2,493m)、第2福井(3,447m)、武生(2,399m)、新北陸(20,009m)のトンネル群がある。

7.1 高崎・軽井沢間の路線選定^{2) 6)}

碓氷峠の難所が控えている当区間は直線距離で約34km、標高差は約850mであり、在来の信越線は横川まで碓氷川沿いに上り、横川から軽井沢までの峠を66.7%という急こう配で越えていた。

当区間を従来の新幹線規格12%で軽井沢まで計画すると、最低71km(850m/12%)を要することになる。これではあまりに遠回りになり過ぎる。ならば、大深度地下駅という考えもあるが、非現実的ということで、高崎から佐久へ直行させる方向で計画が進んでいた。しかしそれでは新幹線の価値が半減するという国鉄の意見があり、鉄道公団総裁就任直後の仁杉が、軽井沢を地上駅とする路線の検討に着手した。その結果、30%こう配を許容するならば、高崎から北へ榛名山の南山麓、安中・秋間の丘陵部(途中に安中榛名駅を設置)を経て軽井沢の地上駅に至る総延長41.8km(在来線と同程度)の路線が可能と結論した(図-1参照)。

もちろん、仁杉氏の要請によりこの急こう配を走行可能な車両を開発できたことが背景にあるが、この英断がなければ、新幹線軽井沢駅はなく、北陸(長野)新幹線の成功もなかったかもしれない。

これは、その後の新幹線路線選定を容易にしたエポックメイキングな大英断であったといえる。

7.2 長野－上越妙高間のトンネル群

当区間には第7章冒頭に記したトンネル群がある。このうち、高速道路、住宅団地、送電線柱や電話中継塔の直下を小土かぶりで抜ける高丘トンネルは細心の注意を必要とした。長野・新潟県境の飯山トンネルでは、190mの土かぶり部での湧水を伴う切羽崩壊で地表に陥没孔を生じる事故をはじめとし、多重支保を要する膨張性地山対策、開業直前まで路盤部のインバート補修工事などで苦労を強いられた。当区間の路線選定や設計施工には、前述の北川修三が深く関わった。

8 九州新幹線

九州新幹線鹿児島ルートは、表-1に示すように①新八代-鹿児島中央間、②博多-新八代間に分けて施工された。終点方の①区間を先行着工し開業させた特異な新幹線といえる。

区間①には第2今泉(4,680m)、田上(6,991m)、吉尾(6,040m)、新津奈木(5,160m)、第3紫尾山(9,987m)、塩鶴(4,175m)、薩摩田上(3,302m)、区間②には筑紫(12,115m)、三池(5,360m)、玉名(6,800m)、新田原坂(2,940m)等のトンネル群がある。

九州新幹線西九州ルート武雄・長崎間は表-1に記したように現在施工中である。当区間には俵坂(5,675m)、木場(2,885m)、久山(4,980m)、新長崎(7,460m)等のトンネル群がある。

8.1 新八代・新水俣間のトンネル群

当該区間は北縁を中央構造線の九州への延長とされる臼杵-八代構造線、南縁を仏像構造線という地質構造線に挟まれた秩父帯からなる山地である。新幹線路線は当初八代海沿いの路線が考えられていたが、筆者の主導で、改めて海岸部から球磨川までの広い範囲内で考えることにした。そのうえで、最終的に①日奈久温泉への影響を避ける②蛇紋岩等の不良地山をできるだけ「明かり」あるいは短く小さい土被りのトンネルで抜ける③石灰岩の洞穴水に遭遇することは極力避ける④不良地質区間はなるべく短くするために走向に直交させ、良好な地質の部分で走向に平行させる、ということに配慮した現路線が選定された。

8.2 しらす地山を貫くトンネル群⁷⁾

筆者が主導した川内・鹿児島中央駅間のしらす地山のトンネルにおいては、7.1節で紹介した高崎・軽井沢間よりも急な35%こう配と透水性水砕スラグ路盤を採用することで懸念された地下水浸食(坑内路盤噴泥)問題を解決した。縦断こう配を変更することで地下水位以下のトンネル長を11.5kmから7kmへ、最大水頭を70mから20mへと改善でき、ウェルポイント工法での施工が可能となった。

8.3 博多・新鳥栖間の筑紫トンネル^{6),8)}

筆者は旧国鉄の時代に福岡・佐賀県境に跨る背振山地を南北に貫く筑紫トンネルの路線選定に深く関わった。当初は直行路線が本命とされていた。しかし、4.5節で紹介した福岡トンネルにおける大量湧水とそれに伴う減・湧水問題を体験していた筆者は、本命案の線形は平面・縦断ともに素晴らしいが、水

環境問題で難工事となること必至と確信し、広範囲の調査・検討を改めて行った。

そういう中で、8.2節で紹介した最急こう配を採用すれば、水問題を小さくできる可能性のある現路線を見つけ出した。すなわち、西側に迂回することを前提に車両基地付近から35%で一気に上げつつトンネルに入り、県境の九千部山の直下付近までは5%で上り、県境から先を35%で一気に下って新鳥栖駅に抜けるという線形である。

トンネルは4工区に分割して施工された。最大湧水量は佐賀県側工区における10m³/分であったが、他の工区はそれより、かなり少量であり、水利用への問題は驚くほど軽微なものです。

なお、北坑口近くの河川との交差部では線路高さに対する河床高さの余裕があまりなかったため交差部より下流側に堰堤を設け、その背後に明かり巻きトンネルを築造して、河川水はトンネルの上を流すという溪流災害防止策をとった。

8.4 新玉名・熊本間のトンネル群⁶⁾

当区間は菊池川を渡河後、西南戦争の激戦地田原坂を抜けて熊本に至る路線である。田原坂は溶結凝灰岩や火山灰等からなる台地と、台地西側の金峰山や三ノ岳等の古い火山体との境界部にある。

新幹線は当初、古い火山体をトンネルで抜ける計画であったが、山麓部には随所に湧泉があり、大きな環境問題になる恐れがあった。そこで、在来線が走る台地西裾に近い側で、湧泉の水頭よりも高い施工基面をもつ路線を検討し、新田原坂トンネルのほか5つのトンネルをもつ現路線を選定した。新田原坂トンネルの最大土かぶりは約30mで、約700m東北側を平行する在来線田原坂トンネルと同様に溶結凝灰岩の中にあり、湧水問題を引き起こすようなトンネル湧水はなかった。他のトンネル群も同様に、小土かぶりのトンネルという問題はあったが水環境問題は回避できた。

8.5 武雄-長崎間のトンネル群

当区間の66km間にも第8章冒頭に示した多くのトンネルがある。嬉野駅南の俵坂トンネルは西側に併走する高速道路の同名のトンネルと同様に泥質地山で難航したが2015年7月に無事貫通した。住宅地直下を掘る木場トンネル、終点長崎駅手前の住宅密集地直下を掘る新長崎トンネルは難工事が予想されるが、2015年7月現在、前者は着工準備中、後者は施工中である。

9 北海道新幹線

新青森－札幌間の新幹線については、①新青森－津軽海峡線始点間、②青函トンネルを含む津軽海峡線部分、③津軽海峡線終点－新函館北斗間、④新函館北斗－札幌間に分割施工された。①は施工済み、②は在来線として開業していたものを新幹線と供用することで三線軌条化を終え、2016年春の函館開業に向け最終段階を迎えている。③は2031年開業を目指し現在工事中である。

区間①には津軽蓬田(6,190m)、区間②には津軽(5,880m)、青函(53,850m)、渡島当別(8,073m)、区間③には村山(53,850m)、渡島(26,470m)、野田迫(8,170m)、立岩(16,980m)、内浦(15,560m)、昆布(10,410m)、羊蹄(9,750m)、ニツ森(12,630m)、手稲(18,750m)の長大トンネル群がある。

青函トンネルには、伊崎晃、持田豊を代表とする鉄道地質技術者らが、その路線選定や設計・施工段階で深く関わったことを追記しておきたい。

10 中央新幹線⁹⁾

筆者と中央新幹線との関わりは、1974年に運輸大臣が国鉄総裁に対して「中央新幹線のうち甲府市付近、名古屋市付近間の山岳トンネル部に係る区間の調査について」と題する調査指示を出した時に始まる。当時、私の本務は鉄道技研であったが、地質的問題に関わる実務調整も担当する国鉄本社課長補佐も兼務していた。そのため本業務に深く関わるようになり、40年後の今なお自分のライフワークともいえるまで関与し続けている。

国鉄が担当していた時代は東京から甲府へ至る区間も対象としたが、主対象は中部山岳地帯であった。この赤石・木曾の中部山岳を通る路線として、木曾谷、伊那谷、南ア横断の三路線(順にA、B、Cルートと略称した)を考え、それらを対象に広域の地形・地質調査を実施した。しかし、三路線全てを対象に進めることは困難であり、最も現実的とみなされていたB路線に重きをおいたものにならざるを得なかった。個人的にはAは受益者が他と比較して少ないこと、Cは赤石山地という巨大な山塊を貫く大土被りの長大トンネルにならざるを得ず、国費を用いてやる限りB路線にならざるを得ないからだろうと理解していた。

その中で出てきた課題が、甲府から諏訪に至る甲信国境の富士見峠を越えるに際しての二つの問題であった。一つは、八ヶ岳山麓、赤石山地北麓のいずれを選ぶかという地質条件に絡んだ平面線形の問題、もう一つは従来の新幹線規格で計画する限り長

大トンネルは避けられないので特認の急こう配を検討できないかであった。後者に関しては、その頃から国鉄が開発を進めていた浮上式鉄道を採用すればこの問題の軽減が図れるとされた。

JR移行後、約43kmの山梨リニア実験線建設がJR東海と鉄道総研の手で着手された。工事は二期に分けて行われ、2013年に完工した。

他の区間に関してはJR東海が主体となってCルートを中心に検討を進めることとなった。これは、JR東海がこれに挑むとなれば、①極力短い、②他社の営業圏内に重ならない、③当該区間のトンネルは、わが国のトンネルが未経験の地形・地質条件であるため、難工事になる可能性があるが、総合的に見て、そのリスクを覚悟で挑戦する価値が十分にある優れた路線で、それを突破する技術力もある、という観点から導かれたトップ判断だったのではなかるうか。筆者はその方向で地質調査の推進や路線選定に関しそれなりの助言役を務めた。その結果、国交省からJR東海に対する建設主体の指名(2011.05)、環境影響評価準備書の提出(2011.09)などを経て建設認可(2014.10)がなされ、着工の運びとなった。

筆者の最大の興味は大土かぶりの長大トンネルとなる赤石山地の施工である。切羽からの地質調査が重要であるという点では“陸の青函トンネル”と称しても良い環境にある。そこで、青函トンネルの秘密兵器の一つであった先進ボーリング技術を、方向制御可能、大口径、超長尺、高速の機能を持たせたものに改良した機器でチャレンジしようと考えている¹⁰⁾。

当区間には大深度法に基づく首都圏、中京圏下の計65km余の都市トンネル部は除いて、藤野(10,449m)、御坂笹子(14,613m)、南アルプス(25,019m)、中央アルプス(23,288m)、日吉(14,572m)等の長大トンネル群(名称は仮称)がある。

なお、当新幹線の詳細は本誌別稿に譲る。

11 おわりに

本稿の執筆依頼を受けてまもない頃、たまたまテレビ東京が開局40周年記念として2004年に製作した『新幹線をつくった男たち』というドラマを鑑賞する機会があった。これを観て、①十河が70数歳の高齢で国鉄総裁に就任した経緯、②その彼が逼迫した状態にあった東海道本線の輸送力増強を鉄道省が進めていたが中断のやむなきに至っていた弾丸鉄道計画の構想で解決しようとし、技術的全権を委任するという条件で島を技師長として三顧の礼で迎え

ると同時にその実現に向けて全身全霊を傾注したこと、③島が弾丸鉄道ではなく新幹線と命名した電車方式の輸送方式を考え、鉄道技研の技術者達の協力を得ながらその完成に邁進したこと等をあらためて認識した。新幹線は十河・島の名コンビの強力リーダーシップとそれを支えた多くの方々の努力がなければ実現しなかったのだと感じた。

その島技師長の下で1955.10から2年半ほど技師長室長として仕えた仁杉は、後に名古屋と東京の新幹線工事局長として新幹線建設を指揮している。その後、鉄道建設公団総裁の時に中山トンネルの路線変更(6章で概説)、そして高崎・軽井沢間でのこの配に関する新幹線建設基準の大幅緩和(7.1節で概説)といった大英断も主導している。特に後者は土木系だけでなく車両系技術者の協力もあってなし得たものである。新幹線を良き方向に導いてくれる仁杉のような良き指導者が国鉄内にいたこと、そこで育まれた鉄道技術者集団の底力があつたこと等がその後の新幹線の順調な発展に結びついたのでなかろうか。

その仁杉は新幹線に関わる土木技術者に必要な三素養があると述べている¹⁾。筆者自身感動を覚えた主張であるので本稿の結びにあたり、やや長くなるがその概要を引用紹介する。

高速走行かつ大量輸送を可能にしている現在の新幹線を技術的に成立させているのは、別線線増、交流電化、電車列車の三技術である。

そして、新幹線整備に際して土木技術者に求められる素養は在来型の土木技術を前提とすることはいうまでもないが、あえて三つに絞れば、①長期計画、②マネジメント、③地質学になると思う。これらは在来線からのしがらみを断ち切った別線線増の高速専用線である新幹線の特質から必要性が特に高いということである。

①長期計画の必要性：

東海道新幹線が成功したからといってどこにでも新幹線をつくれればよいというものではない。国の貴重な投資資金で必要性の高いものはつくるべきだが、利用度の少ないものはつくるべきではない。要は国がしっかりした総合交通政策を練り上げるべきで、われわれ土木技術者もしっかりした意見を表明すべきである。

②マネジメントの必要性：

新幹線は線形の良い線路をかなりのまとまった距離で一度に建設する必要がある。その成否の

鍵となるのが用地買収である。高速性を担保するためには取得不可能な個所のみをう回することはできない。現在の建設技術であれば、工期に大きく影響するのは用地買収の成否である。今までの土木界ではマネジメントという仕事はあまり重要視されていなかったが、今後、教育や養成のなかで力を入れるべきである。

③地質学の必要性：

国土のほとんどが山地を占めるわが国でこう配とカーブの緩やかな線形の線路を建設しようとするれば、否応なく長大トンネルを建設せざるを得ない。トンネル工事は外からは見えない地質によって膨張圧や出水が生じ、その成否が左右されるという難しさがある。高速化の要求からトンネルは一層長大化し、それに伴いより高い困難に挑まなければならない宿命にある。また、地震その他の防災などでも地質学が基礎となる。新幹線の中には地質の問題で大変苦勞し、巨費を投じざるを得なくなった例もあった。地質学の一層の進歩が期待されるとともに、土木技術者が「地質屋の知識を十分、吸収し生かせるための勉強をする」必要がある。

丹那トンネルの難工事で地質学の大切さを鉄道省が認識したという歴史があるにしても、国鉄総裁を務められたほどの大官が、こういう思想で国鉄建設陣を指導しておられたことは大きいと思う。

1965年、国鉄に入社した筆者は、宮崎政三、伊崎見、高橋彦治、池田俊雄、池田和彦、持田豊、吉川恵也、大脇康孝といった鉄道地質の諸先輩の指導を得つつ、あるいは櫻井孝、北川修三、服部修一、木谷日出男、太田岳洋と続く後輩等と切磋琢磨しつつ、鉄道地質技術者として新幹線の路線選定や設計施工あるいはその維持管理に従事させていただいた。JR移行後、さらに第二の人生に転職後もその延長上で仕事を続けさせて頂いている。こういう充実感のある仕事に従事できたのは、上述した国鉄建設陣の中に流れる空気というか文化があつたからこそだと感謝を申し上げたい。

最後に、仁杉巖、宮崎政三を初めとする鉄道土木・地質分野の多くの諸先輩や同期後輩、そしてご支援を頂いた学協会仲間や建設会社と地質コンサル会社の関係者、ならびに古稀を過ぎた私ごとき老骨に執筆の機会を与えて頂いた当誌編集者に謝意を表して結びとする。

〈参考文献〉

- 1) 仁杉巖：「新幹線を知る 第1回 総論」, 土木学会誌, Vol.96, No2, pp.42-43, 2011.2
- 2) 仁杉巖：「挑戦 鉄道とコンクリートと共に六〇年」, 交通新聞社, p.313, 2003.7,
- 3) 池田俊雄：「東海道における沖積層の研究」, 東北大学理学部地質古生物学教室報文報告, 60号, p.85, 1964
- 4) 池田和彦, ほか：「山陽新幹線, 岡山博多間の路線地質概要」, 応用地質, Vol. 12, No1, pp.51-63, 1971.3
- 5) 斉藤徹, 大島洋志, ほか：「特集・山陽新幹線(岡山ー博多間)建設工事」, 土木学会誌, Vol.60, No2, pp.2-58, 1975.2
- 6) 大島洋志監修：「トンネル技術者のための地相入門」, 土木工学社, p.200, 2014.4,
- 7) 松本雄二, ほか：「地下水面下のシラス地山に透水性路盤を採用 - 九州新幹線麦生田トンネル -」, トンネルと地下, Vol.31, No.8, pp7-14, 2000.8
- 8) 吉野美喜男, ほか：「土石流危険渓流交差部を明り巻きトンネルで施工 - 九州新幹線筑紫トンネル(梶原工区) -」, トンネルと地下, Vol.40, No.2, pp15-20, 2009.2
- 9) 大島洋志：「増補 私の地質工学随想」, (自費出版), pp.147-157, 2012.3
- 10) 二村亨, ほか：「先進ボーリング技術のブレークスルーを目指して, 長尺・高速掘進・孔曲がり制御などの技術開発」, トンネルと地下, Vol.41, No.8, pp.37-47, 2010.8.

【注】次ページ図-1の説明

図は上信越国境付近を示した ELSAMAP (図中に説明あり) に, 新幹線や高速道路及び JR 在来線・私鉄を表示したものである。

上越新幹線榛名トンネルは榛名山の東山麓を通過していること, 中山トンネルは小野子山と子持山の間鞍部を通過していることがわかる。良く見れば右カーブの後左カーブしていることも読み取れるだろう。ここが6章で紹介した路線変更部分である。

北陸新幹線高崎・軽井沢間は7.1節で紹介したように軽井沢を地上駅とするために, 新幹線で初めての30%の急こう配を採用し, 榛名山の南山麓, 安中・秋間の丘陵部を迂回する路線を選定している。

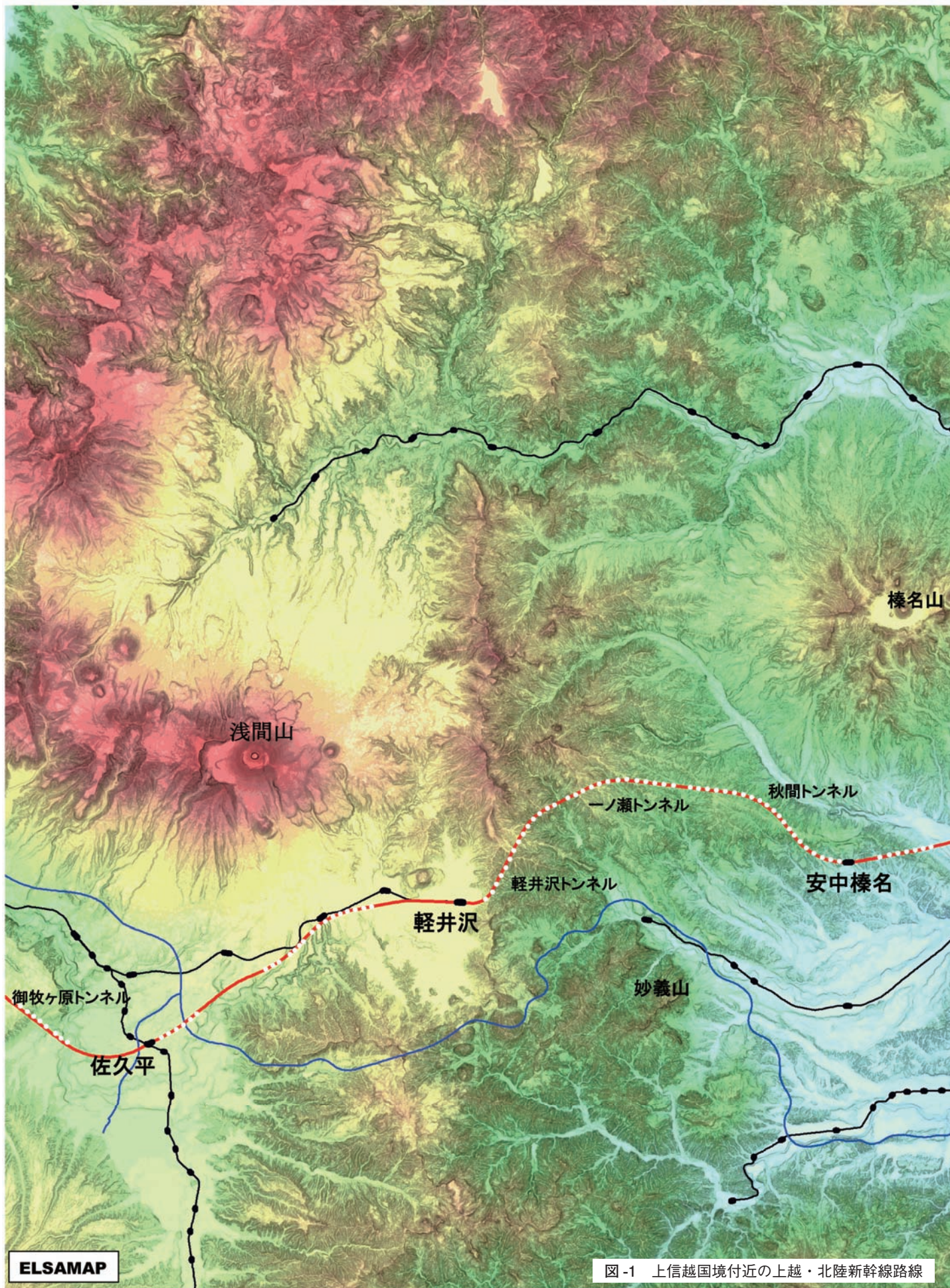


図-1 上信越国境付近の上越・北陸新幹線路線

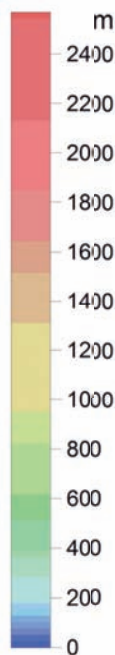
ELSAMAP

ELSAMAP は、色相に割り当てた標高値とグレースケールに割り当てた傾斜度を透過合成して作成したデジタル地形情報図です。陰影の向きにとらわれない立体感で地形を認識できます。
PT.4771459 KKC



