

札幌駅前通地下歩行空間の工事の進め方について
 —第三者災害の防止と対策—

札幌開発建設部札幌道路事務所 ○小 池 敦 史
 三 浦 之 裕
 菊 池 実

まえがき

札幌駅前通地下歩行空間整備事業は、図-1 に示すとおり J R 札幌駅周辺地区と大通・すすきの地区を地下歩行空間でつなげることにより、二極化している都心商業圏の回遊性を高め、四季を通じて安全で快適な歩行空間を確保するものである。また、北一条地下駐車場や沿道ビルとの接続もされ、都心全体の魅力と活力向上が期待されることである。図-2 に完成予想図を示す。

本事業は札幌市との協同事業として進めており、歩行者通路延長 $L = 680 \text{ m}$ のうち一般国道 36 号線区間 $L = 160 \text{ m}$ (北一条通～北大通) は北海道開発局が施工を実施している。

札幌駅前通は、札幌都心部のメインストリートであり、車両交通量はもちろんのこと買い物客、観光客などの歩行者交通量が定常的に多い区域である。また、地下には札幌市主要公共交通である地下鉄南北線をはじめ、様々な都市機能を担うインフラが整備、埋設されている。このような現場条件から、本事業は安全性、確実性に配慮した厳重な施工管理により、札幌駅前通地下歩行空間整備工事を進めているところである。

本論文では、それらの現場での取り組みについて報告するものである。

1 札幌駅前通地下歩行空間構造概要

札幌地下歩行空間は車道直下に構築される総幅員 20 m の地下歩道である。広幅員であるため、歩行者への圧迫感緩和対策として内空高確保が当該構造形式に求められた重要な要素であった。前述のとおり道路地下には電気、通信等の埋設都市



図-1 地下歩行空間整備平面図



図-2 地下歩行空間完成予想図

インフラによる土被り制限に加え、地下鉄南北線構造躯体により歩行空間施工基面高が制限される。また、本工事施工区間では地下鉄大通駅に隣接するため、地下鉄軌道には分岐器（ポイント）が設置されている。これにより、一般的な地下鉄躯体構造である2連ボックスカルバート形状（通称8S断面）と、一連ボックスカルバート形状（通称亘断面：分岐器設置区間）の2種類が存在する。2種類の躯体形状が存在するという現地状況により所要内空高を確保するため、地下歩行空間の構造形状は中床版の有無により2タイプ設定し対応している。（下図参照）

