

現場拝見 レポート

地下重要施設物の移設を伴う 市街地の開削トンネル工事

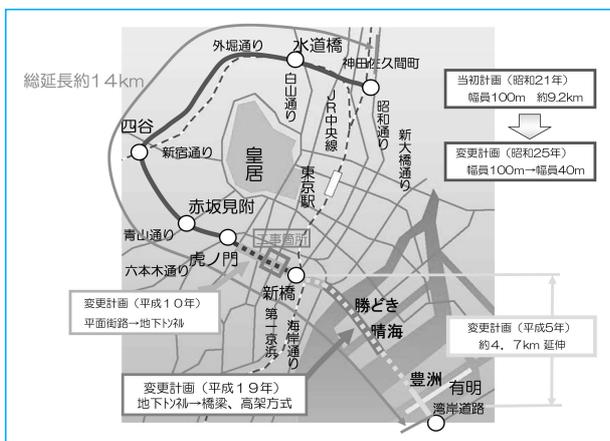
銭高・大日本・アイサワ建設共同企業体
三田線環状2号交差部工事作業所 所長

松山 和人

1 はじめに

環状第2号線は、第2次世界大戦直後の昭和21(1946)年に新橋・赤坂・四谷・神田佐久間町を結ぶ道路として都市計画決定され、延長9.2km、幅員100mの幹線道路である。その後、社会情勢の変化にともない昭和25(1950)年に現在の幅員40mに変更された。また、平成5(1993)年にはルート

図1 ● 工事位置図



出所 「東京都建設局パンフレット」

が臨海部まで延伸され、現在、総延長14kmとなっている(図1)。

なお、虎ノ門から新橋にかけては、当時の連合国軍総司令部(GHQ)のマッカーサー元帥が、竹下横橋から米国大使館までの間を軍用道路として整備する旨の要求もあったとの俗説もあり、マッカーサー道路として称される時期もあったとのことである。

全体の進捗として、JR高架橋から補助313号線までの区間220mはトンネル躯体が完了しており、現在、第一京浜(国道15号線)から愛宕通りまでの各工区でトンネル工事が着手されている。

そのうち、第一京浜と日比谷通り下には都営地下鉄の浅草線・三田線がそれぞれ建設されており、東京都建設局からの委託を受け、東京都交通局が平成19年度に発注し監理している(次頁図2、3)。

本稿では、都営三田線と交差する日比谷通りにおける開削トンネル工事をレポートするものである。

2 工事概要

【1】 工事概要・主要工事数量

当該工区においては、最終目的物である環状2号線のトンネル(2連1層)のボックスカルバートを築造するものであるが、地下施設物と環2トンネルの関係で施工基面(道路面)を嵩上げ舗装する必要があること、また、トンネル築造の位置に主要なライフラインおよび共同溝が支障をきたすことから、各種の支障移設工事をともなう工事である。次頁表1に主要な工事数量を示す。

工事件名：三田線御成門・内幸町間環状第2号線交差部ほか建設工事

発注者：東京都交通局

施工者：銭高・大日本・アイサワ建設共同企業体

工事場所：東京都港区新橋四丁目～西新橋二丁目地先

工期：平成19(2007)年3月1日～平成22(2010)年3月12日



現場拝見レポート

表1 ● 主要な工事数量

主要工種		数量	主要工種	数量	
準備工	嵩上げ舗装	3,130㎡	NTT共同溝移設	35.5m	
土留工	鋼矢板	687t	G共同溝移設	43.7m	
	穿孔鋼杭	105t	共同溝本体改築	46.4m	
路面覆工		3,258㎡	環2トンネル	鉄筋コン	3,150㎡
掘削		25,275㎡	埋戻し	流動化	11,437㎡
土留支保工		770t			
液状化対策工	JSG φ2000	687本	中段幹線移設(都下水道局発注)		
	SJ φ5000	16本	配水本管移設(都水道局発注)		

【2】 施工条件

(1) 周辺環境

周辺はオフィス街と住居が混在しており、JR新橋駅の繁華街も近い。また、日比谷通りは主要な幹線道路で交通量も多いことから、入念な道路使用計画を立案する必要があるがあった。

