

都心アクセス道路における開削トンネル設置について

—調査・設計時における留意事項—

札幌開発建設部 都心アクセス道路整備室 ○村本 蓮
大場 北斗
宍戸 政仁

一般国道5号創成川通（通称：都心アクセス道路）は、札幌市都心部と札樽自動車道の区間を地下トンネルで結ぶ、延長4.8kmの事業である。事業区間の現道地下空間には、上下水道などの様々なインフラが整備されており、軟弱地盤や高い地下水位、地下トンネルに近接して高層ビルが建ち並ぶなどの現地条件となっており、これらに配慮した調査、設計、施工計画の検討および適切な事業広報が必要となる。本稿では、都心部での地下トンネル整備にあたり、事業化から工事発注までの配慮事項や設計上の工夫点について報告する。

キーワード：都市部施工、開削トンネル、地下水対策、地盤改良

1. 事業概要

一般国道5号は、函館市を起点とし長万部町及び小樽市を経て、札幌市に至る主要幹線道路である。

本事業は、札幌市都心部と札樽自動車道の区間（創成川通）を地下トンネルで結ぶことによって、札幌市都心部と高速道路のアクセス強化を図り、時間信頼性の向上や都心部への物流交通の安全性向上を目的とした北37条東1丁目から大通東1丁目に至る延長4.8kmの事業である。



図1 都心アクセス道路位置図

地下トンネル内は片側2車線を極力確保し、複数の出入口（ランプ）を設けることによって、都心部への立ち寄りが目的の交通と、都心部を通過する交通を分散することで、利便性を向上する。

また、整備するランプのうちの一箇所は、札樽自動車道から分岐し直接地下トンネルへ合流できるダイレクトアクセスランプとして、渋滞箇所となっている札幌北ICオフランプを回避する。

地上部道路でも歩道拡幅などの空間再配分を行うことで、地上の交通を確保しつつ、車両、歩行者等の利便性向上を目的とした幅員とする計画である。

本事業は令和3年度に事業化され、これまで現地調査、測量設計および関係機関協議を重ねてきた。その間、並行して地下トンネルの支障となる占用物の移設を施設管理者と協議の上進めており、トンネル施工の準備が整ったことから、令和7年度から本体工事（北7条～北9条、南進側）に着手する。

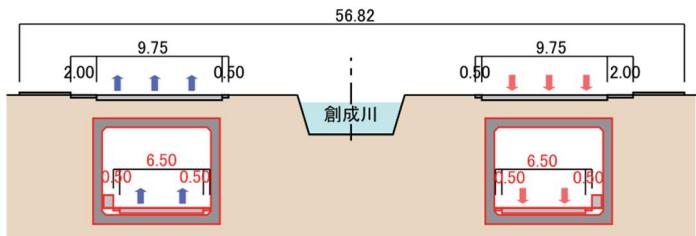


図2 断面図（北7条付近）

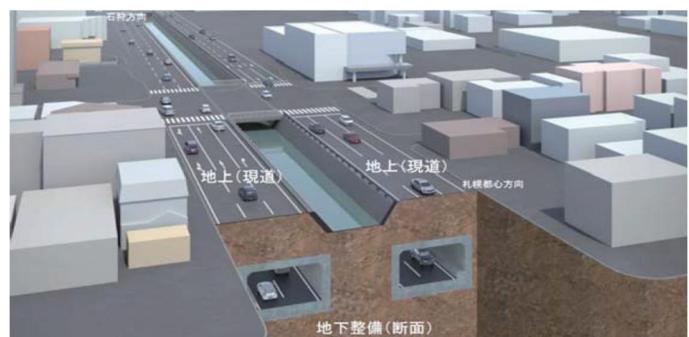


図3 整備イメージ

2. 現場条件

(1) 現地状況

本事業区間においては各種民間事業所や大型集合住宅などが道路に近接・連携している。また、事業区間全体を縦断的に流れる創成川の流下を確保する必要がある。

(2) 土質・地下水

事業区間の北側と南側で土質条件が大きく異なる。南側は橙色系で示すN値50を超える良質な砂礫地盤が分布し地下水位が低い一方で、北側は青色系で示す軟弱地盤が深く分布し、地下水位については地下トンネルの頂版高さ付近へ達する箇所が存在するという特徴がある。

