

副都心線新宿三丁目駅出入口 地下歩道工事における函体推進について BOX JACKING DURING THE UNDERGROUND WALKWAY WORK AT GATEWAY OF THE SHINJUKU 3-CHOME STATION, FUKUTOSHIN LINE

西村 聡¹・岡田 龍二²
Satoshi NISHIMURA・Ryuji OKADA

The Shinjuku 3-Chome Station of the Fukutoshin Line of Tokyo Metro was opened for service in June 2008. In a joint project undertaken by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport and the Tokyo Metropolitan Government, an underground walkway was constructed near the Koshu Kaido (Route No.20) located above the middle of the station platform. Also, a gateway was completed by the Tokyo Metropolitan Government independently. The Tamagawa Waterworks is located directly above the underground walkway. After reviewing various methods that might have been used to prevent adverse affects on the Waterworks and the surface of the Koshu Kaido, which has a large volume of traffic, we decided to use a pipe roof for protection. This paper reports on the underground walkway and gateway construction work, particularly on the results of box jacking construction used for the walkway.

Key word : Box jacking, pipe roof

1. はじめに

現在、一般国道20号(甲州街道)において国土交通省は、「新宿駅南口地区基盤整備事業」として新宿跨線橋架替工事を進めている。一方、当該整備事業にあわせ、JR新宿駅東南口方面から新宿御苑方面への歩行者の回遊性を確保するため、国土交通省と東京都は、地下鉄副都心線新宿三丁目駅に接続する地下歩道工事を共同施行している。

本稿は、地下歩道工事において東京メトロが受託施工した、国道20号直下での幅8.0m、高さ4.2mの函体推進工事(単独矩形断面積としては日本最大級の函体推進)について紹介するものである。

