

断層帯における生活環境に配慮した 山岳トンネルの施工

村田 洋介¹・柏木 亮²・湊 敦之³・安井 啓祐⁴・八尾 浩樹⁵・
野口 一樹⁶・中田 雅弘⁷

¹正会員 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 大阪支社 敦賀鉄道建設所
(〒914-0055 福井県敦賀市鉄輪町一丁目3番26号)

E-mail: murata.yos-23j8@jrtr.go.jp

²正会員 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 大阪支社 敦賀鉄道建設所
(〒914-0055 福井県敦賀市鉄輪町一丁目3番26号)

E-mail: kashiwagi.ryo-p55b@jrtr.go.jp

³正会員 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 大阪支社 工事第七課
(〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー11F)

E-mail: minato.ats-t45k@jrtr.go.jp

⁴正会員 奥村・西武・半澤北陸新幹線, 新北陸トンネル(田尻) 特定建設工事共同企業体
(〒914-0006 福井県敦賀市越坂23号4番1号)

E-mail: keisuke.yasui@okumuragumi.jp

⁵奥村・西武・半澤北陸新幹線, 新北陸トンネル(田尻) 特定建設工事共同企業体
(〒914-0006 福井県敦賀市越坂23号4番1号)

E-mail: hiroki.yao@okumuragumi.jp

⁶奥村・西武・半澤北陸新幹線, 新北陸トンネル(田尻) 特定建設工事共同企業体
(〒914-0006 福井県敦賀市越坂23号4番1号)

E-mail: kazuki.noguchi@okumuragumi.jp

⁷奥村・西武・半澤北陸新幹線, 新北陸トンネル(田尻) 特定建設工事共同企業体
(〒914-0006 福井県敦賀市越坂23号4番1号)

E-mail: masahiro.nakata@okumuragumi.jp

北陸新幹線(金沢・敦賀間)建設事業において最長のトンネルとなる新北陸トンネルは、活断層との交差が想定されるなど、難工事が予測されていたことに加え、新北陸トンネル(田尻)工区においては、断層帯との交差が想定されていた箇所周辺には集落があり、田畑の耕作が営まれているため、工事着手前から近隣住民より掘削時の発破騒音振動や周辺の河川等の減濁水等、トンネル工事による生活環境への影響を懸念する声が寄せられていた。本建設事業は、令和4年度末の開業に向け、厳しい工程下での施工が求められていたため、掘削工事だけでなく、トンネル周辺部の生活環境にも配慮し、各種懸案事項の徴候が見られた初期段階で対策を適宜実施したことにより、トンネルの掘削進行を滞らせることなく継続的に施工を推進した。

Key Words: mountain tunnel, fault zone, living environment, blasting vibration, river flow reduction

1. はじめに

北陸新幹線は東京都を起点とし、長野市付近、富山市付近、小浜市付近を主要な経過地として大阪市に至る路線で、これまで1997(平成9)年10月に高崎・長野間の約117kmが、2015(平成27)年3月には長野・金沢間の約228kmが開業している。

現在建設中の北陸新幹線(金沢・敦賀間)については、2012(平成24)年6月に国土交通大臣より工事実施計画

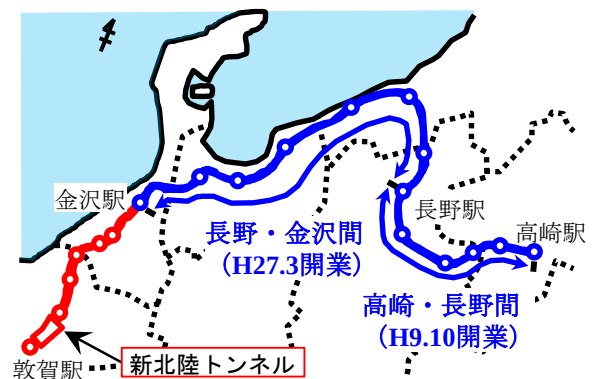


図-1 新北陸トンネル位置図

の認可を受け、現在は 2022（令和 4）年度末の開業に向けて建設を進めている。

新北陸トンネルは、この北陸新幹線（金沢・敦賀間）建設事業において最長となる延長約 20km の山岳トンネルである（図-1）。

新北陸トンネルの施工区間には、活断層とされている山中断層、柳ヶ瀬断層、柳ヶ瀬山断層（ウツロギ峠断層を含む）等から構成される「柳ヶ瀬－関ヶ原断層帯」があり²⁾、この断層帯周辺においては、新北陸トンネルと近接する JR 北陸本線の北陸トンネルや北陸自動車道敦賀トンネルにおいてもトンネル工事が困難であったと伺える記録が残っている³⁾。

新北陸トンネルの建設工事においては、当初よりこれらの断層部の施工が課題とされていたが、とりわけ新北陸トンネル（田尻）工区は、前述の断層帯のうちウツロギ峠断層との交差が想定されており（図-2）、断層部

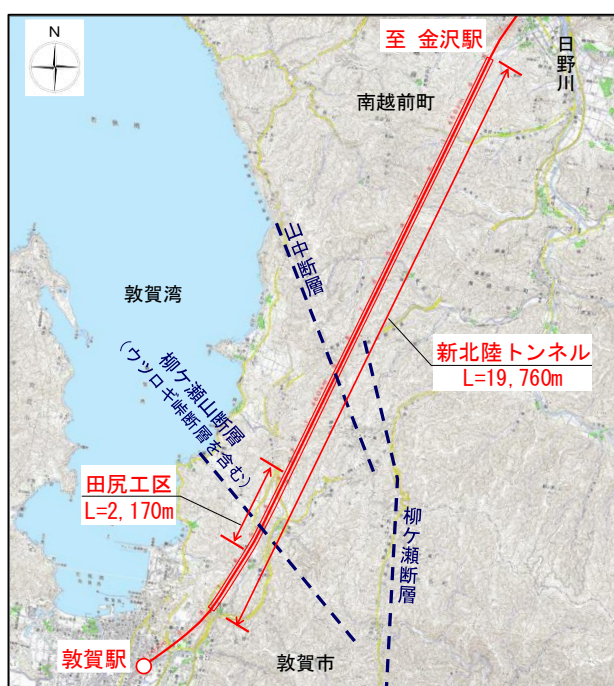


図-2 新北陸トンネル（田尻）工区位置図

周辺の掘削工事が困難となることが想定されていたほか、断層部周辺には集落があり、田畑の耕作が営まれているため、トンネル掘削による発破騒音・振動や河川等の減濁水等の問題が懸念されていた。