トンネル土被りの関係上、既設道路面を最高で1.0m嵩上げする必要があることから、沿道家屋との摺付けおよび排水計画が重要であった。

日比谷通り下には芝共同溝と都営三田線が建設されており、供用中の共同溝改築に係る協議および

図2 ● 環2地下トンネルの整備状況

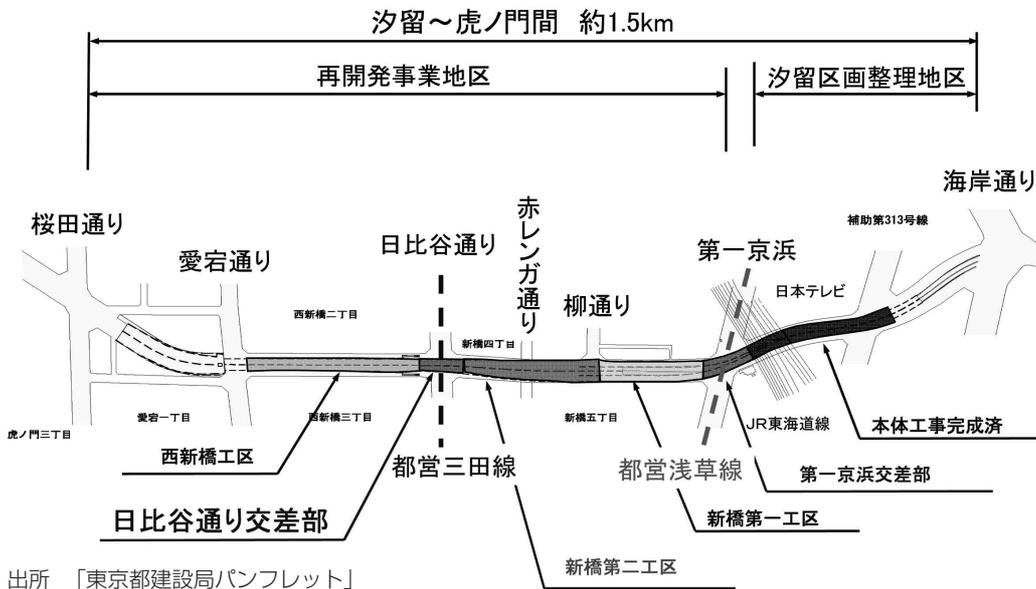
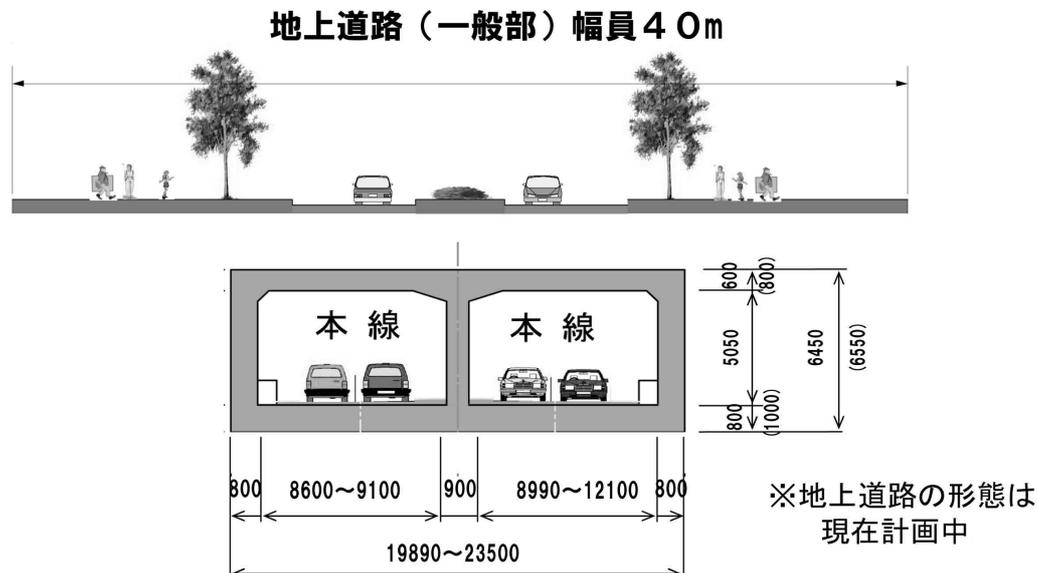


図3 ● 当該標準断面図



出所 「東京都建設局パンフレット」

び三田線の近接施工に対する計測施工が必要とされていた。

工事着手前の全景を写真1に、工事概要・平面図を図4に示す。

(2) 地盤条件

地盤は、いわゆる東京低地の地質構成であり、表層部に砂質土を主体とする有楽町層が分布し、さらに粘性土を主体とした下部有楽町層が堆積しており、これらの沖積層の下部に洪積層が分布している。

現地地質構成は盛土層(Bs)がGL-2.0mまで

分布し、この下には少量の腐食物が混入したシルト質粘土(Yc)、さらに締まりのない礫層(Ygl)、砂質層(Ys)、礫混じり砂(Ys)と非常に軟弱なシルト層(Yc)がGL-23.5mまで分布し、以深が洪積層へと遷移しており、GL-23.5mまでがN=1~3の状況である(次頁図5)。

(3) その他

前述したとおり、施工において支障物の移設・改築工事が予定されており、別途発注予定であることから全体工程において管理する必要がある(中段幹線改築、配水本管φ600移設)。