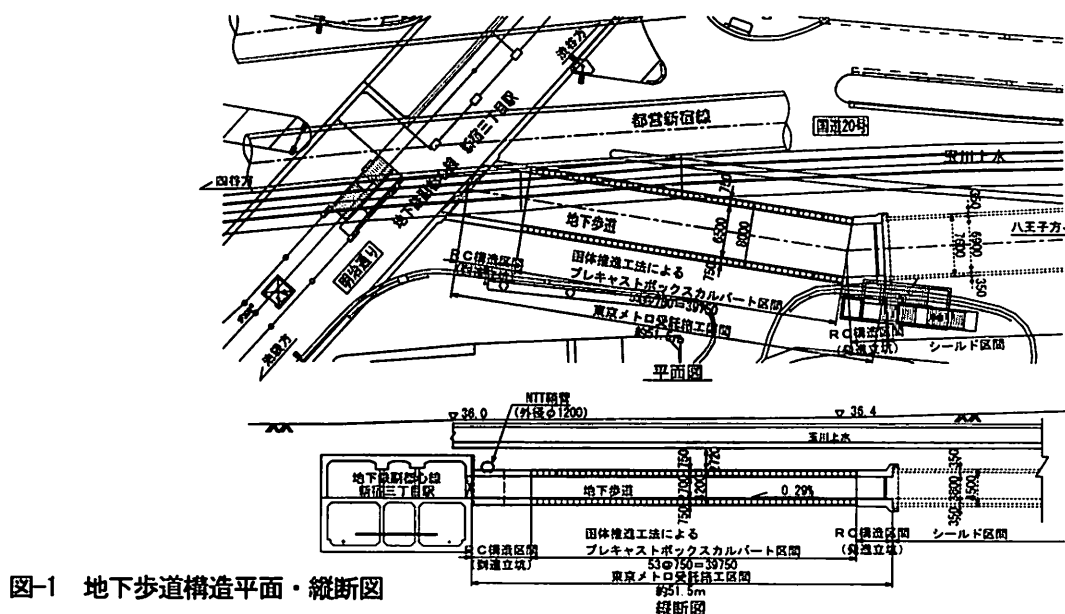


図-1 地下歩道構造平面・縦断面図

キーワード：函体推進、パイプルーフ

¹ 正会員 東京地下鉄(株) 鉄道本部 改良建設部 第二工事事務所

² 正会員 東京地下鉄(株) 鉄道本部 改良建設部 改良建設企画課

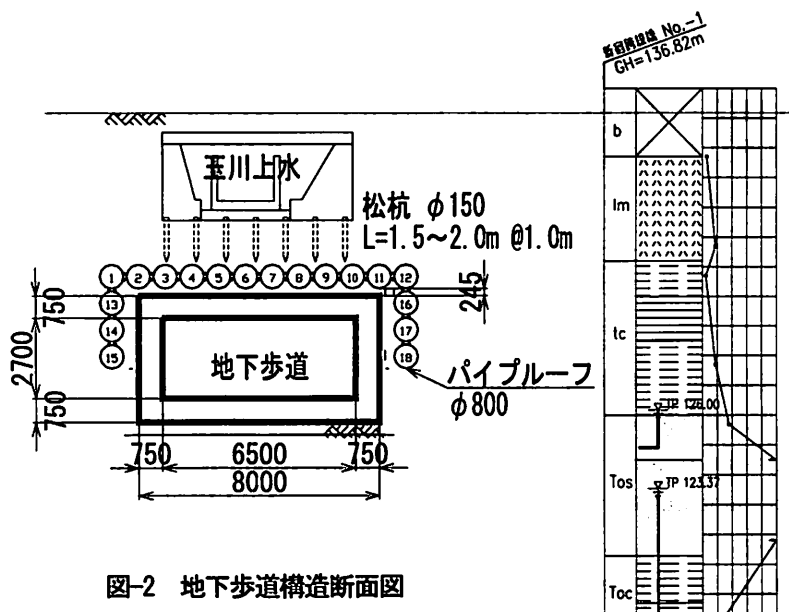


図-2 地下歩道構造断面図

2. 地下歩道構造

地下歩道構造を図-1、2に示す。

形状は内空高さ 2.7m、内空幅 6.5m、延長約 51.5m（うち函体推進は 39.75m）、側壁・上下スラブとも厚さは 0.75m であり、土かぶりは約 6.0m で直上に玉川上水が敷設されている。函体は上下 2 分割の形状で、PC 鋼棒によるポストテンション方式の工場製品である。

3. 地質概要

地質構成は図-2 に示すとおり、武蔵野台地の淀橋台に位置しており、地表面から 4m 程度までが埋土、その下部 30m 程度まで洪積の関東ローム層、東

京層群（tc、Toc、Tos）、東京礫層（Tog）が位置し、それ以深は上総層群（Kas、Kac）で構成されている。今回掘削する地層は、N 値 9 前後の tc 層となる。

地下水は関東ローム層の不圧帯水層と、東京層の砂層及び礫層、上総層群の砂層の被圧帯水層に分布している。

4. 設計・施工上の課題と対策

工事を始めるに当たり、抽出した設計・施工上の検討課題と対策を以下に示す。

(1) 路面及び玉川上水の変状防止

函体推進による路面及び玉川上水への影響を防止することが本工事の重要課題の一つであり、そのためにパイプルーフによる防護とともに、施工中は沈下測量による計測管理を実施することとした。

(2) パイプルーフ内障害物処理

図-2 に示すように、パイプルーフ施工位置には、玉川上水路の松杭基礎が支障する可能性があった。この松杭は 13 号線地下鉄工事において、玉川上水路下部掘削時に確認したものである。対策として、オーガーなどの機械施工では撤去不可能であることから、パイプルーフ掘削を手掘り掘削で施工することとした（写真-1）。

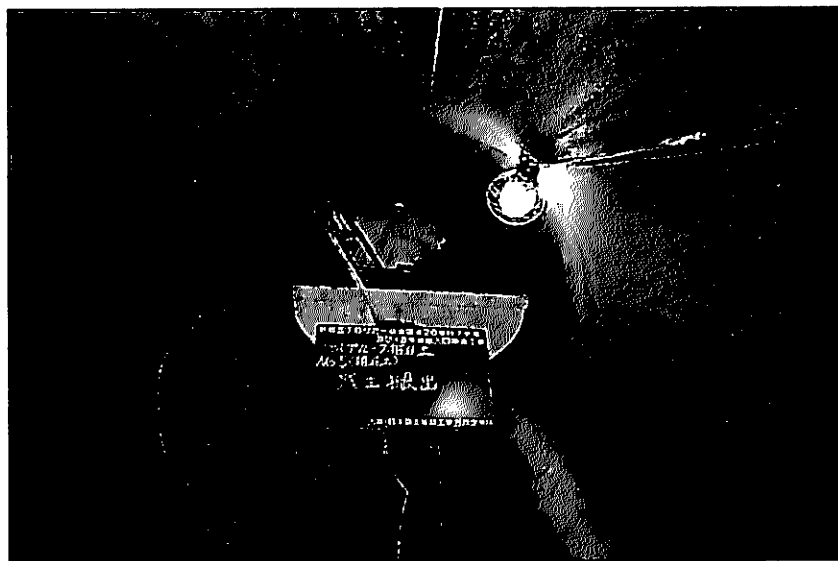


写真-1 パイプルーフ内手掘り掘削状況

(3) 函体推進抵抗の低減と反力確保

矩形函体としては日本最大であり、土被が少なく地山のアーチ作用が期待しにくいことから、函体推進力が想定以上に増大する可能性があったため、推進抵抗の低減を目的に「デスリップカーテン工法」¹⁾を採用した。

