

北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）の技術的課題の克服に向けた取組み

目 次

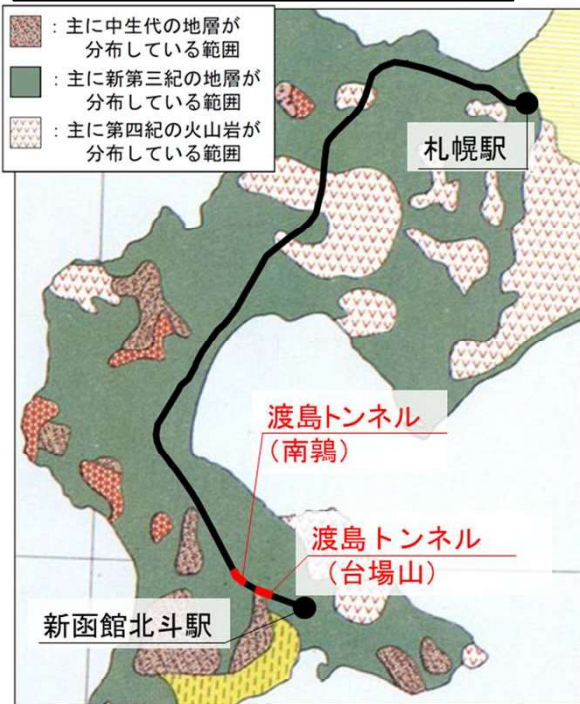
1. 技術的課題と対応	P 2
2. 工程短縮に向けた取り組み	P 8
2. 1 有識者等の意見を取り入れた調査・対策	P 9
2. 2 工程短縮策	P 14
3. 関係者と連携した対応	P 24
4. 機構における組織体制の強化	P 27
5. 情報発信	P 30

1. 技術的課題と対応

北海道新幹線の地質的特徴

北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)の沿線には、軟らかく崩れやすい、新しい時代の地層が分布するとともに、一部区間では、火山や活断層に近接している。新しい時代の地層の一部には、吸水により膨張する性質をもつ膨脹性粘土鉱物が含まれており、トンネル工事で用いる鋼材の変形が発生している。また、羊蹄トンネルでは、火山の噴火等により形成される流れ山地形により遅延が発生している。

軟らかく崩れやすい、新しい時代の地層



引用: <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

地質年代表 (新しい時代の地層)

地質時代名	年代長さ	現代から
新第三紀	258万年	0.03億年前
古第三紀	2,045万年	0.23億年前
白亜紀	4,300万年	0.66億年前
中生代	7,900万年	1.45億年前
ジュラ紀	5,630万年	2.01億年前
三畳紀	5,090万年	2.52億年前
古生代	4,670万年	2.99億年前
ペルム紀	6,000万年	3.23億年前
石炭紀	6,030万年	3.59億年前
シルル紀	2,420万年	4.19億年前
オルドビス紀	4,200万年	4.43億年前
カンブリア紀	5,560万年	4.85億年前
先カンブリア時代	5.41億年以前	

※第四紀のみ10倍拡張表示

古い地質

水につけると吸水・膨張する地質

※渡島トンネル(南鶴)



水につけた直後



水につけて4時間後



水につけて24時間後

膨潤性粘土鉱物(スメクタイト類)が吸水・膨張

火山や活断層



噴火などに伴い生じる流れ山地形



引用: <https://www.bandaisan-geo.com/attraction/attraction2/>

断層運動に伴う弱部の形成



※渡島トンネル(台場山)

変形前(トンネル外観イメージ)



※後志トンネル(塩谷)

変形後



渡島トンネルにおける地質不良

- 地表面陥没に伴うトンネル内土砂流入等による長期の工事停止(台場山工区では1年1ヶ月の遅延)や、想定を大幅に超える著しい地質不良への対応に伴い掘進速度が計画よりも大幅に低下したことなどにより、遅延が発生。
- これに対し、掘削体制の増強(2切羽施工、工区境の変更、2シフトから3シフトへの変更)等の工程短縮策を実施している。

渡島トンネル(台場山)工区の状態

通常に比べ、崩れやすく圧力が高い地質のため、掘削前に崩れにくくする処置や圧力に強い構造(鋼材の追加等)に変更。

トンネル坑内土砂流入・地表面陥没が発生(2022(令和4)年3月)



