

都市土木における環境負荷低減対策

宇留間 高 広

本工事は、東京都港区高輪一丁目地先における国道1号での現道工事であり、既設共同溝の未接続区間、約151mを接続する工事である。新設する151mのうち75.1mを泥土圧推進工法で施工し、その他部分は現場打ちコンクリート工にて築造する。推進工事は、別工事で築造された路面覆工下立坑（以降「路下ヤード」と称する）を利用し、当初開削工法にて行おうとした計画であった既設高輪共同溝部までの区間を推進工法で施工する。この地域では共同溝工事が長年にわたり継続されており、環境負荷低減対策が重要となった。そこで、推進工発生土の現場内有効利用、推進管路を利用した到達立坑の路下掘削および掘削土砂の有効利用を計画し施工した。本報では施工方法とその効果について説明する。

キーワード：都市土木, 環境負荷低減, 回収型掘進機, 泥土圧推進工法, 地中到達, 流動化処理土

1. はじめに

都市部における国道直下の共同溝工事である本工事は、当初より施工箇所周辺への騒音・振動および路上規制による交通への影響等の環境負荷低減が課題であった。そこで、当初開削工法で施工する計画であった共同溝工事を非開削工法である推進工法に変更し、その上で、さらなる環境負低減のために以下の施工を行った。

- (1) 発生土の現場内有効利用
- (2) 推進管路を掘削土の搬送に利用した到達立坑施工

2. 工事概要

高輪・三田共同溝工事は、既設高輪共同溝と既設三田共同溝の間、約151mを接続する工事である。新

表-1 工事概要

発注者	国土交通省関東地方整備局
工事場所	東京都港区高輪1丁目地先
工事延長	L=151m
工事内容	実施設計1式 推進工(φ2,600mm泥土圧推進) L=75.1m 現場打躯体工 L=55.6m (特殊部3箇所) 到達立坑築造 B=6.6m L=11.0m H=12.3m 路下ヤード撤去, 歩車道復旧工

設する共同溝151mのうち別工事に於いて築造された路下ヤード部分は現場打ちコンクリート工にて築造し、交差点を含む未開削部分75.1mは路下ヤードを推進基地として、呼び径2,600の泥土圧推進工によって施工した。

工事概要および平面図、推進立坑周辺状況写真を図-1、表-1、写真-1に示す。

施工条件は、交通量が45,000台/日と多い国道1

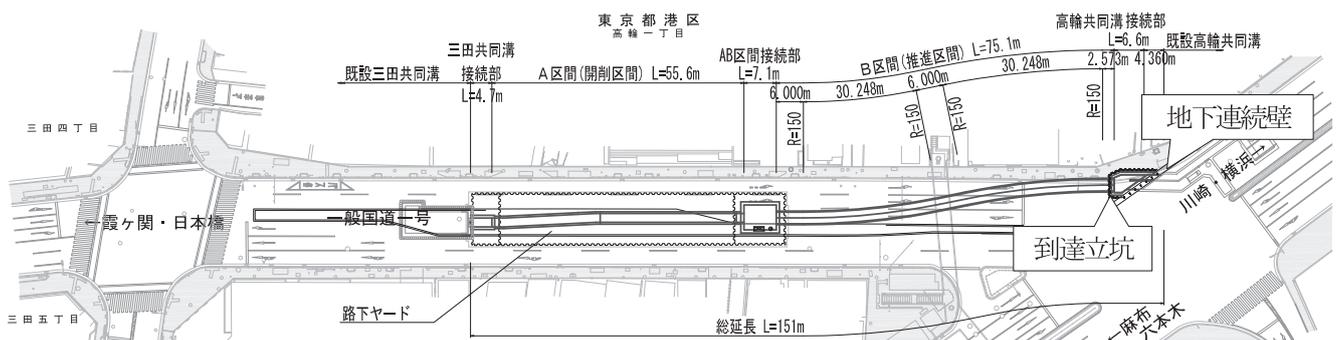
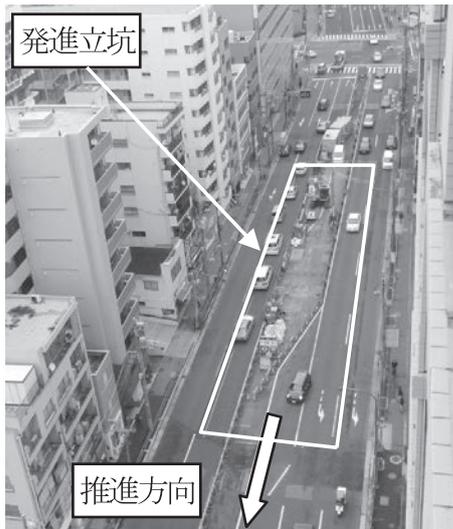