凡例

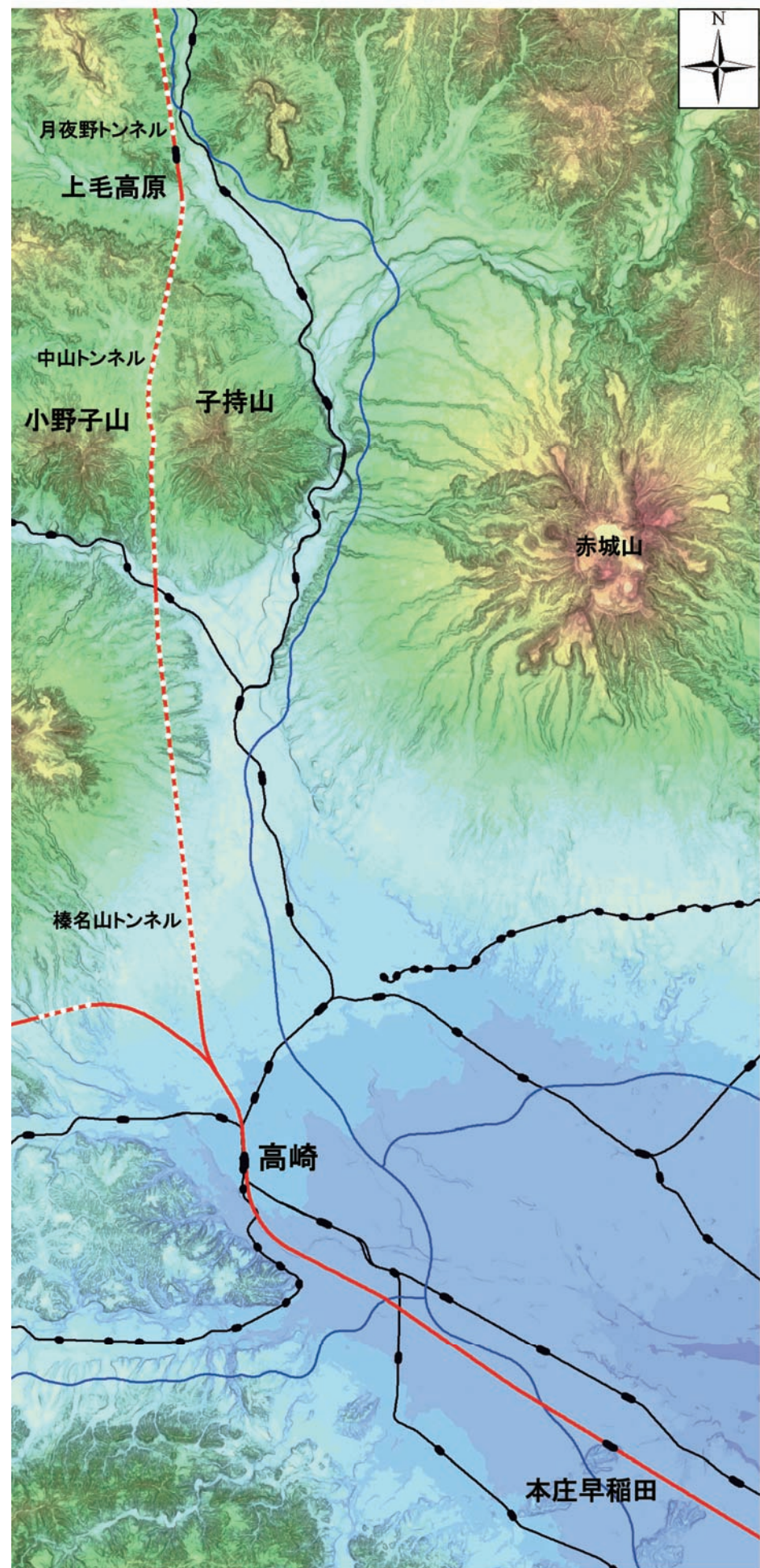
-  新幹線
-  JR在来線・私鉄
-  高速道路



10km

地形データおよび路線データは、国土数値情報 10m メッシュ標高、および鉄道、新幹線、道路を使用

〈国際航業株式会社 向山 栄氏提供〉



八甲田トンネルの地質と環境問題

おおた たけひろ
太田 岳洋*

K
ey Word

掘削残土、鉍化作用、鉍化変質岩、IP法電気探査、酸性水、
重金属、管理型土捨場、浸出水、モニタリング

1 はじめに

日本各地に分布する鉍山および鉍山跡地では、坑道からの地下水や掘削残土処分地からの浸出水が強酸性を示し重金属を多く含むことから、それらが流入する周辺の河川水などの汚染が社会問題となっている¹⁾。また、近年の土木工事では周辺環境への影響が問題とされることが多く、掘削残土からの酸性水の浸出や重金属類の溶出が問題となった事例も報告されている²⁾。これらの問題は、掘削残土に天然に含まれる黄鉄鉍などの鉍物が酸素を含んだ降水や地下水と接触し、分解することが原因と考えられている³⁾。

2003年2月に土壤汚染対策法（平成14年5月29日法律第53号、以下土対法）が施行されたこととともない自然的原因により有害物質を含有する掘削残土についても、当該土地以外に搬出する場合、たとえば掘削区域外の残土処分地に埋め立て処分する場合などは土対法に準拠した対策をするよう環境省から通達（平成15年2月4日環水土20号）が出され、土木研究所の監修によりマニュアル⁴⁾が作成された。さらに2010年4月には土壤汚染対策法の一部を改正する法律が施行され、自然的な原因で土壤に含有される有害物質についても法の対象となった。これらにより鉍山地域における掘削工事だけでなく、都市部を含めて一般的な泥岩や泥質堆積物を対象とした掘削工事でも、土対法に定められた溶出基準を満足せず、同法に準じた対策を講じざるを得ない事例⁵⁾が生じている。

2005年2月に貫通した東北新幹線八戸・新青森間の八甲田トンネルも旧鉍山の分布地域に位置する（図1）ことから、掘削残土からの酸性水や重金属の溶出が懸念され⁶⁾、それらに関する評価法を確立

するために調査・検討が行われた^{7) 8)}。八甲田トンネルでは酸性水発生に関する岩石の判定手法⁹⁾を確立し、この判定手法により酸性化が懸念されると判定された掘削残土を、産業廃棄物処理技術を応用した「管理型土捨場」に埋め立て処理することとした¹⁰⁾。さらに、管理型土捨場からの浸出水水質について施工中から施工後までモニタリングを行い、分別処理の妥当性が検討されている¹¹⁾。

新幹線は高速走行するために、線形の直線性が求められる構造物である。現在建設が進められている北海道新幹線をはじめとする整備新幹線においても直線性を確保するために、八甲田トンネル地域と同様の鉍山地帯の通過を余儀なくされる場合がある。その際には、重金属や酸性水による環境への影響に関する地質調査から評価手法、対策方法について検討することになるが、八甲田トンネルでの経験が参考になるであろう。そこで本報告では、八甲田トンネル地域の地質と鉍化作用について紹介し、鉍化変質帯の分布を推定するために行われた調査について述べる。さらに酸性水や重金属の溶出に関して実施した掘削残土の判定手法、分別処理方法、モニタリング結果について述べる。最後に八甲田トンネルでの手法の妥当性と、自然由来重金属を含有する掘削残土処理に関する今後の課題について論じる。

2 八甲田トンネル地域の地質と鉍化作用

(1) 地質^{8) 12)}

八甲田トンネルは八甲田山北東部に位置する標高約400mの屋形森・四本桂山、約900mの折紙山、約400mの葉抜橋・樽木森山からなる山地に位置する。急峻な山地地形を呈し、東から小坪川、大坪川、唐川沢、上折紙沢、下折紙沢、大辺田貝沢などの河

*公益財団法人鉄道総合技術研究所 防災技術研究部

川、溪流が分布する。

八甲田トンネル地域の地質は、下位より新第三系中新統の金ヶ沢層、四沢層、和田川層、市ノ渡層および第四系の田代平溶結凝灰岩からなる(図1)¹²⁾。金ヶ沢層は鍵取山から高森にかけて分布し、その周辺に四沢層、さらにその外周部に和田川層が分布する。市ノ渡層は本トンネルの東側入口周辺、そして田代平溶結凝灰岩は西側出口周辺に分布する。八甲田連峰火山岩類は上北鉱山より南方に分布し、八甲田トンネル周辺には存在しない(図1)。

金ヶ沢層は男鹿半島の門前階に相当し、主にプロピライト化した安山岩質溶岩と火砕岩、泥岩からなる。四沢層は西黒沢階に相当し、泥岩、安山岩質溶岩と火砕岩、デイサイト、凝灰岩、玄武岩質溶岩からなる。和田川層は女川階～船川階下部に相当し、玄武岩質溶岩、火山円礫岩、凝灰角礫岩、凝灰岩、成層凝灰岩、デイサイト、泥岩、安山岩からなる。市ノ渡層は船川階上部～北浦階に相当し、主に砂岩、軽石凝灰岩からなる。固結度が低く、本層基底には礫岩が多い。閃緑岩、デイサイトおよび安山岩の貫入岩類が市ノ渡層を除く中新統に貫入している。

(2) 鉱化作用⁸⁾

八甲田トンネル周辺にはいくつかの鉱山が分布するが、その規模は小さく稼行期間も短いため、論文等の公表された記録はない。そのため、現地で旧坑調査を行ない、鉱山の分布を把握するとともに、鉱山会社が保有していた売山調査時の報告書を元に鉱化作用のタイプ、鉱種、規模等を明らかにした。これらから本トンネルを中心とした幅2kmの範囲に計7鉱山が存在していたことが判明した(図1)。これらは全て鉱脈型鉱床であり、下北-上北鉱床帯に属し、鉱化作用の時期は女川期以降と考えられている¹³⁾。鉱化作用のタイプは銅、鉛、亜鉛の浅熱水性鉱化作用であり、大正～昭和30年代に稼行され、総出鉱量が1万トンを越えるものはほとんどないと推定される。

また、八甲田トンネル中央部の南方約6kmに黒鉱型鉱床からなる上北鉱山が位置する。本鉱山は1973年(昭和48年)の閉山までに総粗鉱量500万トンを産した。本鉱山には本坑、立石、奥の沢および上の沢の4鉱床がある。これらは四沢層相当層の白色変質した酸性火砕岩中に胚胎している¹⁴⁾。

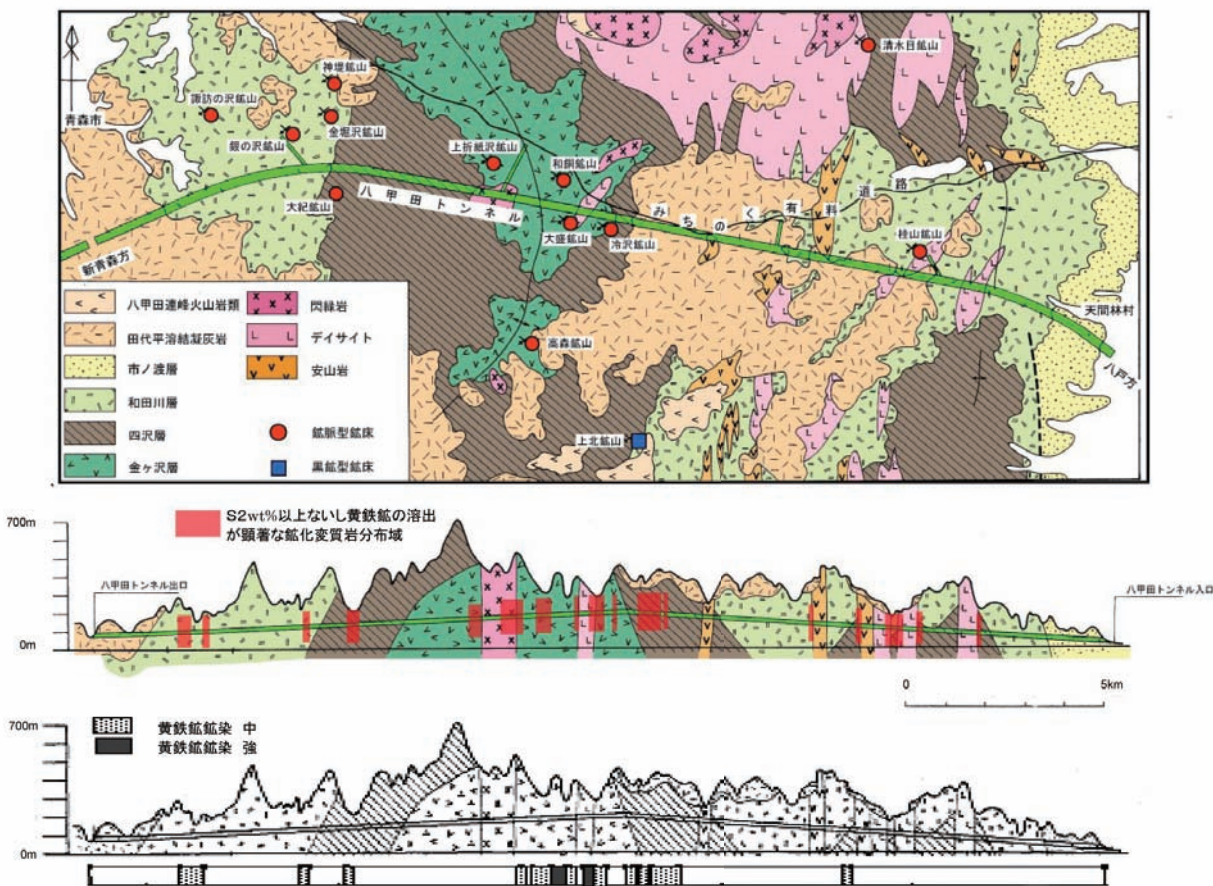


図1 八甲田トンネル周辺の地質図¹²⁾
 上図：地質平面図と鉱床分布図，中図：鉱化変質岩分布域実績図，下図：鉱化変質岩分布予測図

3 鉍化変質帯分布推定のための調査

鉍化変質帯の分布を推定のために行なった調査は、地質図作成、ボーリング調査および前述の旧坑調査である。地質図は、通商産業省資源エネルギー庁が金属鉍床探査のために作成した地質図¹⁴⁾を基に、計画時に実施された各種調査の結果を加えて修正した。前述したように各鉍化変質帯における鉍化変質の詳細は旧坑調査によった。また、黄鉄鉍鉱染の最も強い地区に対してIP法電気探査が行なわれた。以下にボーリング調査とIP法電気探査の結果について紹介する。

(1) ボーリング調査

ルート選定のため、昭和53年度～昭和59年度にかけて計92孔、全掘進長17,178mのボーリング調査が行なわれた。これらのうち、本トンネル上に位置するボーリングは24孔、全掘進長3,756mである。ボーリングは地表からの垂直ボーリングである。コアについて地質層序および岩相区分を明確にした後、成分分析とそれに基づく肉眼鑑定により黄鉄鉍の鉍染の程度を調査した。黄鉄鉍鉍染の程度分類は「弱」(S含有量0.1～1%, 肉眼で見え始める程度), 「中」(S含有量1～5%, 肉眼で認められる), 「強」(S含有量5%以上, 非常に多い)の3段階である。

調査結果に基づきルート沿いの黄鉄鉍の分布状況を予測した(図1下図)。黄鉄鉍鉍染の強い区間は本トンネルの中央部に分布すると予測された。地質は金ヶ沢層の安山岩であり、大盛鉍山, 和銅鉍山および冷水鉍山の地域周辺である。

(2) IP法電気探査

ボーリング調査結果から黄鉄鉍鉍染が最も強いと推定された大盛鉍山周辺において、IP法電気探査を実施した。IP法は岩盤に異なる周波数の矩形波電流を流し、電位差の変化を測定する方法で、硫化鉍物を含む鉍床や鉍化帯の探査に有効な方法である。調査は3Hzと0.3Hzの周波数を用いた周波数領域IPであり、電極配置はダイポールダイポール法で測定を行なった。測線は計6本、総測線長は11.6kmである。ここでは、インバージョン法により解析を行なった結果を紹介する。

八甲田トンネルレベル(標高170m)のFE(Frequency Effect)分布図を図2に示す。高いFE値を示す領域は調査地域中央部の唐川沢東方と地域東端の2箇所に分布する。唐川沢の高FE値分布域について、その地質と黄鉄鉍の分布状況を確認するために、1996年に唐川調査坑から水平ボーリング(掘進長480m)を実施した。コアでは金ヶ沢

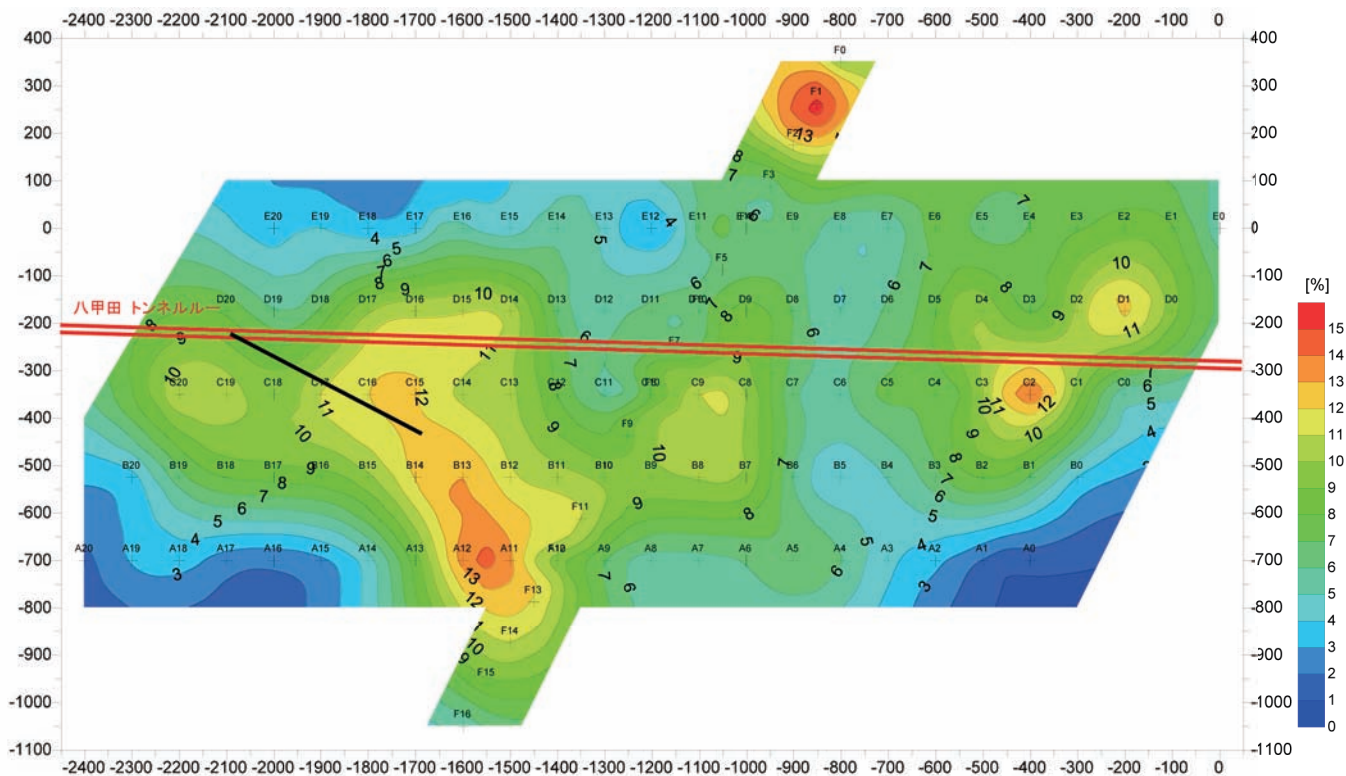


図2 トンネルレベル付近におけるFE分布図

層のプロピライト化した安山岩中に黄鉄鉱が全体的に認められ、特に深度 350m ~ 479m にかけて S 含有量が 5% 前後を示した⁸⁾。

コアの S 含有量と FE 値を比較すると、S 含有量 2% 程度が FE 値 9、S 含有量 5% 程度が FE 値 12 に相当する⁸⁾。FE 値 9 以上 (S 含有量 2% 以上に相当)、FE 値 12 以上 (S 含有量 5% 以上に相当)、それぞれの分布域を地質図 (図 1 参照) と比較すると、S 含有量 2% 以上の範囲は金ヶ沢層安山岩中に分布し、デイサイト貫入岩中にはほとんど認められない⁸⁾。

IP 法電気探査結果のインバージョン解析結果から得られた S 含有量 2% 以上の範囲は大盛鉱山の旧坑を包含おり、さらに垂直ボーリングコアの肉眼鑑定による黄鉄鉱鉱染程度とインバージョン解析結果が一致していた⁸⁾。このことから、IP 法電気探査の解析結果は岩石中の黄鉄鉱鉱染の程度を良く表していると考えられる。

4 酸性水の発生に関する掘削残土の判定方法

八甲田トンネルで実施された酸性水発生に関わる岩石の判定方法は、以下の通りである (図 3)。本報告では、酸性水の発生が予想され「管理型土捨場」に処分すべきと判断された岩石を「管理型」、それ以外の岩石を「一般型」と称する。

まず、肉眼鑑定により鉱脈あるいは鉱石と判断される岩石は「管理型」と判定する。次に、火山岩については帯磁率測定を行い、岩石の帯磁率 (κ cgs = κ SI / 4π) が 50×10^6 emu/cm³ 以上を示す岩石を「一般型」とする。鉱脈・鉱石以外の全岩種に対して簡易溶出試験を行い、1 時間後の溶出水の pH が 6.0 以下を示す岩石を「管理型」とする。次に 1 時間後溶出水の pH が 6.0 を超える岩石について全岩化学組成分析を行い、硫黄含有量が 2.0wt% 以上の岩石を「管理型」とし、さらに泥岩については硫黄含有量が 2.0wt% 未満でも S/Ca モル比が 1.0 以上を示す場合も「管理型」とする。また、鉛、ヒ素、セレンの重金属元素含有量がいずれも 150ppm 以上の岩石は「管理型」とする。簡易溶出試験や全岩化学組成分析の方法およびそれぞれの基準値の設定の詳細については服部ほか^{7) 9)}を参照していただきたい。なお、八甲田トンネルでは検証を目的として、分析した全試料について上記のすべての試験を実施し、簡易溶出試験は 56 日間継続した。図 3 に示した判定方法の妥当性については、服部ほか¹¹⁾に詳しく論じられているので、参照していただきたい。

5 掘削残土の分別処理方法

(1) 処理の基本概念

鉱化ずりの処理については、いったん酸性水や重金属類の溶出が発生すると長期間処理を続ける必要性が想定されることから、施工段階での十分な対策、つまりこれらの溶出を発生させない処理が必要である。鉱化ずりからの酸性水発生を防止するには、次のような処理方法が考えられる。

- ① 酸化防止のため、十分な深さの海底に投棄すること等により還元状態を保つ「還元状態維持型」
- ② 選鉱設備で硫化鉱物を除去後、土捨する「処理プラント型」
- ③ 酸性水を石灰岩等で中和する「中和処理型」
- ④ 産業廃棄物処理技術を応用し、鉱化ずりを地下水・降水・空気と遮断する「管理型」

服部ほか⁷⁾による実験的検討などから、八甲田トンネルでは上記④の「管理型」を処理方法として採用した。また、八甲田トンネルでは、掘削残土量が膨大 (地山で約 230 万 m³) となるため、残土全量を酸性水が発生するとして一様に処置すると、多大な経費を要する。このため掘削残土を、前述のように「管理型」と「一般型」とに分別し、前者を産業廃棄物最終処分場と同様の遮水性能を有する土捨場 (以下「管理型土捨場」と称す) に処分し、掘削残土からの浸出水が下流域の地下水や公共水域に悪影響を及ぼさないことを基本とした。