トンネル坑内土砂流入状況



地表面陥没状況

安全な掘削のため、追加的な対策を多くの範囲で実施

トンネル上部に地質改良(薬液注入)、鋼管を追加し崩れを防止

トンネル前面に鋼管、地質改良(薬液注入)を追加し崩れを防止

対策を追加

1か月当たりの進捗

(実績) 約20m/月
(計画) 65m/月
対策の追加により約30%に低下

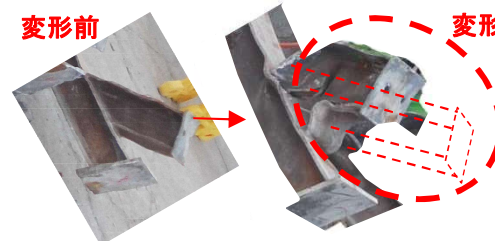
トンネル下部に鋼材を追加し圧力に対抗

渡島トンネル(南鶴)工区の状態

通常に比べ、特に圧力が高い地質のため、圧力に強い断面(円形)・構造(壁厚の増加等)に変更。

地質の影響を受けたトンネルの様子

変形前



鋼材の変形

変形



吹付けコンクリートのひび割れ

トンネルの変形を抑制し、安全に掘削するための対策を実施

通常的设计



马蹄形断面

- 吹付コンクリート
- 棒状の鋼材(ロックボルト)
- アーチ状の鋼材(鋼製支保工)