この工法は、刃口上部にカーテン（薄鋼板 $t=0.8\text{mm}$ ）をドラムに巻き込んでおき、推進と同時に函体と上部地山の間に薄鋼板を巻き出し、摩擦抵抗を低減するものであり、従来の経験式から算定した計画最大推進力は $18,400\text{ kN}$ であったため、推進ジャッキは $2,000\text{ kN}$ を 10 台、支圧壁の耐力は $31,000\text{ kN}$ で計画した。また中押しジャッキについては上記条件から想定して、必要ないと判断した。

(4) 施工サイクル

掘削残土の場外搬出と函体の立坑内への取込み作業は、国道の道路規制が可能な 22 時から翌朝 6 時までの夜間 8 時間のみであり、昼間 1 函体分（ 750mm ）の掘削・推進を完了させ、掘削残土は立坑内の土砂ピットにストックすることとした。

上記の施工サイクルから、1 昼夜で 1 函体の推進・組立が完了する計画とした。

5. 施工方法

(1) 施工順序

発進立坑部の施工順序を図-3 に示す。

(2) 発進立坑

発進立坑の土留めは、鋼矢板Ⅳ型をオーガー削孔併用の圧入工法で施工し、函体推進反力を分散させ背面地山との密着性を確保するために、オーガー削孔後の隙間は C B 材を充填した。

(3) パイプルーフ

パイプルーフの配置は図-2 に示すように、直径は 800mm 、平均延長 $44.8\text{m/本} \times 18\text{本}$ （水平 12 本、鉛直 3 本 $\times 2$ 列）である。パイプルーフ工は、玉川上水の松杭基礎が支障する可能性があることから手堀掘削とし、中央部の No. 7 を基準管として基準管施工後は左右 2 本を同時施工した。

(4) 地盤改良工

鏡切と発進防護のために、立坑内からの水平注入（改良範囲は鋼矢板から奥行き 2.0m ）を実施した。また、到達部は斜め到達になることから、函体が到達できない部分に側面補強として、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行った。