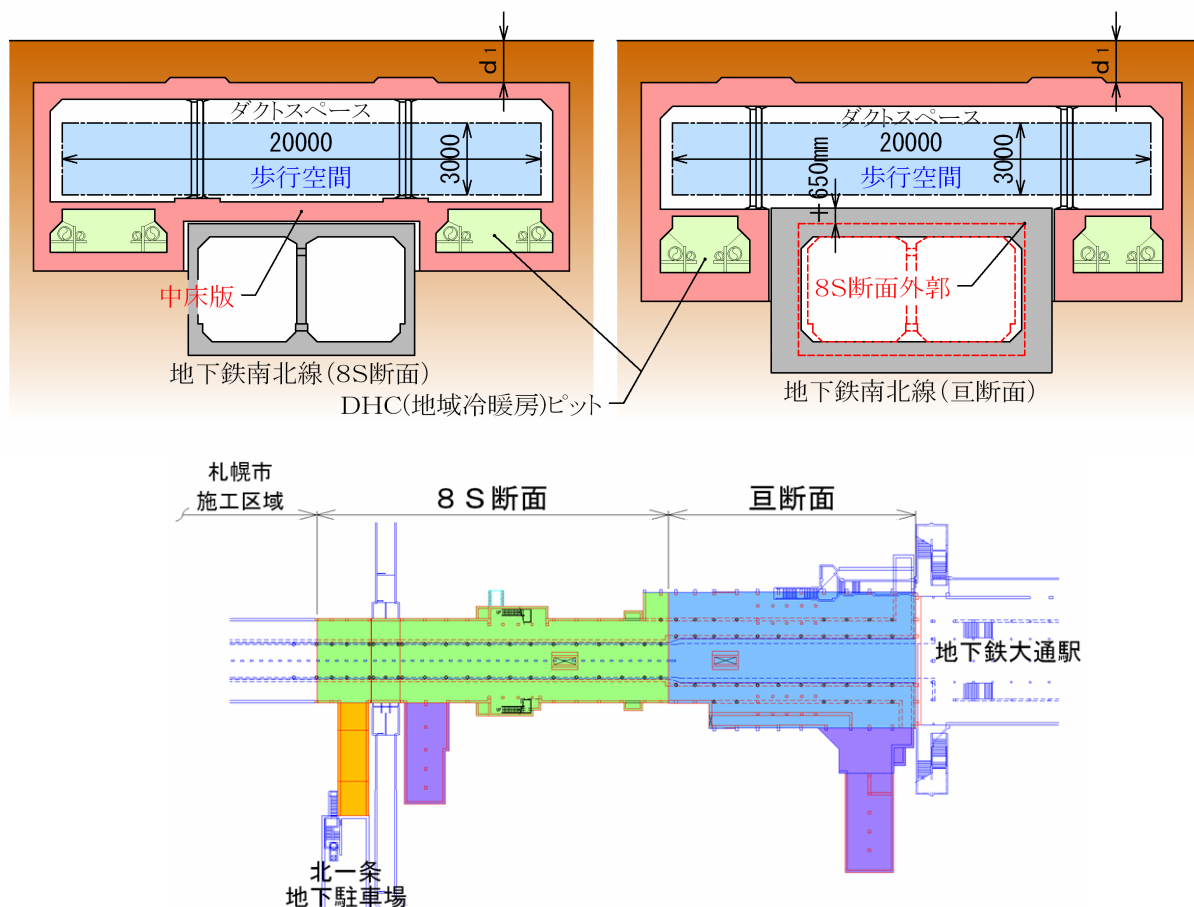


図-3 地下歩行空間断面概要図

地下鉄南北線亘断面に構築される地下歩行空間は、8S断面にくらべ地下鉄躯体上面が+650mm高くなる。よって、亘断面に設置される地下歩行空間の構造形式を8S断面設置部と同等とした場合は単純に内空高が-650mmとなり、所要の内空高の確保が不可能となる。したがって、所用内空高を確保するため、歩行空間が地下鉄南北線上床版を直接設置されるように地下歩行空間中床版を非設置とした構造形式を採用している。

地下歩行空間は大規模地震にたいしても耐力を確保した構造としているが、地下鉄南北線は昭和46年開業と、概ね40年前に構築された施設であるため大規模地震を想定した場合は、地下歩行空間構築の如何にかかわらず部材損傷、破壊が少なからず予想される。8S断面区間は、中床版が設置されているため地下鉄部材損傷時におい

でも歩行通路が確保され著しい機能低下を回避でき、歩行者の安全を確保することが可能である。しかし、亘断面区間では地下鉄躯体の損傷は「歩行通路陥没＝歩行者の安全に大きく影響を与える」と判断される。よって、地下鉄躯体と地下歩行空間を完全分離構造した構造形式とし、地震時応答力を地下鉄躯体に極力伝達させないものとした。これにより、大規模地震時における地下鉄損傷の回避、歩行者の安全確保を可能としている。

2 札幌駅前地下歩行空間施工順序

地下歩行空間整備工事は、車両及び歩行者への交通規制を最小限に抑えるために交通量が減少する夜間施工により実施している。また、施工は通年実施されるため車両、歩行者交通の確保に加え、都市インフラの機能維持に十分配慮した施工計画、管理により地下歩行空間整備工事を進めている。施工全景を写真-1,2 に示すとともに、図-4 に本整備工事の施工順序概図を示す。



