

北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)工事の状況について



2024年5月8日
鉄道・運輸機構

・現在の状態

北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)については、2012年6月に着工し、その後、2015年1月の政府・与党申合せで2030年度末の完成・開業を目指すこととされ、建設主体として鋭意工事を実施。

しかし、令和4年(2022年)の有識者会議において報告がなされたとおり、複数のトンネルにおいて、掘削前のトンネル発生土受入地確保の難航や掘削開始後の予期せぬ巨大な岩塊の出現、想定を上回る地質不良などが生じ、現時点においても3~4年程度の遅延が生じている。

・今後の見通し

現在もなお地質不良が継続しており、4月以降働き方改革も実施。これらのさらなる遅延要因の影響は、有識者会議でも議論された様々な工程短縮策をもってしても、現段階では一定程度減殺されるにとどまる見込み。

・開業時期

こうしたことから、2030年度末完成・開業の目標達成は極めて困難であると認識。

完成・開業年度については、今後の地質不良の状況や土木工事に続く軌道・電気工事の調達・入札状況等について見極める必要があることから、現時点で具体的な時期を示すことは技術的に困難。

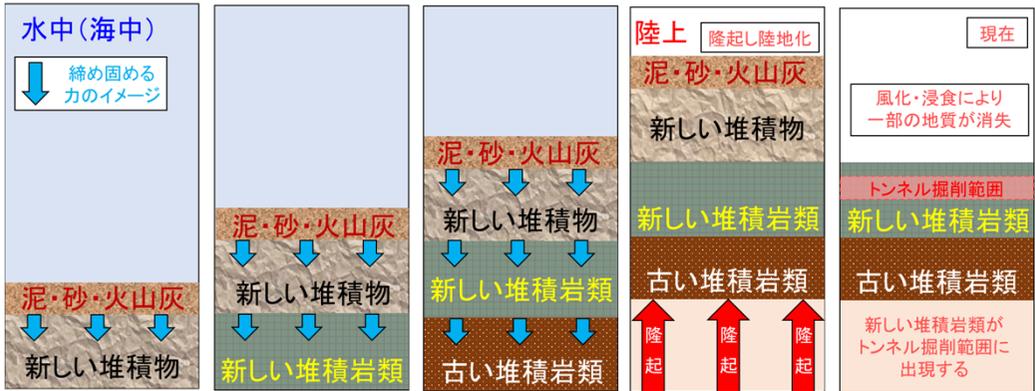
・今後の対応

北海道新幹線の開業時期は、沿線地域や関係者にとって重要な事柄であることから、現下の状況を関係者にご理解いただくとともに、なるべく早く今後の見通しを明らかにできるよう最大限対応していく。また、関係者の皆様のご協力をいただきつつ、引き続き工程の短縮に取り組み、一日も早い開業に向け最大限努力する所存。

北海道新幹線の地質学的な特徴① 新第三紀の地層

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広く分布し、トンネル工事が難航

- 堆積岩類は、形成された期間が短い(新しい)と軟らかく、掘削時に崩れやすい性質を持つ



時間経過とともに締め固まり、硬化する(続成作用)