写真1 ● 着手前全景

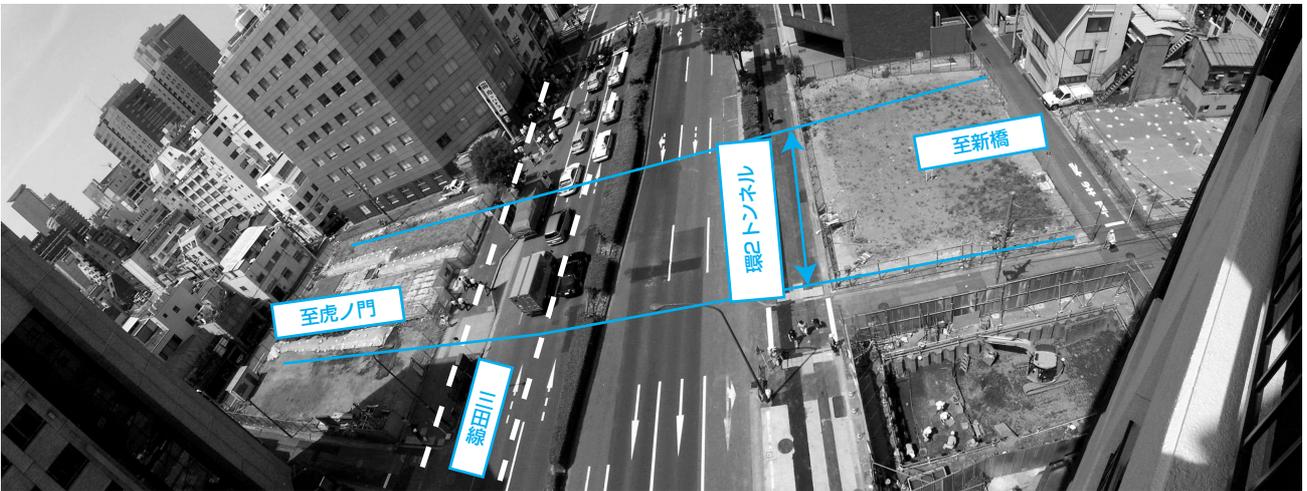