写真-1 昼間施工箇所全景
(作業休止中)

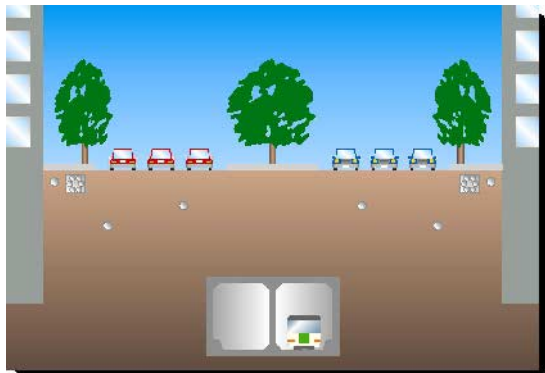
北大通より札幌駅望む



写真-2 夜間施工箇所全景
(作業中)

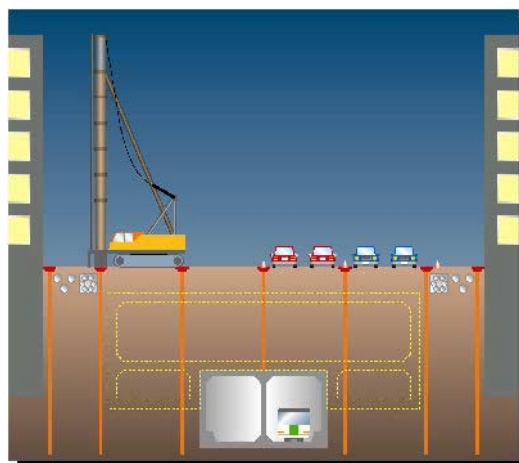
北大通より札幌駅望む

① 着手前



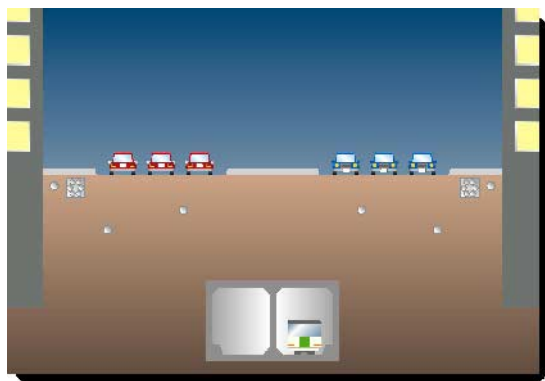
- ・ 施工計画立案
- ・ 関連機関との協議
- ・ 街路樹根巻き（移植準備）

④ 仮設構造物構築



- ・ 親杭、中間杭、路面覆工設置

② 街路樹移植



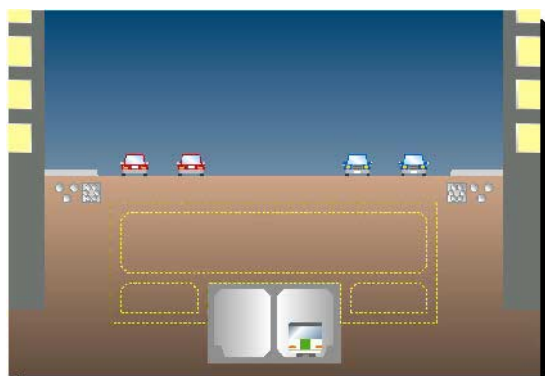
- ・ 街路樹撤去、移植

⑤ 掘削



- ・ 地下埋設物吊防護
- ・ 掘削
- ・ 山留材、仮設支保工設置

③ 地上・地下支障物撤去移設



- ・ 中央分離帯撤去
- ・ 仮設信号機、照明設置
- ・ 地下埋設物移設

⑥ 躯体構築



- ・ 躯体構築
- ・ 埋戻し、仮設材撤去（一部埋設）
- ・ 舗装、地下埋設物復旧

図-4 施工順序概図

3 工事取組み姿勢について — 第三者災害の防止 —

地下歩行空間構築工事は、仮設構造物構築と本体躯体構築の2工種に大別することができる。本工事のような地下構造物の構築では、仮設構造物構築に非常に時間と労力が費やされるとともに、既設交通や都市インフラの機能確保を仮設的に維持することになるため施工管理による安全確保が必要不可欠である。