地殻変動により隆起し風化・浸食作用を受け、出現

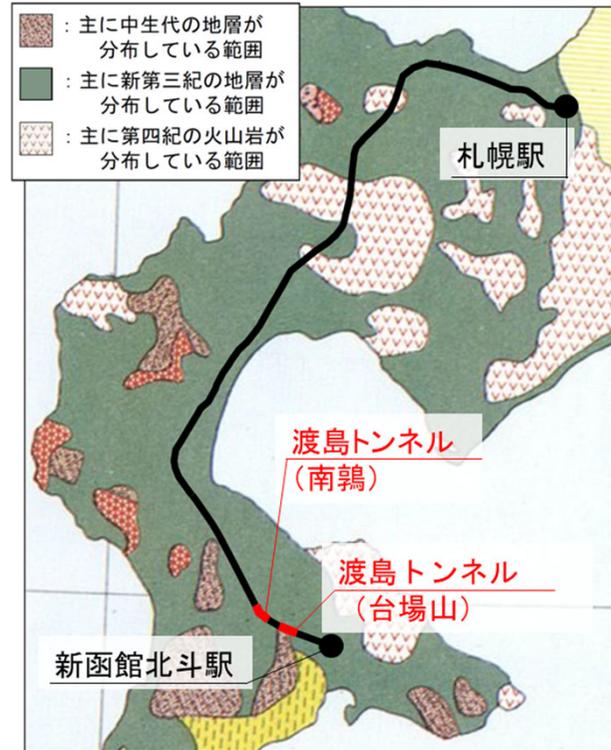
新第三紀の火山灰が堆積し形成した緑色凝灰岩(グリーンタフ)には、膨潤性鉱物(スメクタイト類)が含まれることがある(渡島トンネル(南鶉)工区)



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

膨潤性鉱物(スメクタイト類)が吸水・膨張

- 北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)ルート沿線には、新第三紀(新しい時代)の地層が広く分布



引用: <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

地質年代表 (行の幅で年代の長さを表現) 地質

地質時代名	年代長さ	現代から
※第四紀	258万年	0.03億年前
新第三紀	2,045万年	0.23億年前
古第三紀	4,300万年	0.66億年前
中生代		
白亜紀	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		
ペルム紀	4,670万年	2.99億年前
石炭紀	6,000万年	3.23億年前
デボン紀	6,030万年	3.59億年前
シルル紀	2,420万年	4.19億年前
代		
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		5.41億年前

※第四紀のみ10倍拡張表示

⇒ 軟岩(軟弱な地質)やグリーンタフが出現しトンネル工事が難航している。

北海道新幹線の地質学的な特徴② 火山活動等が活発な地域

トンネル掘削に困難を伴うことが多い火山や活断層を可能な限り避けているが、やむを得ず近接する区間が存在。

○火山活動や断層運動が活発な地域では次の特徴がある。

【特徴1】断層運動に伴う弱部の形成：渡島トンネル(台場山)

断層がずれ動くことで岩石が破碎され、亀裂発達部や破碎帯や形成される

【特徴2】火山活動に伴う岩石の強度低下：渡島トンネル(南鶉)

熱水変質※やマグマの貫入(貫入岩)により、複雑で軟弱な地質になりやすい

※ 地中に存在する高温の温泉水(熱水)に含まれる成分により、接触した岩石が変質(軟質化や重金属等の供給)作用を受けること

【特徴3】火山の噴火などに伴い形成される流れ山地形：羊蹄トンネル

噴火などにより火山が崩れ、山麓に堆積した地形(巨礫が分布している)