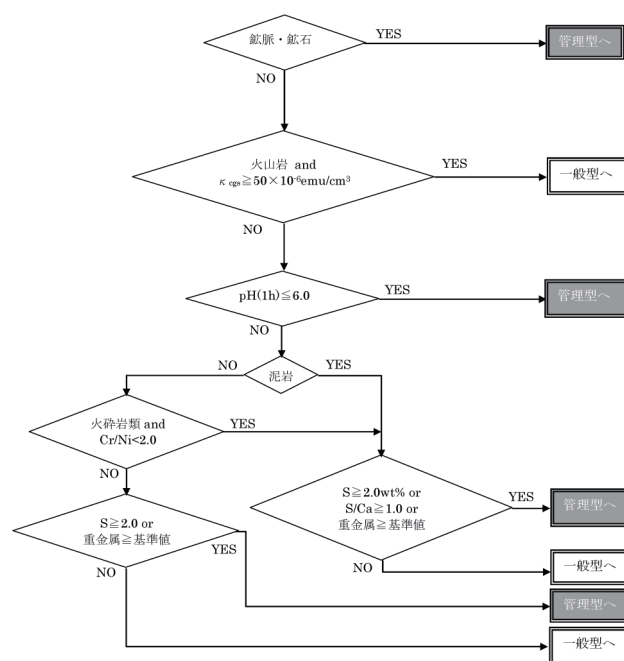


図 3 酸性水等溶出に関する岩石判定フロー¹¹⁾

(2) 管理型土捨場の構造の基本的な考え方

3章に述べた判定方法に基づき、有害な酸性水の発生する可能性があるとして判定された掘削残土は管理型土捨場に処分される。このときの基本的概念は以下の2点である。

① 掘削残土の酸性化の抑制

トンネル掘削部の地山は還元状態であるため、地山内で酸性水が発生する可能性は低い。したがって、還元状態を維持したまま掘削残土を処分することにより、掘削残土の酸性化を防止することが望ましい。しかし、現実の工事では掘削残土を湧水、降水および空気に全く触れさせず土捨場に運搬することや地山と同様の還元状態に維持することは困難である。そこで、土捨場において降水、地下水などの水や空気と遮断することにより、掘削残土の酸性化を抑制することとする。

② 将来的な管理型土捨場からの浸出水漏洩防止

掘削残土処分後に管理型土捨場から酸性の浸出水が漏洩した場合、その浸出水を管理する必要性が生じる。また浸出水の発生は、掘削残土の酸性化の進行を促進すると考えられる。

なお、土捨場の検討に際しては施設の施工時における経済性を考慮するとともに、掘削残土処分後も種々の問題が生じない土捨場設備にすることが求められる。

以上の基本的な考え方に基づき、八甲田トンネルでは管理型土捨場の構造を決定した。構造の詳細については、服部ほか¹⁰⁾を参照されたい。

6 土捨場浸出水の水質モニタリング結果から見た分別処理方法の有効性と問題点

八甲田トンネルでは、岩石の判定方法や残土の分別処理方法を検証するために、各工区の管理型土捨場および一般型土捨場からの浸出水について、流量や水質のモニタリングを行った¹¹⁾。ここでは、モニタリング結果に基づいて、八甲田トンネルで行われた判定方法、分別処理方法の妥当性・有効性と問題点を整理する。モニタリング結果の一例として図4に第2工区の管理型土捨場からの浸出水の水質変化を示すが、その他のモニタリング結果の詳細については服部ほか¹¹⁾を参照されたい。

(1) 掘削残土の判定方法の妥当性

一般型土捨場浸出水も管理型土捨場浸出水も酸性を示すことはなく、また排水基準値以上の金属元素濃度を示すこともなかった¹¹⁾。さらにキャッピング終了後には、重金属元素等の濃度は環境基準値以

下を示した。しかし、管理型土捨場では SO_4^{2-} 濃度が1000mg/lを超えることが多く、また排水基準は超えないものの一部の金属元素の溶出も認められた。一般型土捨場浸出水の金属元素濃度は管理型からの浸出水に比べておおむね1桁程度低い濃度であった。また、浸出水中の主要イオンのモル濃度は、一般型ではいずれのイオンも5mmol/L以下であるのに対し、管理型では10mmol/Lを超えることが多い。特に SO_4^{2-} 濃度の相違は顕著であり、管理型土捨場内部で水-岩石間の反応がより進行し、岩石中の黄鉄鉱の分解による酸性化と、それを中和するための緩衝鉱物の分解が生じていることが推測される。また、金属元素濃度も管理型土捨場浸出水の方が一般型浸出水よりも1桁以上高い濃度を示すことから、管理型と判断された残土からの金属元素の溶出が顕著であったことが明らかである。

したがって、図3に示した岩石の判定方法で掘削残土を評価することにより、溶出能力の異なる残土をおおむね適切に分別し、管理型土捨場に処分すべき残土を的確に管理型土捨場に処理することができたと判断できる。管理型土捨場浸出水でも酸性を

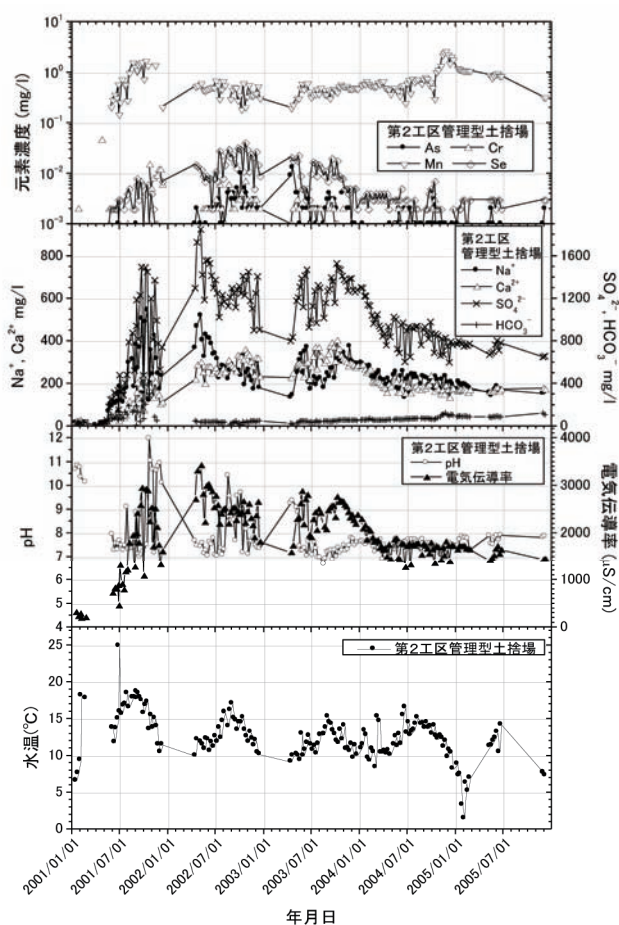


図4 第2工区管理型土捨場浸出水水質の経時変化¹¹⁾

示さなかったことから、今回の判定方法では残土の酸性水溶出能力をやや過大に評価した可能性もあるが、十分安全側に評価したといえる。また、キャッピング施工前の管理型土捨場浸出水では、重金属元素濃度が環境基準を超える場合がわずかに認められたことから、当時の社会情勢¹⁵⁾を鑑みると岩石の評価として妥当であったと考えられる。

(2) 管理型土捨場構造の妥当性

管理型土捨場ではキャッピングが終了し、これにより土捨場の浸出水量が確実に減少した¹¹⁾。また、キャッピング後にはpHが安定し、電気伝導率や各イオン濃度が減少するとともに、金属元素濃度の減少も見られた。これらのことから、管理型土捨場の基本理念¹⁰⁾である土捨場内部への酸素を含んだ地下水および降水の浸透の抑制ができていないと判断できる。また、このような水と酸素の供給を低減させることによって水-岩石間の反応が抑制され、その結果として各イオンや金属元素の溶出が低減されていると考えられる。したがって、八甲田トンネルで施工された管理型土捨場は、酸性水や重金属類の周辺環境への放出を抑制するという観点からは、妥当な構造であると判断することができる。

(3) 八甲田トンネルでの分別処理方法の問題点

以上のように、八甲田トンネルで採用された掘削残土の分別処理方法は酸性水や重金属等の周辺環境への漏洩に対しては十分安全側の対策であった。しかし、施工上、経済上の観点からは、以下の問題点があげられる。

- ①掘削残土判定は、切羽から採取した岩石試料による評価を基本としたため、分析等の時間的制約から残土の土捨場への搬出が掘削の翌日となり、工程が繁雑となった。
- ②①と同じ理由で、各工区における管理型土捨場の容量の決定が困難であった。
- ③岩石の評価基準値は八甲田トンネルにおける実験結果によるため、汎用的な基準値ではない。
- ④管理型土捨場からも酸性や高濃度の重金属元素を含む浸出水が発生しなかったことから、岩石の評価基準値が過大評価であった可能性がある。
- ⑤管理型土捨場の構造として、産業廃棄物処理技術を応用した構造を採用したが、有害な浸出水が発生しなかったことから、この構造では過大であった可能性がある。

7 おわりに

本稿では八甲田トンネルにおける地質と鉱化作用、そして鉱化変質岩による環境影響に対する対策手法について紹介した。6章で述べたようにその手法はおおむね妥当であったといえるが、課題も明らかになった。今後も北海道新幹線新函館北斗・札幌間などトンネル建設時に掘削にともなう環境問題を考慮する必要があることが想定されている。その際には本稿3章で述べたようなしっかりとした資料調査や地質調査が重要であるとともに、5、6章で述べたような八甲田トンネルでの対策の経験を活かした対策手法を検討することが肝要である。本稿がその一助になれば幸いである。

(参考文献)

- 1) 黒沢邦彦：旧日産戸井鉱山の酸性坑内水について、地下資源調査書報告、Vol.57, pp.1-12, 1985
- 2) 野坂徹・飯酒盃久夫・川越健・片山政弘・石濱茂崇：建設分野における環境地質的課題—事例報告—、日本応用地質学会平成12年度研究発表会講演論文集、pp.305-308, 2000
- 3) SINGER, P.C. and STUMM, W. : Acidic mine drainage: the rate determining step, Science, No.167, pp.1121-1123, 1970
- 4) 土木研究所編：建設工事に遭遇する地盤汚染対応マニュアル[暫定版]、鹿島出版会、149p, 2004
- 5) 仙台市：記者発表資料、自然的原因により重金属が環境基準を超える建設発生土の対応について、<http://www.city.sendai.jp/soumu/kouhou/houdou/07/>、(2008年4月14日現在)
- 6) 由井俊三・宮城一男・加納博：東北新幹線「八甲田トンネルルート」の地質学的諸問題、日本地質学会東北支部会報、No.10, pp.5-6, 1980
- 7) 服部修一・太田岳洋・木谷日出男：鉱山地域におけるトンネル掘削残土の管理手法に関する検討、トンネル工学研究論文・報告集、Vol.12, pp.53-60, 2002
- 8) 服部修一・菊地良弘・太田岳洋：八甲田トンネルにおける鉱化変質岩の産状と調査方法について、物理探査、vol.55,no.6, pp.513-521, 2002
- 9) 服部修一・太田岳洋・木谷日出男：酸性水発生に関わる掘削残土の応用地質学的検討—鉱山に近接して施工される八甲田トンネルにおける岩石特性評価法—、応用地質、Vol.43, No.6, pp. 359-371, 2003
- 10) 服部修一・太田岳洋・蓼沼慶正：鉱山地帯を貫く八甲田トンネル掘削における環境対策、地質と調査、No.95, pp.13-18, 2003
- 11) 服部修一・太田岳洋・菊地良弘：八甲田トンネルにおける掘削残土の酸性水溶出に関する判定手法の評価、応用地質、Vol.47, No.6, pp.323-336, 2007
- 12) 日本国有鉄道盛岡工務局、日鉱探開株式会社：東北幹八青間5万分の1地質図幅説明書「八甲田山北部」、1981
- 13) 山岡一雄：東日本内帯の新第三紀鉱脈鉱床に関する成因的諸問題、鉱山地質特別号、No.7, pp.59 - 74, 1976
- 14) 通商産業省資源エネルギー庁：昭和50年度広域調査報告書八甲田地域、1976
- 15) 独立行政法人土木研究所・応用地質(株)・大成建設(株)・三信建設工業(株)・住鉱コンサルタンツ(株)・日本工営(株)：岩石に由来する環境汚染に関する共同研究報告書「建設工事における自然由来の重金属汚染対応マニュアル(暫定版)」、共同研究報告書整理番号第358号、91p, 2007

東海道新幹線 土構造物の対策と維持管理

おおき もとひろ*
大木 基裕*

K
ey Word

東海道新幹線, 土構造物, 盛土, 降雨, 地震, のり面工, 耐震補強

1 はじめに

東海道新幹線は、1964年（昭和39年）の開業以来、走行中の事故によるお客様の死亡事故ゼロを継続し安全の確保を最優先に運行している。また、列車本数は1日当たり60本から最大400本を超え、一列車当たりの平均遅れ時分は1分を切る、大量で高品質な輸送サービスを提供している。そして、品川駅の開業による利便性の向上、新型軽量車両N700A導入による、高速化と環境負荷の低減の両立など弛まぬ革新を続けている。

東海道新幹線の構造物のうち、盛土が44%、切土が9%と約半分を土構造物が占める。したがって、安全・安定輸送を確保するために、自然外力（降雨や地震など）に対する土構造物の耐力向上は不可欠であり、これまで継続して強化を図ってきた。本稿では、土構造物の維持強化に焦点を当て概説する。

2 東海道新幹線の土構造物

東海道新幹線は、平面交差を排除し、線形性を考慮した高速旅客鉄道専用軌道である。自動車などが通過できるように、盛土の標準的な高さは6mである。そして、建設費の制約上から、切土やトンネル掘削土及び、現地の土採り場から調達した土により盛土が数多く構築された。盛土材料は砂質土が60%、砂礫や岩ズリが20%で、その他ロームや川砂などであった。限られた工期の中で一定の品質の盛土を構築する多様な技術が確立した。具体的には、極力標準化を図るため土工定規図を定めたこと、機械化施工および機械化施工を前提とした管理手法を全面的に採用したこと、供用後の変形を極力抑えるよう盛土材料を規定したこと、軟弱地盤への対応と

して緩速施工・プレローディング・サンドドレーン・抑え盛土などの対策を採ったことなど、今日の盛土建設技術の礎が築かれた。また、当初盛土のり面保護は植生工を基本としていたが、十分な養生期間の確保が困難となり、建設中からのり面防護工を行うなど、維持管理の面からも考慮がなされた。

しかし、営業開始後、降雨によるのり面の崩壊、列車の活荷重による路盤噴泥など、列車の運転中止が多発し、盛土と軌道の保守に大きな労力を割いた。これらの問題は、建設間もなく供用されたこと、機械化施工であってもり肩や土羽部の締め固めが困難であったこと、盛土材料の選別や、施工管理の不足などが起因したと考えられる¹⁾。

3 降雨に対するハード対策

のり肩や土羽部の転圧不足は、盛土芯部との強度の違い、すなわち不連続性を生じさせた。また、のり肩から降雨が浸透しやすいため、のり面表層崩壊の原因となった。これを防ぐために開業当初よりコンクリート製のプレキャスト格子枠を上下線のベ300kmにわたり施工した（図1(a)）。プレキャスト格子枠を支持し、かつ、盛土のり面を締める目的で、格子の交点にはコンクリート杭を打設した。この対策と盛土の初期沈下が収束したことも影響し、1969年から2年間で生じた降雨災害は2件と安定したことから、1971年3月に運転中止の基準を時雨量50mmへ向上した。

しかし、同年8月の台風23号による盛土や切土のり面の崩壊を受け、のり面には場所打ち格子枠張りブロック工を、急勾配区間の勾配変更点や落込み勾配には、路盤排水を目的とした盲こうを設ける

*東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部技術開発部 軌道・防災チーム 防災グループ 主幹研究員 博士（工学）技術士（建設部門）

こととした。その後開業 10 周年を目前にした 1974 年 7 月の七夕降雨で、盛土のり面の表層崩壊が生じた。調査により 10 年の経年により盛土芯部が締まり、土羽部との違いが強まったこと、列車活荷重による、道床（バラスト）の路床部への貫入や圧密沈下によりウォーターポケットが形成されたことから、浅い表層崩壊（深さ 1m 程度）が生じた。同年運輸省指導に基づくのり面恒久対策として、場所打ち格子枠張りブロック工をのべ 90km 施工した²⁾。（図 1 (b)）

また、平成 2 年には愛知県大府市の砂質盛土が崩壊し、緊急対策として材料特性が類似する盛土

81km に対し排水パイプを打設し、平成 12 年から同箇所（のり面工対策箇所を除く）および、水はけの悪い盛土対しのり面を張りコンクリートで覆う対策を実施した（図 1 (c)）³⁾。また切土のり面に対するフリーフレーム工や切土やトンネル坑口に対する土砂止め工も実施した（図 2 (a) ~ (c)）。対策が完了した平成 15 年より、運転中止の規制値を時雨量 60mm へ向上した。現在、運転中止の規制値は時雨量 60mm 以上、24 時間降雨量 150mm 以上かつ時雨量 40mm 以上、24 時間降雨量 300mm 以上かつ 10 分間雨量 2mm 以上である⁴⁾。

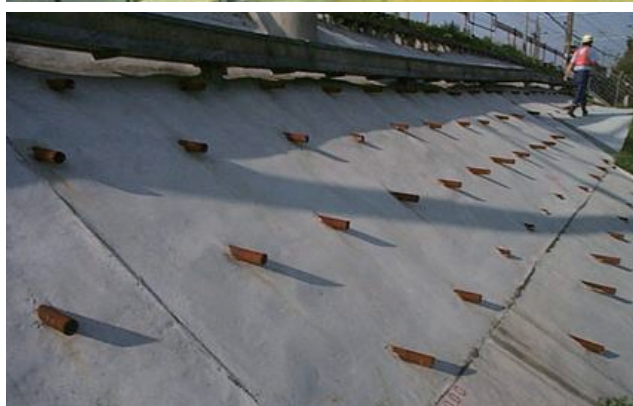


図 1 のり面防護工
 (a) プレキャスト格子枠工
 (b) 場所打ち格子枠張りブロック工
 (c) 排水パイプ工、のり面張りコンクリート工

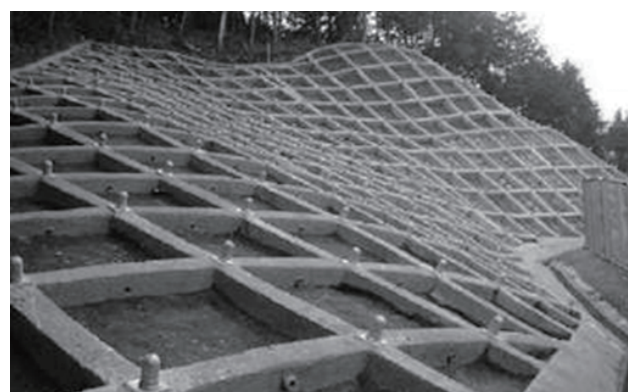


図 2 斜面对策
 (a) フリーフレーム工
 (b) 土砂留工（切土）
 (c) 土砂留工（トンネル坑口）

4 地震に対するハード対策

(1) 盛土の耐震性能と対策の経緯

異種構造物が連続する鉄道における耐震補強は、各種構造物の耐震性能を同一の指標で評価し、均衡を図りながら耐震性能を向上することが合理的なあり方である。鉄道耐震標準では、盛土の耐震性能の目安として、盛土の変形レベルと沈下量が挙げられている(表1)⁵⁾。

東海道新幹線の盛土における耐震補強は大きく4期に分かれる。第一期は1978年中央防災会議により制定された大規模地震特別措置法に基づく、静岡県を中心とする強化指定地域内の盛土(17.9km)、第二期は1995年兵庫県南部地震を受け実施した、強化指定地域外の盛土(6.5km)、第三期は2003年内閣府中央防災会議で示された、拡大された強化指定地域内の盛土(2.9km)である。これらの対策盛土の地震時変形レベルは4であり、盛土の大崩壊を防止することを目的として主にシートパイル締切工を実施してきた。そして、第四期は2004年新潟県中越地震を受け、より沈下量が小さい変形レベル3の盛土を対象に地山補強土工法を進めている。この他、構造物境界(橋台裏盛土)⁶⁾の強化、バラスト肩部の補強⁷⁾を行い、脱線防止ガードレールの機能維持を図ることを目的としている。

(2) 盛土の5つの破壊形態と変形レベルの関係

著者は、既往の被災事例より盛土の破壊形態を5つに分類し(表2)、支持地盤の物性と強度、盛土高さをパラメータとした地盤-盛土連成モデルによる模型実験により盛土の各破壊形態と沈下量の関係を実験検証した(図3)⁸⁾。

図3は縦軸に模型地盤のN値、横軸に模型盛土高さとして、盛土天端の沈下量と破壊形態の傾向を粘土地盤、砂質地盤間に示している。地震動は液状化地盤の実験はL2地震動を、その他の実験は想定東海地震動を、模型の相似則に従い調整し作用させた。粘土地盤の実験では、超軟弱地盤ではA型が生じ変形レベルは4となった。地盤の強度が高まるにつれ破壊形態はD型、C型へと移行し、変形レベルは4から3と低下した。砂質地盤ではN値が低い液状化地盤ではB型破壊が生じ変形レベルは4となった。これよりもN値が高い軟弱砂質地盤ではC型破壊が生じ変形レベルは3であった。さらにN値が増すとE型破壊となり変形レベル2となった。これらの動的遠心模型実験のうち、粘性土地盤上の盛土を再現した解析結果(せん断ひずみ分布)を示す(図4)⁹⁾。

表1 盛土の変形レベルと沈下量の目安

変形レベル	被害程度	沈下量の目安
1	無被害	無被害
2	軽微な被害	200mm未満
3	応急措置で復旧可能な被害	200mm~500mm未満
4	復旧に長時間を有する被害	500mm以上

表2 鉄道盛土の新たな破壊形態

型	想定破壊形態	被災事例
A型	軟弱地盤 	地盤を含む円弧すべり 2004年 新潟県中越地震他
B型	液状化地盤 	液状化地盤上の盛土における縦割れ 1968年 十勝沖地震
C型	やや軟弱地盤 	円弧すべり(主に盛土) 線路中心 0.55m 3.7m 1995年 兵庫県南部地震
D型	やや軟弱地盤 	盛土伸長(主に盛土) 2.4m 1:1.5 クラック 1995年 兵庫県南部地震
E型	非軟弱地盤 粘性土: N値7~8以上 砂質土: N値20~25以上 	盛土の一般的な沈下 (通常調査対象外)

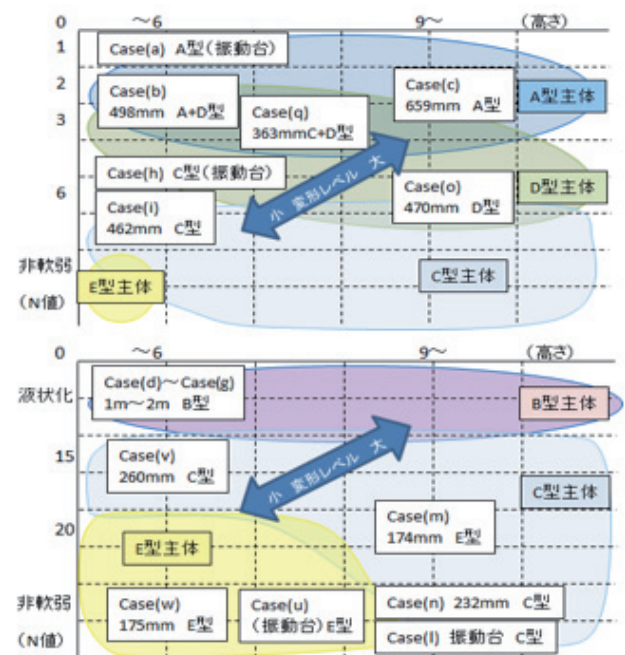


図3 盛土の変形レベルと地盤N値、盛土高さの関係(上:粘土地盤, 下:砂地盤)

なお解析には、SYS カムクレイモデル¹⁰⁾ を搭載した有限要素解析プログラム GeoAsia^{11), 12)} を用いた。

Case1 は粘土地盤 N 値 = 6 相当、盛土高さ 6m である。のり面にせん断ひずみが低い青い領域があり、土塊として挙動していることがわかる。破壊形態は C 型を再現している。Case2 は Case1 に対し、盛土高さが 9m と高い。盛土と地盤の境界でせん断ひずみが卓越している赤い領域は Case1 よりも大きく、盛土が拡幅する破壊形態は D 型を再現している。Case3 は Case2 に対し、地盤の N 値 = 3 と軟弱である。地盤にもせん断ひずみが生じ、破壊形態 A 型を再現している。