本稿では、この田尻工区における断層帯周辺でのトンネル掘削工事、並びに、それに伴うトンネル周辺地域の生活環境への影響に関して、近隣住民への事前説明、発破騒音振動や河川等の減濁水の計測・経過観察及びそれらの影響を低減させる対策をあわせて行ったトンネル工事の施工について報告する。

2. 工事概要

新北陸トンネルは、福井県南条郡南越前町から敦賀市に位置し、南条山地及び敦賀湾東縁山地を貫く延長約 20km の山岳トンネルであり⁴⁾、その延長から 6 工区（清水・奥野々・大桐・葉原・田尻・樫曲）に分けて施工している（図-3）。田尻工区はそれら 6 工区のうち、起点側から 5 番目の工区であり、新北陸トンネル（L=19,760m）のうち 2,170m の施工を行うものである。田尻工区の施工は、延長 712m の斜坑より新北陸トンネル本坑に達し、掘削を進めていく計画であった。

前述のウツロギ峠断層は、田尻工区本坑との交差が想定されており、当該箇所周辺は土被りが最小箇所である 40m 程度の谷地形となっている。また、この谷地形部周辺には集落があるほか、田畑の耕作が営まれている（図-4）。

新北陸トンネルの地質は、大半の区間において美濃帯に属す古生代～中生代ジュラ紀の堆積岩で構成されており、田尻工区においても、砂岩、粘板岩で構成される地層が主体となっているが、一部区間においては、花崗岩や花崗閃緑岩で構成される地層もみられる。