図-1 平面図



写真—1 発進立坑周辺状況

号の現道工事であり、また、施工箇所は家屋、マンション、店舗が隣接している中での施工となる。さらに、到達立坑は埋設物が輻輳しており、周辺的生活環境保全や、一般交通、埋設物への影響低減が特に重要となった。

3. 流動化処理土の現場内製造

(1) 施工目的

推進工発生残土は搬出車両および路下ヤード埋戻し土の搬入車両を削減する目的で、推進工発生土を用いて現場内で流動化処理土を製造し、推進工事に支障しない路下ヤードの埋戻し土として再利用した。

流動化処理土の製造は、狭隘な路下ヤードの中で推進工の進捗に合わせた施工を行う必要がある。また、埋戻し量が約 700 m³ と少量であるため経済性を考慮し汎用機械で計画した。発生土の供給、解泥および密度調整、セメントスラリーとの混合、製造した流動化

表—2 主要設備一覧表

用途	名称	仕様・規格
混合槽への土砂供給 流動化処理土混練 流動化処理土打設	バックホウ	0.45 m ³ 級 超小旋回 配管機
流動化処理土混練用 アタッチメント	ドライブミキシング	0.4 m ³ 用
混合槽	水槽	20 m ³
加重材ピット	水槽	20 m ³
土砂ストック	土砂ピット	200 m ³
セメントミルク混練	ヨコ型ミキサー	350 L×2 槽
セメントミルク移送	グラウトポンプ	5 HP
流動化処理土打設	定置式コンクリートポンプ	35 m ³ /h
打設用配管	鋼管	φ125 mm

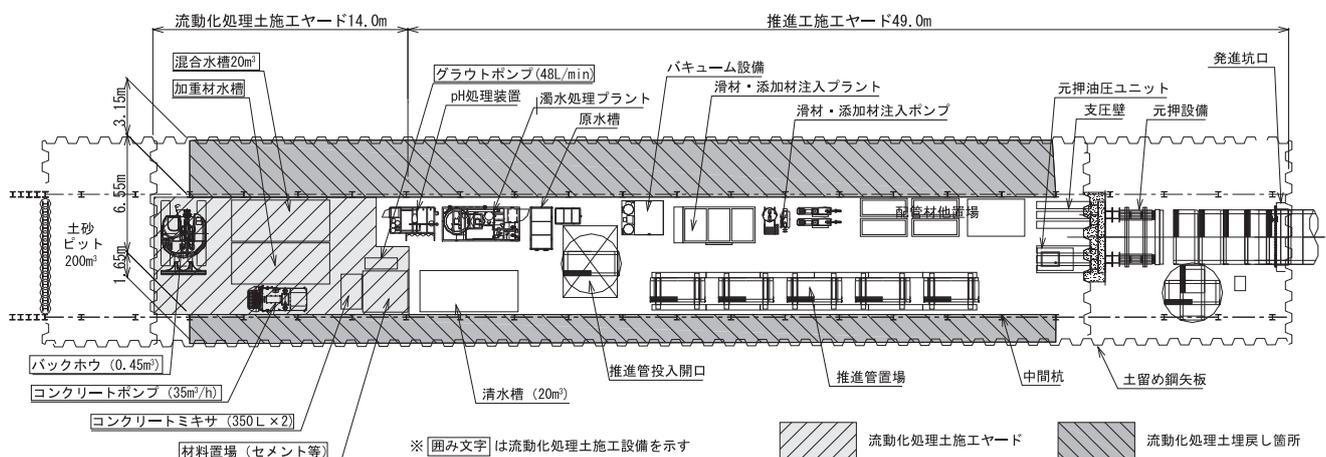
処理土の打設ポンプへの供給といった一連の作業を、混合水槽と1台のバックホウで行い、セメントスラリーの混練・移送にはヨコ型ミキサーとグラウトポンプ、製造した流動化処理土打設用の定置式コンクリートポンプで施工する方法を立案した。主要設備一覧と製造設備配置図を図—2、表—2に示す。