盛土の破壊や沈下量を抑制する合理的な対策工法を検討するためには、せん断ひずみが卓越する領域を考慮することが重要である。すなわち、無補強時におけるせん断ひずみ分布は、適切な補強方法を示唆するものであるといえる。

(3) 既設盛土の補強工法

シートパイル締切工は、地盤の変形を伴う既設盛土（例えば図 4, Case3）に施工可能な工法として、振動台実験により耐震効果を検証し実用化に至った¹³⁾。図 5 にシートパイル締切工の概要を示す。両側ののり尻に支持層まで打設した鋼矢板頭部に溝型鋼による腹起こしを設置し、タイロッドで締結する工法である。

一方、これ以外の破壊形態は、地盤の変形より盛土の変形が卓越することから、盛土本体を直接補強することが合理的である。

D 型（図 4, Case2）は盛土のり尻が左右に拡幅する破壊形態であるため、これを抑えるべくタイロッドを主とする対策工法を適用した模型実験の結果、盛土形状を保持し天端の沈下は低減した¹⁴⁾。また、地盤の液状化地盤の側方流動に伴い盛土縦割れが生じる B 型に対し、整層地盤に限り本工法を適用している¹⁵⁾。

C 型（図 4, Case1）や変形レベルが 3 の盛土に対しては、盛土のり面で生じる円弧すべりが生じる破壊形態であるため、これを抑制する補強工法として地山補強土工法に着目した。図 6 に地山補強土工法の概要を示す。

無補強時の盛土に対し、地山補強土工法の打設本数、打設位置、打設長さ、のり面工の有無をパラメータとし、合理的な対策仕様を検討した¹⁶⁾。解析により得られたせん断ひずみ分布を示す（図 7）。これより、打設本数は、一定本数以上打設しても盛土天端の沈下抑制効果は頭打ちとなること（Case1-2 ～ Case1-4 の比較）、打設位置は、均一な場合かの

り尻に集約した場合に効果があること（Case1-3, Case1-5, Case1-6 の比較）、地山補強土工法を一定長さ以上打設しても効果は頭打ちとなること（Case1-6 ～ Case1-8 の比較）、のり面工を敷設すると沈下抑制効果が高まること（Case1-6 と Case1-9 の比較）、を定量的に把握し、補強効果と施工性から、のり面工と地山補強土工法を組み合わせた Case1-9 を標準仕様とした。

ここで、盛土の破壊形態に応じた対策工法のマトリックスを示す（表 3）⁸⁾ に加筆修正。このように耐震性の低い盛土に対し、破壊形態に応じた対策を実施することにより全線の盛土の耐震性能を均一化することになる。すなわち、盛土の沈下は変形レベル 2 程度となり、破壊形態は盛土形状が保持され、盛土天端の不陸がない E 型となる。そしてバラストの流出を防止するジオテキバッグによりレールの線形性を確保し、脱線防止に寄与する。

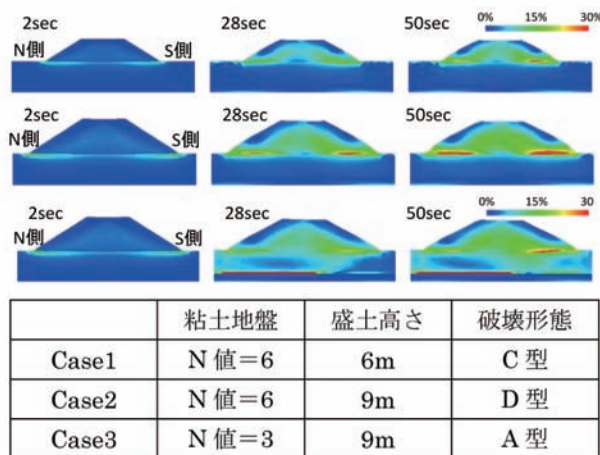


図 4 動的遠心模型実験を再現した解析結果⁹⁾
(想定東海地震動相似則調整波, せん断ひずみ)

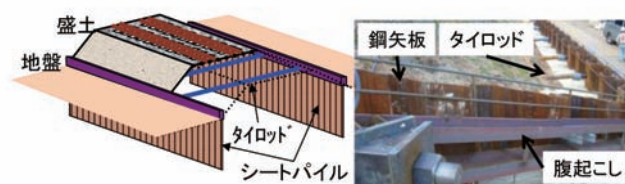


図 5 シートパイル締切工の施工概要

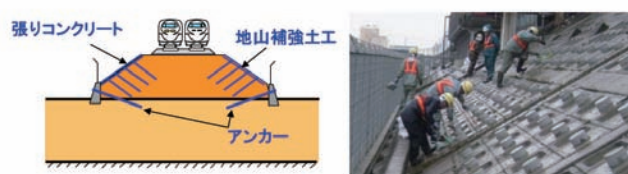
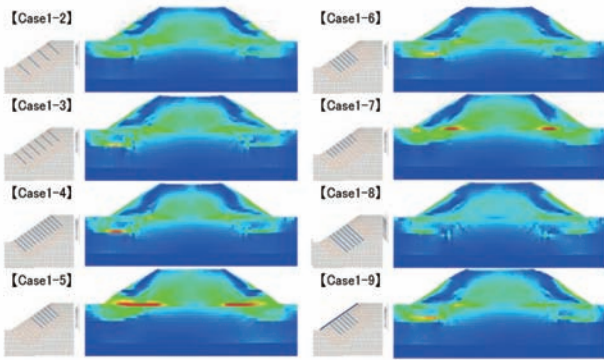


図 6 地山補強土工の施工概要



	打設本数	打設位置	打設長さ
Case1-2	4	均一	4m
Case1-3	6	均一	4m
Case1-4	12	均一	4m
Case1-5	6	のり肩	4m
Case1-6	6	のり尻	4m
Case1-7	6	のり尻	2m
Case1-8	6	のり尻	6m
Case1-9	6	のり尻	4m

図7 地山補強土工法の仕様検討解析結果
 ※ Case1-9 は地山補強土工の頭部の間隔を拘束し、のり面工を模擬して解析した。

表3 盛土の破壊形態と補強工法の関係³⁾

破壊形態	対策	復旧性		使用性	
	定形レベル(対策前→後)	定形レベル 4→2	変形レベル 4→2	定形レベル 4→2	変形レベル 4→2
A型	 地盤を含む円弧すべりによる沈下	 シートパイル補切工	 シートパイル補切工	(-)	(-)
B型	 地盤の液状化による沈下・盛土崩壊	 シートパイル補切工	 シートパイル補切工	(-)	(-)
C型	 盛土の円弧すべりによる沈下	 地山補強土工 非連続化軟弱砂質地盤	(-)	 地山補強土工 非連続化軟弱砂質地盤	(-)
D型	 盛土伸長(地盤境界のせん断変形)	 シートパイル補切工	(-)	 地山補強土工 軟弱粘土地盤	(-)
E型	 普通地盤 盛土の一般的な沈下	(-)	(-)	(-)	(-)

5 降雨や地震に対するソフト対策

これまで述べてきた構造物の耐力向上を目的とするハード対策に加え、東海道新幹線ではソフト対策も実施している。

降雨に対するソフト対策としては、沿線における雨量計の観測のほか、250mメッシュで雨況を把握することができる、国交省XバンドMPレーダを活用したシステムを設置している(図8)¹⁷⁾。

地震に対するソフト対策としては、線路遠方で発生する大規模地震を早期に検知し警報を出すシステム(TERRA-S)および、線路直近で発生する大規模地震の早期検知と沿線における揺れ程度を判断し地震後の運転規制の判断に供する沿線地震計、および気象庁の緊急地震速報から構成される地震防災システムを設置している(図9)¹⁸⁾。

これらのシステムは、自然外力作用時や作用後における的確な運転規制、沿線警備の円滑な実施、ダウンタイムの縮小に寄与するものである。

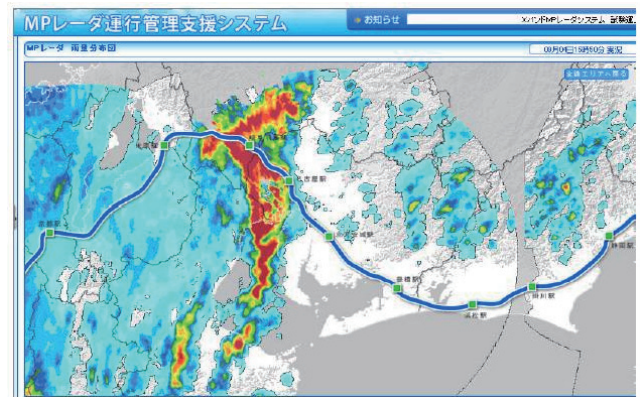


図8 MPレーダによる雨況を把握するシステム

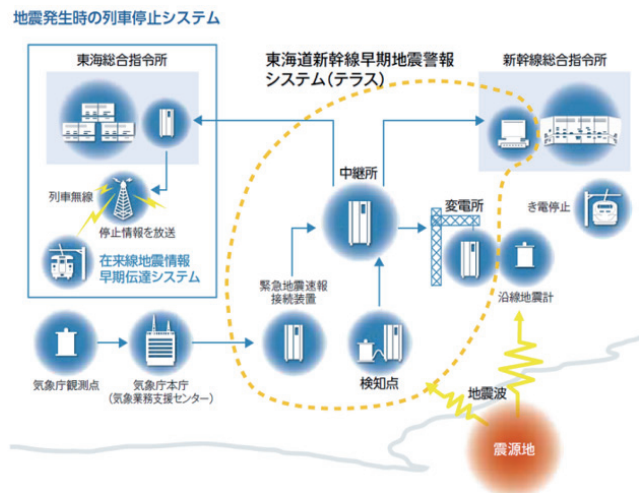


図9 地震防災システムの概況

6 おわりに

大規模地震の切迫性や、局所的なゲリラ降雨の増加など、近年自然外力が高まる状況の中、東海道新幹線の半分を占める土構造物の耐力向上と維持管理は重要課題であり、変わることはない。

ハード対策、ソフト対策、そして本文では触れなかったが構造物の維持管理（検査・修繕）の各々の技術レベルを高めるとともに、これらを融合させることが、各々の対策効果をさらに高め合う。

すなわち、検査により周辺環境の変化をとらえのり面工や排水設備の適切な修繕を実施すること、現状の土構造物の性能を正しく評価して想定作用（外力）に対する適切なハード対策を行うこと、向上した耐力に基づく適正な運転規制や警備を行うこと、これらがサイクルとなり常に革新され続けることが、鉄道事業の原点である安全・安定輸送の確保につながると思う。

その時代における最新の知見を踏まえ、今後も継続して技術の研鑽に努める所存である。

〈謝辞〉

盛土の地山補強土工による耐震補強に関する解析につきましては、名古屋大学工学部、中野正樹教授、名古屋大学減災連携研究センター、野田利弘教授にご指導いただきました。紙面にて謝意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 館山勝：「鉄道における盛土構造物の変化・変遷」, 「土と基礎」, Vol.54, No.9, pp.8-11, 2006.
- 2) 垂水直志, 下沢真吾：「東海道新幹線ののり面対策」, 「鉄道土木」, pp.98-106, 1983.
- 3) 石井雅樹：「東海道新幹線盛土補強対策の経緯」, 「日本鉄道協会誌」, pp.430-432, 2003.
- 4) 津田英朗：「東海道新幹線土木構造物 50 年の維持管理」, 「基礎工」 Vol.42, No.10, pp.11-14, 2014.
- 5) 国土交通省鉄道局監修, (財) 鉄道総合技術研究所編：「鉄道構造物等設計標準・同解説（土構造物）」, 丸善, 2007.
- 6) 庄司朋宏, 荒鹿忠義, 長縄卓夫, 前田昌克, 松浦章夫：「橋台裏盛土の脱線・逸脱防止対策とシミュレーション」, 「第 16 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集」, pp.659-662, 2009.
- 7) 小林幹人：「軌道のジオテキバグ耐震対策の開発とその事例」, 「基礎工」, Vol.42, No.10, pp.88-88, 2014.
- 8) 大木基裕, 関雅樹, 永尾拓洋, 中野正樹：「鉄道盛土における 5 つの地震時破壊形態の 実験検証と合理的な耐震補強の提案」, 「土木学会論文集 C」, Vol.69, No.2, pp.174-185, 2013.
- 9) 大木基裕, 中野正樹, 酒井崇之, 関雅樹：「粘性土地盤上の鉄道盛土の地震時破壊形態の検証と簡易耐震性評価手法の比較」, 「地盤工学ジャーナル」, Vol.9, No.1, pp.59-70, 2014.
- 10) Asaoka, A., Noda, T., Yamada, E., Kaneda, K., Nakano, M.: 「An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils」, 「Soils and Foundations」, Vol.42, No.5, pp.47-57, 2002.

- 11) Asaoka, A. and Noda, T.: 「All soils all states all round geo-analysis integration」, 「International Workshop on Constitutive Modeling - Development」, Implementation, Evaluation, and Application, Hong Kong, China, pp.11-27, 2007.
- 12) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M.: 「Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model」, 「Soils and Foundations」, vol.48, No.6, pp.771-790, 2008.
- 13) 野沢太三：「新幹線盛土構造物の耐震強化に関する研究」, 「鉄道技術研究報告」, No.1304, 1986.
- 14) 大木基裕, 庄司朋宏, 荒鹿忠義：「盛土伸張を抑制する耐震補強」, 「第 44 回地盤工学研究発表会」, pp.991-992, 2009.
- 15) 永尾拓洋, 関雅樹, 大木基裕：「液状化地盤上の盛土の被害程度把握と対策工に関する検討」, 「第 15 回鉄道工学シンポジウム講演概要集」, pp.111-118, 2010.
- 16) 大木基裕, 中野正樹, 田代むつみ, 酒井崇之：「鉄道盛土の地震時破壊形態を考慮した耐震補強工法の検討」, 「土木学会論文集 A2」, Vol.69, No.2, pp.1_403-1_414, 2013.
- 17) 東海旅客鉄道株式会社：2014.6.26 ニュースリリース「多雨期における東海道新幹線の安全対策について」, <http://jr-central.co.jp/news/release/nws001453.html> (2015 年 6 月 18 日現在)
- 18) 他谷周一：「東海道新幹線地震防災システムの概要」, 「基礎工」 Vol.42, No.10, pp.62-63, 2014.

活断層に配慮した山陽新幹線 新神戸駅の構造

こんどう まさひろ*
近藤 政弘*

Key Word 活断層, 新幹線, 駅高架橋

1 はじめに

山陽新幹線は東海道新幹線で得られた貴重な経験を踏まえて、昭和47年3月に新大阪～岡山間、昭和50年3月に岡山～博多間が開業した。その後、当時世界最高速度となる300km/h営業速度を開始するなどの技術的発展により、山陽道における高速輸送機関としての役目を担ってきており、平成27年3月10日には、全線開業40周年をむかえたところである。この山陽新幹線の新神戸駅については、今現在も神戸の北玄関口として賑わっているところであるが、駅は極めて厳しい地形条件に立地している。その一つが断層と交差していることであるが、建設当時、断層と交差する構造物の施工のために、諸先輩方々が検討を重ねて高架橋構造^{1) 2)}に工夫をこらしている。

山陽新幹線新神戸駅は、神戸市の市街地を避けたルート選定のため、六甲トンネル約16kmと神戸トンネル約8kmに挟まれたわずか500m程度の明かり区間に設けられた。このような地形の関係で、駅は半径3,000mの曲線中にあり、待避線のない上下本線の2本のみでホームは相対式2面2線の形態である。また、駅土木構造物の形式としては、東高西低の地形上、新大阪方は切取りおよび盛土構造、岡山方は生田川をまたぐ橋梁および高架橋構造となっている。各種の制約条件の中で建設されているが、特に特徴的であるのは活断層を横断する必要があったことである。ここでは、新神戸駅の土木構造物を対象に、活断層に対する高架橋の構造計画や兵庫県南部地震による当該構造物の状況等を報告する。



写真1 新神戸駅外観（南口遠方より撮影）

2 新神戸駅の地盤概要

新神戸駅は六甲トンネルと神戸トンネルの間に位置しているが、これらの区間においては、六甲～淡路島断層帯が存在しており、図1に示すように多くの活断層と交差している。写真2は、建設当時撮影された諏訪山断層粘土であり、六甲トンネル建設中、トンネル終点方出口手前の約200m地点で底

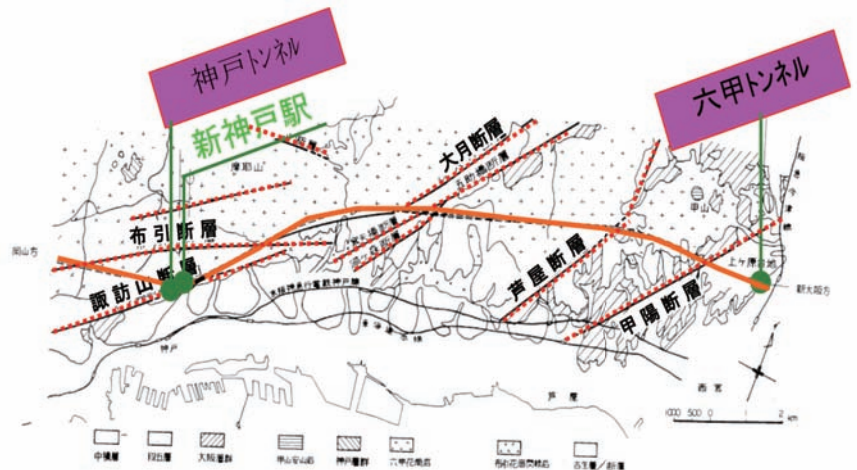


図1 六甲～神戸トンネルにおける交差活断層³⁾

*西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室 基礎・トンネル構造 課長

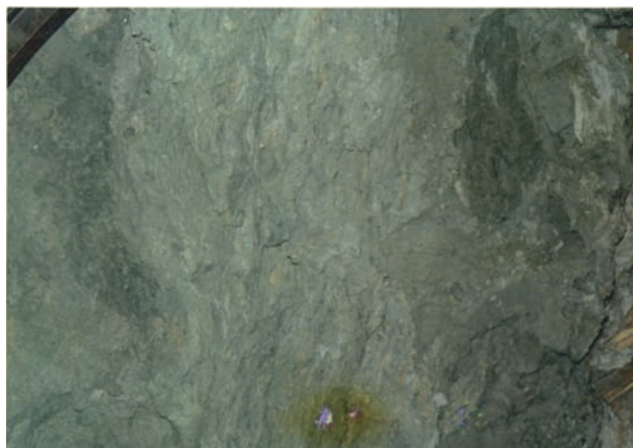


写真2 諏訪山断層粘土（六甲トンネル出口付近）⁴⁾

設導坑全面に現れた⁴⁾と記録されている。新神戸駅においても上記に述べた制約条件により、図2のように生田川に沿った諏訪山活断層を浅い角度で横断せざるをえなかった。結果として、駅部高架橋は活断層と交差することとなり、支持地盤は、同一高架橋横断面で、山側は花崗岩、中間部は断層粘土層、海側は沖積層扇状地堆積物の層（以下、沖積層とよぶ）の3つに分かれることとなった（図3、図4参照）。

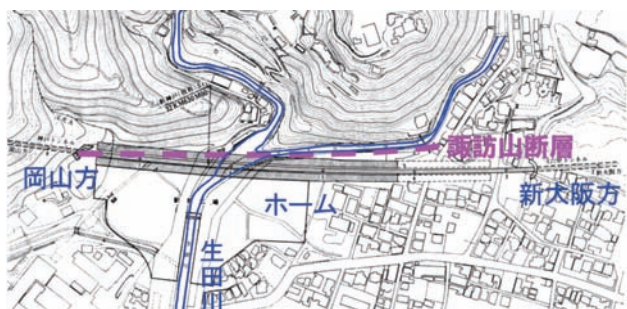


図2 新神戸駅での交差活断層

建設時において現地での掘削調査が行われた結果、断層上部に接する沖積層は図5のように変位しているのが発見され、比較的新しい年代において約0.7m以上の垂直変位があったと判定された。実地調査や文献調査等の結果より、この断層は今後も変位が生じる可能性があり、構造物耐用期間内での変位量は約5cm程度であろうと判定された。また、断層粘土は上部の载荷されている荷重を除くと膨張することがあり、実地調査でもこの現象が疑われる変状も発見された。そこで、断層粘土は膨張によって载荷されている荷重に相当する10tf/m²の上向きの圧力を生じるものと推定された²⁾。

3 活断層に配慮した構造計画と設計

断層により地盤が変位すれば、構造物に影響を与えることとなる。この影響への対策として、構造物の沈下傾斜等変位への対応、構造物の応力への対応とに分けて述べる。

3.1 構造物の沈下傾斜等変位への対応

高架橋を剛体と考え、柱中心間での不同沈下量が構造物の耐用期間中における断層の想定変位5cmになったとすれば、図6に示すように傾斜角 θ は $0^{\circ}23'$ となり、レール面では水平変位量10.4cm、ホーム面では11.4cmとなる。高架橋が変位すればレール中心が移動する他、ホーム部のラーメン構造へ偏応力を生じさせることになる。よって、ホームのラーメン構造部と本線を支えるラーメン構造部との結合については、これらの変位に対応できる工夫がなされている。