本工事にて実施してきた仮設工事において憂慮した安全管理項目を以下に列記し、その取組み姿勢と実例について述べる。

1) 【車両・歩行者交通の安全性向上】

本工事は夜間交通規制により施工されるため、工事中の安全性向上には施工帯と交通帯の分離、ならびに規制伝達が重要である。また、歩道部は各種都市インフラの埋設状況確認のために掘削、仮舗装復旧が必要不可欠であり、その実施例を以下に示す。

・ 仮設進入防止柵の設置による歩道分離

歩行者が工事エリア内への立入を物理的に防止するとともに、工事区域からの粉塵等の飛散を防止できる金網フェンス+目隠しシート（作業時）を設置して対応する。

交差点、施工帯出入口部に交通監視員を配置し交通誘導、緊急時に対応できる体制を構築する。（写真-3）



写真-3 フェンス設置状況

・ バルーンライトによる確実な規制伝達

夜間投光として、高輝度でありながら防眩効果の高い防眩型照明機バルーンライトを設置した。発電機一体型で移動、設置、撤去が容易である。交通規制箇所に適宜配置し、規制標識、歩行者、施工帯の視認性を向上させることで交通事故防止効果を向上させている。（写真-4）



写真-4 バルーンライト設置状況

・ 覆工板、敷鉄板による段差解消

埋設物確認等でアスファルト舗装復旧が困難な箇所は、覆工板や敷鉄板により不陸を調整することで段差を解消した。（写真-5）



写真-5 覆工板・敷鉄板による仮復旧

・ ヒーティングマットによる冬季路面確保

冬季の歩道確保の観点から、仮融雪施設としてヒーティングマットを仮設置することで歩行者が安全に通行できる環境を整備した。（写真-6）



写真-6 ヒーティングマット設置状況

2) 【地上施設撤去時の事故防止対策】

撤去対象となる地上施設の内、信号機、街路灯は大型で長身のため撤去時の転倒が懸念される。また、撤去施設の再利用の観点から損傷を回避できる確実な撤去が必要となった。本工事での解決方法を以下に示す。

・撤去吊金具の工夫

通常の玉掛吊では、ワイヤーとポールが接触し、吊上げ時に撤去施設の不安定化や、損傷が予想されることから、本工事では（写真-7）に示した矩形吊金具を考案し、ポールとワイヤーを接触することなく吊上げが可能となった。これにより、安全かつ損傷させることなく撤去することができた。



写真-7 街路灯撤去状況

3) 【地下埋設物損傷回避のための対策】

近年、仮設工事にて埋設物を損傷し都市機能に多大な影響を与える事故は後を絶たない状況である。本工事での事故回避の手段を以下に示す。

・埋設施設を目視した杭打ち作業

本工事では仮設親杭、中間杭位置に対して溝堀り（試掘）を実施し、杭打の準備を行うと同時に埋設されている各種都市インフラの確認を実施した。溝堀り深さは埋設管が確認できる深さまで確実に掘削した。埋設管を目視した状態にて、杭打ち作業を実施し、損傷事故を防止した。（写真-8）