【特徴4】熱水変質による重金属等の濃集：渡島トンネル、札樽トンネル等

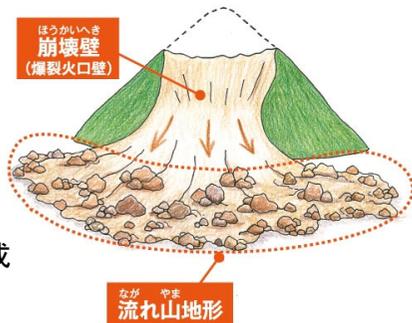
熱水変質により、重金属等が濃集され、高濃度に含有する岩石が生じる



【特徴1】断層運動に伴う弱部の形成

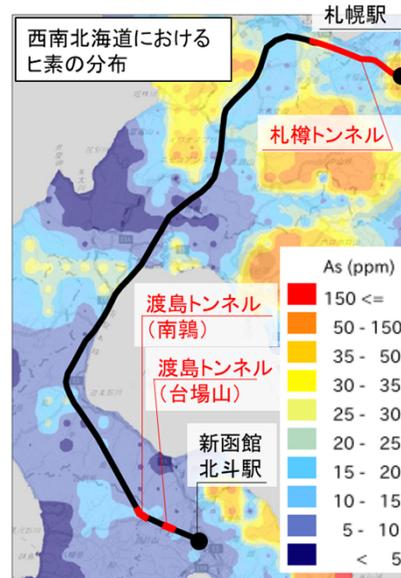


【特徴2】火山活動に伴う岩石の強度低下



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

【特徴3】噴火などに伴い生じる流れ山地形



引用：<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

【特徴4】熱水変質による重金属等の供給

新函館北斗・札幌間では、火山や活断層を可能な限り避けるようにルートを選定

※全ての火山や活断層を避けることは困難



新幹線ルートと第四紀火山や活断層の位置図

渡島トンネルにおける遅延の状況

○地表面陥没に伴うトンネル内土砂流入による長期の工事停止や、想定を大幅に超える著しい地質不良への対応により掘進速度が計画よりも大幅に低下。加えて自然由来重金属等を基準値以上に含む対策土受入れ地確保の遅れ等により現状で3~4年の遅延が発生。
○さらに、未掘削区間の地質不良の継続リスクや働き方改革の影響等もあり、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)等の工程工夫策を実施した場合でも、現段階ではその効果は更なる遅延要因による影響の一定程度の減殺に留まる見込み。