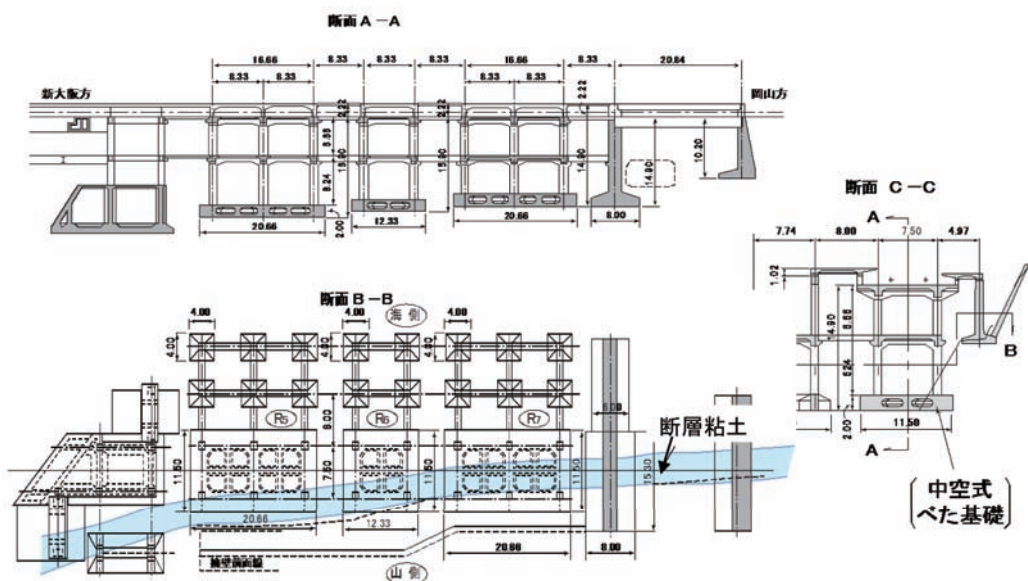


図3 新神戸駅での高架橋スパン割り

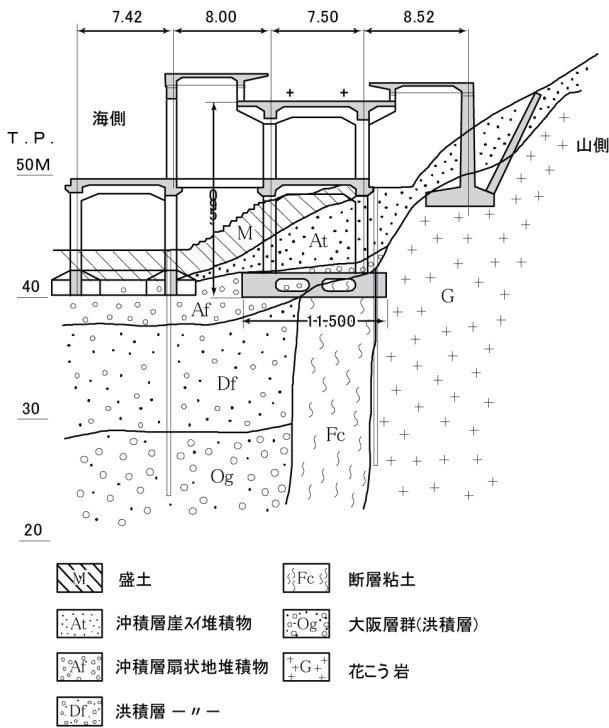


図4 高架橋断面と断層

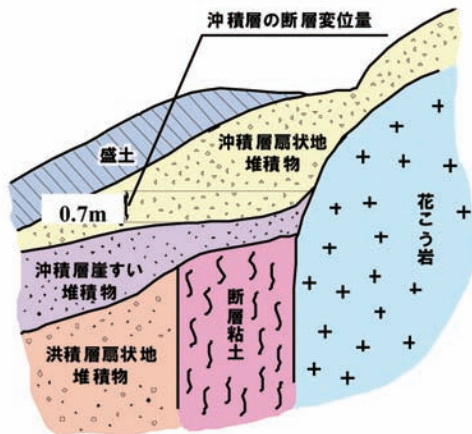


図5 断層の位置と変位量

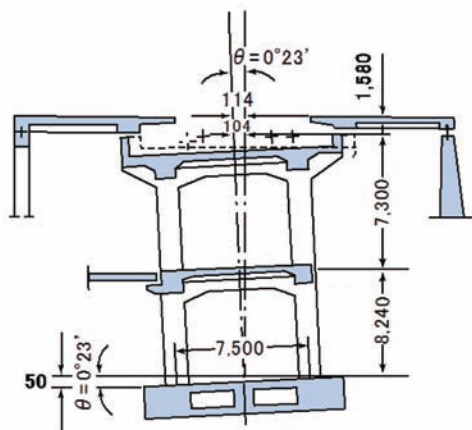


図6 高架橋の不同沈下による線路の変形量

(1) 高架橋スパン割：

駅設備の関係から、構造形式はラーメン高架橋とすることが要求された。線路直角方向については、図7に示すように山側のホーム部分と海側のホーム部分、そして断層粘土層を跨ぐ地層で支持される本線高架橋部分とそれぞれ分離し、支持地盤の相違や断層変位に対応できる構造としている。線路方向については、図3および写真3に示すように、山側の花崗岩で支持される部分が全くないR5、一隅のみが花崗岩で支持されるR6、全長にわたって花崗岩で支持される部分となるR7に分割され、地盤の不均一や断層の変位により生じる不同沈下に対応しやすい形式となっている。なお、ラーメン高架橋間の単純桁は、流下するおそれのある土砂流の障害を考慮して20m スパンが採用されている。

(2) ホームと本線ラーメンとの接続形式：

地盤の不均一や断層の変位により、本線ラーメンが11.4cmの水平変位（ホーム面高さ）を生じると予測される。一方、本線ラーメンが変位しても線路はバラスト構造であり、線路中心を原位置に保つように保守することは可能である。ホームラーメンは山側、海側とも大きな変位はないものと考えられるので、本線ラーメンがホームラーメンに対して自由に変位できるように接続しておけば、変位後に線路とホームとの位置関係をもとに戻すことが可能である。そこで、図8に示すように、(a)可動部分は滑動・回転が自由、(b)ヒンジ部分は回転が自由な支承とし、予想される本線ラーメンの変位量に十分対応できる構造となっている。

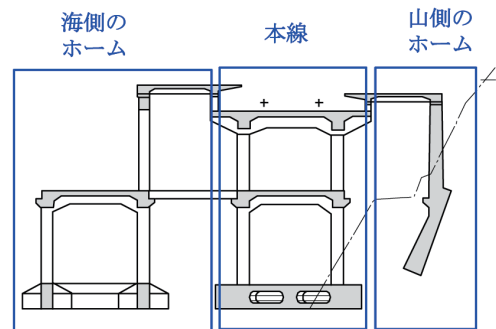
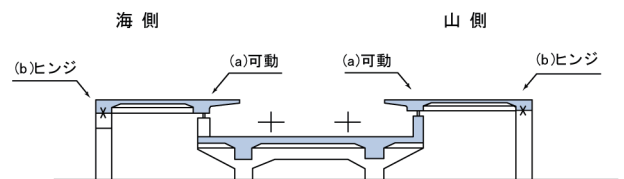


図7 高架橋横断部の構造形式



可動部は本線ラーメンの海側への移動150mm程度に対応できる

図8 ホームと本線ラーメンとの接続構造

3.2 構造物の応力へ与える影響への対応

本線高架橋の支持地盤は、花崗岩、断層粘土層、沖積層の3種にまたがり、その性状は著しく異なる。地盤反力状態を図9に示す。地盤反力の差は図9(a)に示す形状に変位する場合が最大となり、図9(b)に示す場合が最小となる。このような地盤の特殊条件から生じる応力を主として基礎で負担するため、基礎は強度および剛性を大きく確保することとし、中空式である大形の直接基礎形式が採用された。

これにより基礎の剛比は列車を支持する上部構造(上層梁・スラブ、柱)に対して極めて大きく、地盤変位による基礎の応力変動は上部構造に対してほとんど影響しない結果となっている。

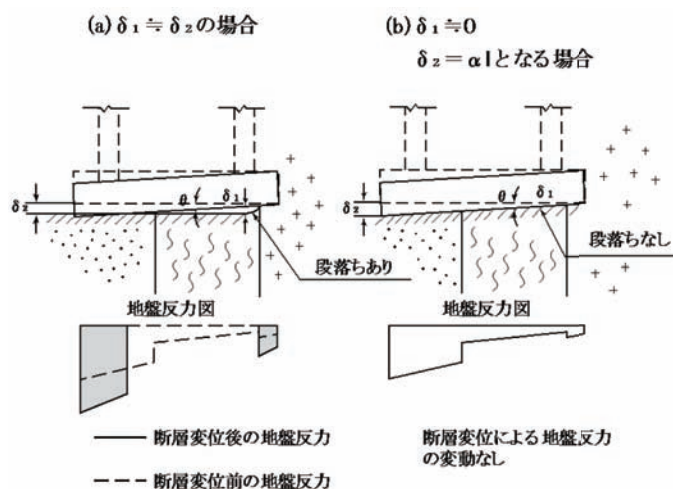


図9 断層をまたぐ基礎の地盤反力状態

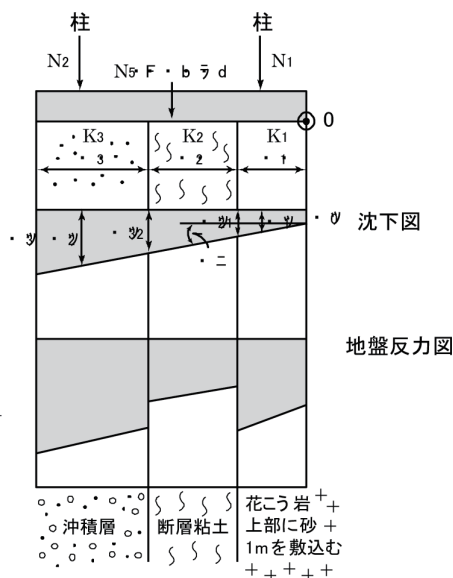


図10 基礎の沈下量・傾斜角

このように極めて特異な設計施工は、当時の国鉄構造物設計事務所をはじめとする技術陣の技術力があってこそ成し得たものと考えられる。当時の高架橋施工風景を写真3に示す。

4 兵庫県南部地震時の状況

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震による新神戸駅構造物の被害は、生田川に架かるホーム桁および本線桁の一部が損傷したことに加え、ホームの不陸や軌道の不整があったものの、他の新幹線構造物に比べて軽微であった(図11参照)。こ



西高架橋 (S.45-12)



西高架橋 (S.46-6)

写真3 西高架橋施工風景

のように、各桁の支承部に僅かな変状等が確認されたが、いずれも支承の機能を阻害するほどのものではなかった。これらのことから推察すれば、設計当初に想定した地震時被害は妥当なものであったと思われる。すなわち、地盤変形に配慮した構造物の選定と、単純桁を多用した上部工が兵庫県南部地震において、その被害を小さく抑えたものと考えている。



図 11 兵庫県南部地震による状況：新聞記事⁵⁾

5 現在の状況

新神戸駅は昭和 47 (1972) 年の開業後、駅直下から市の中心地に向かって流れる生田川沿いに形成された雄大な都市軸に沿った神戸市街地北側地区の発展に貢献した。開業当初は他線との接続はなかったが、昭和 60 (1985) 年の神戸市営地下鉄山手線(大倉山～新神戸間)、昭和 63 (1988) 年の北神急行電鉄(新神戸～谷上間)の開業により、同市中心市街地への交通アクセスが向上した。さらに、平成 18 (2006) 年の神戸空港開港に合わせてポートライナーが延伸され、新神戸～三宮～神戸空港の南北軸(図 12 参照)が完成した現在、神戸市の北の玄関口として、ますます重要な役割を果たしている。

兵庫県南部地震の震災被害を乗り越えた高架構造物は、現在高架下開発(写真 4)に活用されている他、プラットホーム屋根上に駅の熱負荷低減を目的

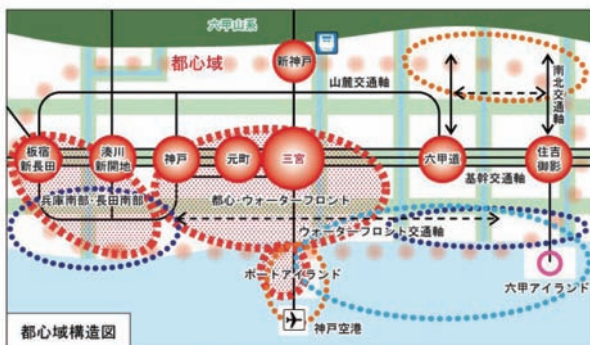


図 12 神戸の東西および南北軸⁶⁾

とした散水設備(写真 5)が設けられるなど、これからの時代に対応する新たな駅として発展を続けている。



写真 4 高架下開発状況



写真 5 新神戸駅屋根散水設備

6 おわりに

山陽新幹線新神戸駅における活断層に配慮した高架橋の構造計画を紹介した。兵庫県南部地震による損傷は生じたものの、設計当初より活断層の地盤変形を考慮した高架橋の接続形式の工夫により被害を最小に抑えることができた。本事例が今後の活断層に対応した構造計画や設計の参考になれば幸いである。

最後に、建設ときに国鉄新幹線工事局にて新神戸駅を工事区長としてご担当された元ジェイアール西日本コンサルタント(株)社長の星野鐘雄氏には、本稿作成にあたり多大なるご指導をいただいた。深謝いたします。

〈参考文献〉

- 1) 星野鐘雄：山陽新幹線新神戸駅における活断層対策，関西活断層シンポジウム，災害科学研究所，2010.5
- 2) 森重龍馬：山陽新幹線の特殊工事（土と基礎に関連して），構造物設計事務所資料，日本国有鉄道，1970
- 3) 国土地理院：都市圏活断層図，2013.10
- 4) 星野鐘雄：山陽新幹線特集②神戸工事区の思い出，日本鉄道施設協会誌，2015.5
- 5) 「被害最小限ですんだ」『産経新聞』，1995.2.13，夕刊
- 6) 神戸市都市計画マスタープラン（概要版），2011.3.p6

我が国鉄道システムの 海外展開について

たなか ゆうき
田中 佑樹*

Key Word

トップセールス, (株) 海外交通・都市開発事業支援機構, 国際標準化

1 はじめに

国土交通省では、「日本再興戦略改訂 2015 - 未来への投資・生産性革命 -」（平成 27 年 6 月閣議決定）や「インフラシステム輸出戦略（平成 27 年度改訂版）」（平成 27 年 6 月決定）に基づき、鉄道システムをはじめとする我が国のインフラ輸出に積極的に取り組んでいます。

我が国鉄道システムの海外展開を行うことは、相手国の経済・社会の発展に寄与し、二国間関係の強化に資することはもとより、地球環境問題改善へ大きく貢献することとなります。また、海外市場における競争を通じ、技術力やコスト競争力を向上させていくことは、我が国鉄道産業の維持発展の観点からも重要です。

本稿では、海外展開に向けた我が国の取り組みについて紹介したいと思います。

2 取り組みの基本方針

鉄道の海外展開に当たっては、我が国の鉄道の強みを生かし、相手国のニーズに応える形でインフラシステム輸出を推進することが重要です。

我が国鉄道システムの強みは大きく 3 点に集約されます。1 点目は、安全性・信頼性とライフサイクルコストです。昨年、東海道新幹線開業 50 周年を迎えた新幹線は、開業以来、乗客の死傷者ゼロという高い安全性を誇り、また平均遅延時間は 1 分未満という高い信頼性を維持しています。また、軽量な車両や小さな土木構造物により、建設・維持管理・運営コストなどを低減することが可能となります。2 点目は、技術やノウハウです。我が国は、車両、信号、運行システムにおいて、世界トップレベルの

技術力を誇っています。そして 3 点目は、駅周辺や沿線との一体開発です。都市開発や、駅ナカの商業施設運営等の鉄道全体の価値を高めるノウハウを保持しており、各国から高い関心が寄せられています。

これらの強みを生かした海外案件の受注拡大に向け、トップセールス、金融支援の提供等、プロジェクトの川上から川下までシームレスな取り組みを官民一体、オールジャパンの体制の下に推進します。その際、相手国とは綿密な意思疎通を図り、先方のニーズを把握し、選好される提案を実施します。そして、単なる我が国鉄道インフラの海外展開にとどまらず、相手国の技術、人材を育成し、鉄道文化を育て、ひいては、相手国の経済・社会の発展に貢献することを目指します。

また、これらシームレスな取り組みと並行し、海外展開の拡大に向けた環境整備を図るため、鉄道技術・規格の国際標準化や途上国の技術基準策定支援を推進します。

3 トップセールス

我が国鉄道システムの海外展開を推進する上で、相手国の理解や相手国政府等との間で太いパイプを構築することが必要不可欠となります。そのためには、官民一体となったトップクラスでの働きかけが非常に重要であり、安倍首相、太田国土交通大臣等によるトップセールスを積極的に実施しています。

次項では、主なトップセールスの実績をはじめ、各国で進む具体的なプロジェクトの現状について、概観します。

*国土交通省 鉄道局 国際課

4 各プロジェクトの動向

(1) マレーシア・シンガポール

マレーシア・シンガポール間の高速鉄道計画については、クアラルンプール～シンガポール間約350kmを約90分で結ぶ計画であり、両国首脳間の合意に基づき進められています。本年5月に両国首脳間で実施された会談において、当初掲げていた2020年の開業予定時期は再考されることとなり、新しい開業予定時期は本年末に公表される見込みです。

我が国は、安全性、信頼性、定時性に優れた新幹線システムが本高速鉄道計画において採用されるよう、安倍総理及び太田国土交通大臣をはじめ様々なレベルでマレーシア政府に対する働きかけを行っております。

昨年8月には、太田国土交通大臣がマレーシアを訪問し、高速鉄道計画を担当するサイド・ハミド陸上公共交通委員会議長、リオ運輸大臣、ワヒド首相府大臣等との会談し、高速鉄道計画についてのトップセールスを実施しました(写真-1)。本訪問では、政府関係機関の他、国内の関係企業も同行し、官民一体として取り組む姿勢を先方政府にアピールしました。さらに、9月には、訪日したシンガポールのルイ運輸大臣と、10月には、訪日したサイド・ハミド陸上公共交通委員会議長と会談を実施しました。

11月には、マレーシアにて高速鉄道セミナーを開催しましたが、その機会を捉え、同国を訪問した西村国土交通副大臣がサイド・ハミド陸上公共交通委員会議長、ワヒド首相府大臣、アジズ運輸副大臣等に対し、トップセールスを実施しました。サイド・ハミド陸上公共交通委員会議長からは、我が国の官民一体となったこれまでの取り組みに対する評価に加え、本セミナーを通じた高速鉄道に関する国民の理解を高める取り組みについての感謝が述べられました。

本年1月には、西村国土交通副大臣がシンガポールを訪問し、高速鉄道セミナーの開催により、新幹線への理解促進を図りました。また、ジョセフィン・テオ財務兼運輸担当上級国务大臣と会談し、新幹線の高い安全性や信頼性、ライフサイクルコストの重要性などについて働きかけを実施しました。

3月には、太田国土交通大臣が第3回国連防災世界会議(於：仙台)に出席するために訪日したマレーシア・ムヒディン副首相と会談し、我が国の官民が一体となって支援していく考えであることを表明しました。

本年5月には、ナジブ首相夫妻、リオ運輸大臣他が訪日し、日馬首脳会談を実施するとともに、新幹

線への乗車を体験しました。日馬首脳会談において、安倍首相から新幹線の導入に対する強い期待を伝達したところ、ナジブ首相からは、高速鉄道について、国際入札が行われることとなるが、その際には日本が高い競争力を有する入札者となると信じている旨の発言がありました。

本年7月には、太田国土交通大臣が、サイド・ハミド陸上公共交通委員会議長と会談を行い、トップセールスを実施しました。太田大臣より我が国の支援策について述べ、同議長からは、日本の新幹線が優れていることはよく理解している旨の発言がありました。本プロジェクトへの新幹線システムの採用に向け、今後も引き続き関係機関等と連携して積極的な働きかけを継続して参ります。



写真-1 ハミド議長と太田大臣の会談

(2) インド

インド政府は高速鉄道計画について、ムンバイ～アーメダバード間の優先整備を計画しており、2013年5月の首脳会談において、同路線の日印共同調査実施が決定し、同年12月より調査を開始しました。

昨年9月には、安倍首相が公賓として訪日したモディ首相との首脳会談を実施し、日本の新幹線システム導入についてのトップセールスを行いました。モディ首相からは、調査実施に対する感謝が述べられました。さらに、太田国土交通大臣とモディ首相の会談を実施し、新幹線システムの安全性や信頼性についてアピールを行いました(写真-2)。同月下旬には、太田国土交通大臣がインドを訪問し、高速鉄道計画を担当するゴウダ鉄道大臣等との会談を実施し、ゴウダ鉄道大臣からは、高速鉄道の早期実現に対する強い意欲が示されました。

本年2月には、北川国土交通副大臣がインドを訪問し、日本の新幹線の優位性・整備効果、インド高速鉄道整備への日本の協力姿勢をアピールする高速

鉄道セミナーを開催しました。また、鉄道省のシンハ閣外大臣との会談を実施し、ムンバイ～アーメダバード間高速鉄道への新幹線の導入を働きかけるとともに、技術面・資金面・運営面での日本の協力のあり方について意見交換を実施しました。

本年6月には両国の緊密な協力により当初の予定通り、日印共同調査が完了しました。今後も、本プロジェクトへの新幹線システムの採用に向け、両国間の協力を加速化して参ります。



写真-2 モディ首相と太田大臣の会談

(3) タイ

昨年8月に発足した暫定政権は、2011年にインラック政権が発表したバンコクを中心とした4路線、総延長約1,400kmの高速鉄道整備構想にかかわる新たな鉄道整備計画の策定を開始しました。

昨年11月、太田国土交通大臣は、訪日したプラユット副首相との会談を実施し、鉄道整備に関して、更に両国の協力を深めていくことで一致しました。

また、本年2月には、太田国土交通大臣は、プラユット首相と共に訪日したプラジン運輸大臣との間で、鉄道分野における協力に関する覚書に調印しました。覚書では、在来線の改良、標準軌の新線整備によるバンコク～チェンマイ間やメーソート～ムクダハン間を含むタイ全土の鉄道整備に関する協力可能性の追求、南部経済回廊の鉄道整備に係る調査研究についての協力、バンコクの都市鉄道計画についての技術貢献への期待、大臣級の共同運営委員会を設立することなどが盛り込まれました。

同日、安倍首相とプラユット首相による首脳会談においても、鉄道協力に関して具体的協力を進めていくことで一致しました。

さらに本年5月には、鉄道協力の具体的内容を取りまとめた新たな鉄道協力覚書に署名しました(写

真-3)。覚書では、バンコク～チェンマイ間高速鉄道に関し、日本の高速鉄道技術(新幹線)の導入を前提とした詳細な事業性調査や事業スキーム等を日タイ間で協議すること、南部経済回廊について、沿線の鉄道の改良、整備等に関する協力を推進するための事業性調査等の実施、上記路線の他に、メーソート～ムクダハン路線、貨物輸送サービス効率化、都市鉄道整備等に関する協力も推進、協力事業の実施を促進するため、人材育成等の技術協力を実施することなどが盛り込まれました。

タイへの売り込み等の成果として、2013年11月、バンコク都市鉄道のパープルラインにおいて、日本企業連合が、車両や信号、軌道等の地上設備の供給・保守請負業務を受注しました。本案件は、バンコクの都市鉄道で、日本製の車両が初めて導入されることになるとともに、鉄道事業者による海外プロジェクトへの事業参画が初めて実現した案件であるという点において、大変画期的な事例です。

タイの鉄道分野において、我が国の技術・経験を活かせるように、今後とも様々な場を通じて両国間の協力を強化して参ります。



写真-3 プラジン運輸大臣と太田大臣の会談

(4) 米国

サンフランシスコやロサンゼルス等を結ぶカリフォルニア州高速鉄道計画が策定されており、初期工費等を確保するための州債発行に関する法案が議会で可決され、米国連邦鉄道局が一部区間の建設着工を承認し、2013年8月より、一部区間において土木工事が開始されました。今後車両等の調達が進められる見通しですが、本調達には、我が国企業が関心表明を行っている一方、欧州や中国等の世界各国の有力企業からも関心表明が行われており、厳しい競争を勝ち抜かなければならない状況にあります。

このような状況の中、本年4月、鈴木国土交通大臣政務官がカリフォルニア州を訪問し、カリフォルニア高速鉄道フォーラムを開催し、政府要人等と会談し意見交換を実施しました。

また、米国に対しては、我が国の最先端技術である超電導リニアの導入に向けた働きかけを行っています。

国土交通省は、今後も様々なチャネルを通じて、我が国鉄道システムについての理解深化に向けた働きかけや信頼関係の醸成を行い、米国との協力関係を維持・発展させて参ります。

(5) ベトナム

ベトナムには、ハノイとホーチミンを結ぶ延長約1,600kmの南北高速鉄道計画があります。ベトナム政府の要請を受け、(独)国際協力機構(JICA)がF/S調査を実施し、2013年8月にベトナム側に最終報告書を提出しました。ベトナム交通運輸省は、同報告書を検証して、今後の高速鉄道等の整備計画をまとめた「鉄道発展計画」を首相府に提出しており、本年2月に首相が承認を行いました。我が国としては今後の動向を注視しつつ、ベトナムにとって最も適した鉄道プロジェクトの実現に向けて協力して参ります。

また、同国では、旺盛な都市の成長を背景に、ハノイ市、ホーチミン市において、都市鉄道の計画も進められており、我が国としては、引き続き円借款の供与をはじめ、技術面での協力や運営ノウハウの提供等を実施して参ります。自動運賃収受(AFC)システムの導入支援に関しては、昨年5月に、国土交通省鉄道局とハノイ市交通局の間でベトナムAFCシステムに係る技術協力の覚書を締結しました。さらに、本年1月には、東京にて交通次官級会合を開催し、今後の協力関係についての意見交換等を実施しました。

(6) ミャンマー

ミャンマーには、主要都市ヤンゴンと首都ネーピードーを経由し、中部の主要都市であるマンダレーを結ぶ約600kmの幹線鉄道やヤンゴン市内を環状で結ぶ鉄道について、軍政下において十分な投資が行われなかったことにより、施設の老朽化が進んでおり、早急なりハビリや近代化が必要とされています。