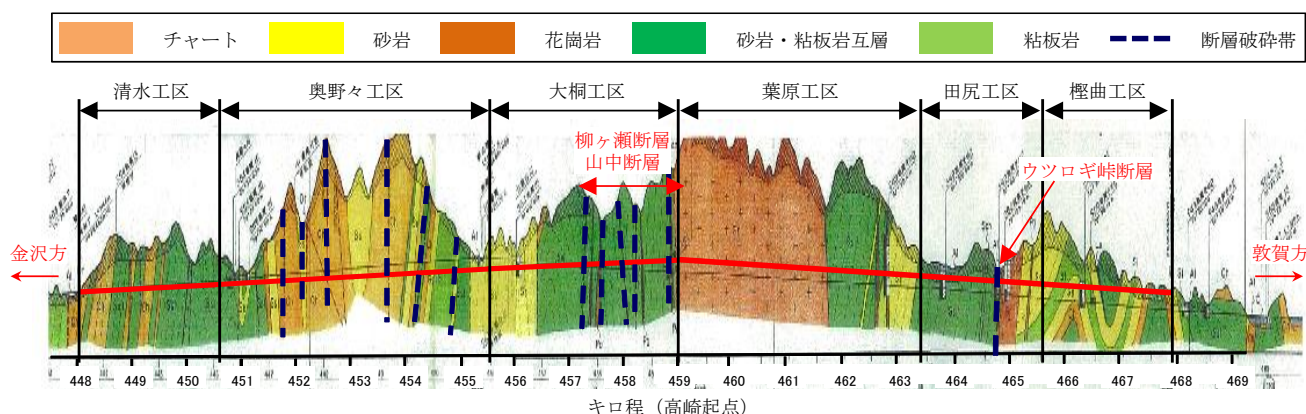


図-3 新北陸トンネル地質縦断面図

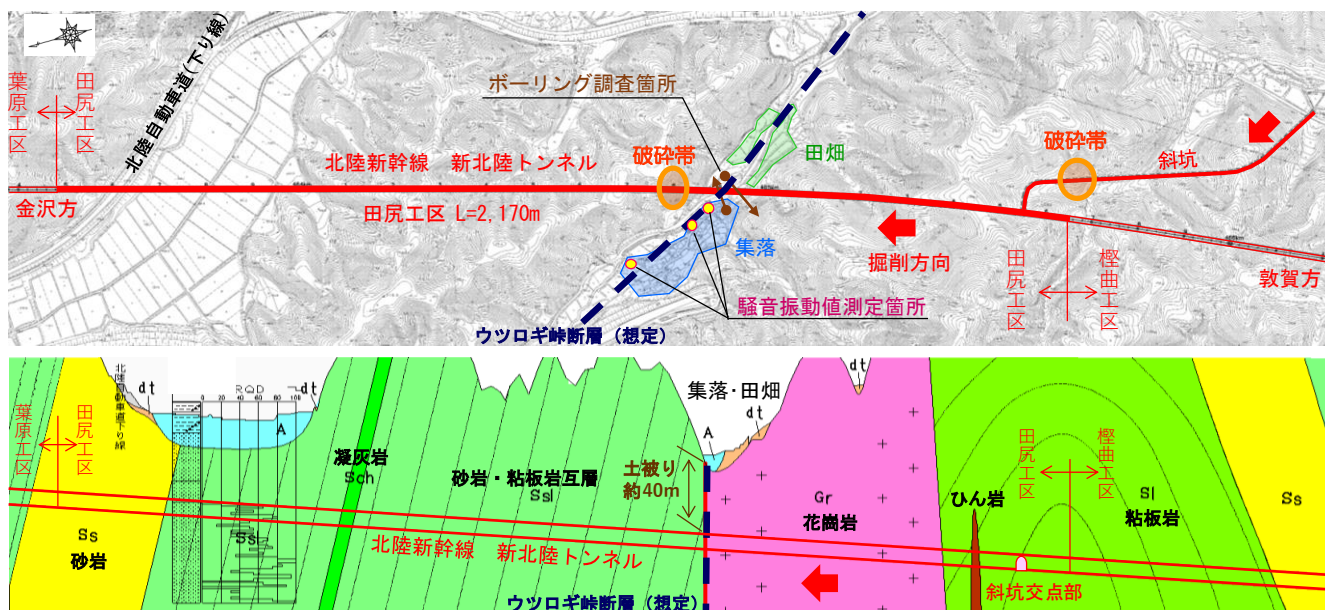


図-4 新北陸トンネル（田尻）工区地質縦断面図

ウツロギ峠断層は、この花崗岩・花崗閃緑岩の地層と砂岩・粘板岩の地層との層境に位置していると想定されていた。花崗岩類の地層は水があるとマサ化して崩れやすくなり、特に地層の境ではその傾向が顕著であることから、ウツロギ峠断層帯周辺の掘削においては、切羽付近の不安定化や天端の崩落等の危険性が懸念されており、田尻工区のみならず、新北陸トンネル全体でみても施工上の重要な課題となっていた。

3. 本工区における課題

新北陸トンネル田尻工区は2017（平成29）年3月に斜坑掘削に着手したが、新北陸トンネルの6工区のなかでは最後に着手した工区であり、この2022（令和4）年度末の完成・開業に向けて遅滞なく工事を進める必要があった。

しかしながら、前述のとおり、田尻工区は活断層とされるウツロギ峠断層との交差が想定されており、断層部周辺の掘削工事が困難となることが想定されていたほか、断層部周辺には集落があり、田尻の耕作が営まれているため、工事着手前より周辺住民からはトンネル掘削による発破騒音・振動や河川等の減濁水を懸念する声がよせられていた。

このため、田尻工区の施工においては、事前及び掘削時の地山状況の観察や周辺集落等への配慮、並びに、各種問題が発生した場合の対応などの慎重さを要しつつも、いかに作業進度を落とさず掘削を進めていくかが課題であった。

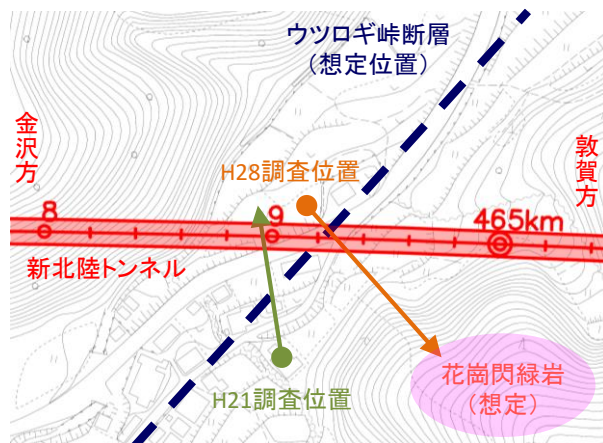


図-5 ボーリング調査位置図

4. 断層帯の事前探査

田尻工区施工の懸案となっていたウツロギ峠断層については、既往の調査では位置が特定されていなかった。このため、工事着手前に地上からのボーリング調査を行い、断層帯の位置や規模などを把握することを試みた。また、前述のとおりウツロギ峠断層は砂岩・粘板岩の地層と花崗岩・花崗閃緑岩の地層との層境に位置していると想定していたため、ボーリング調査にあたっては、花崗岩類の地層の位置や層境の傾斜等も探査の目的としていた（図-5）。

初段となるボーリング調査は2009（平成21）年度に実施し、ボーリングコアからは、砂岩を主体とする地層が確認された（図-6）。この時の調査では、破碎帯とみられるコアも採取され、ウツロギ峠断層帯のものとも考えられたが、断層帯に関するさらなる地質データの蓄積、