渡島トンネル(台場山)工区の状況

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

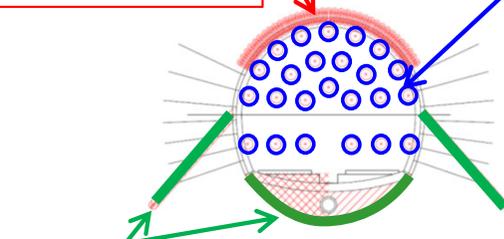


地表面陥没状況

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



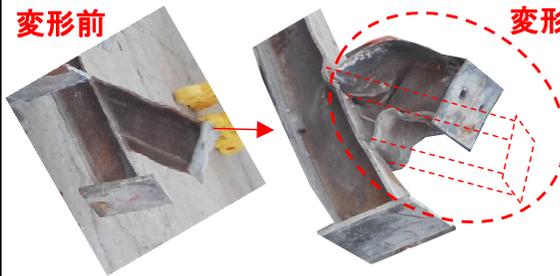
トンネル下部に鋼管を追加し圧力に対抗

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

渡島トンネル(南鶉)工区の状況

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



鋼材の変形

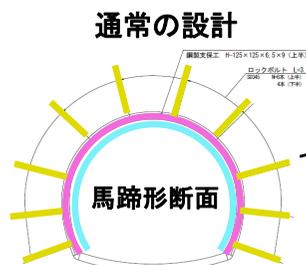


吹付けコンクリートのひび割れ

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

圧力に強い円形の断面に変更

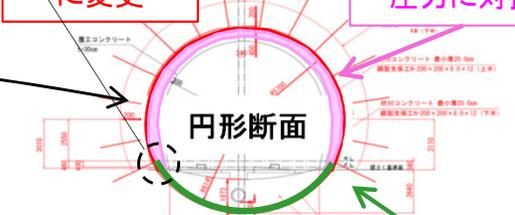
トンネルの壁厚を増加し、圧力に対抗



通常的设计

- 吹付けコンクリート
- 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



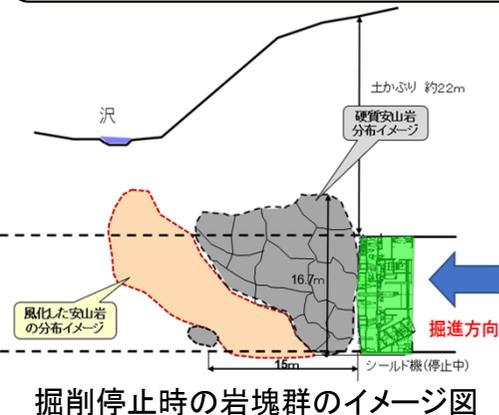
円形断面

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

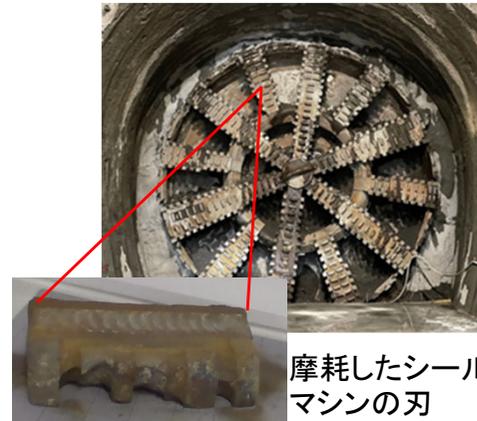
トンネル下部に鋼管を追加し、圧力に対抗

羊蹄トンネル: 巨大な岩塊群遭遇により掘削が難航

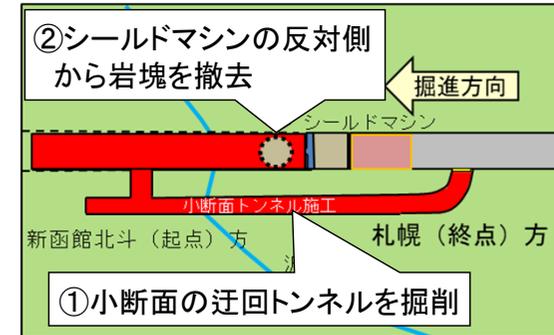
- 羊蹄トンネル(比羅夫)工区においては、シールドマシン前方に10数メートル四方にも及ぶ巨大で堅固な岩塊群が出現したことにより、**長期間掘進が中断**。岩塊群を撤去するため小断面の迂回トンネルの掘削を行い岩塊群を撤去した後、掘進を再開したが2年半の遅れが発生。加えて、大雪の影響による掘削設備の現地組立ての遅れやシールドマシンの刃の交換等により現時点で**約4年の遅延**。
- シールドマシンの停止中に追加の岩塊調査を実施し掘進に影響する岩塊群の事前撤去やトンネル掘削後に行う工事の先行実施等の工程工夫策を実施しているが、**約4年の工程遅延は解消できていない状況**。



岩塊群を構成していた岩塊
(長辺2m程度、表面の傷はシールドマシンの刃の痕跡)



摩耗したシールドマシンの刃



小断面の迂回トンネル(イメージ図)

地上からの岩塊撤去(撤去区間①の例)