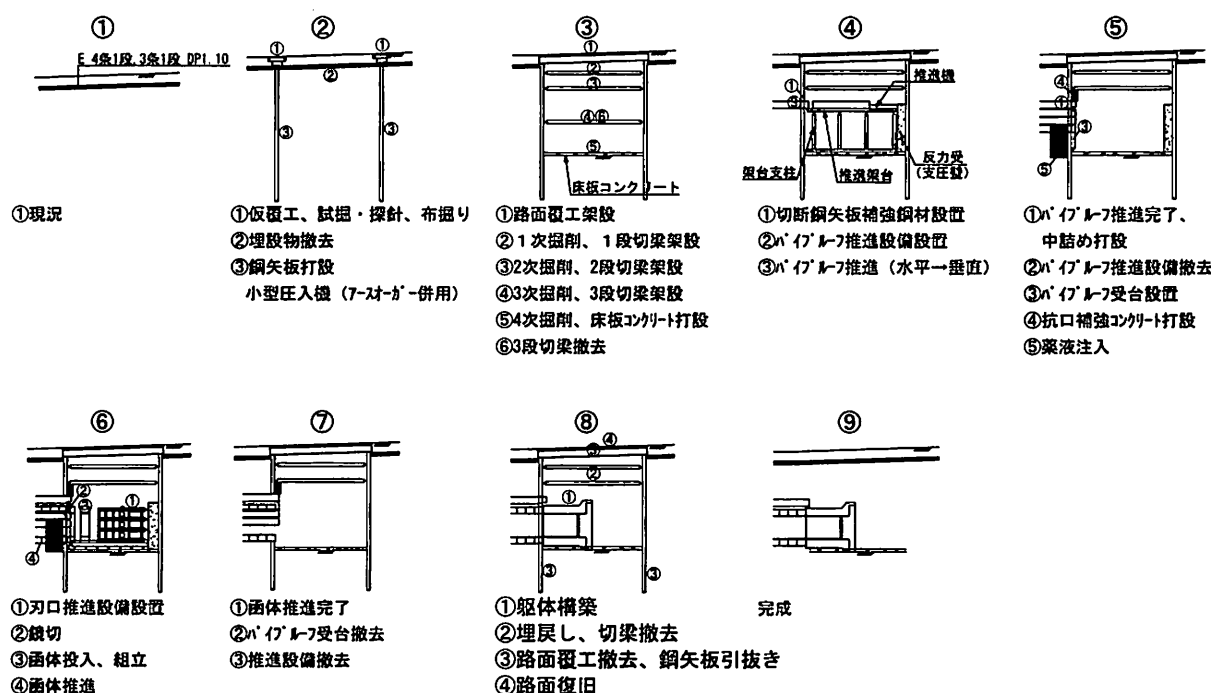


図-3 施工順序図（発進立坑）

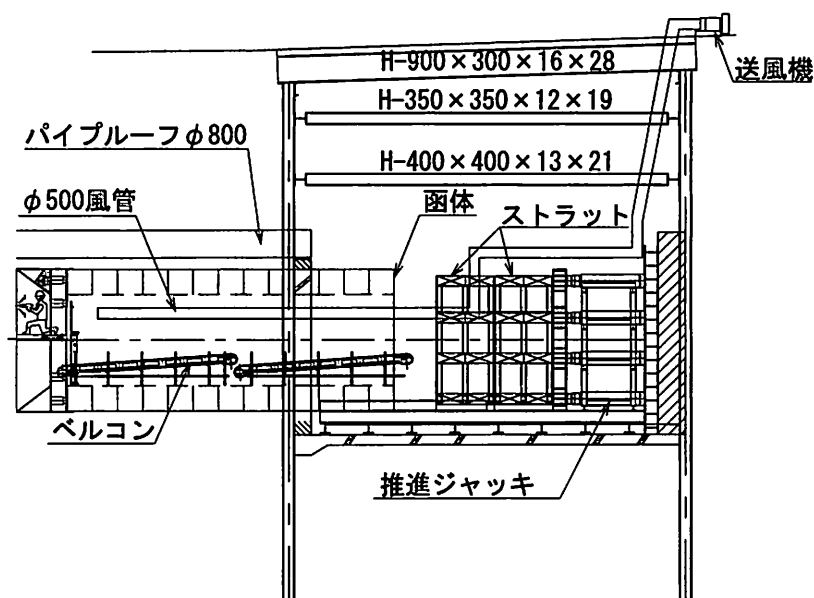


図-4 推進設備図

(4) 函体推進工

図-4 に推進設備図を、写真-2 に発進立坑状況を示す。また、図-5 に刃口詳細図を示す。

推進掘削は人力掘削とし、1 函体長 750mm を 3 回に分け、250mm 掘削して 250mm 推進するサイクルを 3 回繰り返した。掘削土はベルトコンベヤにより後方に運搬し、立坑内の門形クレーンにて残土ピットへストックした。