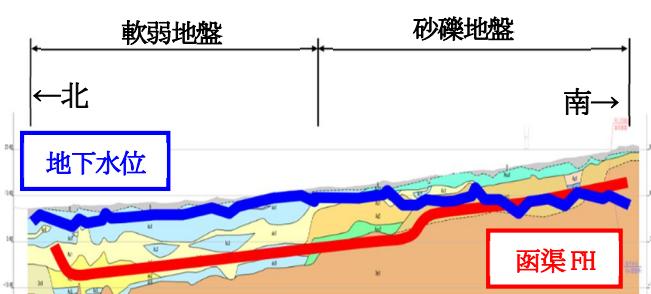


図 4 事業区間の地下水位と地盤の状況

(3) 交通状況

一般国道5号創成川通における事業区間の交通量は4.2万台/日 (R3センサス) であり、交差する道路は環状通、宮の森・北24条通、道道273号など札幌市内の東西方向の交通を担う幹線道路が数多く存在している状況である。そのため、都市間バスや路線バスが昼夜を問わず走行しており交通規制範囲及び期間を最小限にする必要がある。

(4) 他大型事業との調整

本事業は札幌市都心部で施工となるため、新幹線の延伸工事や複数の駅前再開発事業など、施工主体の異なる事業が同時並行で実施されており、工事工程や交通規制等、多数の調整が必要となっている。

また、現道の地下空間には通信、電力、上下水道、ガス、地下鉄などのインフラも多数存在し、移設先や施工時期、影響回避方法の調整に時間を要している。



図 5 札幌駅前の大型事業の施工状況

3. 設計上の留意点・工夫

前章で述べたとおり、地下トンネルを整備するために支障となりうる様々な要素があるため、これらに配慮した設計が必要となった。ここでは、種々の留意点および設計上の工夫を以下に示す。

(1) 事業促進PPPの導入

本事業では、事業の円滑な執行を目的として、正式なものとしては北海道開発局の道路部門では初となる事業促進PPP (Public Private Partnership) を導入した。事業促進PPPとは、事業全体計画の整理、測量・調査・設計業務の指導・調整、地元及び関係行政機関との協議、事業管理（事業工程及びコストの管理等）などのマネジメント業務を官民の技術者が多様な知識・経験を融合させながら効率的に実施するために民間の技術力を活用する手法である。

本事業においては札幌開発建設部に複数名の民間技術者が常駐しており、事業に伴う協議や調整について、高度な技術力のもと迅速かつ的確にサポートできる体制を整えている。

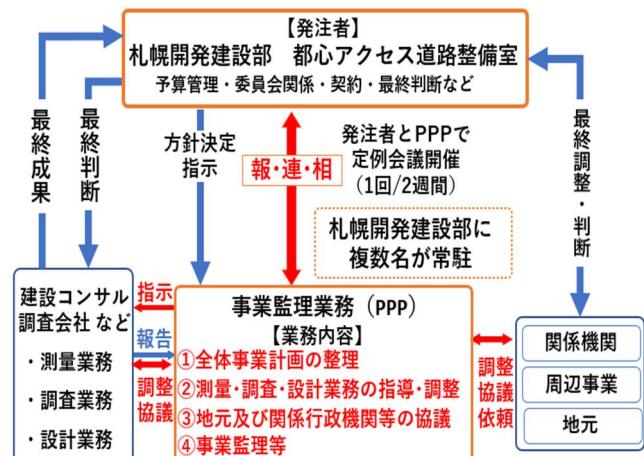


図 6 事業促進 PPP と発注者の関係性

(2) 各設計業務間の整合

本事業では設計項目が多岐にわたるため、令和3年度～令和7年度までの約5年間で80本以上の業務を発注した。とりわけ地下トンネルの詳細設計においては、カルバート工指針（平成22年3月、(社)日本道路協会、以下指針とする）の適用範囲外の設計基準設定や、各業務受注者による見解や設計思想の統一が課題であった。そこで、各種仕様書・要領、先行事例、各業務受注者からの設計思想のヒアリング結果をもとに、本事業の設計における統一事項を作成し、業務成果ごとの差異を無くすことに努めた。