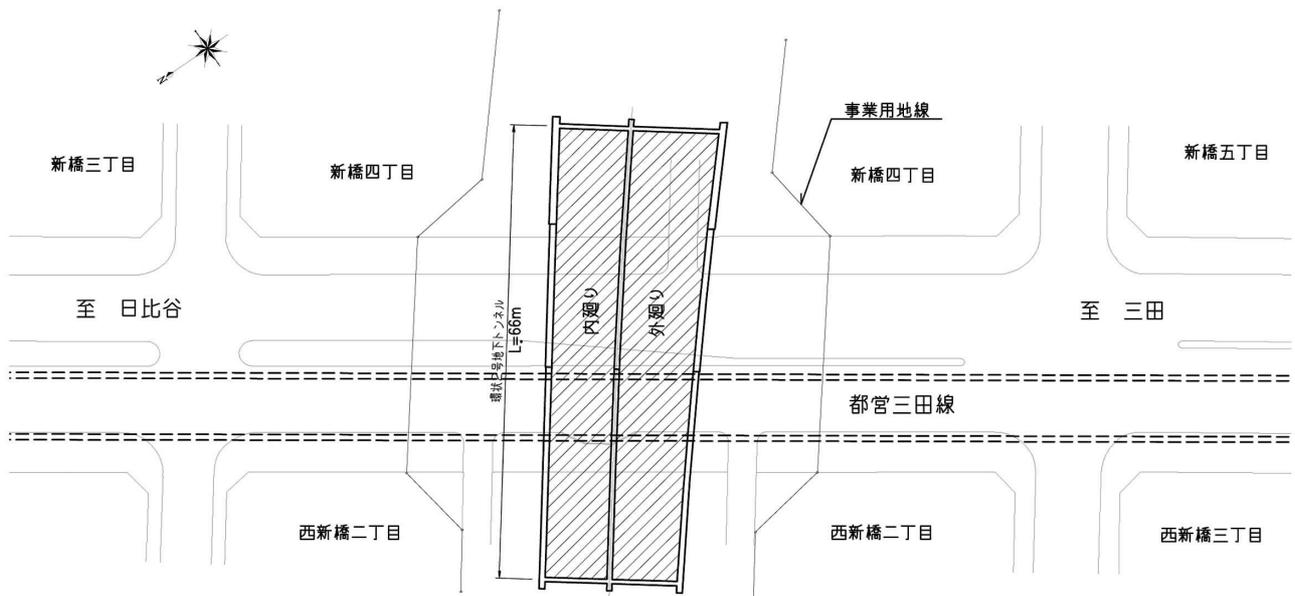
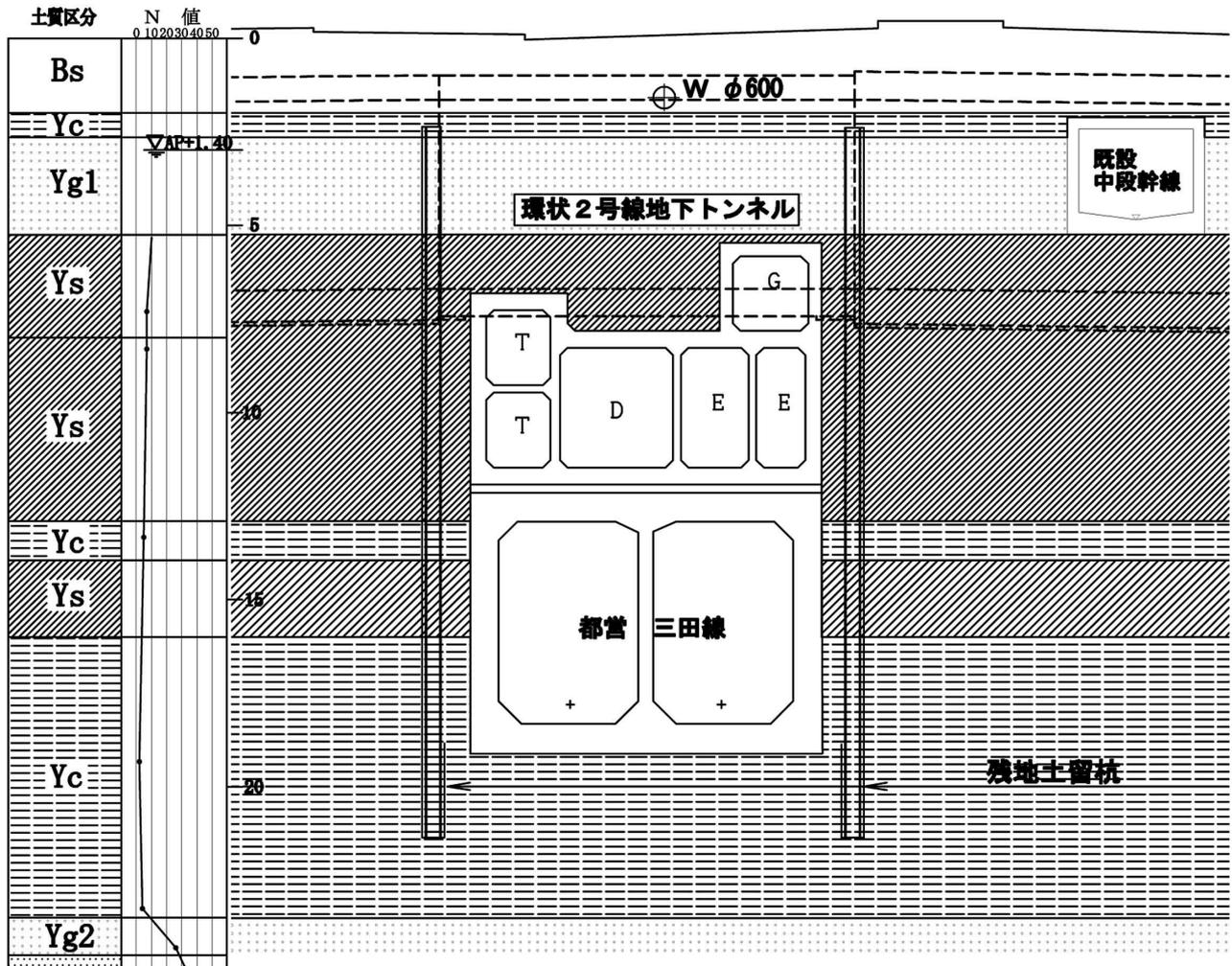