6. 施工結果

(1) 全体工程

立坑掘削から函体推進完了までの工程表を表-1 に示す。

(2) パイプルーフ及び函体出来形

パイプルーフは、延長 48.4m/本に対して施工誤差 50～70mm 程度であり、当初懸念された玉川上水の松杭基礎も支障することなく到達することができた。

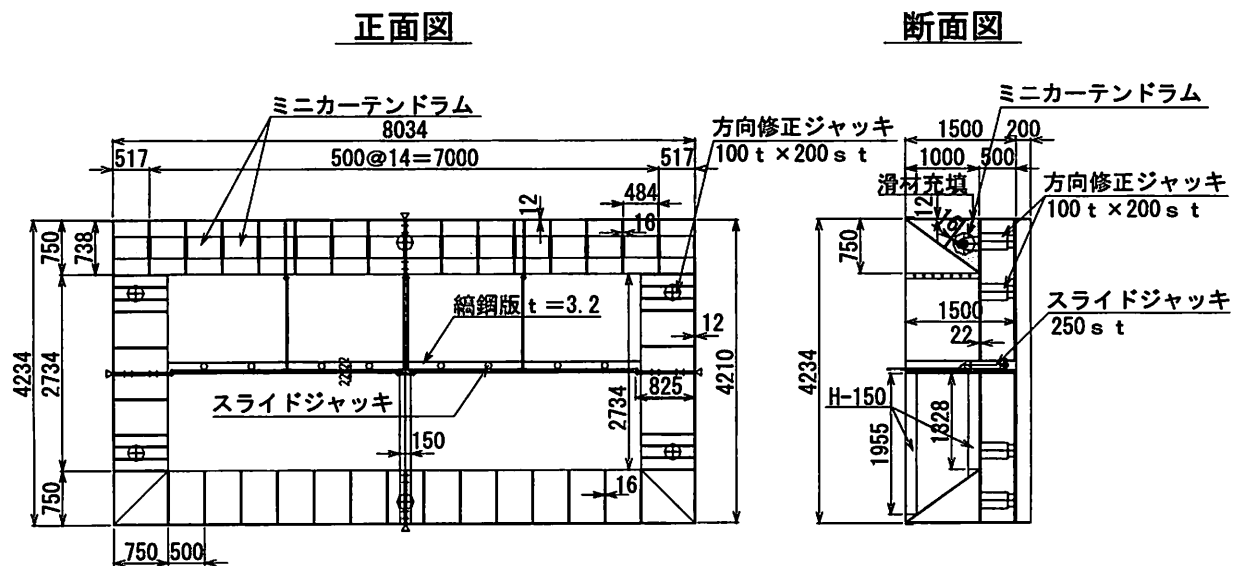


図-5 刃口詳細図

函体推進は、全53函体（延長39.75m）推進後の平面線形誤差10mm、上下方向のピッチングは30mm、左右のローリングは5mm程度であり、許容誤差範囲内に全て収まった。また、函体のクラックも生じること無く推進工事を完了することができた。

表-1 工程表

工 種	年 月	平成18年												平成19年	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
立坑 鋼矢板打設・路面覆工		■	■	■	■										
立坑 掘削・土留支保工					■	■	■	■							
パイプルーフ工						■	■	■	■	■					
地盤改良工										■	■				
函体推進工										■	■	■	■	■	■
到達部 掘削工														■	■

(3) 各種計測結果

①函体推進力

各函体推進時の計画推進力と実推進力の結果を図-6に示す。

実推進力は、計画推進力の約2/3～3/4であった。

実推進力が小さめであった理由としては、パイプルーフにより上載荷重が支えられ、函体自体に作用する鉛直荷重が少なかったこと。また、デスリップカーテンにより、函体上部の摩擦力が計画どおり低減されたことが考えられる。