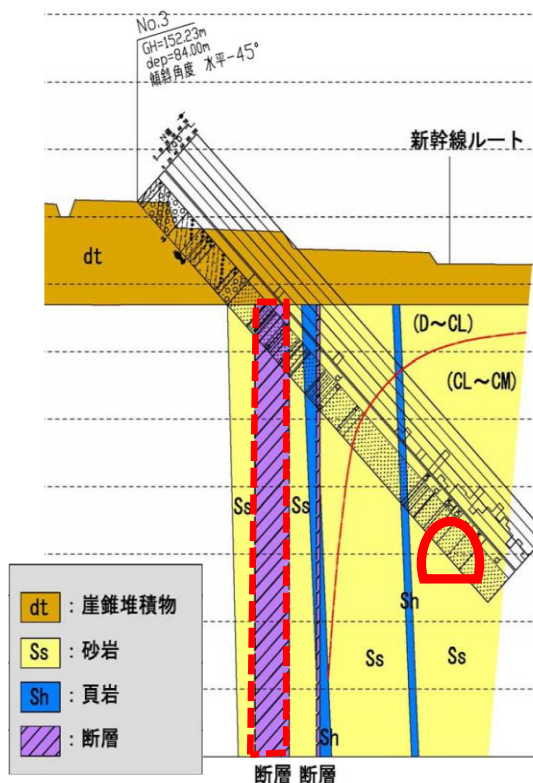


図-6 H21 ボーリング調査結果

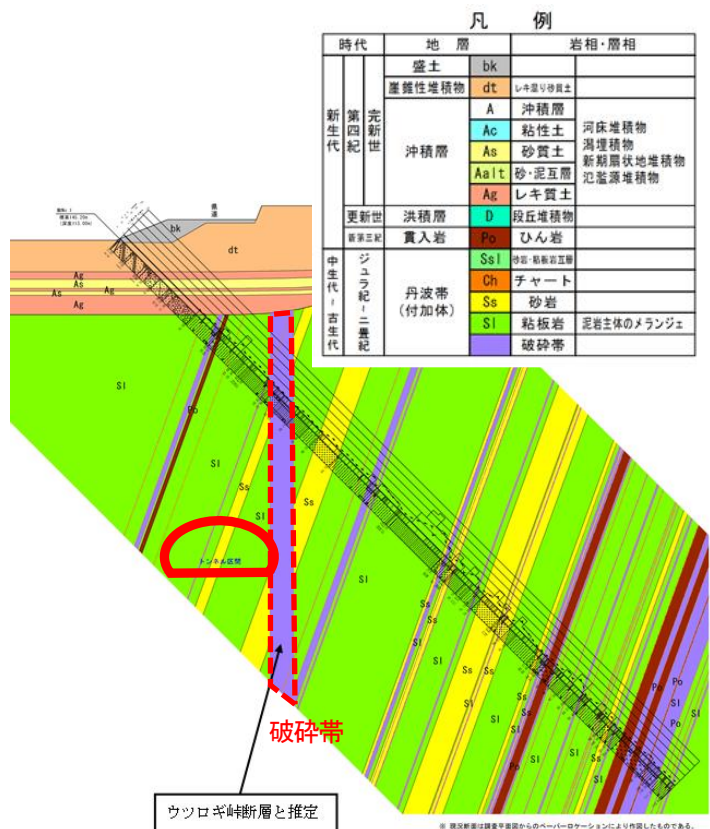


図-7 H28 ボーリング調査結果

とりわけ前述の花崗岩類の地層の探査のため、2016（平成28）年度に再度ボーリング調査を実施した（図-7）。しかしながら、採取したコアからは一部に破碎されたものの（写真-1 赤枠内）も見られたが、小規模であり破碎の程度も著しく粘土化するような劣悪なものではなかった。また、探査の目的の一つとしていた花崗岩類からなる地層が確認されなかったことから、確認された破碎帯が断層群の一部である可能性が推測されたものの、断層本体と断定するには至らなかった。

このため、断層帯周辺のトンネル掘削においては、トンネル坑内での前方探査（さぐり削孔、水平調査ボーリング）を入念に行い、事前に破碎帯の位置を確認したうえで、必要に応じて水抜きによる水位低下や補助工法等を行い対応することとした。

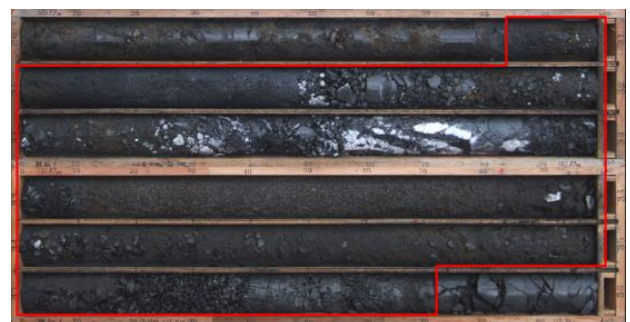


写真-1 地上からのボーリング（H28）



写真-2 トンネル坑内からの水平ボーリング

5. 断層帯におけるトンネル掘削

(1) 斜坑掘削

田尻工区の掘削工事については、前述のとおり 2017（平成29）年3月に斜坑（L=712m）の掘削に着手した。掘削着手後、斜坑を約 500m 掘り進んだ箇所において脆弱な地層が現れた。当該箇所は断層帯等が想定されていたが、多亀裂性で破碎された粘板岩で、亀裂には石灰質粘土をはさむ地層であった。事前のさぐり削孔で

軟弱な地層をとらえていたため、りょう盤コンクリート吹付（ $t=20\text{cm}$ ）による仮閉合等の対策を行っていたが、掘削による周辺地山のゆるみに加えて、切羽左側方及び鏡面からの湧水（毎分 20 リットル程度）によりゆるみが拡大し、鏡面の剥落や土砂流出が発生した。切羽左側方から天端付近にかけて先受工を行っていたこともあり、

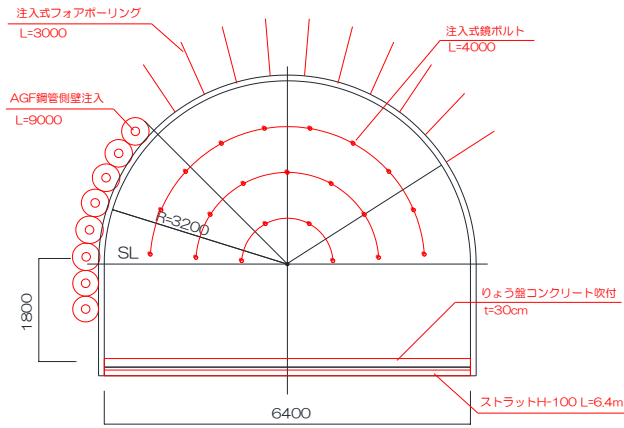


図-8 斜坑断面図（変状対策工）

天端からの抜け落ち等は発生しなかったが、斜坑側方より最大 60cm 程度の押出しが発生したため、追加の注入工や底盤の強化（インバートストラット設置・りょう盤コンクリートの増吹き）等により対処した（図-8）。しかしながら、一連の対策で2週間程度の追加的な施工期間を要した。

この斜坑掘削での経験、並びに、工事前の調査でウツロギ峠断層本体の位置が特定できていないことを踏まえ、本坑掘削では断層帯と想定されている範囲以外においても断層群の一部が現れる可能性を考慮し、坑内からの水平ボーリングによる前方探査を行うこととした。

(2) 断層帯周辺のトンネル掘削

その後、新北陸トンネル本坑の掘削については、田尻工区は敦賀方より金沢方に向けて掘削を進めたが、ウツロギ峠断層本体との交差が想定されていた谷地形部の掘削においては、前述の地上からのボーリング調査において断層帯と思われる地層を特定できなかったこと、及び、花崗岩類の地層がみられなかったことから、花崗岩類の地層が谷地形部よりも敦賀方にある、すなわち、花崗岩類と堆積岩（砂岩・粘板岩）の地層の層境にあると想定してウツロギ峠断層が推定していた位置よりも敦賀方にある可能性があると考え、当初想定よりも早い段階で断層帯が現れる危険性も考慮し、前述の前方探査を継続的に行い施工を進めていた。しかしながら、トンネル切羽が谷地形部に差し掛かった段階においても、断層帯と思われる地層がみられることもなく掘削を進めていた（断層帯想定箇所付近の切羽状況を写真-3に示す）。