(2) 配合の設定

本工事で流動化処理土に使用する土砂は、推進工の掘削残土であり推進工の進捗に遅れること無く処理する必要がある。そこで、発生土利用率を重視し、事前の配合試験で最も利用率が高い配合に決定した(表—3)^{1), 2)}。

(3) 製造サイクル

流動化処理土は図—3のフローにて製造を行う。なお、製造時の品質管理方法は、製造1バッチ毎の密度・フロー値測定管理と、1回/日の頻度で供試体を採取し品質試験を行い、所定の品質を確保した³⁾。



図—2 製造設備配置

表-3 流動化処理土配合表

発生土	発生土密度 g/cm ³	目標値				単位重量 (kg/m ³)					試験結果			
		一軸圧縮強さ N/mm ²	ブリーディング率 %	処理土密度 g/cm ³	フロー値 mm	発生重量		水	固化材	加重材 (再生砂)	一軸圧縮強さ N/mm ²	ブリーディング率 %	処理土密度 g/cm ³	フロー値 mm
						現地採取土	想定推進添加材							
粘性土 (添加材を加えた試料)	1.63	0.2 (材齢1週間)	1%以下	1.5以上	110	632	88	379	80	332	0.43	0	1.51	115

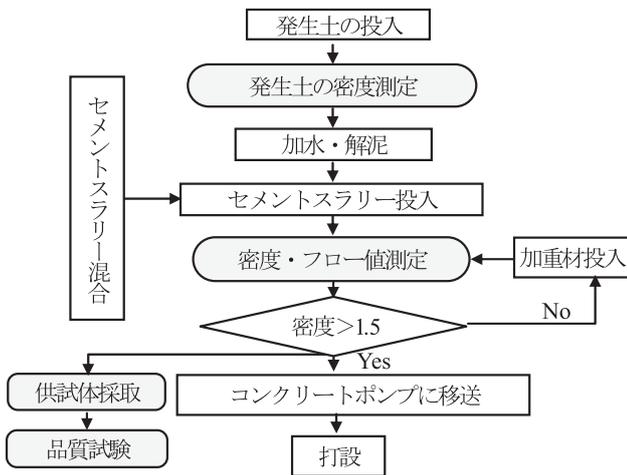


図-3 流動化処理土施工フロー

(4) 施工結果

製造サイクルは、混合水槽への土砂の供給から製造・打設まで1バッチ当たり約1.5時間であり、流動化処理土の製造は推進工の掘進に影響無く製造することができ、工程への影響は軽微なものであった。この結果、推進工の掘削残土搬出車両と路下ヤード埋戻し土搬入車両の合わせて210台の削減を実現した。施工ヤード全景写真を写真-2に示す。