円形断面にするため断面積1.2倍

対策を追加

1か月当たりの進捗

(計画) 76m/月
(実績) 約30m/月
対策の追加により約40%に低下

圧力に強い円形の断面に変更

トンネルの壁厚を増加し、圧力に対抗

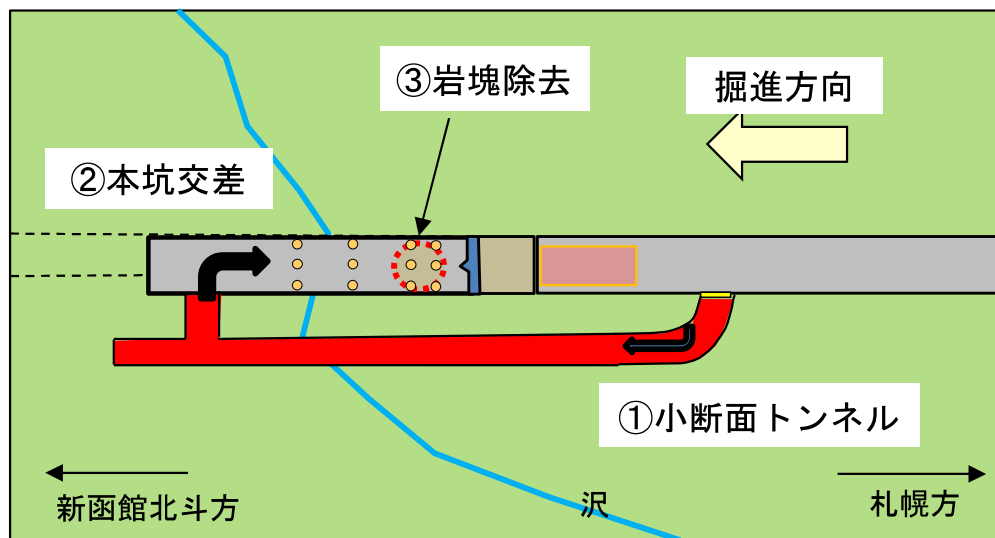
円形断面

トンネル下部に鋼材を追加し、圧力に対抗

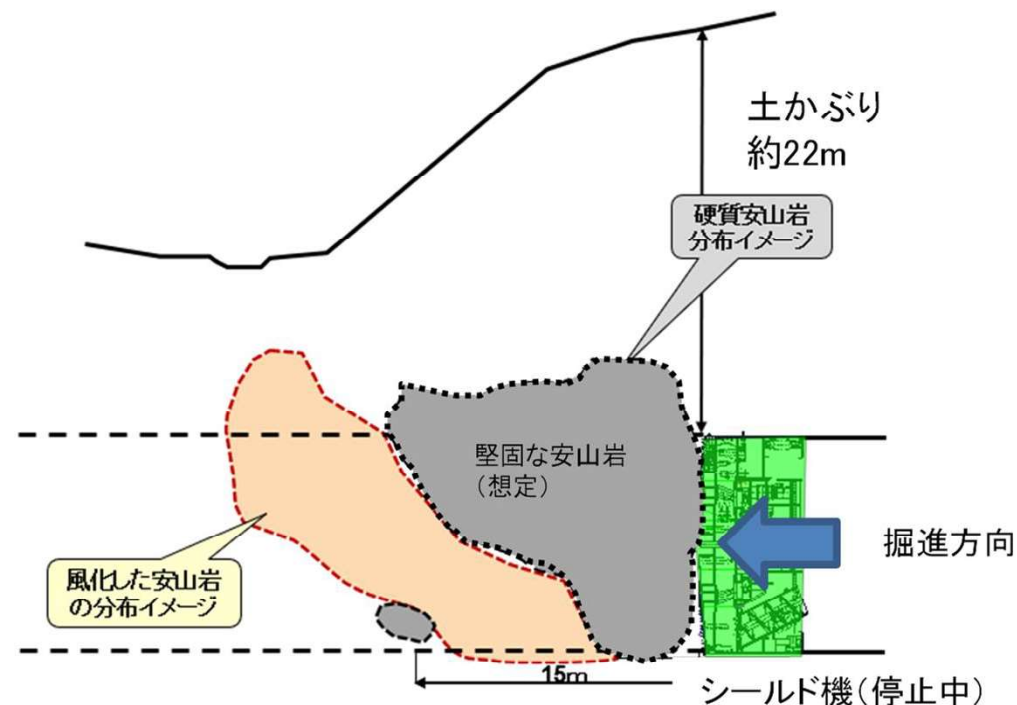
※R6.4現在(対策の実施時期)

羊蹄トンネルにおける岩塊の出現

- 令和3年7月、比羅夫工区にて当初の想定を超える巨大で堅固な岩塊が出現し、掘削を中断した。
- 掘削停止後、シールドマシンの中や地上から調査を実施したところ、シールドマシン前方に10m規模の巨大で堅固な岩塊が存在していることが推測された。
- 掘削が中断した原因であるシールドマシン前方の岩塊を除去するため、令和4年4月より、新たに小断面トンネルの掘削を開始。令和5年3月に岩塊撤去を完了し、マシンメンテナンス、本坑内埋戻しを経て、令和5年11月に掘削を開始した。
- この岩塊により、岩塊の前後における掘進速度の低下も加味すると、2年7ヶ月の遅延が発生した。
- 岩塊の撤去工事とあわせて、羊蹄トンネルの今後の掘削ルート上で、新たな岩塊の存在の有無を把握するための追加調査(弾性波探査、ボーリング調査等)を実施。