図4 ● 工事概要平面図



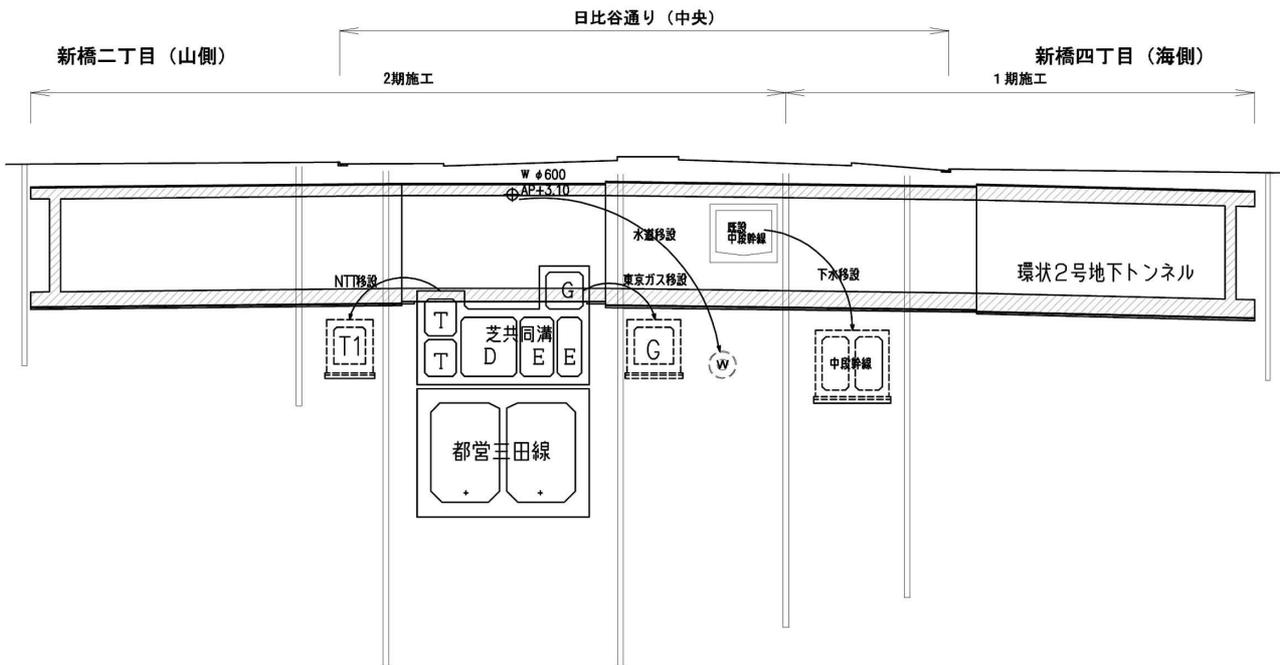
現場拝見レポート

図5 ●地質想定断面図



出所 「設計図書」

図6 ●工事概要断面図



3 工事施工

【1】 施工順序

本工事は、既設中段幹線の切回し工事がクリティカルパスとなることから、施工区分として1期施工と2期施工に分けられるが、土留工および路面覆工までは一連の施工とし、嵩上げ舗装は土留工終了後、施工することとした。工事概要・断面図を前頁図6に示す。

【2】 土留工

本工事の土留壁は、民地部分の鋼矢板Ⅲ型 (L=11.5m) と日比谷通り部の鋼矢板VL型 (10.5m~17.5m) の2タイプがあり圧入工法で施工した。民地部の施工において、サイレントパイラー (90t級) ではGL-8m付近からの礫混じり砂の圧入が困難なことから、小型のウォータージェットとプレボーリングを併用した。また、VL型(L=17.5m)に関しては事前に試験施工を行い、サイレントパイラー(150t級)で施工可能であることを事前確認し、施工した。また、中間杭は穿孔鋼杭(H-300L=12.5m~25.5m)で施工した(写真2)。

写真2 ● 杭打ち状況



【3】 嵩上げ舗装 (路面覆工計画)

在来の日比谷通り路面と環状2号線地下トンネルとの離隔は1.0m程度しかなく、トンネル躯体の施工空間を確保する必要があることから、車道中央部で1.0m嵩上げ舗装を行う計画であったが、現地を調査した結果、沿道ビル(玄関)との摺付けが非常に困難なことが確認された。したがって、路面覆工計画を見直すこととし、見直しの結果、嵩上げ高さを20cm下げるとともに横断方向にも勾配をつけることとした(図7)。

