

大型埋設物を切り回し 地下鉄直上に短期間で通路を築造

東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路

神原 聡・上田 康貴

東京メトロ丸ノ内線・東西線・千代田線・半蔵門線及び東京都交通局の三田線の5線が乗り入れている地下鉄大手町駅とリニューアルオープンしたパレスホテルを地下で直結する地下通路を短期間で築造した工事である。地下には大型下水道等多数の埋設物が存在している中、高さ3.5m、幅2.5mと大型のNTTとう道の移設を伴う地下鉄東西線躯体上での地下通路建設であり、既設構造物の変位抑制管理が最重要の条件で、ホテルの開業と同年の地下通路開業にむけ工期短縮計画を樹立し安全と工期を確保して完成した工事である。

キーワード：地下通路、躯体直上施工、大型埋設物、情報化施工、安全確保、工期短縮、鋼製防護、並行作業、浸水防止止水壁

1. はじめに

パレスホテル東京は1961年に丸の内1丁目に開業した日本を代表する老舗ホテルであり、内堀通りを挟んで皇居に面している。2009年1月に施設の老朽化により一時休館となり、全面的な建替え工事を行い2012年5月にリニューアルオープンした。ホテルの建替えに伴って、皇居方面へのアクセス向上とホテル利用客の利便性向上のため、地下鉄大手町駅から直結するエレベータやエスカレータ等のバリアフリー施設を備えた地下通路が計画された。図-1に示すように地下鉄大手町駅は、東京メトロの丸ノ内線・東西線・千代田線・半蔵門線及び東京都交通局三田線の5路線が乗り入れ、東京メトロ路線だけでも1日当り27万

人(2011年度)の利用があるターミナル駅で、JR東京駅とも地下通路で接続している。

本工事である地下通路工事に当たっては同一区画内で施工していた他工事との工程調整や、近隣での再開発工事が同時進行しているため工事間での道路占用の調整に時間を費やした。しかし、ホテルの開業が2012年の5月に予定されていたため、発注者からは同じ年内の地下通路開業を希望されており、工期短縮は必達の目標となった。本稿では地下通路工事のうちNTTケーブル切り回しの施工方法変更による工期短縮、東京メトロ既設躯体直上施工における情報化施工及び安全確保について報告する。

2. 工事概要

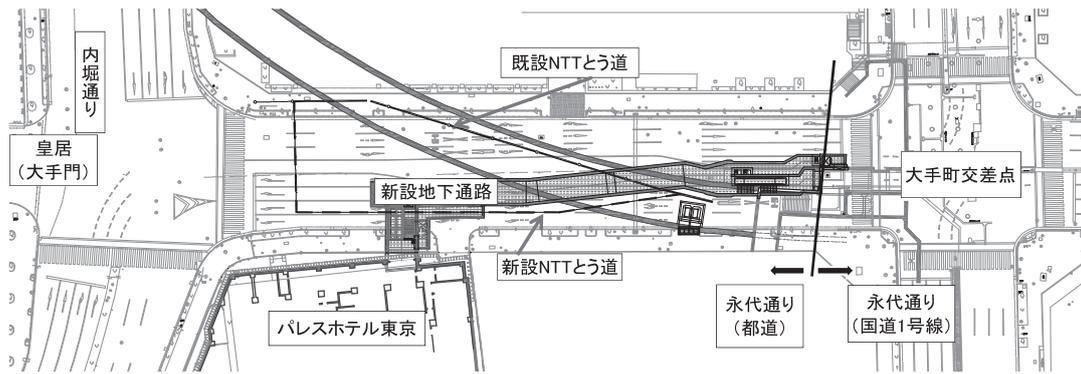
パレスホテル地下通路工事の工事場所は図-2に示す都道永代通りと一部国道大手町交差点をまたぐ範囲にあり、交通量の非常に多い国道1号線につながる位置にある。施工延長100m、掘削深度最大14m、掘削幅は最大14mである。

本工事の対象は地下通路の構築及び掘削と、支障となるNTTとう道を切り回すための掘削であり、それに付随する杭打ち、路面覆工架設、地盤改良を伴う開削工事である。工事概要を表-1に示す。