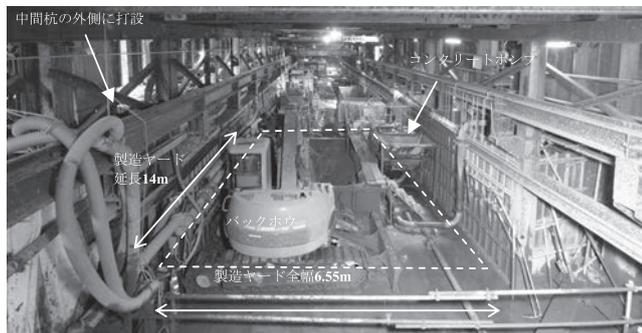


写真-2 製造ヤード全景

4. 地中到達・到達立坑路下施工

一般的な推進工の掘進機は、到達立坑において解体し引上げ作業を行う。また、到達立坑の築造及び掘進機回収用クレーンの設置には大規模な交通規制が必要

となる。本工事における到達立坑は、国道1号と主要都道415号の交差点部(写真-3)に位置する。掘進機回収による交通規制日数の短縮、到達立坑の省面積化を目的として、到達後に発進立坑より掘進機が回収できる回収型掘進機「やどかり君」工法を採用した。さらに、到達立坑の掘削は推進到達断面以深を路下施工とし、掘削残土は推進管路を利用して発進基地へ運搬し路下ヤードの埋戻し土として利用する。これにより掘削に伴う交通規制日数の短縮、土砂運搬車両の削減を行った。

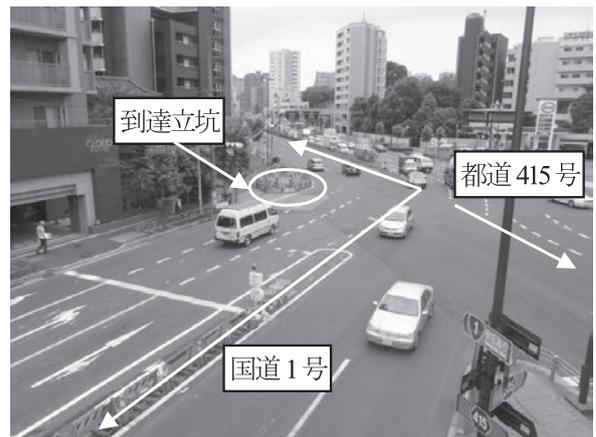


写真-3 到達立坑周辺状況

(1) 掘進機仕様

本工事で使用した泥土圧掘進機を写真-4に示す。回収型掘進機は3重構造を有し、最外周の外殻と駆動部を収容する内殻およびそれらを連結する中殻で構成されている。掘進機到達後はこの中殻を撤去することで内殻を開放し、発進立坑に引き戻すことが可能である⁴⁾。また、引戻し機構として内殻に引戻し用のガイドローラーを装備した。ローラーは引戻し時に目地をスムーズに通過するため直列2輪の構造である。

また、今回の地中到達用に、切羽の湧水確認用の配管(2B)、到達後に掘進機外周の余掘りからの出水を防止するため余掘り充填用の裏込め注入配管、チャンパー内清掃作業時に使用するマンロック及び排土管(4B)、切羽作業時の地山崩壊防止に有効な Cutterヘッド外周リング等を掘進機に装備した。



写真—4 回収型掘進機

(2) 施工手順

①到達立坑掘削

地上からの立坑掘削深さは、防護注入を路下施工とするために必要となる空間を考慮してGL-6.7mとした。

②土留欠損部・切羽部防護注入

到達立坑は鋼矢板土留を採用しており、掘進機を地中到達させるため、推進掘削断面に支障する鋼矢板は下端を掘削断面上部までとし、以深は欠損部とした。また、掘進機を引き戻すためのカッタスポーク切断等の作業は、チャンバー内の土砂を撤去した後に人力で行う。よって、切羽部と土留欠損部には地盤改良として薬液注入を実施した。また、周辺への騒音・振動の影響を抑制するため、注入量の約半分は路下施工とした。

③掘進機地中到達

掘進機は坑口を取付けず、地中で立坑内の所定の位置まで推進し到達とした。到達時には、土留への影響を抑えるため、ジャッキスピードを落とし慎重に掘削した。また、到達精度確保のため到達前は測量頻度を通常の倍とし、ストローク 600 mm 毎に測量を行い精度を確保した。到達後、掘進機外周からの出水を防止するため、掘進機外周へ裏込め注入を行った。到達状況を写真—5に示す。