2013年6月、同国鉄道近代化に向けたロードマップを提案するとともに、鉄道運輸省との間で陸上輸送分野における協力覚書の調印を行いました。また、太田国土交通大臣がミャンマーを訪問してタン・

テー鉄道運輸大臣と会談し、同月の首脳会談では、鉄道整備等の支援のための円借款供与が決定されました。

昨年4月には、タン・テー鉄道運輸大臣を招へいし、太田大臣が会談を実施しました。また、6月には、第2回日ミャンマー高級実務者会合を開催し、日本の協力案件の進捗状況及び今後の進め方について意見交換を行いました。9月には、「ヤンゴン・マンダレー幹線鉄道整備事業」フェーズ1(ヤンゴン・タウングー間)の第1期分について、円借款貸付契約の調印を行いました。

そして本年7月には、日ミャンマー首脳会談において、ヤンゴン環状線の円借款供与を表明しました。

今後も、次官級会合の開催等を通じて、協力関係を維持・発展させて行くとともに、ヤンゴン環状線の円借款供与に向けて、引き続き取り組んで参ります。

(7) インドネシア

インドネシアの首都ジャカルタでは、円借款による都市鉄道の整備計画が進められており、土木工事や車両供給等、日本企業が受注をしております。国土交通省としては、我が国の鉄道分野における技術・経験を活かしながら、両国間の関係を強化していきたいと考えています。

(8) 英国

英国には、ロンドン～バーミンガム等を結ぶという高速鉄道整備計画(「High Speed 2」)があり、2026年の開業を目指しています。

昨年1月、本計画を遂行するHS2社からの依頼により、我が国企業がコンサル契約を締結し、技術面等での協力を行いました。国土交通省としては、要人訪日の際に、新幹線への試乗や運行管理施設の視察等を通じた体験機会を提供し、我が国新幹線システムへの理解促進を図るべく積極的な働きかけを行っています。また、本年3月には、ロンドンにて開催された第10回日英鉄道協力会議において、我が国新幹線の安全性等についてのアピールを実施しました。

日英の鉄道関係は、我が国企業が進出する等、大変緊密なものとなっております。国土交通省としては、引き続き、英国との協力関係を維持・発展させていきたいと考えています。

(9) スウェーデン

スウェーデンでは、冬季における雪害への鉄道の対策が問題となっているとともに、ストックホルム

から伸びる西部幹線（ストックホルム～ヨンショッピン～ヨーテボリ間）及び南部幹線（ストックホルム～ヨンショッピン～マルメ間）の高速鉄道計画が策定され、このうち一部区間について、優先着工して整備する方針が同国政府より発表されました。

このような背景から、国土交通省は、2013年5月、日スウェーデン鉄道協力覚書を締結し、鉄道に係る交流及び協力を実施してきました。昨年4月には、東京にて高速鉄道セミナーを開催し、同国の鉄道政策、鉄道産業、高速鉄道プロジェクト等についてのプレゼンが行われました。

本年5月には、覚書に基づく人的交流（7月末まで）や、日スウェーデン鉄道協力会議と併せて、両国間のビジネスフォーラムを開催しました。今後とも、覚書や行動計画に基づき、両国間のビジネス交流を促進するとともに、スウェーデンとの緊密な協力関係を維持・発展させていきます。

（10）ブラジル

昨年7月、リオデジャネイロ州交通局より国土交通省に対して、都市間輸送を担うリオデジャネイロ近郊鉄道の安全・安定輸送実現に向けた協力要請がありました。これを受け、国土交通省として、同近郊鉄道の改善に関する調査を実施したところであり、今後は同調査結果に基づき、具体的な改善に向けた協力を推進して参ります。

5 株式会社海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）の創設について

昨今、鉄道をはじめとする各国のインフラ案件は、民間の事業参画や資金を期待する民間活用型が増加しています。他方で、インフラ事業には大きな初期投資や需要リスク等といった特性があります。そこで、国土交通省は、我が国企業の海外市場への参入を促進するため、出資と事業参画・運営支援を一体的に行う株式会社海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）を昨年10月に設立しました。

本機構は、現地事業者に対して、①民間との共同出資 ②役員・技術者の派遣 ③事業に関する相手国との交渉などの支援を行います（図-1）。これらの支援を提供することにより、我が国企業の海外進出をより一層後押しして参りますので、是非積極的なご活用を頂きたいと思ひます。

6 規格の国際標準化等への対応

我が国鉄道システムの海外展開においては、欧州

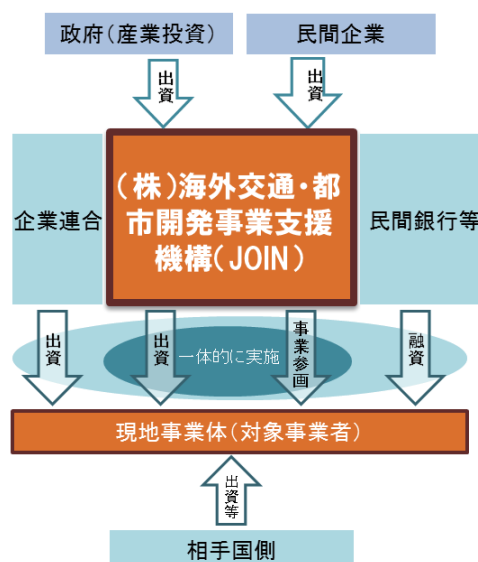


図-1 株式会社海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）の事業スキーム

が欧州規格の国際標準化を積極的に推進する中、我が国の優れた技術が国際規格から排除されると、我が国鉄道技術の海外展開に当たって大きな障害となる可能性があるなど、鉄道分野における国際競争力へ大きな影響を与えることから、我が国鉄道技術の国際標準化を積極的に推進することが重要となります。

2012年に設立された国際標準化機構（ISO）の鉄道分野専門委員会（TC269）において、新規規格の提案や委員会の運営に中心的な役割を担う等の成果を上げており、引き続き、国際電気標準会議（IEC）の鉄道分野専門委員会（TC9）とともに、国際標準化の推進を図って参ります。

さらに、2012年、我が国初の鉄道分野における国際規格の認証機関となった（独）交通安全環境研究所は、認証室設立以来、着実に認証実績を積み重ねており、引き続き認証対象規格の拡充等その機能の強化を図って参ります。

7 おわりに

昨年、東海道新幹線開業50周年という節目の年を迎え、高い安全性と信頼性を有する我が国鉄道システムに対し、世界中から注目が集まり、期待がより一層高まっています。一方で、我が国鉄道システムの海外展開を取り巻く環境は日々変化しています。世界中の競合国との熾烈な競争を勝ち抜くために、我が国はより一層取り組みを強化する必要があります。そのためには、官民すべての関係者が連携することが必要不可欠となります。今後とも、皆様方のご支援ご協力をお願いいたします。

中央新幹線（品川・名古屋間）の概要

ふたむら とおる*
二村 亨*

Key Word 中央新幹線, 路線計画, 構造物計画

1 はじめに

中央新幹線については、全国新幹線鉄道整備法(以下「全幹法」という。)に基づき、平成23年5月に国土交通大臣が整備計画を決定し、当社に対して建設の指示を行った。これを受けて、当社は、第一局面として進める東京都・名古屋市間において、環境影響評価法に基づき、環境アセスメントの手続きを進め、昨年8月に最終的な環境影響評価書(以下「評価書」という。)を国土交通大臣及び関係自治体の長に送付するとともに、公告した。また、環境アセスメントの手続きと並行して、全幹法に基づく工事実施計画の認可申請に必要な準備を進め、評価書の送付と同日に、国土交通大臣に対し中央新幹線品川・名古屋間の工事実施計画(その1)の認可申請を行い、10月に認可を受けた。

その後、沿線の全市区町村において中央新幹線に関する理解を一層深めていただくための事業説明会を開催するとともに、12月に、品川駅、名古屋駅において、全線での工事の安全を祈願し、かつ安全な工事遂行を誓うという意味を込めて工事安全祈願式を執り行い、準備工事に着手した。

以下、この中央新幹線(品川・名古屋間)の路線や構造物について概説する。

2 路線

中央新幹線(品川・名古屋間)は延長286kmであり、直線的な線形が特徴である(図-1)。以下に、環境アセスメントの手続きの中で、路線を選定した際に考慮した事項を記す。

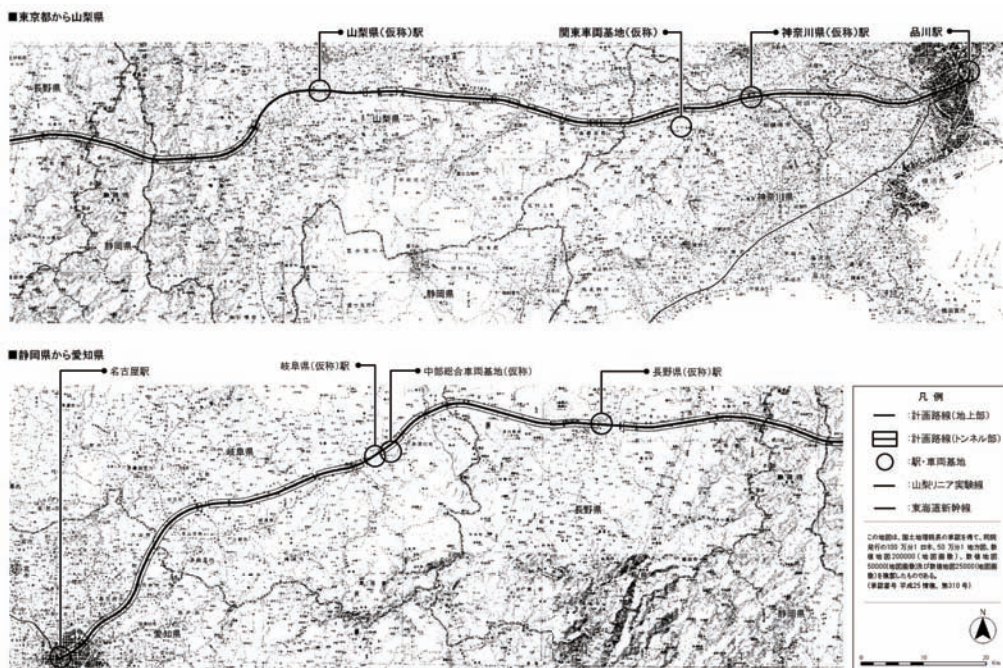
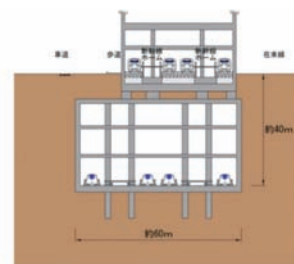
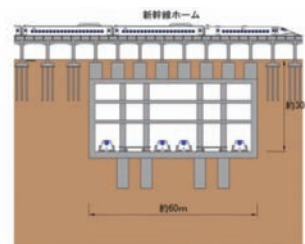


図-1 中央新幹線(東京都・名古屋市間)の路線概要図



品川駅の概要



名古屋駅の概要

図-2 ターミナル駅の概要

*東海旅客鉄道株式会社 中央新幹線推進本部 企画推進部 担当部長

■超電導リニアの技術的制約条件

- 3km 幅の中で、超電導リニアの超高速性を踏まえ、出来る限り短い距離で結ぶことを基本とする。
- 主要な線形条件として、最小曲線半径は 8,000m、最急勾配は 40% で計画する。
- 大深度地下の公共的使用に関する特別措置法に基づき大深度地下を使用できる地域において出来る限り大深度地下を使用する計画とする。

■地形・地質等の制約条件

- 活断層は、回避する、もしくは、やむを得ず通過する場合は通過する延長を出来る限り短くする。また、近接して並行することは避ける。
- トンネル坑口は地形・地質的に安定した箇所を選定する。
- 地上部で交差する主要河川は、約 60 度以上の交差角とすることを基本とする。

■環境要素等による制約条件

- 生活環境、自然環境、水環境、土壌環境、文化財等に対する影響を出来る限り小さくする。
- 生活環境保全の面から、市街化・住宅地化が進展している地域を出来る限り回避する。
- 自然環境保全の面から、自然公園区域等について回避、もしくは、やむを得ず通過する場合でもトンネル構造とすることで、出来る限り配慮する。

3 駅・車両基地等

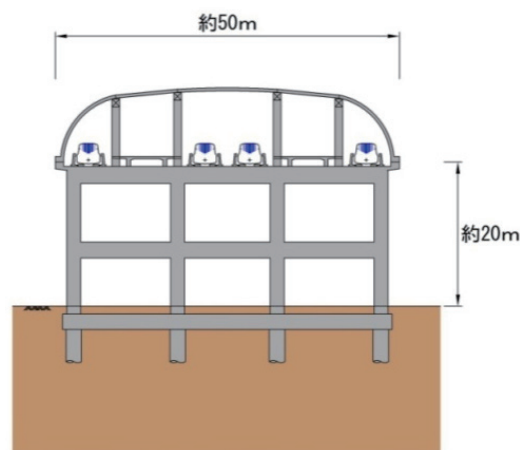
品川・名古屋間のターミナル駅は、品川駅（東海道新幹線品川駅の地下）、と名古屋駅（東海道新幹線名古屋駅の地下）である（図-2）。その他、中間駅として、神奈川県に地下駅、山梨県、長野県、岐阜県に地上駅を設置する（図-3）。また、車両基地は神奈川県と岐阜県に1箇所ずつ計画し、沿線には変電施設を10箇所、保守基地を8箇所計画している。

4 都市トンネル

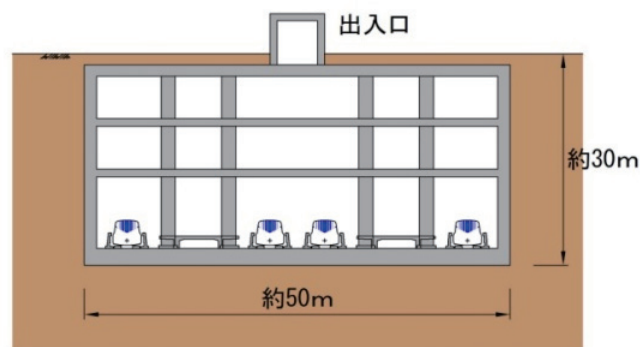
4-1 計画概要

都市トンネルは、品川駅から東京都港区、品川区、大田区、世田谷区、神奈川県川崎市、東京都町田市を經由し、神奈川県相模原市の相模川左岸に至る首都圏の区間と、愛知県春日井市から名古屋駅に至る中京圏の区間がある。

都市トンネルは、品川駅、名古屋駅、神奈川県相模原市に設置する地下駅部を除き、主にシールド工法により施工する計画である。また、大深度地下の



中間駅（地上）の概要



中間駅（地下）の概要

図-3 中間駅の概要

公共的使用に関する特別措置法に基づき、大深度地下を使用できる地域において、出来る限り大深度地下を使用する計画とするため、駅部周辺を除き、地下 40m 以深を通過する。

また、トンネル施工にあたり、シールドマシンの発進、到達地点とすることや、供用時のトンネル内の換気及び異常時の避難等の観点から、概ね 5km 間隔で、直径約 30m の非常口（都市部）を設ける計画である。

4-2 標準断面

都市トンネルの標準的な断面図は図-4 の通りである。その断面は、超電導リニアの超高速性から、内空有効断面積（トンネル内の列車の走行する空間の内空断面積からトンネル内構造物の断面積を引い

た面積)を在来新幹線と比較して約2割大きい断面としており、トンネル径は約13mである。

一方、直径約30mの非常口(都市部)内部には、供用時のトンネル内の換気を行うための換気施設を配置する。換気施設内には、換気設備及び消音設備のほか、微気圧波及び低周波音等への対策として多孔板を、列車通過時の風圧対策として開閉設備を設置するとともに、異常時の避難用のエレベーター及び階段を設置する。これら非常口(都市部)の概要は図-5の通りである。

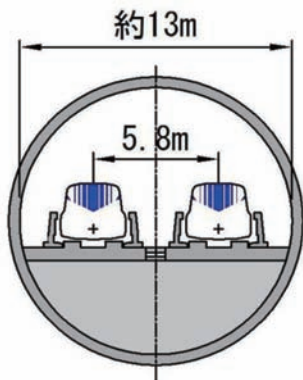


図-4 都市トンネル標準断面図

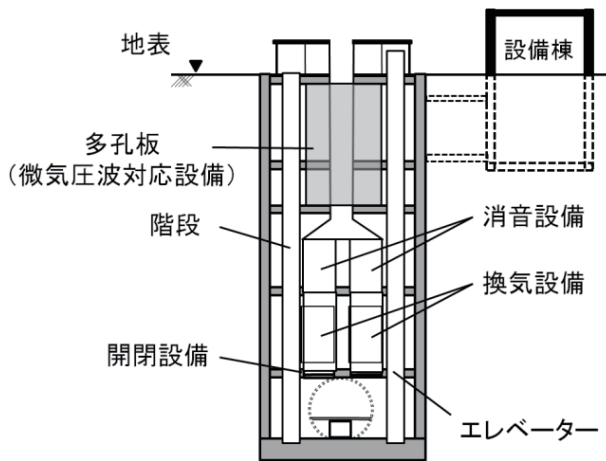


図-5 非常口(都市部)設備概要図

4-3 首都圏のトンネル計画

品川駅から相模川左岸の都市トンネル坑口まで、延長約40km(神奈川県駅部を含めて)連続するトンネルであり、縦断線形は図-6の通りである。途中、神奈川県相模原市の橋本駅付近に地下駅、川崎市宮

前区梶ヶ谷の非常口周辺の大深度地下に保守用車留置施設を計画している。

非常口は9箇所計画しており、川崎市宮前区梶ヶ谷の非常口においては、トンネル発生土の運搬について、鉄道貨物を活用して臨海部に運搬することで、環境、地域交通等への影響を低減する計画である。

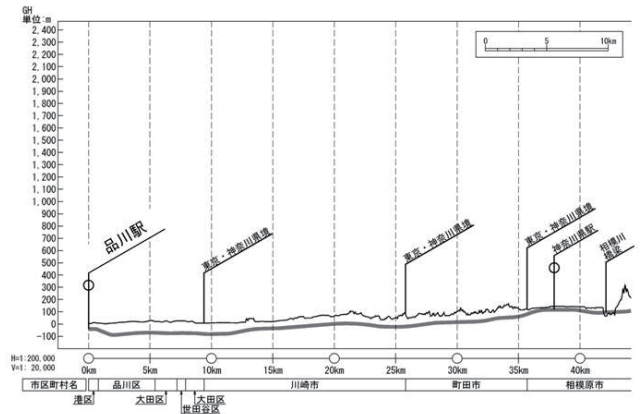


図-6 東京都及び神奈川県の縦断線形

4-4 中京圏のトンネル計画

中京圏における路線は、岐阜県と愛知県の県境付近から名古屋駅までをできる限り直線に近い路線で結んでいる。愛知県内の縦断線形は図-7のとおりであり、非常口は4箇所計画している。

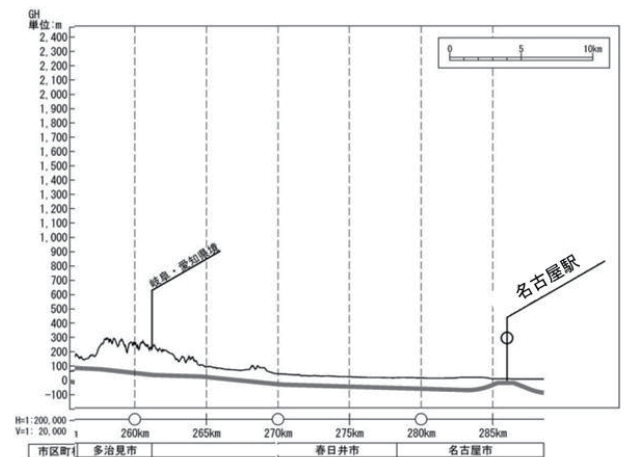


図-7 愛知県の縦断線形

5 山岳トンネル

5-1 計画概要

山岳トンネル区間は、神奈川県の関東山地及び丹沢山地、山梨県の巨摩山地、山梨県・静岡県・長野県の3県にまたがる南アルプス、長野県の伊那山地、長野県と岐阜県にまたがる中央アルプス、岐阜県から愛知県にかけての丘陵部である。

山岳トンネルの多くは、山を深く刻んだ溪谷間にそびえる急峻な山を貫く計画であり、中でも南アルプスと中央アルプスにおいては、延長が約20kmを超える長大トンネルを計画している。

5-2 標準断面

山岳トンネルの標準的な断面図は図-8の通りである。その内空有効断面積は、シールドトンネルと同様、超電導リニアの高速性から、在来新幹線と比較して約2割大きい。

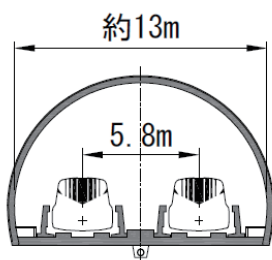


図-8 山岳トンネル標準断面図 (硬岩地山部分)

5-3 関東山地及び丹沢山地のトンネル群計画

神奈川県の山岳トンネルとしては、串川から道志川までの区間と道志川から山梨県安寺沢までの区間で計2本を計画している (図-9)。

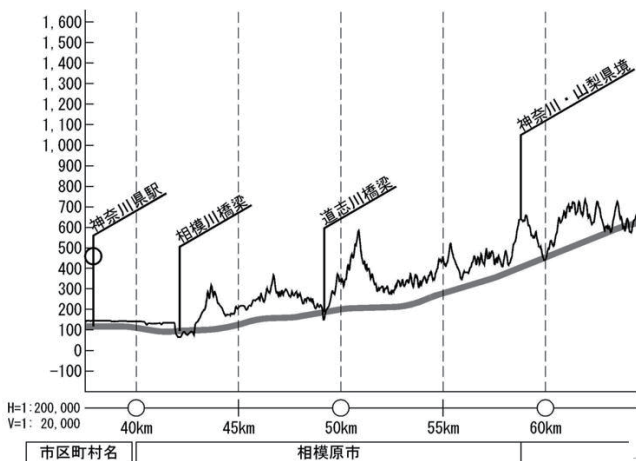


図-9 関東山地及び丹沢山地の縦断線形

地質は、関東山地については砂岩、頁岩から成る小仏層群が主体であり、丹沢山地は凝灰岩から成る丹沢層群を主体とし、その境界部には藤野木・愛川構造線が存在している。

東側のトンネル内においては、車両基地回送線の分岐部を設けるため、一部の区間において緩勾配とし、大断面とする計画である。分岐部の位置については、回送線の線形条件と地質条件から決定している。

5-4 巨摩山地のトンネル群計画

甲府盆地西端から早川までの巨摩山地においては、三枝川、畦沢川、小柳川との交差部を地上区間とし、その間は計4本のトンネルを計画している。(図-10)



図-10 巨摩山地の縦断線形

地質は、凝灰角礫岩及び頁岩から成る巨摩層群に比較的脆弱な櫛形山累層が介在している。

この区間は、甲府盆地から南アルプスに向かって急勾配が続く片勾配区間である。途中、小柳川周辺に設置する保守基地への回送線の分岐部をトンネル内に設けるため、最も西側に位置するトンネルの一部区間において緩勾配とし、大断面とする計画である。また、このトンネルは、中間地点において非常口(山岳部)を設置する適地がないことから、両坑口付近から掘削する計画としている。

5-5 南アルプスのトンネル計画

山梨県早川と長野県小渋川の間は約 25km のトンネルとなる。途中、大井川との交差部付近で土被りが比較的小さくなるが、それ以外では大土被りが連続し、最大では約 1400m となる (図-11)。