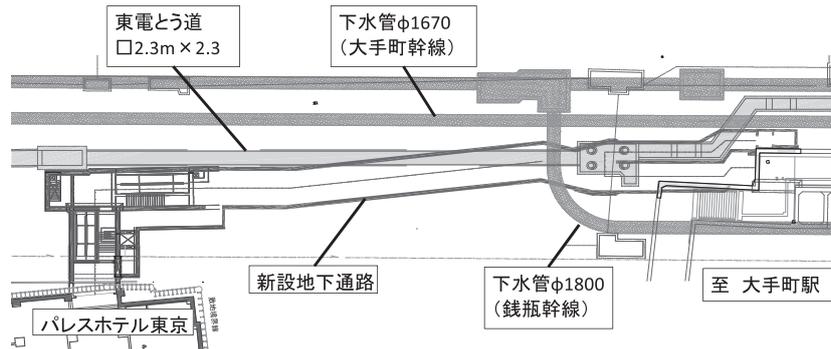
図-3に示すように周囲には下水道φ1800(銭瓶幹線)、φ1670(大手町幹線)、東電とう道(H2.3m×W2.3m)といった大型埋設物が多数存在しており、



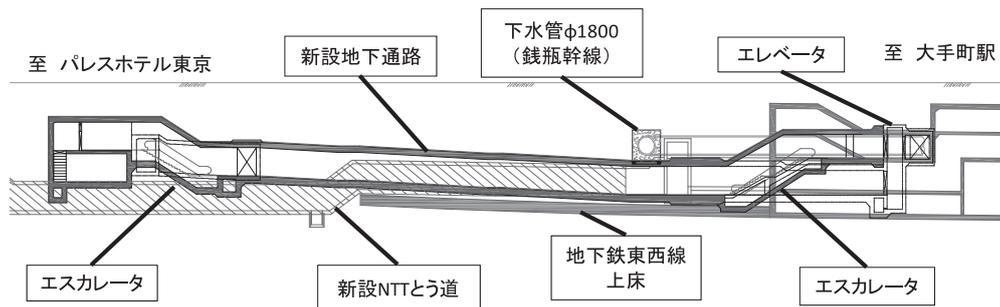
図-1 現場周辺地図



図一 2 施工箇所周辺図



図一 3 地下埋設物平面図



図一 4 工事概要縦断図

表一 1 工事概要, 主要工種一覧

工事名称	東西線大手町駅パレスホテル建替計画 連絡出入口新設工事
発注者	(株)パレスホテル
設計監理	三菱地所設計
工事監理	東京地下鉄(株)
施工者	(株)大林組

主用工種	工事数量	摘要
道路施設物処理・復旧	1 式	
鋼矢板・鋼杭打設・引抜	11,191 m	鋼矢板 V L 型, H350 他
路面覆工架設・撤去	2,783 m ²	
高圧噴射地盤改良	945 m	φ 3.5 m
掘削	20,492 m ³	
鉄筋コンクリート毀し	79 m ³	
鉄筋コンクリート	1,724 m ³	
道路復旧工	9,523 m ²	

図一 4 の工事概要縦断図に示すように東京メトロ東西線の躯体と下水φ 1800 の大型幹線により新設通路の躯体位置が決まる状況であった。下水φ 1800 を下越しするため、地下鉄大手町駅側と接続する箇所で大きな高低差が生じた。バリアフリー化の設備としてエレベータ 2 基、エスカレータ 5 基が計画された。NTT とう道の切り回し工事の施工に当たっては掘削工事を当工事が担当し、NTT とう道の新設・撤去、及びケーブルの切り回し工事については NTT 工事として NTT 工事会社が担当することとなった。

3. 工期短縮計画

(1) 計画概要

図一 2 に示すように、計画した地下通路の経路上に NTT とう道 (H3.5 m × W2.5 m) が位置しており、

切り直しによる移設が必要であった。このNTTとう道は重要ケーブルが入った主要幹線のため、移設工事は慎重かつ確実な施工が求められ、当初計画では、とう道の新設しケーブルを移設した後、既存とう道を撤去することとしていた。

しかし、工期を短縮する必要があったため、以下の3つの対策をとり工程の短縮を図った。

- ①埋設管理者であるNTTと協議し、NTTとう道内に残ったケーブルを鉄板で覆う鋼製防護を設置し、ケーブルの切り直し工事と並行して既設のNTTとう道を撤去することとした。NTTケーブル切り直し完了後の躯体撤去の必要がなくなり、工程を3ヶ月短縮する。
- ②既設NTTとう道躯体の撤去を先に行ったことで、ケーブルが残置する鋼製防護部を残して新設地下通路の躯体構築を進める。残りの躯体構築範囲を少なくし、NTTとう道切り直し完了後の工程を1ヶ月短縮する。
- ③躯体構築を先行したため、躯体内部に浸水防止の止水壁を設置するスペースを確保することができた。止水壁を設置することで、NTTとう道切り直し完了前にエレベータやエスカレータの設備工事や内装工事を進めることができ、切り直し完了後の工程を3ヶ月短縮する。