ところが、トンネル切羽が谷部を越えたところで破碎された土砂状の地層が現れた（破碎されたコアの一部を写真-2に示す）。細粒化された土砂状の層が切羽の大部分に広がり、また、切羽周辺より毎分 200 リットル程度の湧水がでていたため、切羽面が自立せず、特に、左側壁から天端付近にかけて不安定で、抜け落ちが確認され

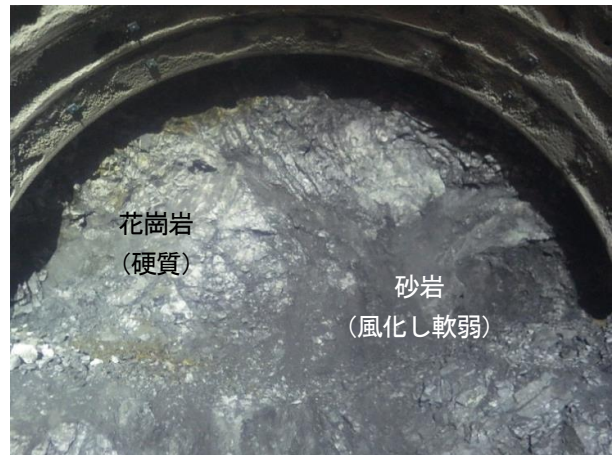


写真-3 谷地形部掘削状況（464km942m）



写真-4 破碎帯掘削状況（464km804m）

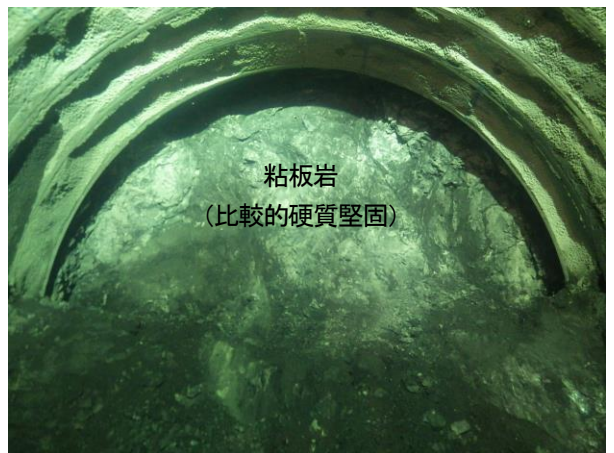


写真-5 破碎帯通過後掘削状況（464km770m）

るようになった（写真-4）。この破碎帯の対処については、前方探査（水平調査ボーリング及び削孔検層）により、この脆弱な地層が 10～20m 程度続いた後に比較的硬質な地層がでてくると見込まれたため、鏡吹き等の吹付厚を厚くするとともに、地層が軟弱な範囲に重点的に長尺先受工や鏡ボルトを打設し、切羽状況を慎重に観察しつつ掘削を進めることとした。

その後、破碎された軟弱な地層の掘削が続いたが、脆弱な箇所在先受工等を行っていたため、規模の大きい抜け落ち等は起こらなかった。また、前方探査から想定した箇所付近で硬質な地層が現れ、切羽面が安定してきたため（写真-5）、崩落や押し出し及びそれらへの対処のため掘削進行を止めるといった事態の発生を防ぐことができた。断層帯を想定していなかった箇所ではあったが、前方探査により地層が軟弱化する兆候を掴み、初期段階で補助工法を実施したこともあり、大幅に進行を遅らせることなく掘削を進めることができた。

騒音・振動の目標値(管理基準値)

騒音・・・80dB以下 振動・・・71dB以下

騒音・振動の計測値が管理基準値に達する、若しくは個別の現地確認により、適宜、発破対策を実施

通常発破

MS-DS雷管併用

電子遅延式雷管使用

図-9 発破騒音振動対策

6. トンネル周辺部への影響と応急的対応

(1) 発破騒音振動への対応

断層帯のある谷地形部においては、トンネルの土被りが最小箇所で約40mとなるほか、トンネル通過箇所の至近に集落があることから、トンネル掘削に伴う発破騒音・振動の影響が生じることが予測されていた。さらに、当該集落周辺においては、過去に北陸自動車道のトンネル掘削が施工されたこともあり、トンネル工事に伴う各種影響に関して住民の関心は高く、工事着手前より発破騒音振動等への懸念とともに、騒音振動を低減させる対策の実施が強く求められていた。このため、トンネル掘削工事の施工に際しての検討においては、一発破での掘進を短くすることで使用する火薬量を減らす方策や、昼夜施工としていた掘削作業について発破騒音振動の影響が大きくなる夜間の発破作業をやめて集落周辺では昼間のみの施工とする等の方策についても検討を行った。しかしながら、掘削工程への影響を鑑みて検討を行い、最終的には、電子遅延式雷管等を使用して掘進を落とすことなく発破騒音振動を低減させることにより対応することとした。