(3)既往基準類にない事項の設計基準設定

地下トンネルの躯体は、指針の適用範囲を超える規模であることや、地下水位が高いことによる水圧への考慮が必要であることなどから、トンネル標準示方書（平成28年7月、(社)土木学会）や指針、道路設計要領を基本としつつ、それらに記載がない項目や補足的に設定が必要な項目については、高速道路会社や他地方整備局等の先行整備事例を適宜参照し、設計条件を新たに設定した。

また、事業区間沿線は都市部特有の土地利用がされており、多数の施設や住居が連携していることから、特に土留め構造の決定には施工時の変位管理値にまで踏み込み、構造を決定した。

それらの設計条件等については、有識者からなる技術検討会において審議を行い、妥当性を確認した。

以下はその一部である。

a)コンクリートの設計基準強度

指針では $\sigma_{ck}=24N/mm^2$ だが、躯体コンクリートの部材厚の低減を図るために $\sigma_{ck}=30N/mm^2$ として設計した。

b)鉄筋径

指針ではD10～D32が標準だが、部材厚の低減を図るためにD13～D38を標準とした。

c)縦断方向地表面活荷重

指針では地下トンネルに対する横断方向の活荷重のみを考慮することとなっているが、地下トンネルは地上道路と同一の方向に設置することを踏まえ、縦断方向についても共同溝設計指針（昭和61年3月、日本道路協会）を参考にT-25荷重を考慮した設計とした。

d)土留め構造の管理値

土留めの施工・掘削に伴う周辺家屋などへの影響を最小化するため、「建築基礎構造設計指針・都市部近接施工ガイドライン」より、土留背面地盤の鉛直変位を10mm、傾斜角1/1,000rad以下とする管理基準値を設定し、それを満足する剛性を有した土留め構造を採用した。

(4)地下水対策

地下トンネルは開削工法による現場打ちでの構築となるため、施工中は掘削範囲をドライに保つ必要がある。

ドライ施工を行うためには、地下水低下工法により地下水を低下させる必要があるが、周辺地盤の地下水も同時に低下した場合、特に軟弱地盤の区間では地盤の圧密を誘発する懸念があった。地下水低下の影響を把握するための三次元浸透流解析の結果、掘削範囲外周に止水機能を施すことで、周辺地下水の引き込みを防止し、地盤の圧密を抑制することが確認できたため、止水機能を有する土留め工や掘削底面処理について検討を行った。

a)土留め工法

先に述べたとおり、土留め工の検討には周辺地盤の管理基準を満足するために必要な剛性に加え、止水機能を有する工法を選定する必要があり、以下の7案を抽出した。比較検討の結果、最も経済性に優れる第1案：鋼矢

板工法を選定した。ただし、開削断面や地盤条件などにより管理基準の超過が懸念される区間については、より剛性の高い工法である第4案：柱列式地中連続壁工法を採用した。

表1 止水機能を有する土留め工法の抽出結果

	土留め工法	適用性
第1案	切梁式鋼矢板	剛性が比較的小さいが、経済性で最も優れる
第2案	切梁式鋼管矢板	剛性が高いが、経済性で劣る
第3案	切梁式地中連続壁	剛性が高いが、経済性で劣る
第4案	切梁式柱列式地中連続壁	剛性が比較的高く、経済性で優れる
第5案	切梁式ツイルセメント壁	経済性で優れるが、適用深度が深度が浅い
第6案	切梁式泥水固化壁	経済性で優れるが、適用深度が深度が浅い
第7案	切梁式PCカーラ	施工施工がよいが、高価

さらに、柱列式地中連続壁工法の中でも二次選定を行い、通常部は施工性に優れるTRD工法、交差点部や民地の出入り部などは日中の待避が可能なSMW工法を採用した。また、既設の埋設物のうち、条件上、事前に移設困難な国道横断占用施設がある箇所については、施設を回避して土留めの施工が可能な、土留め背面止水の地盤改良を併用した親杭横矢板工法を採用した。

土留め背面の止水対策として、薬液注入工法と高压噴射搅拌工法を比較した。前者は経済性に優れるが、注入圧によって埋設物へ影響を与えるおそれがある。一方、後者はその心配が比較的低いというメリットがあるため、現場状況に合わせて二つの工法を使い分ける設計とした。