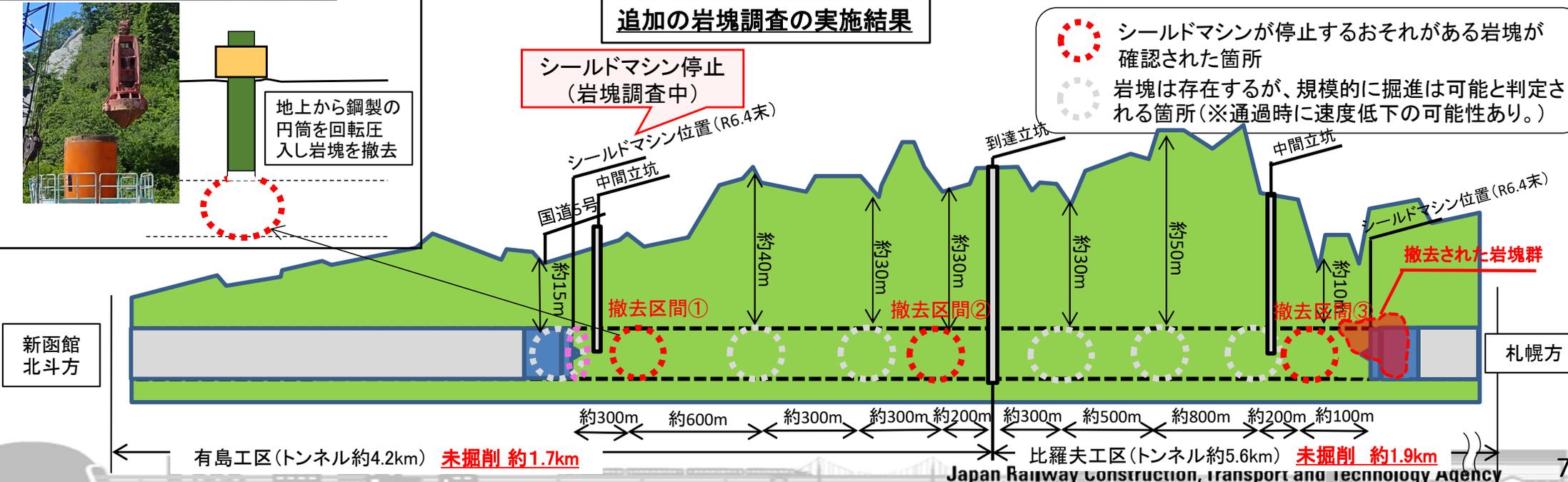


地上から鋼製の円筒を回転圧入し岩塊を撤去

追加の岩塊調査の実施結果

シールドマシン停止
(岩塊調査中)

シールドマシンが停止するおそれがある岩塊が確認された箇所
岩塊は存在するが、規格的に掘進は可能と判定される箇所(※通過時に速度低下の可能性あり。)



札幌トンネルなどの発生土受入地確保の難航

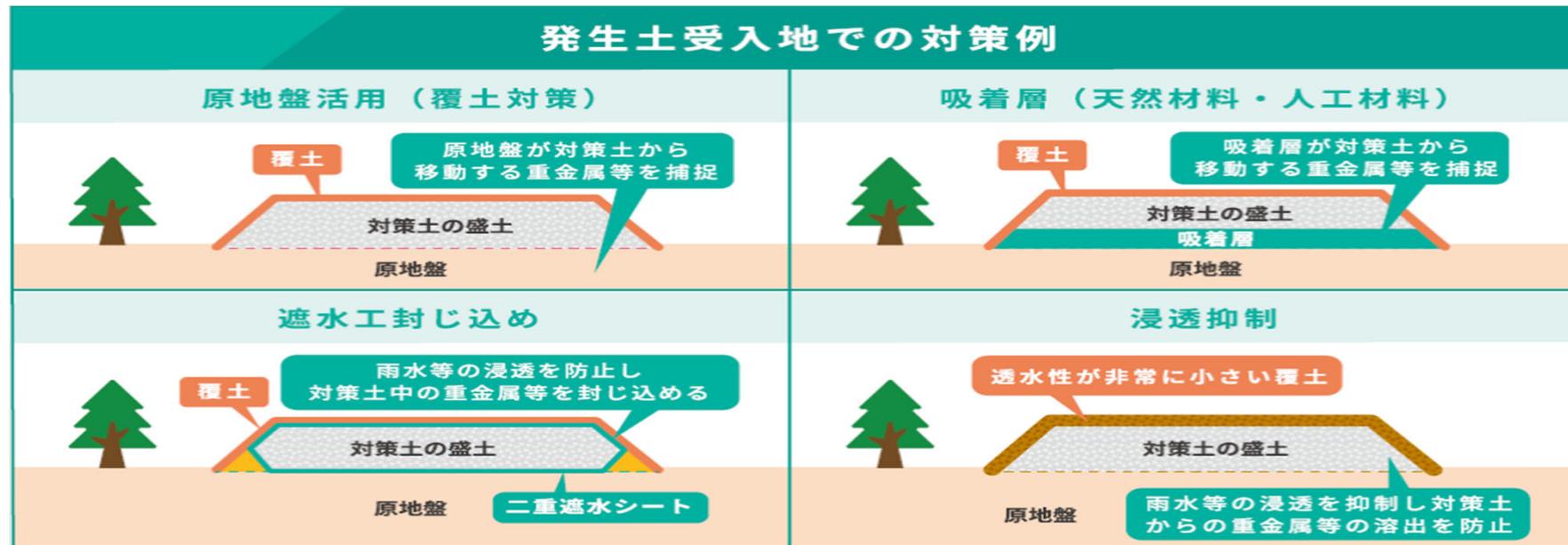
- 北海道には、自然由来重金属等を基準値以上に含む地層（対策土）が広く分布
- 対策土受入地の確保に時間を要したこと等による工事着手の遅れ等により、3年～3年半程度の遅延が発生
- 更に、地質不良による掘削速度の低下リスクや働き方改革の影響等もあり、掘削体制の拡充（2切羽施工や工区境の変更）や一部工事の省略等、現段階で予定している工程工夫策を実施しても更なる遅延要因の影響の一定程度の減殺に留まる見込み