地質は、砂岩、粘板岩等からなる四万十層群と秩父帯中古生層である。



図-11 南アルプスの縦断線形

南アルプスにおいては、これまで山梨県内において2箇所、静岡県内において3箇所、長野県内において2箇所の長尺水平ボーリングを実施し、地質概要を把握してきたところであるが、急峻な山の深部の性状を直接確認できないことから、本坑に先行する先進坑を掘削するとともに、最先端の探査技術を用いて地質の状況を確認しながら工事を進めていく計画である。

南アルプストンネルの非常口(山岳部)は、山梨県内に2箇所、静岡県内に2箇所、長野県内に3箇所計画している。

5-6 伊那山地のトンネル計画

小渋川から天竜川左岸の段丘部までは約 15km のトンネル区間になる (図-12)。

地質は、中央構造線の東側は三波川変成岩類や御高鉾緑色岩(蛇紋岩など)などが分布し、中央構造線から西側にかけては鹿塩ミロナイト、領家帯古期花崗岩類が広く分布している。

小渋川との交差においては、地すべり地形を避け、南アルプスの土被りを極力小さくするため、地上構造とした。また、中央構造線の断層谷である青木川との交差においては、トンネル構造とした。

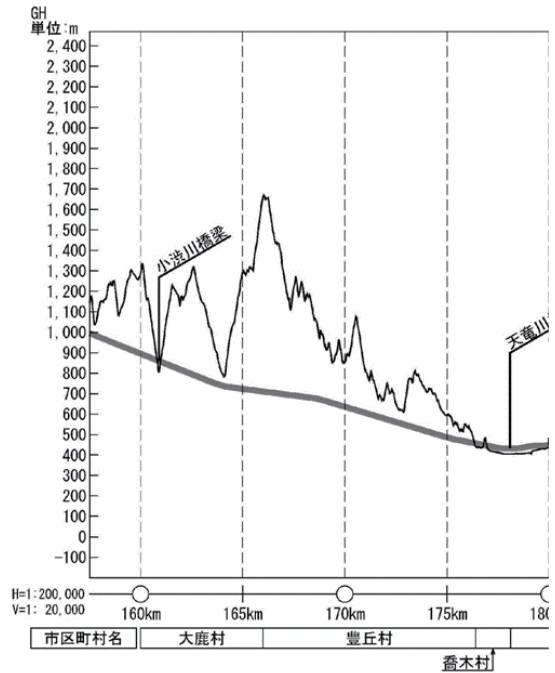


図-12 伊那山地の縦断線形

5-7 中央アルプスのトンネル群計画

天竜川右岸の河岸段丘部から松川までと松川から木曾川までがトンネル区間となる (図-13)。

地質について、天竜川河岸段丘部から松川にかけては天竜川本流の砂礫層の上に、天竜川に注ぎ込む河川の土石流堆積物が覆っている。松川から木曾川にかけては広く領家帯の新規花崗岩類が分布する。中央アルプスの中央部から西側においては、清内路峠断層、馬籠峠断層、阿寺断層などの活断層と交差する。

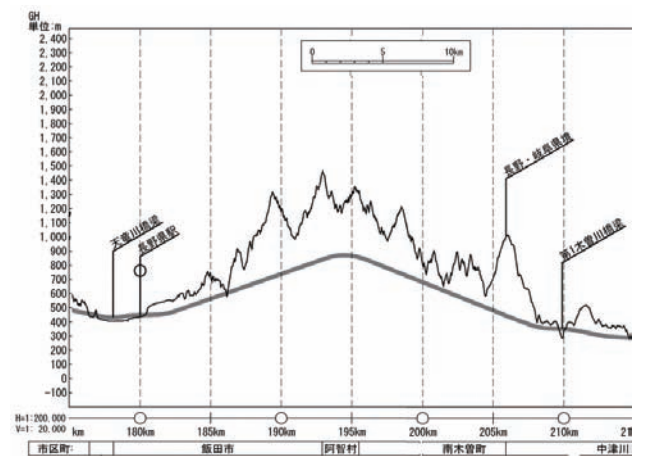


図-13 中央アルプスの縦断線形

長野県と岐阜県の県境付近では、北西 - 南東方向の阿寺断層と東西方向の屏風山断層が交差しており、中央新幹線の路線選定においては、その交差箇所を北に回避し、また、阿寺断層交差部では極力土被りが小さくなるように計画した。

5-8 岐阜県から愛知県の丘陵部のトンネル群計画

木曾川から岐阜県駅までの間では、トンネルが2本、岐阜県駅の西側においては、阿木川から恵那市武並までと、そこから御嵩町押山川まで、押山川から可児市大萱地区まで、東海北陸自動車道との交差点付近から愛知県春日井市の都市トンネル区間までの山岳トンネル区間が続く（図-14）。

地質については、中央アルプス区間と同様、領家帯の新規花崗岩類のほか、濃飛流紋岩類が分布している。土被りは最大でも約200m程度である。

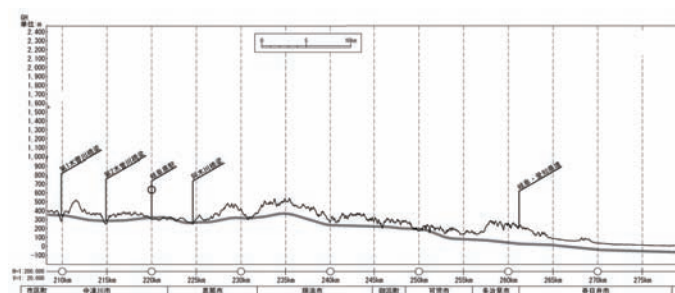


図-14 岐阜県から愛知県にかけての丘陵部の縦断線形

6 地上構造物

地上区間の総延長は約40kmであり、主な区間は、甲府盆地、伊那谷、東濃丘陵の一部のほか、相模川、木曾川、その他渓谷崖を形成する河川との交差点である。平地部においては、道路や河川と交差する箇所を除いて標準高架橋とし、それ以外においては、個別の橋りょうとする計画である。また、地上区間においては、超電導リニア特有の施設として、必要に応じて防音防災フードを設置する（図-15）。

7 おわりに

今後は、国土交通大臣より認可を受けた品川・名古屋間について、測量、設計、用地取得等を計画的に遂行する。このうち、中心線測量については、3月の名古屋駅近隣の場所を皮切りに、岐阜県、長野県でも始めており、また、工事の契約についても、南アルプストンネルの一部、品川駅、名古屋駅につづき、本線トンネル掘削の発進基地となる名古屋市内の名城非常口について、手続きを進めている。

このように中央新幹線計画は、計画から建設という新たな段階に入った。今後も工事の安全、環境の保全、地域との連携を重視しながら建設を進めていく。当社は責任ある建設主体として、関係機関のご協力をいただきながら、技術者の総力を挙げて取り組んでまいりたい。

〈参考文献〉

- 1) 中央新幹線（東京都・名古屋市間）環境影響評価書

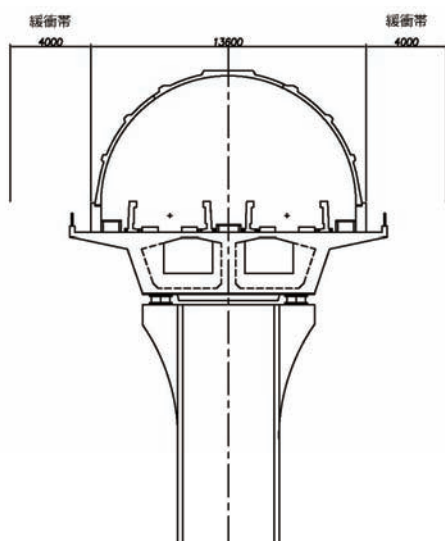


図-15 防音防災フード標準図

北陸新幹線の開業に沸く石川

はたなか のぶひで
畠中 信英*

Key Word 新幹線が春を連れてやってくる

1 はじめに

北陸新幹線の構想は、今からちょうど50年前の1965(昭和40)年、金沢市内で開かれた「一日内閣」(国政に関する公聴会)で、富山県砺波商工会議所の岩川毅会頭が、東京から北陸の富山・金沢を通過して大阪まで行く「北回り新幹線」を提唱したのが始まりです。出席された佐藤栄作首相も「面白い」と賛成されたそうです。しかし、この時から50年に及ぶ長い苦難が始まったのです。

1964年、東京オリンピック開催に合わせて開業した東海道新幹線、続く山陽新幹線の後、1970年、全国に新幹線を整備する法律ができました。翌71年につぎの新幹線をどこに造るかが話し合われましたが、決定したのは東北新幹線・上越新幹線でした。北陸新幹線は後回しになってしまったのです。1972年、北陸新幹線・基本計画、翌73年に整備計画が決定しましたが、それでも国内外の情勢の影響を受け、国外では中東戦争をきっかけに石油や物の値段が上がり、日本の景気が悪化、さらに国内では交通手段として飛行機や自動車に乗る人が増え、国が運営している「国鉄」の経営も苦しくなりました。そこで1982年、国は国鉄の再建を最優先するため、東北新幹線の一部と上越新幹線が開業すると、新しい新幹線などの建設をしばらくやめることにしたのです。1983年、「北陸新幹線建設促進石川県民会議」ができると、早期着工を願う県民の粘り強い活動が再開されます。その結果、「国鉄」が「JR」に民営化された1987年、新幹線建設の採算性・費用対効果が厳しく検討された後、1988年、ついに群馬県高崎と長野県軽井沢、富山県高岡と石川県金沢の間を最優先に工事を始めることが決定しました。これにより、北陸新幹線の実現に向けた動きが大きく

前進したのです。その後、各区間の工事が進む中、1998年、長野冬季オリンピック開催に合わせて東京-長野間が開業。2004年には、長野-金沢間・フル規格による2014年度開業の目標が決定されたのです。

余談ではありますが、1972年、当時通商産業相だった田中角栄氏は東京都内の私邸で、地元新潟の陳情団を前に北陸新幹線の路線構想図として4本の線を引いてみせたそうです。1本は開業した長野-金沢間にほぼ重なるルート、2本は新潟県中部を横断するルート、最後の1本は北アルプスを貫通するルートでした。構想図が書かれた約2ヶ月後、田中氏は「日本列島改造論」を発表、直後に首相の座に上り詰めますが、公共事業に絶大な影響力を振るったとされる田中氏が、自身の地盤である新潟県中部を横断する2ルートが目の目を見ることなく、「幻のルート」となったことは、感慨深いものです。



故田中角栄元首相が手書きした北陸新幹線の路線構想図

*北陸地質調査業協会 石川支部



金沢駅前・もてなしドームと鼓門

2 新幹線が春を連れてやってくる

春3月、金沢駅兼六園口（東口）、総ガラス張りのもてなしドームの前、金沢の中心街に向かって建つ巨大な鼓門に掲げられた大段幕には、「新幹線が春を連れてやってくる」と書かれていました。構想から50年、幾多の苦難を乗り越え、半世紀という時間を経て、石川県民の悲願だった北陸新幹線が開業したのです。平成27年3月14日、北陸特有の鉛色の冬景色から、若葉が芽吹き活力に満ちた春の到来の頃、まさに県民の熱い想いを乗せて「新幹線が春を連れてやって来た」のです。

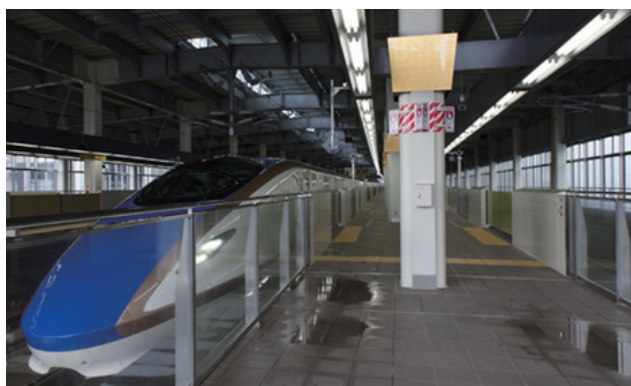
北陸新幹線は、東京－金沢間（延長450.5キロ）所要時間は最短2時間28分となり、従来より1時間20分短縮され、首都圏と北陸が一本のレールで結ばれることになったのです。総事業費は約1兆7800億円で、JR東日本・西日本が共同運行します。車両はJR東西が開発した(EAST)・E7系、(WEST)・W7系を使用し、いずれも1編成12両で、定員934人。最高速度は時速260キロで、東北新幹線にも導入されている最上級車両「グランクラス」を備えています。「和の未来」をテーマに伝統と最新技術を取り入れた車両にもこだわりがいっぱいです。

3 北陸新幹線、新型車両E・W7系

北陸新幹線の先頭車両はでこぼこせず流れるような形で、「ワンモーションライン」と名付けられました。車体の色はアイボリーホワイトをベースに北陸の青空を思わせる空色と、富山の高岡などで盛んな伝統工芸である銅器の銅色を施しています。車両側面に描かれたシンボルマークは、「輝く未来に向かって突き進む」という意味を込めて「7系」の7を矢じりのような形で表現しています。

北陸新幹線は全国的にみてもとても雪の多い地域を走るため、先頭車両の下の部分には線路の上の雪

を跳ね飛ばす強いゴムが取り付けられています。また、電気の周波数が違う東西の区間を走り抜けるため、両方の周波数に対応した機器を備えており、新幹線では初めて全車両にLED（照明）を取り入れ、座席934席全てにコンセントがあります。出張などでパソコンを使うビジネスマンや観光中のデジタルカメラやスマートフォンの充電にも心配いりません。トイレも全て洗浄機能のついた暖房便座で、車イスの人も利用できる多機能トイレや乳幼児に対応した多目的室も設けられています。



金沢駅 ホーム階

最上級車両のグランクラスは横2列＋1列の18席で、専属のアテンダント（客室乗務員）が食事や飲み物を出してくれるなど、快適に過ごすためのお世話をしてくれます。グランクラスの入口デッキでは、日本の四季を描いた「飾り柱」がお客様を出迎えます。石川県の花「クロユリ」、富山県と長野県の鳥「ライチョウ」をはじめ、春の桜や夏の鮎、秋の名月などが美しく表現され、和の美意識を感じさせます。グリーン車は横2列＋2列の63席で、シートの青色は金沢・兼六園内の成巽閣にある「群青の間」の天井がモチーフで、ひじ掛けは金箔を思わせる落ち着いた金色です。扉は朱漆をイメージし、伝統と高級感にあふれています。普通車は横3列＋2列の853席で、シートはえんじ色の背もたれに格子模様が入り、色彩豊かで明るい雰囲気です。



最上級車両「グランクラス」

4 JR 金沢駅

JR 金沢駅コンコース、兼六園口（東口）と金沢港口（西口）の間の通路に設けられた空間（工芸回廊）、そこには鼓門をイメージした能登ヒバ製の12対24本の柱「門型柱」が新幹線客を出迎えます。この柱には、その内側に設けた縦1.5～2.2m、横40cmのスペースに輪島塗や九谷焼、珠洲焼、山中漆器、金沢漆器、木工芸、加賀象嵌、茶の湯釜、銅鑪など石川県内を代表する日本芸術院会員3名と人間国宝9人を含む24人【▽九谷焼 三代浅蔵五十吉、竹腰一憲、竹腰潤、竹腰敏昭、四代徳田八十吉、中田一於、福島武山、山岸大成、吉田美統、▽珠洲焼 中山達磨、▽輪島塗 小森邦衛、田崎昭一郎、前史雄、三谷吾一、▽山中漆器 川北良造、中嶋虎男、水上隆志、▽金沢漆器 清瀬一光、中野孝一、▽木工芸 灰外達夫、▽加賀象嵌 加澤美照、中川衛、▽茶の湯釜 十四代宮崎寒雄、▽銅鑪 三代魚住為楽、】が各1点を寄せ、県都の玄関口が「工芸王国」石川の技を発信する「工芸の美術館」に生まれ変わっています。



12対24本の「門型柱」



西口側より東口側を望む（提供：JR西日本）

また、駅構内の専門店街・金沢百番街「あんと」の入口付近では、文化勲章受章者の陶芸家、大槌長左衛門が手掛けた高さ4m・幅8mの大樋焼の陶壁

「日月の煌き」も展示されています。

中2階の待合室には、壁に埋め込まれた直径15cmほどの丸いガラスケースの中に204点の伝統工芸品が展示されており、平成における石川の百工日照（加賀藩五代藩主前田綱紀が収集し、自ら名付けた工芸分野の集大成であり、その数は二千点以上におよぶ）の部屋となっています。

新幹線ホームに立つと柱1本1本に施された金色のデザインは、本物の金箔2万枚以上を使用しており、本物の持つ高級感が漂っています。また新幹線が入ってくるホームドアの色が、赤・黄・緑・紫と4色に塗り分けられているのは、九谷焼で使用される5色「加賀五彩」を表しており、北陸新幹線がホームに入ってくることで、群青の青をいれて加賀五彩が揃う仕掛けとなっています。



中2階待合室内



待合室に飾られた九谷焼



金沢駅 新幹線ホーム

5 新幹線開業効果

石川県の平成27年度当初予算は、北陸新幹線の金沢開業後初めての予算となり、新規事業として開業イベントや誘客策などが盛り込まれました。谷本正憲知事は会見で「開業PRから（活用）のステージへ、大きくギアチェンジする」と述べ、新幹線を「地方創生」に生かす考えを強調しました。そのため、「開業効果の最大化と維持、満足度の向上、リピーター確保」がポイントになります。知事は「四季を通して新たな発見、奥深い魅力を感じる仕掛け」を、一年を通して展開すると言われています。小松・のと里山空港の羽田便との組み合わせ、能登・加賀方面への鉄道のアクセスや観光列車の運行、のと里山海道・能越自動車道・北陸自動車道・加賀産業道路などのアクセス、金沢港発着のクルーズ船の誘致など、石川を訪れる観光客に多種多様な旅行工程の提案をしています。

また、シンガー・ソングライターの松任谷由実さんに石川県観光ブランドプロデューサーを委嘱し、県が作成する観光PR動画の挿入歌を製作することになりました。1973年に初のアルバムを発表した松任谷さんは「私のキャリアと同じ、お任せください。」と、大の石川・金沢通で知られるユーミン流の観光戦略に自信を示しています。

開業効果は地価にも表れており、平成27年1月1日時点の全国の公示地価の発表で、金沢駅金沢港口（西口）側の商業地が前年比プラス17.1%と、全国トップの上昇率となったほか、上昇地点は金沢を中心に前年の30ヶ所から38ヶ所に増加し、地価の回復傾向が広がっています。駅西側では、開業前からマンション・ホテルの立地が相次ぎ、NHK金沢放送局の移転計画など、まさに建設ラッシュとなっています。

東京－金沢間が最短2時間28分で行き来できるようになり、日本海側の北陸は決して遠い場所ではなくなりました。観光やビジネスで交流人口が増加する中、YKK（富山県）・コマツ（石川県小松市）が生産拠点を置く創業の地に本社機能の一部を移しているのも、近い将来起きるであろう太平洋側での大地震に備えたものであり、関東に比べて地価・電気料金等が安く、白山からの良質な水（地下水）を豊富に確保できるという要因も大きいものです。手取川扇状地に位置する能美市には、今年個別半導体の開発機能集約を進める企業に、石川県が独自に創設した「本社機能立地促進補助金」が第1号として認定されました。同じく、白山市では、中小型液晶パネル製造大手の企業が工場を新設すると発表、1700億円に上る大規模な投資と話題になりました。

本社機能の移転・研究開発部門の誘致・生産拠点の集積、このような実例を呼び水にし、新幹線開業が追い風となり、若者の県外流出と人口減少に歯止めがかかり、大きな雇用の場がうまれることを期待しています。



石川県庁19F展望台から金沢港を望む

6 石川のもてなし 歴史・文化・食

県都・金沢では、北陸新幹線開業に向けて多くの施策に取り組んできました。江戸時代に加賀藩前田家は、外様大名最大の雄藩として加賀100万石の規模を誇り、江戸幕藩体制の下、徳川家と姻戚関係を結び、今に至る400年余の独自の文化を構築してきました。藩祖前田利家の武勇と治世は言うまでもありませんが、国学者新井白石をもって「加賀は天下の書府」と言わしめた文化都市・金沢は三代前田利常、五代前田綱紀の功績が大きいのです。利常は約50年余にわたる治世の中で、江戸幕府・徳川家と「武」で競うのではなく、「文」をもって前田家の威勢を誇示しようとしたのです。御細工所を設けるなど、文学・芸術・工芸等の産業や文化を積極的に保護・奨励し文化国家を目指したのです。五代綱紀は祖父である利常の精神を継承し、さらなる発展に尽力し、加賀の美術工芸である大樋焼、九谷焼、加賀蒔絵、輪島塗、能楽（宝生流）、茶の湯などを発展させました。前述した工芸品コレクション「百工日照」や「天下の書府」といわれるほどに集められた図書は和書・漢書・洋書のあらゆる分野にまで及ぶのです。このような歴史と文化を備えた街・金沢が、新幹線で訪れる人達に、是非、「見て・触れて・味わって」頂きたい物がたくさんあります。

建造物では、加賀藩前田家の居城・金沢城が金沢

城公園となり、復元整備計画の下、石川門の修復をはじめ、菱櫓・五十間長屋・橋爪門続櫓・河北門・橋爪門・玉泉院丸庭園が復元整備されました。引き続き、金谷出丸（現在の尾山神社）と玉泉院丸を結ぶ鼠多門・鼠多門橋の復元整備が計画されており、復元されれば、長町武家屋敷跡から尾山神社を通過して金沢城公園そして三名園のひとつ「兼六園」につながる観光ルートができます。



金沢城公園・左奥から橋爪門続櫓・五十間長屋・菱櫓



兼六園・徽軫（ことじ）灯籠

近年では、金沢駅兼六園口（東口）に大型商業施設も建設され、立ち並ぶホテル群と共に賑わいを見せています。中心部の武蔵町には、金沢の台所・近江町市場が再開発を済ませており、繁華街の香林坊・片町では大型再開発ビルが、9月開業予定をしております。また、金沢三茶屋街（ひがし・にし・主計町）では、加賀の情緒・風情が楽しめ、街並み保存条例による美しい町屋の風景を見ることができます。



ひがし茶屋街

伝統の技では、加賀友禅・金箔・水引細工・加賀毛針など匠の技が継承されています。加賀和傘は、金沢市内で唯一残る老舗が伝統の技を守っています。

「食」では、日本海と霊峰白山を抱える起伏に富んだ地域で、四季折々に海・山・里の豊かな幸を楽しむことができ、加能カニ・甘エビ・ブリ・ノドグロ等の魚介類や伝統の加賀野菜・山菜など、この土地ならではの恵みを楽しむことができます。さらに「すし」と共に豊かな食材に技巧を凝らし、目も舌も楽しませてくれる伝統の「加賀料理」。庶民の味・金沢おでんも人気が高く、能登や加賀の伝統料理も含め、是非、石川県内各地の地酒と一緒にオススメします。



伝統の加賀料理



治部煮

▼7 イベント・宿泊施設

県内では今年、参加者が千人を超える学会やスポーツイベントなどが少なくとも50件予定されています。5月に開催された「全国植樹祭」をはじめ、毎年6月に開催されている「金沢百万石まつり」、11月には金沢市で北陸新幹線開業に合わせて、金沢マラソン（12000人参加）が初開催される他、国際青年会議所世界会議金沢大会など、1万人規模のイベントもめじろ押しです。



加賀鳶



金沢百万石まつり

宿泊されるみなさんにとっても、金沢市内を中心にしたホテル群はもとより奥座敷の湯涌温泉があります。

加賀方面では国内有数の温泉郷、粟津温泉（小松市）、山代温泉・山中温泉・片山津温泉（加賀市）などがあり、観光スポットもたくさんあります。

また、能登方面では「プロが選ぶ日本のホテル・旅館100選」で30年以上連続で日本一に輝く温泉旅館を有する和倉温泉をはじめ、輪島の朝市など見どころがいっぱいです。8月までNHKで放映されている連続テレビ小説「まれ」は、輪島が舞台となっています。