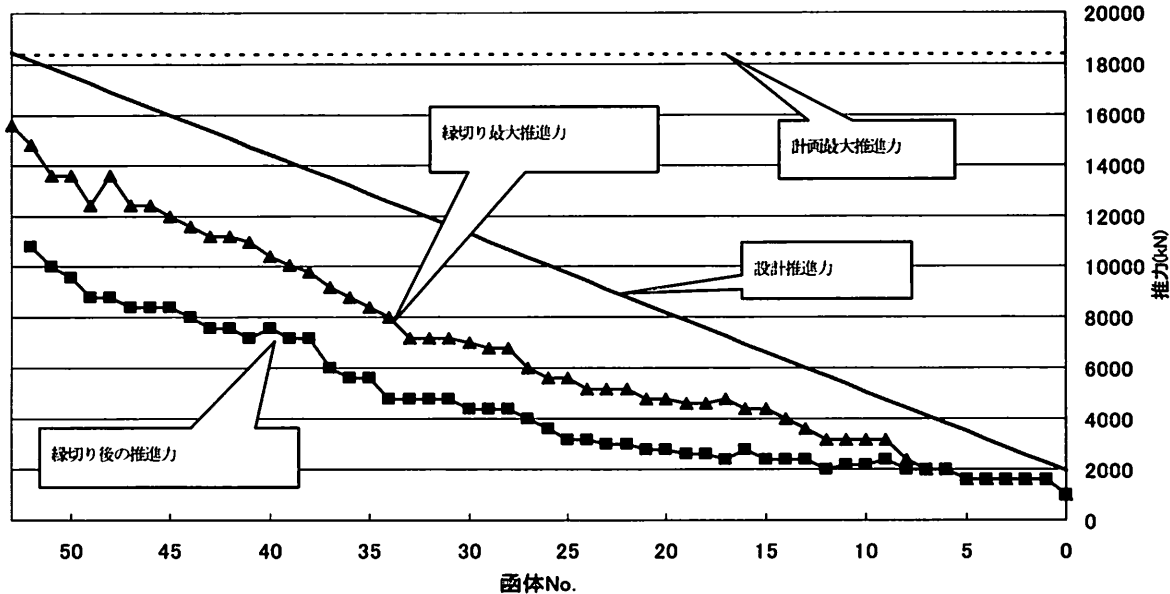


図-6 函体推進時の推力

②路面及び玉川上水の変状計測結果

路面及び玉川上水の変状は、路上に設置した沈下棒と鉋をレベル測量により計測した。パイプルーフ施工時に最大10mmの沈下が生じたが、函体推進時には5mmの沈下量となり、玉川上水への影響もなく良好な施工結果となった。これは、パイプルーフによる縁切り防護効果が大きく寄与したと考えられる。

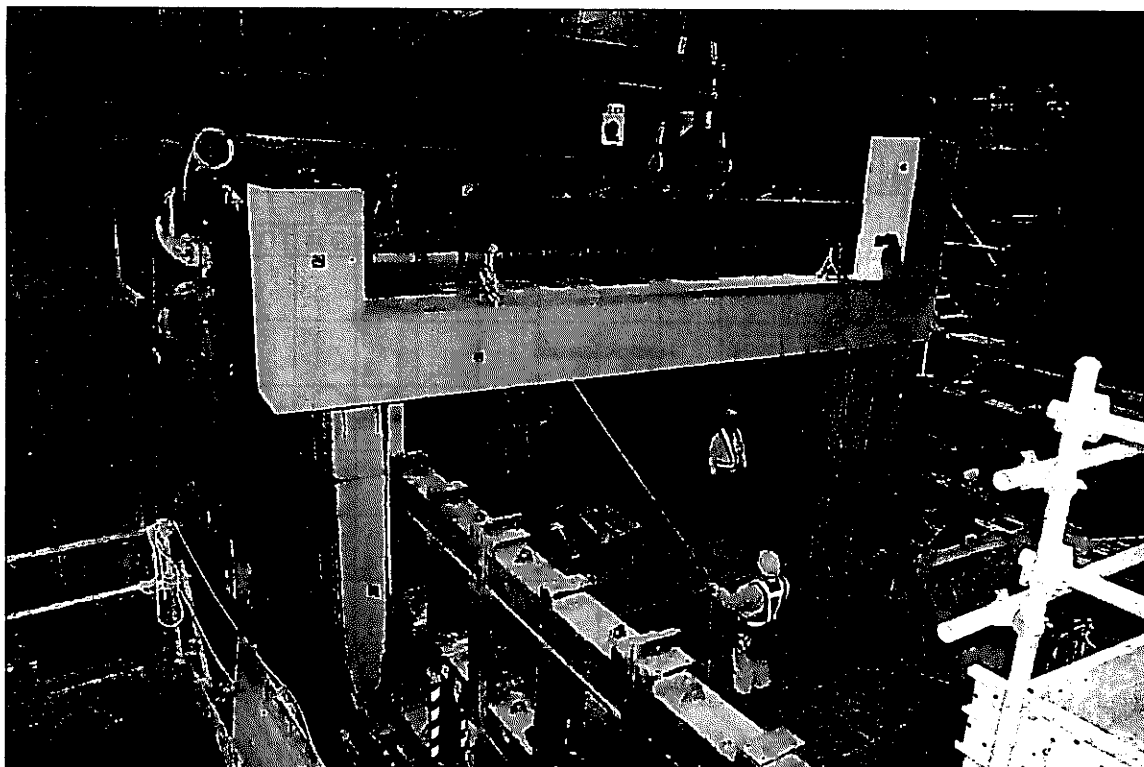


写真-2 発進立坑内状況

7. まとめ

施工前は前記した課題以外にも、掘削断面下部に露出する砂層からの湧水や、切羽地山の安定性、パイプルーフと函体との間（約 25 c m）の地山崩落など懸案項目が多くあったが、施工中は切羽からの湧水もなく、地山の安定性も良好で、特に大きなトラブルなく無事工事を完了することができた。これは、事前の危険予知もさることながら、函体推進工法に適した地盤に恵まれたことが大きな要因であったといえる。

最後に、本報告が今後の類似工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1)：中野正明：「矩形管渠に用いる推進技術 デスリップカーテン工法の解説, 月刊推進技術, Vol. 14 No. 9 2000」