さらに、薬液注入を行う際、埋設物件を回避する必要がある場合は、一般的な施工機械のように真下へ注入するのではなく、注入管を斜めにして注入する工夫も検討している。

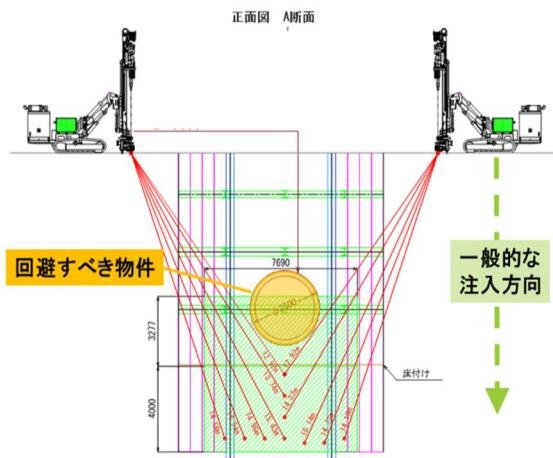


図7 斜め注入のイメージ

b)地下水低下工法

施工中の掘削面をドライに保つ方法としては、掘削ヤード内に排水ピットを設ける釜場排水、掘削前に所定の水位まで下げる揚水（地下水低下）工法があるが、本事業の特徴である開削工法に適した地下水対策として、より確実な揚水工法（ディープウェル工法）を採用した。

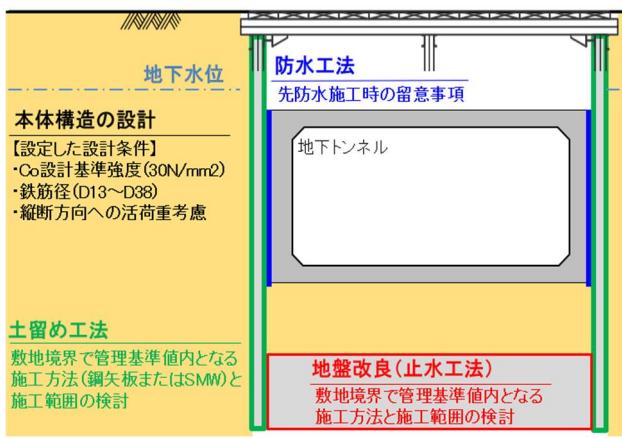
c)地盤改良工法（掘削底面止水対策）

先に述べた止水機能を有する土留め工法とあわせ、水頭差による底盤の盤崩れ対策を兼用した底面止水対策が必要となった。止水対策は施工手順上、開削前に行う必要があるため、地盤改良による対策が有効であり、比較検討の結果、経済性に優れる薬液注入工法を採用した。

d)地下トンネルの防水工法

防水工は地下水等による躯体コンクリートへの目地部（打継部、構造部）からトンネル内への漏水を防止する目的で設置する。施工手法としては、埋設型枠に防水工をあらかじめ施してコンクリートを打設・構築する工法

（先防水）と打設後に防水工を施す工法（後防水）に大別されるが、躯体と土留めの間に足場設置が不要となり、掘削量、仮設材料の低減が可能でコスト縮減に有効な先防水工法を選定した。

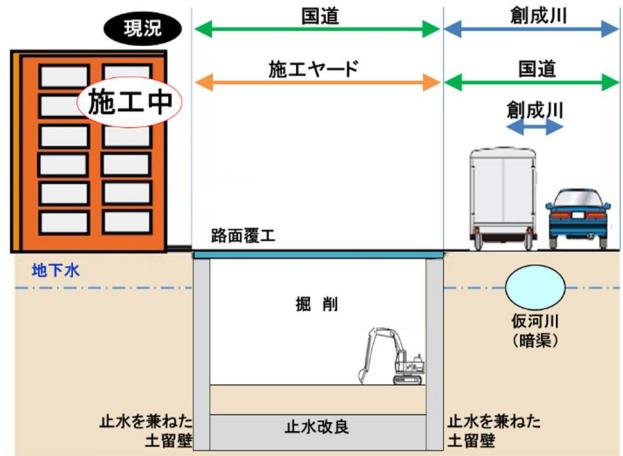


4. 関係機関協議・事業広報

(1)交通管理者との協議

交通規制方法について交通管理者である北海道警察と協議を行った。先述したように、事業区間である一般国道5号および交差する市道・道道は交通量が多いため、交通規制範囲および期間を最小限にする必要がある。また開削時には現道は通行できなくなるため、施工区間の創成川を仮設的に暗渠化し、その上部に迂回路を構築して交通を切り回すことで通行止めとなる期間を極力減らす計画とした。また、施工時の交通確保に関する協議においては、今後本事業が複数工区、複数年次で同様の地