写真-8 埋設管確認状況

4) 【安全性に配慮した杭打機械の選定】

都市部での大型施工機械の転倒による事故は、重大な二次災害を伴うことから現場条件に合わせた適切な施工機械選定が重要である。本工事での選定例を以下に示す。

・ビル近接部に低重心機械を採用

ビル近接部の杭打機械は施工性を犠牲にしても、小型、低重心で揺動の少ないリーダーレス機械を採用した。これにより、ビルとの接触事故や機械転倒が抑止されるとともに、ビル利用者、歩行者への威圧感を低減することが可能となった。（写真-9）



写真-9 杭打機械施工状況

4 地下鉄南北線計測管理

地下歩行空間整備工事において、最も配慮すべき都市インフラは地下鉄南北線である。構造計算により地下鉄に対する安全性は確認しているが、掘削に伴う上載荷重除去による地盤のリバウンド（浮上り）による変形、あるいは地下歩行空間構築による再沈下を把握することは施工管理を行ううえで非常に重要な要素となる。

本工事では掘削開始前に既に沈下計を設置し、地下鉄の微細な変位を常時観測中であり、今後の工事における沈下（隆起）予測のためのデータを収集中である。以下に沈下観測概要を示す。

1) 計測項目

地下鉄南北線の安全管理を主目的として以下の現象を捉えるための計測項目を一覧表に示す。

表-1 計測項目一覧表

計測対象	計測項目	使用機器	計測目的及び方法
地下鉄構内	地下鉄躯体の沈下・隆起	注 1) 水盛式沈下計	躯体側壁に計器を設置し工事期間の地下鉄変位を観測し安全性を確認。
	構内温度	温度計	計器の温度補正のために温度変化を観測する。

注 1) 水盛式沈下計（水管式沈下計）

沈下の影響を受けない基準水槽と各計測点の水盛式沈下計を連通水管で結び、水のレベルを基準にして構造物の沈下、隆起を自動的に測定するシステム

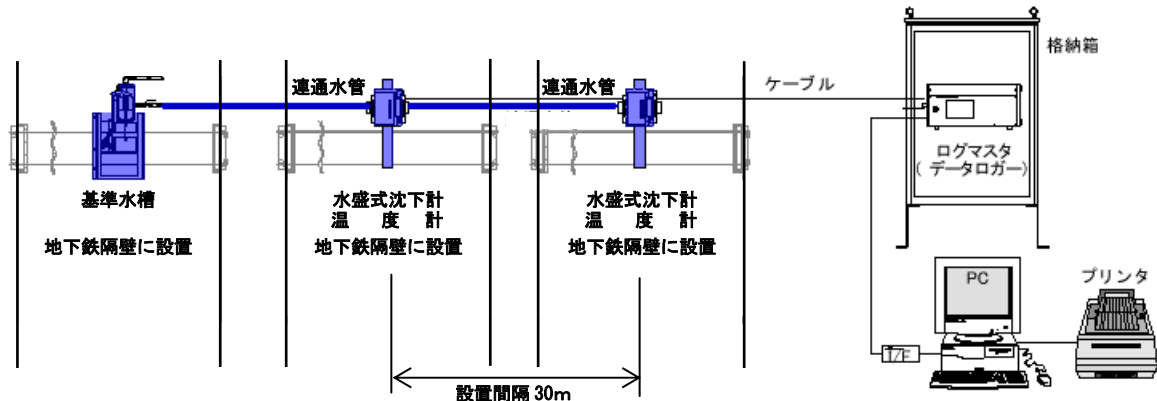


図-6 水盛沈下システム構成例

2) 計器配置及び計測方法

沈下検出器は概ね 30 m 間隔に配置し、開発局施工区間 160 m に 6 点配置し、全て自動計測としている。測定頻度は掘削期間 48 回/日（計測間隔 30 分）とする。

本計測は、掘削状況に応じて地下鉄の挙動を把握し安全を逐次確認し、変位評価を直ちに施工にフィードバックすることが必要である。したがって、現場の自動測定器（データロガー）の収録データをリアルタイムに施工管理事務所のパソコンに転送し、データ処理を自動化するシステムとする。また、設定した管理基準値を超えるデータが観測された場合は、警報を発する機能を付加したシステムとする。