図7 ● 嵩上げ舗装

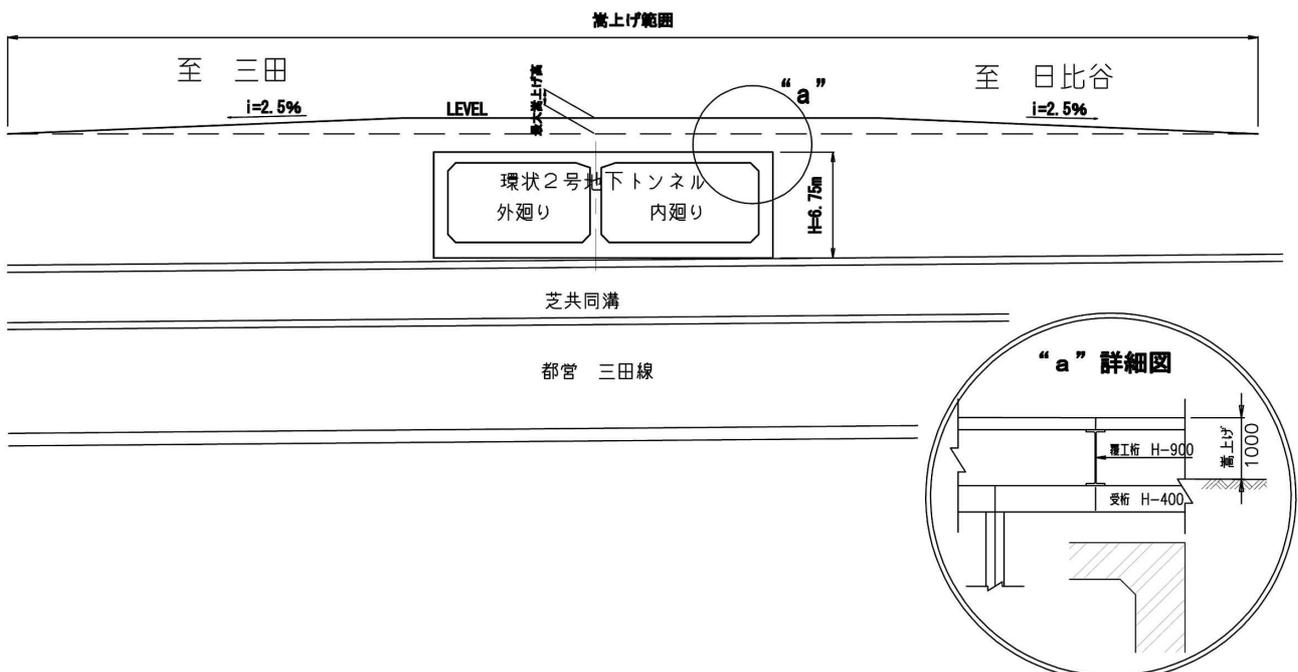


写真3 ● 高上げ舗装



高上げ舗装に関して、施工においては常設作業帯が必要であることから（歩道切削不可能）、工事ともなう交通渋滞（片側3車線から1車線減少）を踏まえて施工期間を短縮する必要があった。警察協議において、金曜日の夜間から月曜日の朝方まで連続施工が可能になったことで、5ステップで予定日数25日に対し18日で施工終了した(写真3)。

【4】路面覆工

前述したとおり道路高上げ計画の見直しにともない、覆工桁のサイズを見直すとともに覆工高さを三次元に摺付ける（横断勾配を1.7%から4.7%にねじる）必要があることから、事前に架台を組立てて覆工板のバタ付等を予測し、本施工を行った。また、芝共同溝の上部は覆工スパン長 $W=13.5\text{m}$ であり覆工桁サイズがH-912×302で計画されていたが、去年の鋼材の急騰の煽りを受けて新規ロールが困難なことから、協議の上、標準品であるH-900×300を補強し架設した(写真4、5)。

写真4 ● 覆工計画



【5】地盤改良工

当工区においては、液状化対策と掘削底面の安定および土留欠損部の補強を目的とした地盤改良を高圧噴射攪拌工法（JSG、SJ）で施工した。

（1）液状化対策、盤ぶくれ対策工

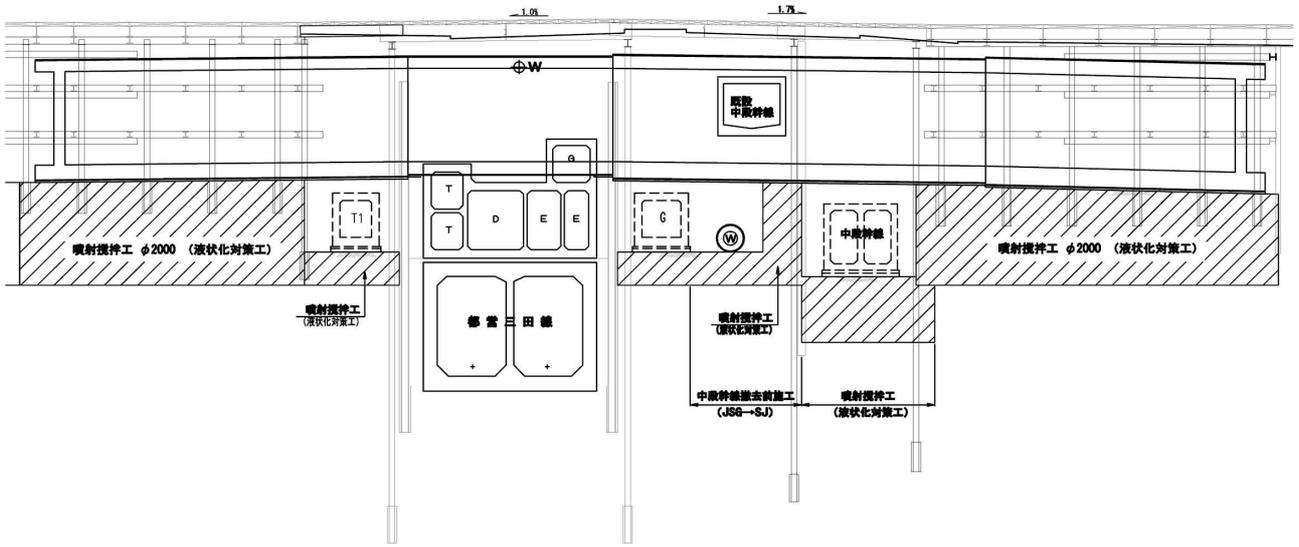
環状2号線のトンネル底部には液状化が想定される沖積層の砂質土が堆積していることから、ジェットグラウトを接円配置し施工した。なお、既設中段幹線の真下は幹線切回しの後、管渠を取壊した後に施工する予定であったが、協議の上、工期短縮を目的としてSJでの施工に変更した(次頁図8)。