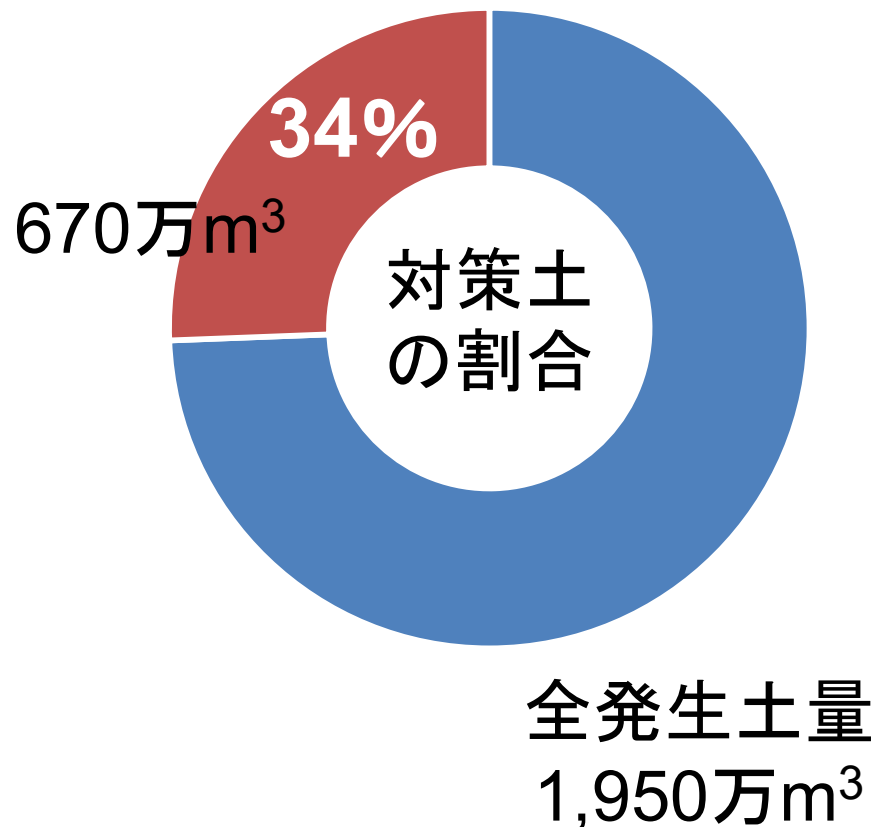
羊蹄トンネル(比羅夫)工区 岩塊除去工法のイメージ



羊蹄トンネル(比羅夫)工区 掘削停止位置断面図

札幌トンネル等の発生土受入地確保の難航

- 北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)は、約80%がトンネル区間であり、整備新幹線の中で最もトンネル区間の占める割合が大きいこと、また、整備ルート上の全発生土量のうち、約3分の1が自然由来の重金属(ヒ素やセレン等)を含む土(対策土)となっていることから、多くの受入地の確保が必要となった。
- 特に、札幌トンネルでは対策土受入地の確保に時間を要したことにより、遅延が発生した(星置工区では3年2ヶ月の遅延)。



発生土受入地の一例

明かり工事における課題と対応

明かり工事は、工事の集中による一部の工区での資機材の確保難航、地質不良による基礎工事の掘削方法変更、水道管の補強工事追加などに伴い、遅れが発生している。

杭打ち機や地盤改良材の確保難航

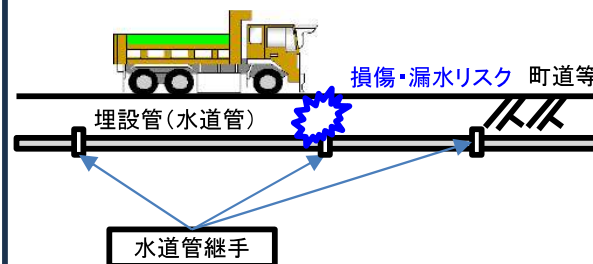
基礎杭工事状況イメージ



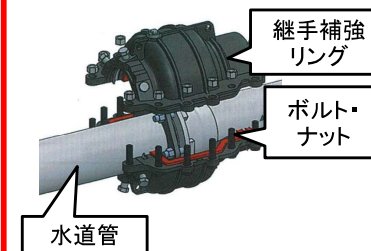
地盤改良工事状況イメージ



水道管の補強工事追加



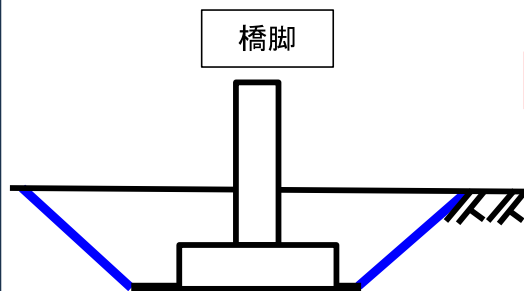
対応策イメージ(水道管継手補強)