以上の3つの対策により、クリティカルパスとなるNTTとう道切り直し完了後の工程を合計7ヶ月短縮する計画とした(図-5)。

(2) 鋼製防護設置～既設NTTとう道の撤去

図-6に示すようにNTTとう道内のケーブルを箱

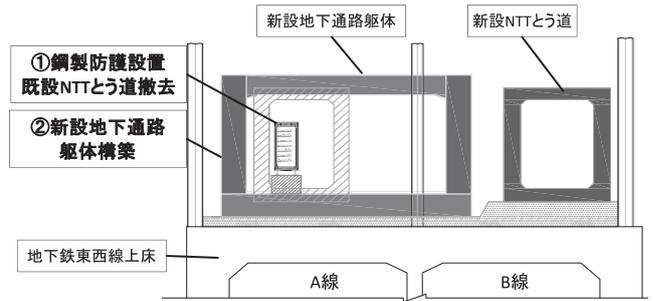


図-6 位置関係断面図



写真-1 既設NTTとう道(掘削時)

型の鋼製板(鉄板 t = 1.6 mm, 山形鋼, 溝形鋼等)により防護した上で、既設NTTとう道の躯体をワイヤーソー工法にて撤去した。撤去前の既設NTTとう道を写真-1に示す。

(3) 躯体構築工事(その1)

鋼製防護箇所周辺の側壁を除いて新設地下通路の躯体構築工事を進めた。既設NTTとう道撤去後は写真-2に示すように鋼製防護に対する埋設吊防護及

		平成23年												平成24年												平成25年							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
当初案	NTTとう道切り直し工事	NTTとう道切り直し工事																															
	旧NTTとう道撤去工事													旧NTTとう道撤去																			
	地下通路構築工	構築工 その1												構築工 その2																			
	地下通路施設内装工事																									施設・内装工事							
工期短縮案	NTTとう道切り直し工事	NTTとう道切り直し工事																								7ヶ月の短縮							
	旧NTTとう道撤去工事	①鋼製防護設置、既設NTTとう道撤去																															
	地下通路構築工	②構築工 その1												構築工 その2																			
	地下通路施設内装工事	③止水壁設置												施設・内装工事												施設・内装工事							
														先行施工																			

図-5 工期短縮計画



写真一2 NTT 鋼製防護



写真一4 扉付止水壁 設置状況



写真一3 NTT 鋼製防護周り 躯体構築状況



写真一5 鋼製防護撤去後 躯体構築完了

び近接注意の明示を行った上で躯体構築を施工した(写真一3)。

(4) 止水壁設置, 内装・設備工事 (その1)

工事施工中に新設のエレベータやエスカレータの設備を設置するため, 大雨に対する浸水対策を行う必要がある。躯体構築を NTT 鋼製防護箇所近くまで進めたことで図一7に示す位置に止水壁を設置するスペースが確保できた。写真一4に示す扉付の止水壁を設置して作業のための出入りと設備への浸水対策を確保し, NTT とう道切り回し完了前に設備工事を進めることができた。

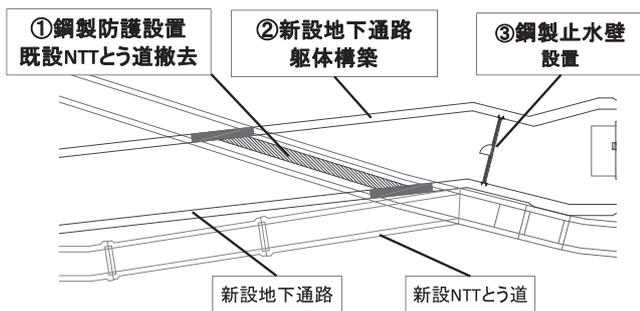
(5) 鋼製防護撤去

～躯体構築, 内装・設備工事 (その2)

NTT とう道切り回し完了後, 鋼製防護を撤去し, 残りの躯体構築工事と内装・設備工事を行った。先行してそれぞれの工事を進めていたため, 計画通り工程を短縮することができた(写真一5)。

(6) NTT 工事との調整

前述の通り, NTT の通信設備を取り扱う工事は NTT 工事会社の施工となるため, 同じヤード内で相互の施工工程が競合する状態となった。そのため施工前に入念な打ち合わせを行い, 施工責任範囲を明確にするとともに, 相互の施工ヤードの明確化など安全管理に特に注意を払い, 無事故で施工を完了させた。