本工事で掘削深が一番深い部分（GL-

写真5 ● 覆工架設



図8 ● 掘削底面地盤改良工



15.5m) である中段幹線の床付け部は、盤ぶくれによって掘削底面の安定が図れないことから、完全ラップ配置でJSG工法により改良を行った。

(2) 掘削法面の安定

● 地盤改良工法の変更

芝共同溝横断部には土留が施工できないことから、計画上においても地盤改良（薬液注入）が予定されていた。掘削後、法面は全面解放されて1年以上保持する必要があることから、薬液注入の工法選定等を踏まえて追加の地質調査を実施検討した。その結果、部分的ではあるが安定（円弧すべり）が確保できない部分および薬液注入（二重管複相）の信頼度等を踏まえ、協議の結果、薬液注入工法から高圧噴射攪拌工法（JSG）に変更し施工した。

● 法面挙動計測管理

法面の挙動に関しFEM解析を行った結果、変状は微量で危険性のリスクは少ないことが確認された。しかし、市街地の幹線道路での大規模開削工事であり、日比谷通りの覆工端部である自動車の衝撃がかかる位置でもあることと、掘削放置期

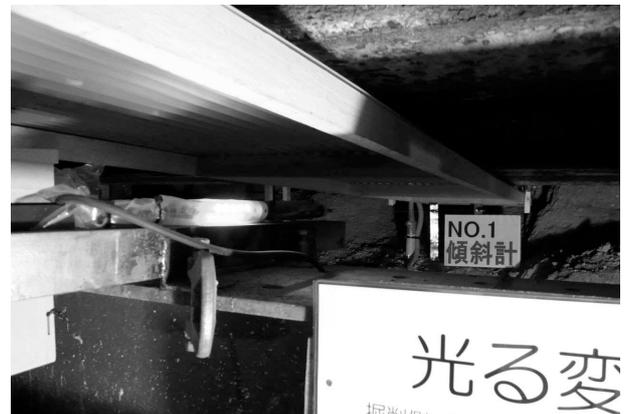
間も1年3カ月と長いため、計測による法面の挙動を監視していくこととした。計測方法は表2のとおりとした（写真6、次頁図9も参照）。

表2 ● 法面挙動の計測方法

計測項目	使用機器	仕様	数量
改良体の傾斜	多段式傾斜計	NKB-5LC	2断面×6台
改良体の水平変位	巻込型変位計	DP-E	2箇所
	光る変位計*	LEDS	1箇所

*光る変位計：想定変位を色に変える装置で計測データを「見える化」するもの

写真6 ● 光る変位計



【6】三田線挙動計測管理

東京都交通局では、工事による地下鉄構造物への影響を事前に予測して地下鉄運行の安全を確保するとともに、工事を合理的に行うため、昭和49(1976)年に「地下鉄構造物に対する近接工事取扱い(暫定)指針」を定めており、当該工区においては、近接施工の範囲で条件範囲に入ることから、対策として、設計施工にあたり地下鉄構造物に影響を与えないように特別の考慮を行い、施工時には変状観測を行う必要があるとされている。

(1) 影響予測と管理値

実際の施工ステップに合わせたFEM解析の結果、

鉛直方向および水平方向の挙動値が確認されたことから、掘削施工においては計測施工とする必要があることを確認した。なお、管理値としては、保線課との協議等を踏まえて決定した。