3) 施工管理方法

施工管理は下図に示した施工管理フロー図にしたがって実施する。管理基準は、「管理目標値」、「1次管理値」、「2次管理値」の3段階に分けた値を設定する。

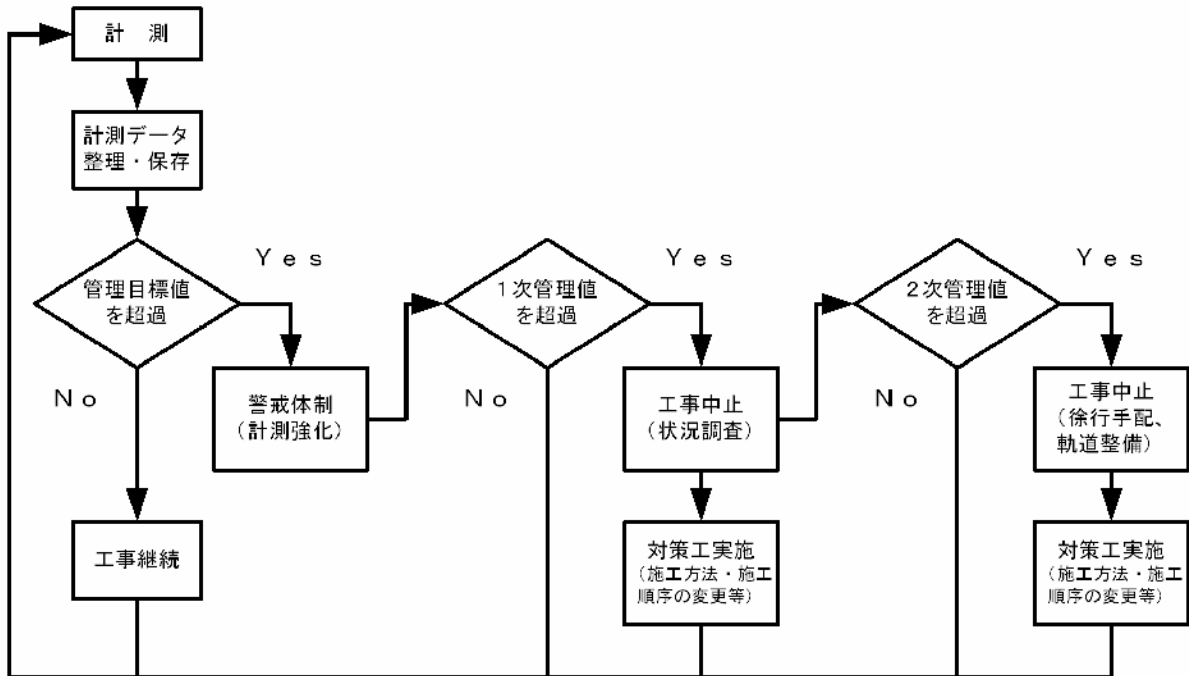


図-7 施工管理フロー図

表-2 管理基準一覧表

設置場所	使用計器	管理基準値 (相対変位)			備考
		管理目標値	1次管理値	2次管理値	
地下鉄構内	水盛式沈下計	± 2 mm/10m	± 4 mm/10m	± 7 mm/10m	自動計測

*管理基準値は札幌市交通局との協議により決定。

あとがき

工事着手から1年4ヶ月が経過し、現在工事は本体構築に向け掘削及び土留め支保工を行っており、来年度以降から本体工事に着手する予定である。本論文は施工業者の創意工夫も含め、これまで取り組んできた安全管理について報告するものであったが、今後も引き続き現場状況に合った安全管理を考えながら、工事を進めていきたい。

最後に、本報告を取りまとめるに当たり、株式会社ドーコン構造部の関係各位に大変お世話になりました。記して厚くお礼申し上げます。