写真—5 掘進機地中到達

④チャンバー内清掃

到達後、スクリーコンベアにて可能な限りチャンバー内の排土を行い、残った土砂を定置式のバキューム装置で吸引し、清掃を行った。清掃完了後、作業の安全確保のため、カッタヘッド前面に木矢板による簡易土留を設置した。

⑤機内設備撤去

スクリーコンベアは今回のように内殻をそのままの向きで引き抜く場合、内殻に取付けた状態で引き戻すことも可能であるが、引戻し作業時の重量バランスを考慮し、今回は先行して撤去を行った。この他に内殻引戻しに支障する設備として、方向修正ジャッキの撤去を実施した。

⑥カッタスポーク・中殻連結部切断

カッタヘッドには切羽作業時の地山崩壊防止のために外周リングを装備しており、カッタヘッド前面に設置した簡易土留と合わせて切羽作業の安全性を確保している。内殻の回収にあたり、推進管の内径より大きいカッタスポークの切断と、内殻開放のため中殻連結部の切断分離作業を人力にて行った。

同一工事内での転用を目的とした場合、カッタスポークの縮径方法としては油圧ジャッキによる伸縮装置を装備することも可能である。

⑦内殻引戻し

推進管に6 m 間隔で設置した引戻し用グラウトホールにワイヤーおよびチルホールを設置し、掘進機を牽引した。発進架台にはガイドローラーの角度に対応した傾斜付き架台を設置しているため、引戻し中の大幅なローリングは許容できない。よって、引戻し中に発生したローリングは、内殻発進側に設置したローリング修正用のガイドローラーにて適宜修正を行い解消した。引戻し状況を写真—6, 7に示す。

⑧到達立坑掘削 (GL-6.7 m～-12.3 m)

掘進機を引き戻し完了後、到達立坑に投入した



写真—6 内殻引戻し



写真一七 内殻引戻し完了



写真一〇 路下ヤード埋戻し状況

0.1 m³ 級バックホウを用いて施工した。掘削残土は推進管路に幅 450 mm、機長 7 m のベルトコンベヤを 11 台設置し、発進立坑へ搬送、発進坑口付近に仮置きした。その後、構築の進捗に合わせて路下ヤードの埋戻し土に転用した。作業状況を写真一八～一〇に示す。

(3) 施工結果

掘進機の地中到達と立坑の路下施工により夜間交通規制日数は、掘進機の回収作業で 2 日、到達立坑の掘

削作業で 8 日の合わせて 10 日短縮した。また、回収型掘進機の採用による到達立坑の省面積化と立坑掘削残土の埋戻し土への転用により、土砂運搬車両は合わせて 116 台を削減した。

5. おわりに

環境負荷低減対策として実施した種々の対策は、約 330 台の土砂運搬車両の削減と夜間交通規制日数の短縮を実現させることができ環境負荷の低減効果を確認した。

都市土木では、沿道地域の生活環境保全、一般交通への影響緩和等の環境負荷低減は重要である。今後も都市土木における環境負荷低減のため、新たな施工方法に挑戦していきたい。

最後に本工事を行うにあたり、ご指導、ご協力を頂きました関係機関の方々に感謝致します。

JICMA



写真一八 到達立坑路下掘削



写真一九 掘削土砂搬送

《参考文献》

- 1) 加藤将道他：推進工事発生土を利用した流動化処理土の現場内製造および打設（その 1：要求性能、施工方法）、第 67 回土木学会年次学術講演会、21012.9.
- 2) 土木研究所、流動化処理工法総合管理：流動化処理土利用技術マニュアル、pp.66-72、技報堂出版、2007
- 3) 川嶋英介他：推進工事発生土を利用した流動化処理土の現場内製造及び打設（その 2：品質管理、施工方法の評価）、第 67 回土木学会年次学術講演会、2012.9
- 4) 木下茂樹：地中接合技術－大口径推進工事における既設管きょ側面及び正面への地中接合回収型掘進機「やどかり君」工法の適用事例、月間推進技術 Vol.25, No.2, pp.18-21, 2011

【筆者紹介】

宇留間 高広（うるま たかひろ）
 ㈱奥村組
 東日本支社 機械部 技術課
 機械職員