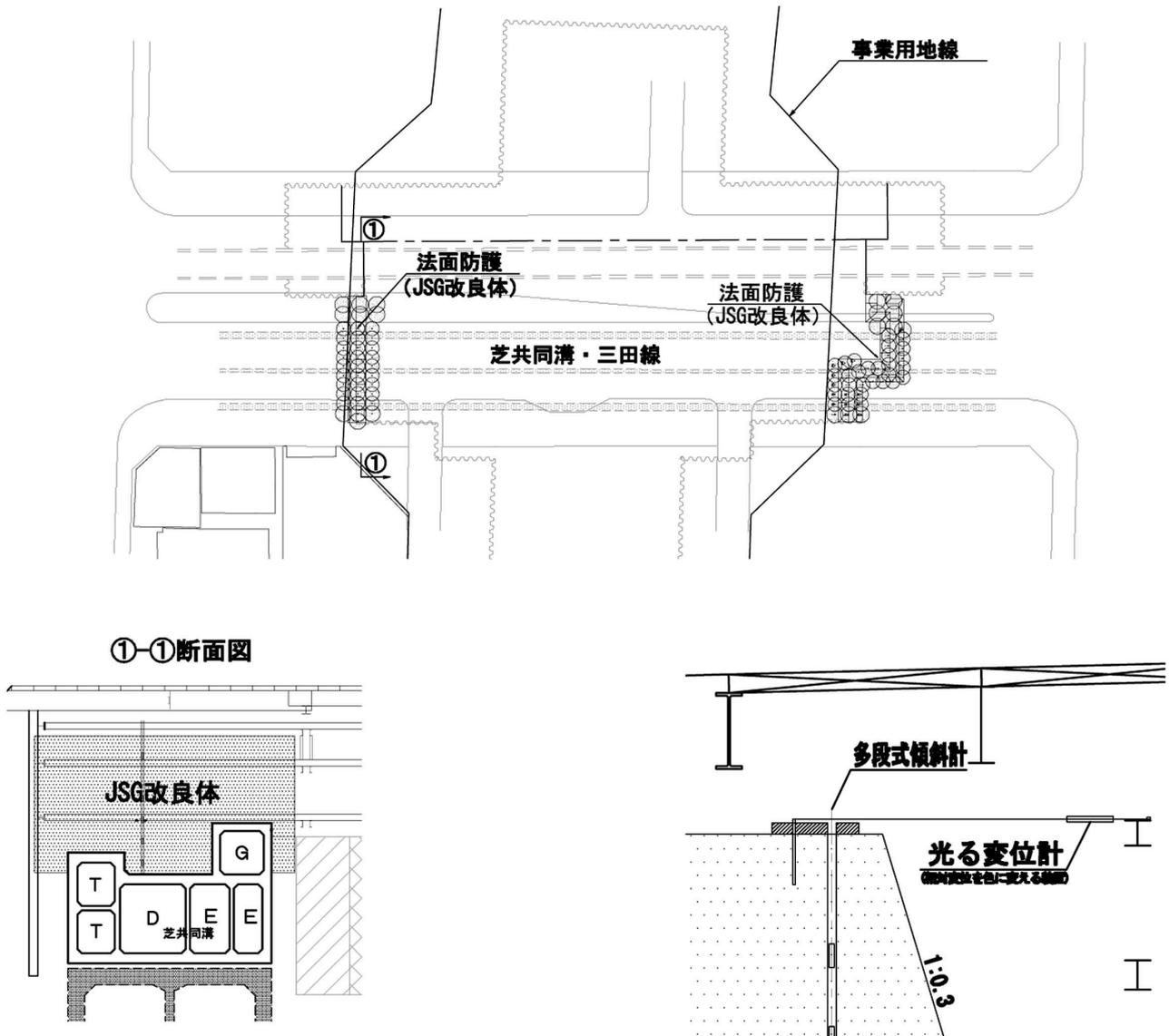
(2) 計測管理

計測に関しては、三田線内に計器を設置し、常時自動計測するとともに、定期的(1回/月)に軌道上の測量を行うこととした(次頁表3)。

計測システムとしては、沈下・隆起と水平変位を同時に測定できる小型・高精度のレーザー式変位計を採用した。

現在、共同溝の直上1.5m残しでの掘削段階に

図9 ● 法面防護計画図



において、鉛直方向および水平方向に動きが計測されていることから、今後とも、現場の施工と計測値をリンクさせながら細心の注意を払い、施工を進める(図10)。

表3 ●三田線挙動の計測方法

計測箇所	計測項目	計器	頻度
三田線躯体	鉛直変位	レーザー変位計	常時(1H)
	水平変位		
	傾斜	傾斜計	
三田線軌道	レベル、水平移動	測量機器	1回/月

三田線御成門・内幸町間の交差部工事は、着手してから2年半が経過し70%の進捗率となっている。工程管理上、大きなウエイトを占めたパス工事である中断幹線の切回し工事についても、雨期での施工となったが無事完了した。今後、12月の床付けから共同溝の移設および改築とあわせて環2トンネルの築造に着手することとなる。

本工事の着手より関係各位から貴重な意見をいただいたことに感謝するとともに、無事故での完成に向け、関係者一同一丸となって邁進して行く所存である。

図10 ●計測管理計画図