学識経験者等の第三者による委員会での対策工等の検討



発生土受入地



山岳トンネル工区における工程の工夫策

-2切羽施工・工区境変更-

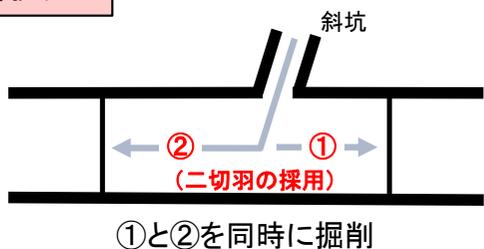
2切羽施工

- 通常1つのトンネル工事では、1台の重機で1方向に掘削しているが、2台の重機を用いて2方向同時に掘削を行う事で工程短縮を図るもの。

変更前



変更後



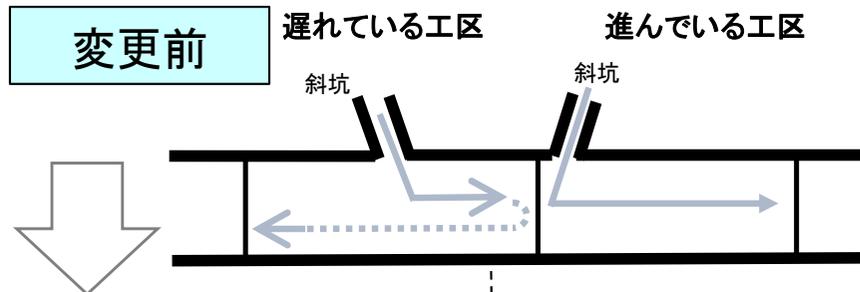
(注)①と②を同時に掘削するためには、次の条件が必要。

- ・1日あたりの発生土運搬量が約2倍となることに対する運搬路沿道住民の理解
 - ・作業ヤード用地の確保や斜坑の拡幅
 - ・トンネルを掘削できる作業員や専用の大型機械・設備の追加
 - ・斜坑が工区端部※ではなく工区中央部に取り付いていること
- ※坑内での設備の段取り替えを低減するため一方向への施工が基本

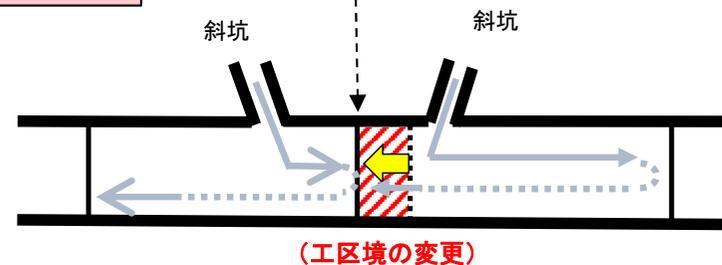
工区境の変更

- トンネル全体での進捗よくを勘案し、工事が進んでいる工区と遅れている工区の境を変更する事で、全体としての工程短縮を図るもの。

変更前



変更後



(注)工区境を変更するためには、次の条件が必要。

- ・工区が延長になる側は、工期が延長となることに対する作業ヤード周辺や発生土運搬経路沿道の住民の理解
- ・両工区の受注者の同意

山岳トンネル工区における工程の工夫策

-インバート、覆工コンクリート、路盤鉄筋コンクリート-

インバートコンクリート・覆工コンクリートの先行施工

- 掘進完了後に施工を行う予定であった器材坑(トンネル本坑に設置する横穴)やインバートコンクリート・覆工コンクリートの施工を前倒しで行う事により工程短縮を図るもの。