下トンネル施工を行うことを考慮し、まず本事業全体における交通運用上の共通条件を確認・協議し、その後個別の区間で詳細な条件を確認していく方法で進めることにより、効率的に協議を行った。



また、施工段階ごとに規制範囲、規制期間を提示し、車線規制や通行止め等の規制形態に対する車両の交通容量や歩行者の安全性を確保する案を提示することで、円滑に協議を進めた。

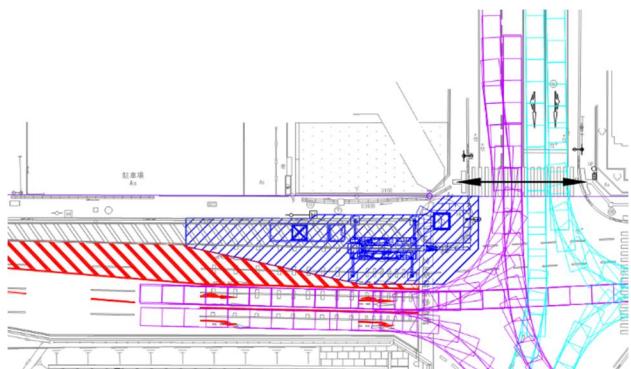


図 10 交通規制時の車両軌跡の確認状況

(2)道路管理者との協議

施工が複数年かつ厳冬期に及ぶことを踏まえ、維持管理の観点から各道路管理者である札幌道路事務所および札幌市と設計段階から協議を行った。特に除雪雪については、除雪機械の軌跡を反映した迂回路の設計や施工ヤード内への堆雪スペースの検討を行った。また、施工段階ごとに切り替わる規制形態、保安施設の設置状況などを随時情報共有し、円滑な交通を保つため連携を図ることとしている。

(3)占用事業者との協議

本事業区間にはφ1000を超える大口径の下水管をはじめとした供用中の物件や、旧石狩陸橋の基礎など撤去に

時間を要する物件など様々な占用物が埋設されている。原則本体施工前までの移設依頼を行っているが、一部移設不可能かつ供用を中断できない物件については、開削区間中において吊防護を行い、供用したまま施工する設計としている。

(4) 河川管理者との協議

本事業区間に並行する区間の創成川は札幌市が管理しているため、国道を河川上に切り回す際の河川の暗渠化の方法や大雨時の緊急対策、既設河川構造物の撤去復旧方法などについて協議を重ねた。

(5) 事業広報

事業区間周辺の住民への情報提供の一環として、令和7年度10月に市内3会場、計6回に渡って事業説明会を行った。説明会では施工方法の説明を行ったほか、事業の完成イメージ動画を上映し、参加者の理解が容易となるよう努めた。説明会の開催にあたっては札幌市と連携し、各町内会との調整や円滑な運営にご協力いただいた。



図 11 事業説明会の様子

また、事業説明会に先立ち、報道機関向けの事前説明会を行ったことで、完成イメージ動画がテレビ放映されるなど事業概要を広範に周知することができた。

さらに、札幌市が主体となって運営している札幌駅周辺での工事情報連絡会議により、近隣の大規模事業による交通規制情報を集約し、ホームページにて周知しているとともに、各事業者間でも詳細な情報を共有・調整しており、当方の工事が着手となる今後も札幌市のホームページにて周知することとしている。



図 12 完成イメージ動画（抜粋）

5. おわりに

本事業は北海道および札幌市の発展に大きく寄与する事業であり、令和3年の事業化から各種調査、設計を経てようやく令和7年度の工事着手を迎えるところである。

この間、札幌市や北海道警察をはじめとする関連機関協議にご協力いただいたご担当者の皆様、調査・設計でご尽力いただいたコンサルタント各社の皆様、各種検討においてご指導いただいた有識者の皆様にこの場を借りて感謝の意を表す。

最後に、本事業の推進には地域の協力が不可欠と考えている。丁寧な説明を心がけ、地元住民の皆様にご理解いただきながら事業を進める所存である。



図 13 都心アクセス道路事業の紹介ページ
(札幌開発建設部ホームページ)