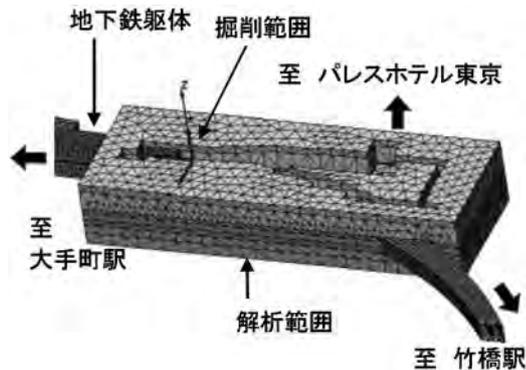
図一7 位置関係 平面図

4. 東西線躯体のリバウンド現象

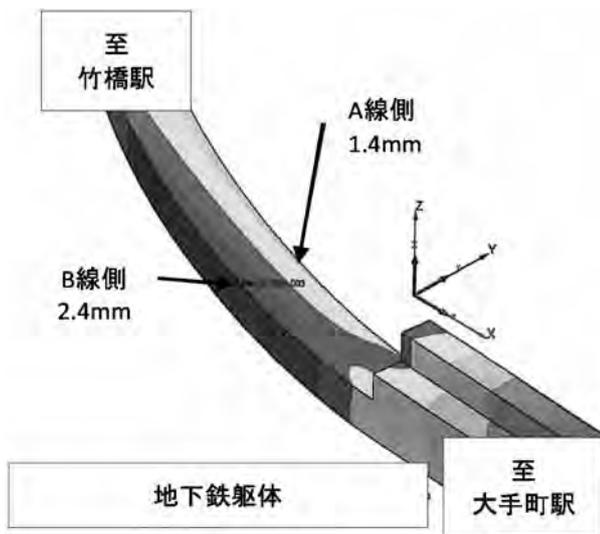
工事に当たっては東西線躯体の直上を掘削する範囲が広がるため, 躯体の上載荷重を除去することになり, 躯体の浮上りが懸念された。

(1) 解析結果

図一八に示すように掘削に伴う躯体の挙動を事前に三次元FEM解析を用いて施工ステップ解析し、掘削中の想定変位量を算定した。その結果、図一九に示すように最大鉛直変位量は北側（A線側）で+1.4 mm、南側（B線側）で+2.4 mm という結果が得られた。



図一八 FEM解析範囲概要



図一九 東西線躯体解析結果

(2) 施工時の変位計測

実際の施工においては東西線躯体の軌道階側壁に水盛式沈下計を用いた鉛直変位自動計測システムを設置し躯体の鉛直変位を計測した。工事事務所と現場のデータを共有させることで24時間のリアルタイムで監視できる体制とした。

(3) 施工時の変位と対策

掘削時は変位量低減のため、段切り掘削を行った。掘削に伴い東京メトロ躯体が徐々に浮き上がり、床付け掘削完了時点で最大となった。北側（A線側）で+4.63 mm、南側（B線側）で+5.76 mmの最大変位

が発生し、解析結果を上回る結果となった。一次管理基準値である3.5 mmを上回った時点で、営業線の安全管理を万全にするため、計測機器の点検及び構造物の水準測量を実施し、自動計測の値に異常がないことを確かめた。また、1回/月の軌道計測を追加し、実際に営業線の軌道レールの変状を測定し異常がないことを確認しながら施工を進めた。変位増加の対策としては早期に躯体の構築を進め、埋戻しを行うこととした。上記のように管理者と施工者間で変位の情報を共有し、軌道の安全性を確保しながら施工を進めることができた。

(4) 変位増加の原因

解析時は東京メトロ躯体を一体の構造物として扱ったが、東京メトロ東西線の当該範囲は長さ30 mのケーソンを沈設し、それぞれを連結した構造であり、一体物の剛性を持つ構造物とは異なる挙動を示したため、解析結果よりも大きな変位が生じたと考えられる。

(5) 沈下変位の発生と対策

一方で、躯体構築が進むにつれ徐々に変位量が小さくなり、躯体構築完了時に+1.00 mmの変位に収束した。その後、埋戻しが進むのに伴い徐々に沈下し、初期値と比較して最大で-3.90 mmの沈下変位が発生した。沈下の発生は埋戻しに伴う上載荷重の増加によるものと考えられたため、局所的に過大な荷重がかからないように全体的に均一に埋戻しを進めた。また、埋戻しの各ステップで沈下変位が収まるのを待って次のステップに進むこととし、変位の増加を抑えながら工事を進めた。掘削時と同様、1回/月の軌道計測を実施して、軌道の安全性を確認しながら施工を進めた。