変更前

本坑掘削	
覆工・インバート	
器材坑	
路盤鉄筋コンクリート	
シールドメンテナンス	
岩塊撤去	
小断面トンネル掘削	

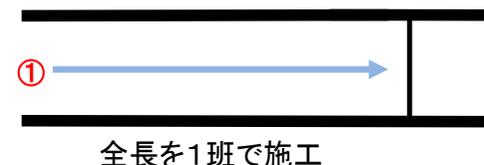
変更後

本坑掘削	
覆工・インバート	
器材坑	
路盤鉄筋コンクリート	
シールドメンテナンス	
岩塊撤去	
小断面トンネル掘削	

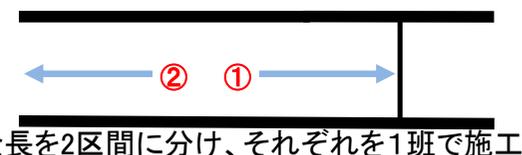
インバートコンクリート※1・覆工コンクリート※2の2班施工

- 通常1班で作業を行うが、作業班を1班から2班に増強し、2箇所で行う

変更前



変更後



※1: トンネル底部の逆アーチ状のコンクリート

※2: 掘削後のトンネル周面に構築するコンクリート

路盤鉄筋※3コンクリートの機械化施工

- 通常型枠設置などを人力により行うが、型枠設置を省略し、機械で施工を行う

変更前



変更後



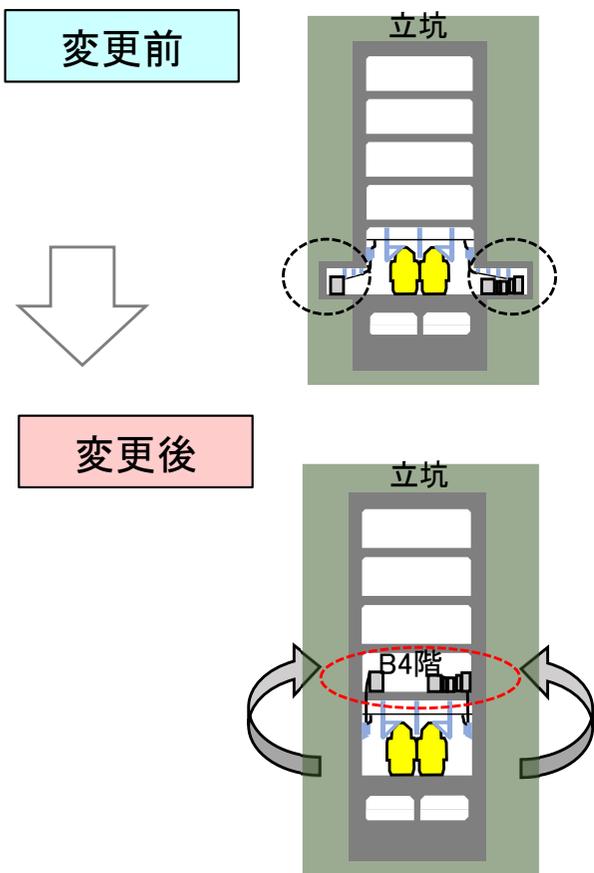
※3: 列車が走行する軌道を固定させるスラブをのせるために必要なコンクリート構造物