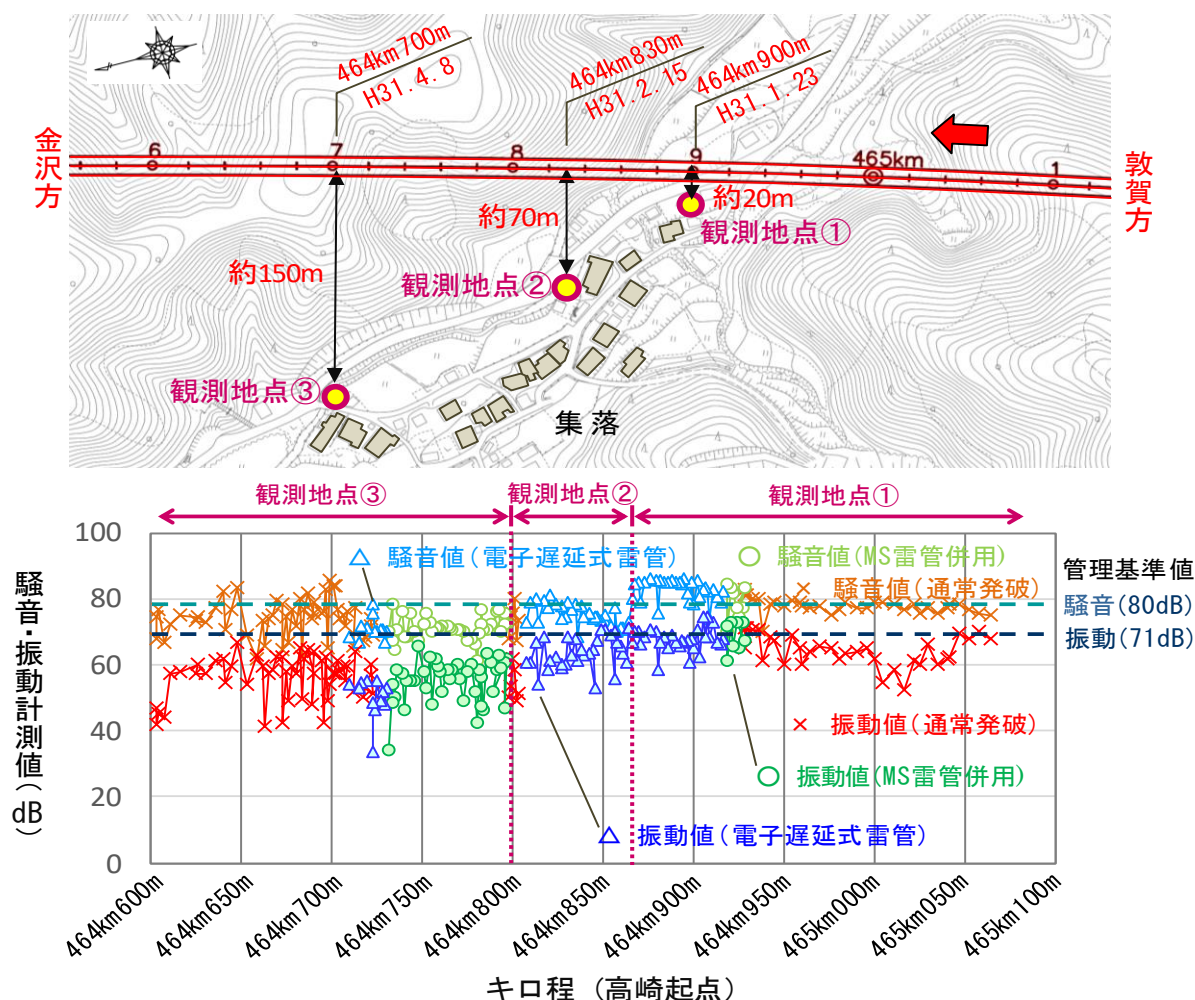


図-10 トンネル掘削進行と発破騒音振動計測結果

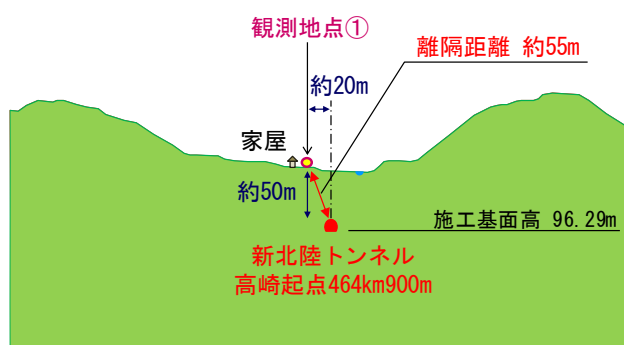


図-11 谷地形部断面図

電子遅延式雷管の使用等による発破騒音振動対策の施工計画の検討においては、トンネル発破の騒音・振動については法令等による規制値が定められていないことから、自主的な目標値として管理基準値を設定して対応することとした。管理基準値は、騒音規制法及び振動規制法の基準、既応の文献から予測される発破騒音振動のレベルや感覚的要素を考慮した影響の度合いのほか⁵⁶⁾、敦賀市内で行われている他の工事の事例等を参考に、騒音値で80dB、振動値で71dBと設定した。集落周辺での発破時には日々騒音・振動値を計測することとし、計測値が前述の管理目標値に達する等の影響がみられた場合には、多段式発破となるMS-DS雷管併用による発破、さらには制御発破とされる電子遅延式雷管使用による発破と段階的に対策を実施する計画とした。

周辺住民に対しては、施工前に説明会を開催し、上記の予想される騒音振動の影響や状況により段階的に騒音振動抑制対策を行う計画を説明した。なお、管理目標値に関しては、あくまで目安となる数値であり、実際の施工に際しては、騒音振動値の計測のほか、必要に応じて住民と現地確認を行う等により感覚的な発破騒音振動のレベルを確認し、状況に応じて対策実施の可否を判断する計画であることもあわせて説明し、掘削工事や発破騒音振動対策への理解が得られるよう努めた(図-9)。

当該谷部の掘削時には、発破作業実施日には騒音・振動値を計測したほか、現地で騒音振動の状況の確認を行った。なお、騒音振動の計測にあたっては、切羽位置により最も切羽からの距離が近くなる家屋が異なるため、トンネルの掘削進行にあわせて計測地点も段階的に移動させて計測を行うこととした(図-10)。

トンネルと集落(民家)との位置関係としては、谷地形部の中央部付近(高崎起点キロ程464km900m地点)においてトンネル切羽が集落内の家屋と最も近接するが(図-11)、切羽が当該谷地形中央部の約300m手前の掘削のときより、集落の住民から夜間の発破による音に対する苦情が寄せられるようになった。その後、切羽が進むにつれ騒音振動計測値は徐々に大きくなり、切羽が谷地形中央部まで50m(高崎起点キロ程464km950m地点)