5. 建込杭の安全性確保

本工事では既設躯体の直上に地下通路を構築するため、東西線上や既設NTTとう道に打設した杭は根入れのない建込杭として施工した。

(1) 課題

杭打ちの際に既設躯体に変状を与えないようにする必要がある。また、根入れがないため、掘削中の土圧のバランス及び、床付け掘削時の杭先端部の安定確保やズレ止めが課題となった。

(2) 杭打ち時の対策

杭打ち計画の際には東京メトロ躯体の側壁や中壁上

に杭を配置するなど、スラブ中央部付近に極力荷重がかからないよう配慮した。

建込杭を打設する際は躯体を損傷させないように打設高さを管理して慎重に打設を行った。また、杭を既設躯体まで打ち下げる際の振動により軌道内での変状が発生しないように、終車後から始発までの間に躯体内を点検しながら打ち下げを行った。打設中に軌道内での変状は認められず、また、前述の水盛式沈下計による計測においても杭打ちにおける変位は見られなかった。

(3) 掘削時の対策

建込杭は①東西線上に打設するものと、②撤去する既設 NTT とう道に打設するものがあった。①東西線上に打設した杭は、図-10 及び写真-6 に示すように床付け掘削時に建込杭周りの小段を残すことで、杭先端部の受働抵抗を確保した。②撤去する NTT とう道に打設した杭は、図-11 及び写真-7 に示すように、杭の安定を確保するために杭前面に溝形鋼を溶接し、建込杭同士を連結し補強した。また、撤去する躯体にアンカーを打設し、鋼材を取付けて滑り防止とした。

これらの対策により掘削・床付け時、及び躯体構築

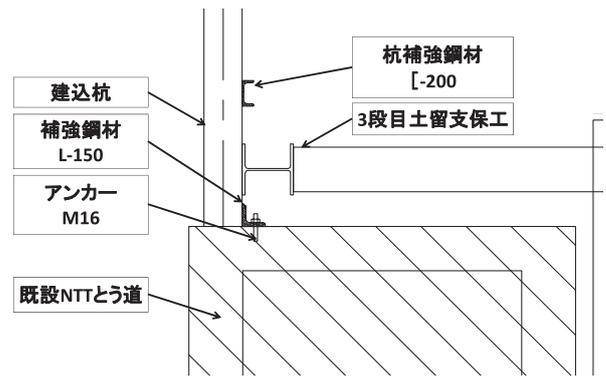


図-11 建込杭足元補強図



写真-7 建込杭足元補強状況

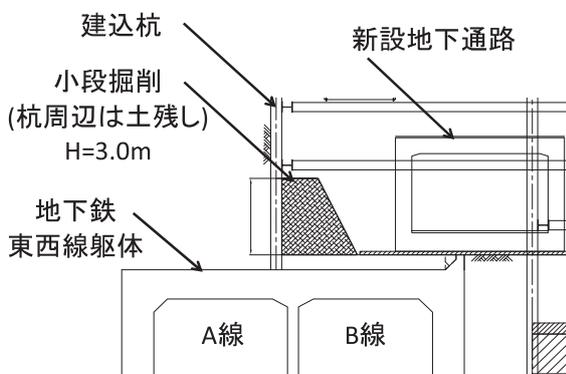


図-10 小段掘削計画



写真-6 小段掘削状況



写真-8 パレスホテル東京 全景



写真-9 地下通路完成状況

中においても建込杭周り、及び周辺地盤には大きな変状は見られなかった。

6. おわりに

本工事は既設 NTT とう道の通信ケーブルを残したまま安全性を確保し先行してとう道を撤去することで、大幅な工期短縮を実現し、地下通路の開通を当初予定に間に合わせる事ができた。

また、東京メトロ東西線躯体直上での掘削・躯体構築工事であったが、情報化施工及び各種対策工で営業線や既設躯体、ならびに周辺地盤に大きな変状を発生させることなく地下通路を開通することができた（写真—8, 9）。

本稿が同様の施工条件下での施工計画、施工管理の一助となれば幸いである。

J|C|M|A

【筆者紹介】

神原 聡 (かんばら あきら)

㈱大林組

東京本店 地下鉄虎ノ門新駅 JV 工事事務所
所長



上田 康貴 (うえだ やすたか)

㈱大林組

東京本店 地下鉄方南町駅工事事務所
工事長