シールドトンネル工区における工程の工夫策

- 器材坑の配置変更 -

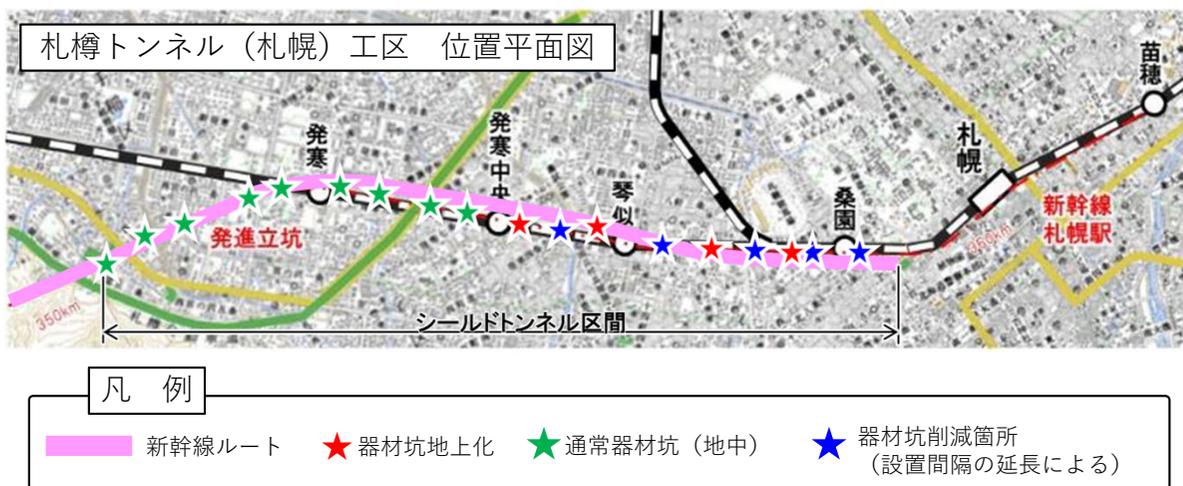
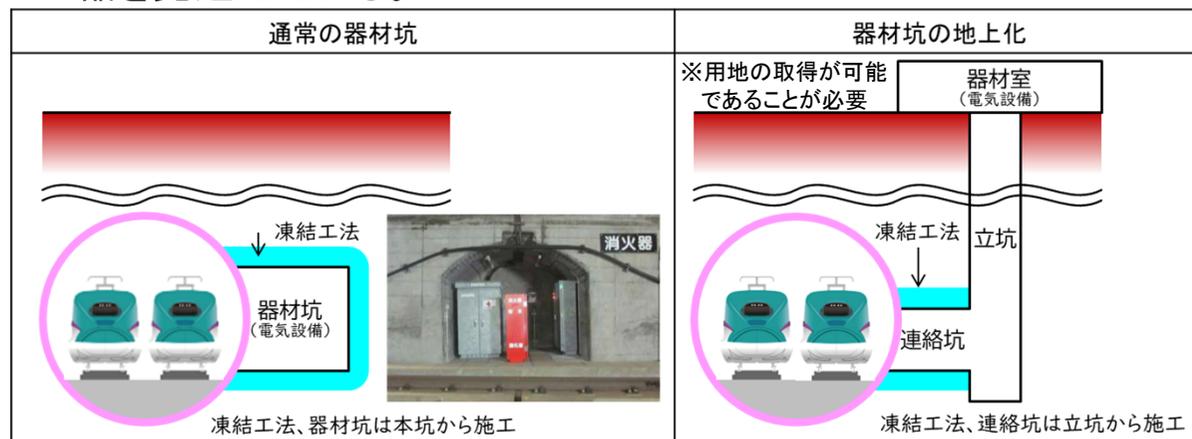
シールド発進立坑における器材坑の配置変更

- 当初はトンネル側壁部に器材坑を整備し電気設備を設置する計画であったが、検討の結果、立坑B4階のスペースに設備を配置することが可能となり、器材坑を省略することにより工程短縮を図るもの。



シールドトンネル区間の器材坑の地上化

- 札幌トンネル札幌工区(シールド区間)では、約500mごとに地中に設置される器材坑のうち4か所を地上化することにより、器材坑を大型化。これにより、設置間隔を約1kmに延長でき、工程短縮を見込んでいる。



※器材坑とは、電気設備や消火器などを設置するためにトンネル内に設けるスペースのことで、通常はトンネル内からの掘削により施工する。