工事用車両の通行に伴う町道等に埋設されている水道管の損傷を未然に防止するため、水道管補強工事を実施

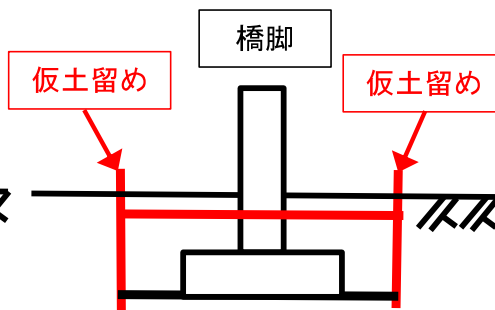
地質不良による掘削方法変更

【当初計画】



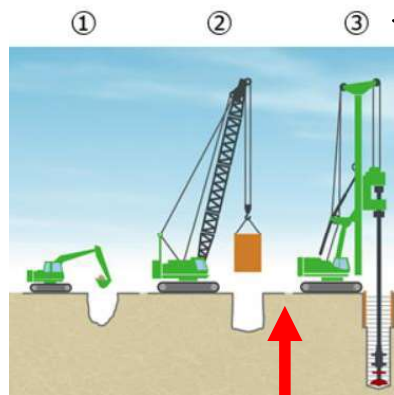
地盤を法面(勾配)をつけて掘削

【変更計画】



多量の湧水があり、掘削法面が崩れるため、仮土留めを施工後、掘削

➤ 鋼管ソイルセメント杭の施工順序(抜粋)



- ①掘削
- ②口元管建込み
- ③掘削攪拌機据付け及び掘削攪拌

杭設置範囲に転石がある箇所は、事前にオールケーシング工法で転石を撤去し、砂等で置き換えが必要

オールケーシング工法で転石を撤去

出典：丸五基礎工業株式会社ホームページ



除去した転石

2. 工程短縮に向けた取り組み

2. 1 有識者等の意見を取り入れた調査・対策

有識者等の意見を取り入れた追加調査・対策の検討①

- 北海道新幹線 地質不良対策等検討ワーキングチーム：地質不良等の現場における最新の技術・ノウハウなど実務面での英知を横断的に集結し、工程遅延を短縮するための対策について検討（大手ゼネコンを含むトンネル工事の実務に詳しいメンバーで構成）
- トンネル施工技術委員会：トンネル掘削に伴う様々な技術的課題に関して、学術的・技術的見地から、経済的かつ合理的な設計・施工方法を検討（座長：三上 隆 所属：北海道大学 名誉教授）
- トンネル施工技術委員会機械化施工小委員会：シールドマシンを用いる羊蹄トンネルおよび札幌トンネル（札幌）工区を対象に、トンネル掘削に伴う様々な技術的課題に関して、学術的・技術的見地から、経済的かつ合理的な設計・施工方法を検討（座長：小山 幸則 所属：立命館大学 総合科学技術研究機構 上席研究員）

北海道新幹線 地質不良対策等検討 ワーキングチーム



現地視察状況

渡島トンネル、羊蹄トンネル、札幌トンネルにおける工程短縮策等を検討。

トンネル名	主な追加調査・工程短縮策
渡島トンネル	・長尺ボーリング ・空中電磁探査 ・工区境変更
羊蹄トンネル	・地上からの岩塊撤去 ・中間立坑でのビット補強 ・斜坑の新設
札幌トンネル	・2切羽施工 ・作業坑の追加 ・シールド掘進とセグメント組立の同時施工

トンネル施工技術委員会

トンネル施工技術委員会機械化施工小委員会

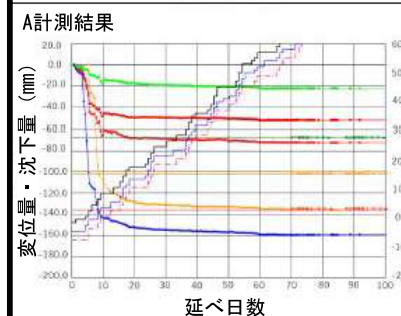
各工区の施工状況を随時共有し、トンネル掘削に伴う技術的課題（盤ぶくれ、地すべり対策、シールドトンネルに関する課題）について検討。



支保パターン特S 湧水量:0L/min程度
切羽大部分で凝灰質砂岩が分布している。切羽上部および中心部で変質し粘土化および黒色化したシルト岩が出現し、頻りに肌落ちが生じる。亀裂の多い部分や、変質具合の異なる部分の境目には多くの割れ目注入跡が見られる。

地質：第三紀中新世 凝灰質砂岩

工学的区分：軟岩系岩盤



施工状況の共有例



現地調査状況



会議状況