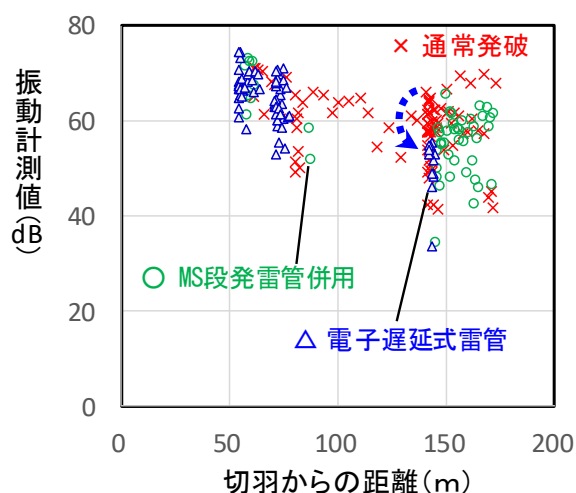


図-12 発破振動値計測結果

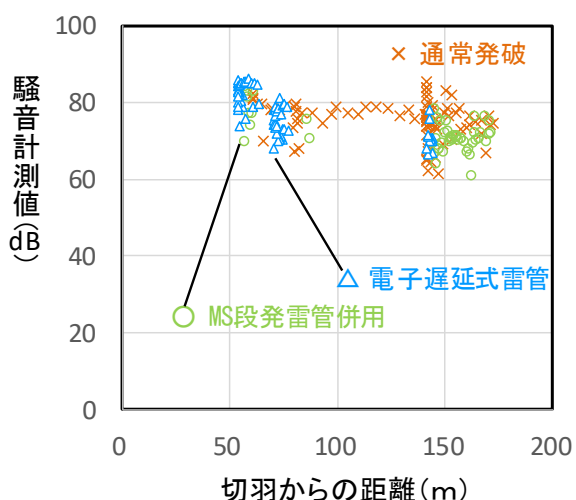


図-13 発破騒音値計測結果

を過ぎると騒音計測値が管理基準値である80dBに達するようになった。

このため、集落の住民と行っていた現地確認についても、夜間に住居内で行うなど、より正確に発破の影響を把握することに努め、発破騒音振動の受忍が難しい状況になったと判断に至った際に、当初の計画に沿い、MS段発雷管を併用した発破に切り替えた。以後も継続して騒音・振動計測や現地確認を行い、状況に応じて次の段階の対策である電子遅延式雷管を使用した発破を行い、発破騒音振動による影響の低減に努めた。

MS段発雷管や電子遅延式雷管を使用した発破に関しては、トンネル切羽が谷地形中央部付近(集落直近)にある時は、発破地点からの離隔が小さいこともあり騒音振動計測値の低減はみられなかったが、近隣の住民と頻繁に立会を行い、体感として騒音振動が抑制されていることを確認し、工事への理解を得ることができた。一方、発破地点と一定の離隔距離が確保されている状況下においては、発破騒音振動の計測値が低減していることを確認することができた(図-12、図-13)。

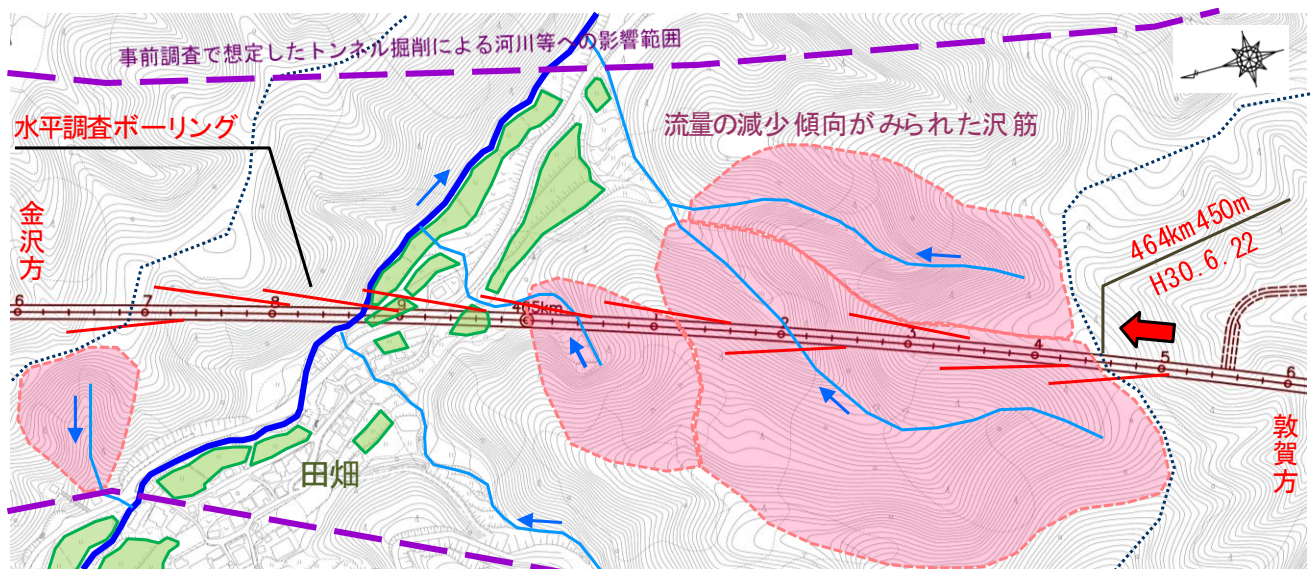


図-14 トンネル掘削進行と周辺の耕作状況

(2) 河川等における流量減少への対応

トンネル周辺の河川等への影響についても、谷地形部周辺で耕作が営まれていることから、掘削の発破騒音振動による影響と同様に、住民の関心は高く工事着手前から減温水等を懸念する声がよせられていた。

新北陸トンネルの周辺部では、他のトンネル工事の事例等と同様にトンネル掘削に伴う河川等の減温水が生じる可能性が予測されていたことから、トンネル周辺の水利用がなされている河川や沢部において、トンネル工事着手前から継続的に流量の観測を行っており、この谷地形部周辺においても20箇所を観測を行っていた。