加賀市 山代大田楽



能登町 あばれ祭り



輪島市 朝市

▼8 おわりに

石川を訪れるみなさんへ、「今」、石川は北陸新幹線の開業に沸いています。是非この機会に石川へ足を運んでいただき、金沢、そして加賀・能登の魅力を心行くまで堪能して下さい。

〈参考〉

北國新聞 朝刊

平成27年2月14日～3月16日 掲載記事

会 告

全地連「平成 26 年度定時総会」について

平成 26 年度定時総会を 5 月 27 日に東京（如水会館）で開催しました。
総会審議事項に関する資料を全地連のホームページで公開しております。

▶▶▶ <http://www.zenchiren.or.jp/meeting/index.html>

- 平成 26 年度 事業報告
- 平成 26 年度 決算及び監査報告
- 平成 27 年度 事業計画及び予算

全地連「技術フォーラム 2015」名古屋 開催のご案内

第 26 回“全地連「技術フォーラム」”を愛知県名古屋市で開催いたします。メインテーマを「地質調査業のイノベーション - 新時代に向けて -」として、中部地質調査業協会と連携して開催いたします。
現在、当日の聴講者・参加者を募集中です。多くの皆様のご来場をお待ちしております。

【開催要領】

- 主 催：一般社団法人全国地質調査業協会連合会
- 共 幹：中部地質調査業協会
- 後 援：国土交通省中部地方整備局，愛知県，名古屋市
- 協 賛：独立行政法人土木研究所，日本情報地質学会，NPO 地質情報整備活用機構，地質リスク学会，公益社団法人地盤工学会中部支部
- 開催日程：平成 27 年 9 月 17 日（木）～ 9 月 18 日（金） 2 日間
- 開催場所：名古屋国際会議場
名古屋市熱田区熱田西町 1-1
- プログラム：※講演内容，講師など詳細は，ホームページをご覧ください。

第 1 日目 9 月 17 日（木） 受付開始 9：00～ 開場 9：30～

- 開 会 式 10：00～10：30（エリア 1：無料）
 - 開会挨拶 ●来賓挨拶
- 特別講演会 10：30～12：00（エリア 1：無料）
 - 「建設の未来に向けて」
 - 講演：佐藤直良氏 日本建設情報総合センター顧問 元 国土交通省 事務次官
- 技術発表会 13：00～17：45（エリア 2：有料）
(空洞観察，情報化・解析，地すべり，地下水調査，現場技術など)

- 特別セッション 16:10～17:30 (エリア2:有料)
 - 基調講演① 「南海トラフ巨大地震の備える科学・技術」
講師：金田義行氏 名古屋大学 減災連携研究センター 特任教授
 - 基調講演② 「外水位が大規模河川堤防の地震時挙動に及ぼす影響に関する空気～水～土骨格連成有限変形解析」
講師：野田利弘氏 名古屋大学 減災連携研究センター 研究連係部門 教授
- 技術者交流懇親会 18:00～19:30 ※受付開始 17:30 (エリア2:有料)

第2日目 9月18日(金) 受付開始 8:30～

- 技術発表会 9:00～15:00 (エリア2:有料)
(物理探査・検層, 液状化検討, 耐震性能, のり面・斜面, 健全度調査, 環境調査, コア採取など)

■同時開催：展示会 (調査機器メーカー等の企業展示, 特別展示ほか)

第1日目 9月17日(木) 12:00～17:00

第2日目 9月18日(金) 9:00～15:00

■参加費：エリア1 入場無料

エリア2 有料

技術発表会, 特別セッション

会員 4,000円 (全地連会員企業所属職員, NPO 地質情報整備活用機構会員)

一般参加者 6,000円

技術発表会発表者 2,000円

技術者交流懇親会 6,000円

■申込方法：エリア1 (入場無料) のプログラムにご参加の方は, 事前のお申込みは不要です。

直接会場にお越しください。

エリア2のプログラムに参加ご希望の方は, 別添申込書によりお申込みください。

※申込期限は, 8月31日といたします。

※参加申込書等は, 全地連のホームページからダウンロードしてください。

全地連ホームページ URL <http://www.zenchiren.or.jp/pdf/150708forum.pdf>

平成27年度 資格検定試験の実施 【地質調査技士・地質情報管理士・応用地形判読士】

全地連で実施する平成27年度資格検定試験(地質調査技士, 地質情報管理士, 応用地形判読士)は, 7月11日(土)に全国10会場で開催し, 8月現在, 試験答案の採点を行っております。

合格発表は9月10日, 受験者に合否通知を送付するほか, 全地連ホームページに合格者リストを掲載する予定です。

■平成 27 年度 資格検定試験 実施概要

- 試験日：平成 27 年 7 月 11 日（土）
- 試験会場：全国 10 会場
札幌，仙台，新潟，東京，名古屋，大阪，広島，高松，福岡，沖縄
- 受験申込者数：

◆地質調査技士資格検定試験	1,030 名
(現場調査部門)	316 名)
(現場技術・管理部門)	672 名)
(土壌・地下水汚染部門)	42 名)
◆地質情報管理士資格検定試験	220 名
◆応用地形判読士資格検定試験	120 名

「地質リスク学会」第 6 回地質リスクマネジメント事例研究発表会 事例研究発表募集について

標記事例研究発表会の発表を募集しております。詳しくは、地質リスク学会ホームページをご覧ください。
地質リスク学会ホームページ URL ▶▶▶ http://www.georisk.jp/2015/georisk_bosyu.pdf

■主 催：地質リスク学会

■協 力：NPO 地質情報整備活用機構／(社) 全国地質調査業協会連合会

<協力依頼先予定>

後援：国土交通省国土技術政策総合研究所 協賛：国立研究開発法人土木研究所

<開催趣旨>

第 6 回地質リスクマネジメント事例研究発表会を開催します。建設工事における地質リスクのマネジメントの実例を紹介し、様々な課題を議論し共有することで、今後の地質リスクマネジメントに役立てます。このような分析は公共工事におけるコスト縮減へも大きく貢献することが期待されます。さらにこの事例研究発表・討論会を通じて、地質リスクマネジメント事例収集への具体的な道筋を検討することを目的としています。

<開催概要>

開 催 日：平成 27 年 11 月 20 日（金）

開催場所：飯田橋レインボーホール

〒 162-0826 東京都新宿区市谷船河原町 11 番地 飯田橋レインボービル

TEL 03-3260-4791

会場アクセス ⇒ <http://www.ienohikariss.co.jp/bld/access/>

平成 27 年度 道路防災点検技術講習会 開催案内

平成 27 年度「道路防災点検技術講習会」を下記のとおり開催いたします。

本講習会は、最近の災害事例を紹介するとともに、①『点検要領(平成 18 年 9 月 29 日付け事務連絡資料)』の改訂点、②点検箇所抽出方法、③具体的な着目点などをわかりやすく解説することを目的としております。

講習会の詳細や参加申込書は、全地連のホームページをご覧ください。

▶▶▶ <http://www.zenchiren.or.jp/> (全地連ホームページ)

【道路防災点検技術講習会 開催概要】

■開催日／開催場所： ※仙台および東京 1 の会場は、盛況にて終了いたしました。

仙 台：平成 27 年 6 月 19 日（金） フォレスト仙台
 東京 1：平成 27 年 7 月 3 日（金） 連合会館
 新 潟：平成 27 年 9 月 4 日（金） 新潟県自治会館
 大 阪：平成 27 年 10 月 9 日（金） 天満研修センター
 広 島：平成 27 年 10 月 30 日（金） 新潟県自治会館
 東京 2：平成 27 年 10 月 30 日（金） 連合会館

■主 催：一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

■後 援：独立行政法人 土木研究所

■協 賛：一般財団法人 経済調査会

■参加費（テキスト代、税込み）：

会員 7,200 円 ※会員対象：全地連会員企業の職員、地質調査技士、地質情報管理士、
 応用地形判読士・判読士補・マスター、官公庁の職員
 一般 8,200 円

*本講習会は、ジオ・スクーリングネットを運営する“土質・地質技術者生涯学習協議会”が開催を確認しており、CPD の加点対象となっております（加点ポイント：6）。

◎プログラム（予定）

9:30 ~ 9:35	開会挨拶
9:35 ~ 11:05	点検の有効性と災害の低減に向けて
11:05 ~ 11:50	道路防災点検要領（H18）の概要
12:50 ~ 14:50	安定度調査における点検の着目点
15:00 ~ 16:30	安定度調査表作成演習（事例研究）
16:30 ~ 16:50	防災点検結果入力プログラム
16:50 ~	閉会

◆テキスト

講習会テキストには、「道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)」(平成 26 年 10 月)を使用します。このテキストは、(財)道路保全技術センターが平成 21 年 5 月に作成した同名の手引きを基に、全地連道路防災点検技術委員会が再編集したものです。

◆主な受講対象者

- 『点検要領（平成 18 年 9 月）』の改訂内容を習得されたい方
- 新たに道路の維持管理を担当される官公庁の職員の方
- 新たに道路防災点検業務に携わる技術者の方
- 災害事例などについて新たな知見を広めたい方 など

全国標準積算資料（土質調査・地質調査） 平成 27 年度改訂歩掛版の発行について

全地連発行の全国標準積算資料（通称：赤本）は、平成 27 年 9 月に改訂版を発行いたします。
今回の改訂内容のうち、大きく変更した項目は次の通りです。

- 調査業務 職種区分 「普通作業員」の廃止と、それに伴う調査業務歩掛の全面的変更
- 調査業務 諸経費率の変更
- コンサルティング業務 一般管理費等の経費率の変更
- 「第Ⅴ編 土壌・地下水汚染調査」 全体構成、積算基準等の全面的変更

以上、変更項目の数としては多くはありませんが、職種区分や経費率の見直しは積算のベースとなるものであり、大改訂ともいえる内容です。

本資料の改訂内容や販売に関する詳細につきましては、全地連のホームページに掲載します発行図書のご案内をご覧ください。

- 販売概要（予定）：（全国標準積算資料（土質調査・地質調査）平成 27 年度改訂歩掛版）
- 定 価：7,000 円（税別） ※会員価格 5,000 円（税別）
- 購入申込み方法：

全地連会員企業：申込窓口は最寄りの地区協会となります。まずは地区協会までご連絡ください。

非会員企業：全地連のホームページに掲載します申込書類にてお申込みください。なお、期間限定にてキャンペーン販売を実施いたします。

「土壌汚染調査技術管理者試験」事前講習会のご案内

■ 「土壌汚染調査技術管理者試験」について

試験日程は平成 27 年 11 月 15 日（日）です。

受験される場合、受験申請書交付は 7 月 17 日（金）まで、受験申請書受付は 8 月 17 日（月）までです。
（詳細は環境 HP をご確認ください。）

■ 「事前講習会」について

地盤環境技術研究センターでは、この試験に対応した事前講習会を開催します。

- 会場講習：10 月 6 日（火） 東京会場・国立オリンピック記念青少年総合センター
 - オンデマンド受講：10 月 1 日（木）予定～ ※全国どこからでも動画配信により受講できます。
- 詳細は、地盤環境技術研究センター HP をご覧ください。▶▶▶ <http://getrec.net/>

本号は、北陸新幹線開業及び新幹線鉄道開業 50 周年記念をうけて、「新幹線」を特定テーマ第 2 号として選定いたしました。

新幹線は、1964 年に東京駅～新大阪駅間に開業した東海道新幹線に始まり、全国に新幹線の整備計画が進められ、2014 年 10 月 1 日には、東海道新幹線が開業 50 周年を迎えました。また、2015 年 3 月 14 日には北陸新幹線（東京駅～金沢駅）が開業しました。

開業以来、走行中の事故による乗客の死者ゼロという実績を積み上げている日本の新幹線は世界的に注目されています。

今回、ご執筆していただいた内容から、現在の新幹線ルートを確保することに多大な尽力が費やされてい

ることが伺われました。また、日本の地形及び地質状況から盛土、切土、橋梁及びトンネル等の構造物は、最先端技術を取り入れて施工されたことが読み取れました。

なお、本号に関しては、「地質と調査」に関連していない分野についても記載されていますが、編集者としては、読者様の参考読本として生かしていただけることを期待しています。

最後に、原稿依頼を快くお引き受けくださった執筆者の方々、また、バックアップしてくださった方々に心からお礼を申し上げます。

(2015 年 8 月 中村記)

機関誌「地質と調査」編集委員会

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

委員長 鹿野 浩司

委員 佐久間 春之、中村 覚、細野 高康、細矢 卓志、三木 茂、利藤 房男、土屋 彰義、山本 聡、池田 俊雄、高橋 暁、中川 直、各地区地質調査業協会

委員 北海道：鈴木 孝雄 東北：昆 孝広 北陸：津嶋 春秋 関東：丹下 良樹 中部：河本 光司
関西：東原 純 中国：向井 雅司 四国：大岡 和俊 九州：金田 良則 沖縄県：長堂 嘉光

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階 TEL. (03) 3518-8873 FAX. (03) 3518-8876

北海道地質調査業協会	〒060-0003	北海道札幌市中央区北 3 条西 2 丁目 1 (カミヤマビル)	TEL. (011) 251-5766
東北地質調査業協会	〒983-0852	宮城県仙台市宮城野区榴岡 4-1-8 (パルシティ仙台 1 階)	TEL. (022) 299-9470
北陸地質調査業協会	〒951-8051	新潟県新潟市中央区新島町通 1 ノ町 1977 番地 2 (ロイヤル礎 406)	TEL. (025) 225-8360
関東地質調査業協会	〒101-0047	東京都千代田区内神田 2-6-8 (内神田クレストビル)	TEL. (03) 3252-2961
中部地質調査業協会	〒461-0004	愛知県名古屋市中区葵 3-25-20 (ニューコーポ千種橋 403)	TEL. (052) 937-4606
関西地質調査業協会	〒550-0004	大阪府大阪市西区靱本町 1-14-15 (本町クィーパービル)	TEL. (06) 6441-0056
中国地質調査業協会	〒730-0017	広島県広島市中区鉄砲町 1-18 (佐々木ビル)	TEL. (082) 221-2666
四国地質調査業協会	〒760-0067	香川県高松市松福町 2-15-24 (香川県土木建設会館)	TEL. (087) 821-4367
九州地質調査業協会	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-4-30 (いわきビル)	TEL. (092) 471-0059
沖縄県地質調査業協会	〒903-0128	沖縄県中頭郡西原町森川 143-2 (森川 106)	TEL. (098) 988-8350

機関誌「地質と調査」'15 年 2 号 No.143

平成 27 年 8 月 15 日 印刷
平成 27 年 8 月 20 日 発行

編集 一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階

発行所 株式会社ジェイスパーク

〒102-0082 東京都千代田区一番町 9-8 ノザワビル 7 階 TEL. (03) 3264-7781 FAX. (03) 3264-7782

株式会社ワコー

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-7 TEL. (03) 3295-8011 FAX. (03) 3230-2511

印刷所 株式会社 高山

無断転載厳禁

印刷物・Web 上等に本誌記事を掲載する場合は、一般社団法人全国地質調査業協会連合会に許可を受けてください。

新開発の高性能 DXG アンテナ (グラントカップル型) より鮮明に・より深くを実現!

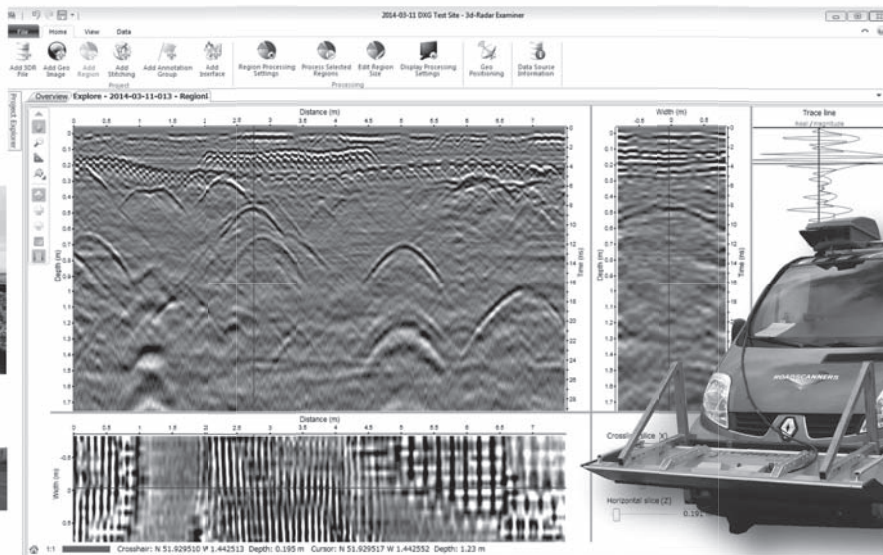
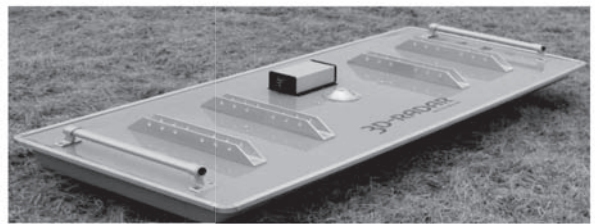
3d-RADAR は、多素子の超高帯域アンテナを 200MHz~3GHz の正弦波周波数を段階的に上げながら送信し、得られた周波数スペクトルデータをリアルタイムでフーリエ逆変換し、時間領域の地中レーダ波形を生成する革新的な 3 次元 GPR です。

・新開発の DXG アンテナにより、表層から鮮明に・より深い探査深度を実現

・アンテナは 90cm (8 成分) から 240cm (28 線分) まで、多様なサイズを用意

・1 回の走行で多断面を同時に取得、空洞や埋設管の広がり・方向を容易に推定

実機によるデモ、レンタル及び現場計測業務も対応可能ですので、お気軽にお問い合わせ下さい。



Road Doctor 道路管理用地中レーダ処理ソフト

Road Doctor は、道路の維持管理に特化したソフトです。
目的・用途に応じて、多様なモジュールが用意されています。

- ・測定項目に応じた地中レーダ専用の Road Doctor GPR
- ・GPR とカメラ画像を合わせた Road Doctor Cam-Link
- ・たわみ試験、道路性状等を全て統合して表示できる Road Doctor Pro
- ・GSSI、3D RADAR、IDS、MALA 等、各社 GPR データに対応可能



株式会社 ジオファイブ

URL <http://www.geo5.co.jp/>

〒336-0931 埼玉県さいたま市緑区原山 1-12-1
TEL 048-871-3511 FAX 048-871-3512
Email sales@geo5.co.jp

■業務内容■

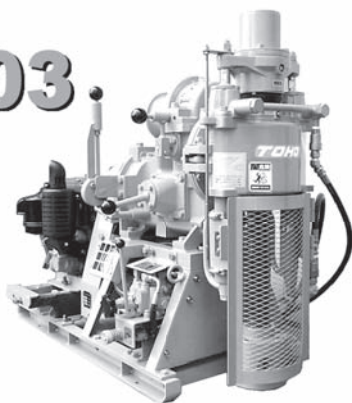
- 計測機器販売 : 地質調査機器・土木計測機器・工業計測機器
- 計測機器レンタル : 地質調査機器及びその他計測機器レンタル
- 計測業務 : 現場計測業務・測定機器設置・3D 計測業務
- 計測機器設計製作 : 各種地盤計測機器の設計製作



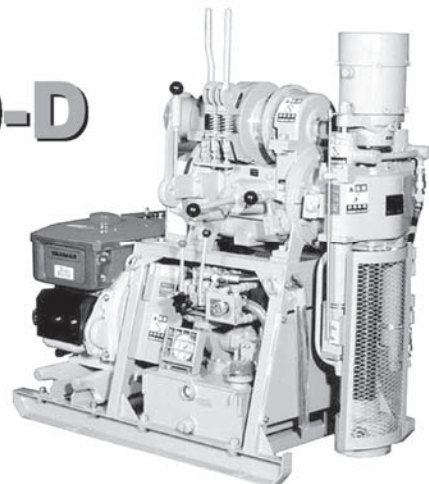
TOHO
DRILLING EQUIPMENT

小型ボーリングマシン

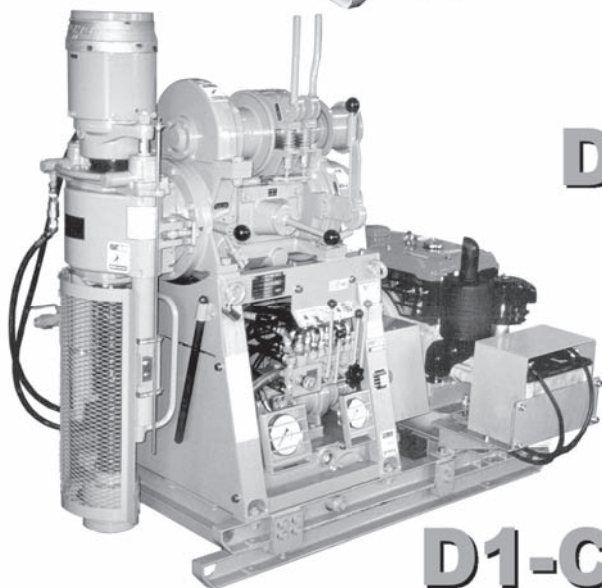
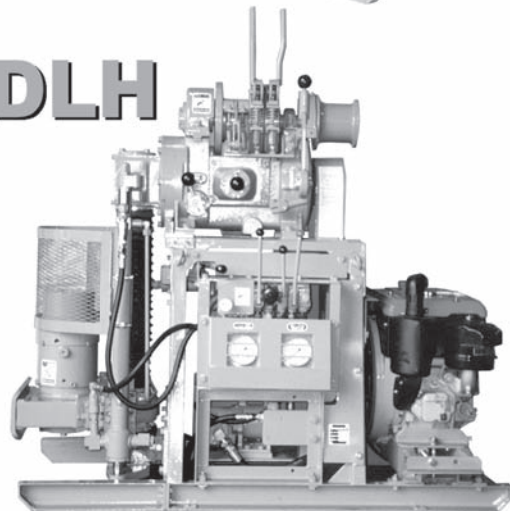
DM-03



D0-D



D0-DLH



D1-C

試錐機には小型ボーリングポンプが内蔵できます。(DM-03を除く)

機種名		DM-03	D0-D	D0-DLH	D1-C
穿孔能力	m	30	100	100	280
回転数	min ⁻¹	65,125,370	(A)60,170,330 (B)110,320,625※	(A)60,170,330 (B)110,320,625※	(A)65,130,170,370 (B)90,170,320,490※
スピンドル内径	mm	47	43	43	48,58
ストローク	mm	300	400,500※	500	500
巻上げ力	kN(kgf)	3.9(400)	5.9(600)	5.9(600)	10.8(1100)
スライド	mm		油圧式300※	油圧式300※	油圧式300
動力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質量	kg	180	315	475	550
寸法	H×W×L mm	960×550×1115	1200×660×1180	1440×890×1415	1390×735×1580

右操作、左操作をご用意しております。

※はオプションです。



東邦地下工機株式会社

東京都品川区東品川 4-4-7 TEL 03 (3474) 4141
福岡市博多区西月隈 5-19-53 TEL 092 (581) 3031
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福岡 ☎ 092(581)3031
東京 ☎ 03(3474)4141
札幌 ☎ 011(376)1156
仙台 ☎ 022(235)0821
新潟 ☎ 025(284)5164
金沢 ☎ 076(235)3235

名古屋 ☎ 052(798)6667
大阪 ☎ 072(924)5022
松山 ☎ 089(953)2301
広島 ☎ 082(533)7377
山口 ☎ 083(973)0161
熊本 ☎ 096(232)4763

地質調査

通巻143号

●発行所

株式会社ジェイスパーク／株式会社ワコー