田尻工区は2015（平成30）年2月より本坑の掘削を行い、6月下旬には本坑切羽が谷地形部の始端部に到達した（図-14）。また、田尻工区では前述のとおり断層帯の探査等のため、掘削の進行にあわせてトンネル坑内からの水平ボーリング調査を継続的に行っており、切羽周辺及びボーリング孔より地山からの湧水が出ている状況であった。その後、トンネル切羽が谷地形部端部に差し掛かってより1箇月程度経た後、8月初旬には沢水の流量減少が確認・観測された箇所がでてきた。断層帯のある谷地形部の田畑においては、多くがこのような沢水を引水して耕作を行っており、当該箇所付近の田圃についても、忽ちのうちに耕作に支障が出かねない状況であり、緊急的に他の水源等からの給水を行う必要があった。当該事案に関しては、事象の発生時期が8月であり、9月初旬の稲刈り期までの期間が短く限られていたことから、直ちに給水作業が可能となる給水車による水道水の運搬・送水により対応することとし、沢水の減少が確認された3日後には、耕作者とも協議のうえ、給水作業を開始した。

他の沢部に関しても、トンネル周辺部においては、トンネルの掘削進行に伴い、流量が減少する傾向が観測された。田畑の耕作やその他の水利用に支障が生じうる箇所については、河川等の他の水源からの送水や給水車による給水、水道水の導水など、減少した水量及び各箇所の水利用状況に応じて適宜応急的な対策を実施した。

なお、トンネル周辺部の沢水については、翌年以降も継続して減少傾向にあったため、引き続き対応が必要な状況であったが、夏場に減温水が確認された初年次と異なり、耕作期間（3月～9月）中は継続的に多量の耕作用水が必要となることから、別途水源を確保する必要が生じた。水源に関しては、谷地形中央部を流れる河川は、流域がトンネル工事の影響圏外へ広がっており、流量の減少傾向がみられることなく一定の水量が確保できる状況であったため、耕作者や地元関係者及び河川管理者とも協議のうえ、期間を限定した応急的な措置であることを条件に、河川に比較的近い田畑については河川からのポンプアップにより田畑へ給水を行うこととした。

沢水の減少傾向については、掘削工事の進行とともに複数個所で発生が確認されたが、このような一連の応急的な対策を適宜実施したことにより、田畑の耕作やその他の従前から行われている水利用への影響を防ぐことができた。

なお、工事完了後の恒久的な対応策については、河川等の流量観測をトンネル覆工完了後1年間を目安として継続して行い、観測結果を精査のうえ、トンネル工事の影響によるものとみられる流量の減少に関しては、従前から行われている水利用と同等の水量が確保できるよう対策や補償を行うことを関係者には説明し、工事施工と並行して調査・検討を進めている。

7. おわりに

ウツロギ峠断層帯（谷地形部）周辺の施工においては、工事着手前より施工上の重要な課題として捉えていたが、事前の地上からの探査では、断層帯の位置等を特定できず、課題を解決するには至らなかった。しかしながら、その結果等をふまえ、従前からの資料や情報にとらわれずにトンネル坑内からの水平ボーリング等の前方探査を継続的に行い、慎重な地山状況の観測のもと掘削を行ったことにより、地山状況の変化にも対応し、掘削を滞らせることなく進めることができた。

また、トンネル周辺への影響に関しては、発破騒音振動や河川等の減渇水など、住民や耕作者に不便をおかけする事象も発生したが、関係者への事前の説明及び定期的な現地確認や関係者との懇談のもと、各種徴候がみられた段階において、電子遅延式雷管の使用による発破騒音振動の低減や田畑への応急的な給水等の対応を行ったことにより、トンネル掘削工事の進行に対して反対の意を示す声等が上がることなく、工事を円滑に進めることができた。

今後の事業においても、この田尻工区における多方面にわたり対策を行った経験をもとに、工事着手前の段階での調査・計画、並びに、周辺住民等の関係者への説明や協議により、施工上の懸案事項の緩和に取り組むとともに、各種課題が生じた際に対応できる体制を構築することで、工事を遅滞させることなく進められるよう努めていきたい。

謝辞：本工事の施工に際し、貴重なご意見を頂いた関係各位、並びに、ご協力いただいた関係者の方々に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 活断層研究会：新編 日本の活断層 分布図と資料，東京大学出版会，1991.
- 2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の長期評価について，2004.01.
- 3) 磯谷勇輔：敦賀地区のトンネル郡，北陸自動車道，トンネルと地下，Vol.6，No.10，pp.43-49，1975.10.
- 4) 吉森佑介，柏木亮，湊敦之，大供和男，小山武志，近藤祐二，宮前貴幸：断層破碎帯を有する長大山岳トンネルにおける施工計画の最適化と覆工コンクリートの品質向上策，トンネル工学報告集，第29巻，I-22，2019.11.
- 5) 山田隆昭：わかりやすいトンネルの発破技術，pp.49-51，土木工学社，2008.
- 6) 日本火薬工業会：あんな発破こんな発破 発破事例集，pp.3-33，2004.

(2020. 8. 7 受付)

CONSTRUCTION OF MOUNTAIN TUNNEL AROUND THE FAULT ZONE IN CONSIDERATION OF LIVING ENVIRONMENT

Yosuke MURATA, Ryo KASHIWAGI, Atsushi MINATO, Keisuke YASUI,
Hiroki YAO, Kazuki NOGUCHI and Masahiro NAKATA

The Shin-Hokuriku Tunnel, which is the longest tunnel in the Hokuriku Shinkansen (between Kanazawa and Tsuruga) construction, was expected to have difficult construction, especially some sections where active faults are supposed to cross. Additionally, in Tajiri construction zone, there are a village and fields around the fault zone, so, before construction commencement, residents concerned about influences of tunnel construction on the living environment, such as, blasting noise and flow rate reduction of surrounding rivers. This construction project is required to be completion under a severe process toward the railway opening at March 2023. Therefore, not only promoting the tunnel excavation, but also the living environment around the tunnel had to be taken into consideration, and appropriate countermeasures were taken at the initial stage when some issues caused. Consequently, the construction was continuously promoted without opposition by the residents.