

中央環状品川線五反田出入口 鋼製セグメントボックスカルバートの施工実績

松崎 久倫¹・島越 貴之²・松田 満³・中川 雅由⁴・森田 大介⁵

¹正会員 首都高速道路株式会社 建設事業部構造設計室（〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1）
E-mail: h.matsuzaki1113@shutoko.jp

²正会員 首都高速道路株式会社 東京建設局設計課（〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-3）

³正会員 首都高速道路株式会社 東京建設局品川線工事事務所（〒141-0032 東京都港区大崎5-4-3）

⁴正会員 鹿島建設株式会社（〒141-0031 東京都品川区西五反田7-1-9）

⁵正会員 鹿島建設株式会社（〒141-0031 東京都品川区西五反田7-1-9）

中央環状品川線五反田出入口は、品川線全線約9.4kmのほぼ中間に位置するセンターランプ式トンネルである。環状6号線直下に中央環状品川線本線となる併設シールドトンネル2条を構築した後、開削工法および非開削工法を用いてシールドトンネルを切り開き、出入口ランプ躯体を接続する。さらに環状6号線街路までのランプ躯体を開削工法にて構築するものである。このうち出口ランプ躯体は全体工程の中で最後の躯体構築区間となるため、この区間のボックスカルバート部を鋼製セグメント構造に、またU型擁壁部をRCプレキャスト構造を採用して、工程短縮を図った。本稿では、鋼製セグメント構造の設計施工概要および施工実績について報告する。

Key Words : steel segment, precast reinforced concrete, open cut methods, filled concrete, fireproof

1. はじめに

中央環状品川線五反田出入口は、品川線全線約9.4kmのほぼ中間に位置するセンターランプ式トンネルである。環状6号線直下に中央環状品川線本線となる併設シールドトンネル2条を構築した後、開削工法および非開削工法を用いてシールドトンネルを切り開き、出入口ランプ躯体を接続する。さらに、そこから環状6号線街路までの出入口ランプ躯体を開削工法にて構築するものである（図-1）。このうち出口躯体は入口躯体の上部に構築される構造であることから、躯体構築工程は本工事の最後となる。また出口躯体が構築される範囲は交通量が多く、地下埋設物が複雑に交差している「目黒不動交差点」を含む区間であるため、当該事業のクリティカルパスの一つであった。そのため、本工事では、工程短縮を目的として、出口ランプ躯体構築方法のプレファブ化を検討し、ボックス部に鋼製セグメント構造を、U型擁壁部にRCプレキャスト構造を適用し、施工性の向上を図ることとした（図-2）。なお両構造の適用区分は、土留め開削幅とランプ建築限界に制限される有効側壁厚から決定した。本稿ではこのうちの「鋼製セグメント構造」に関する設計施工概要および施工実績について報告する。

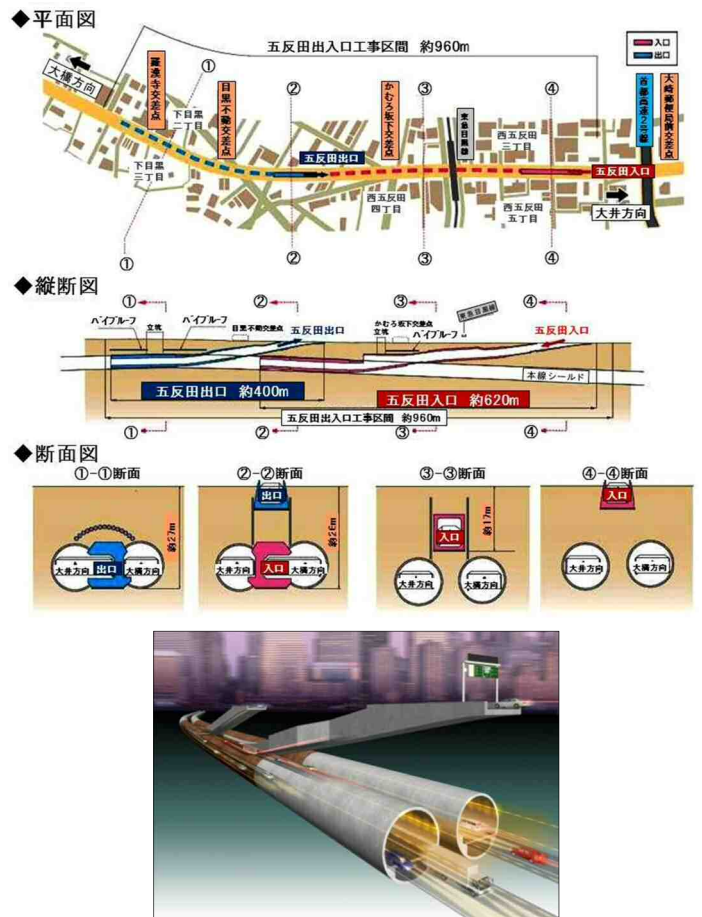


図-1 工事概要および完成イメージ

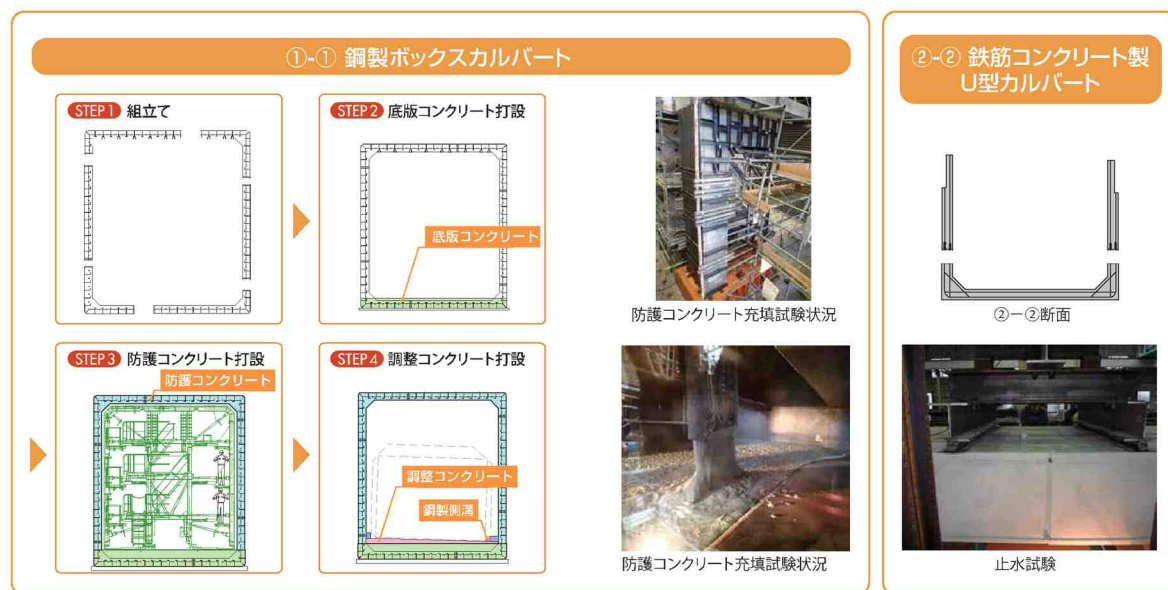
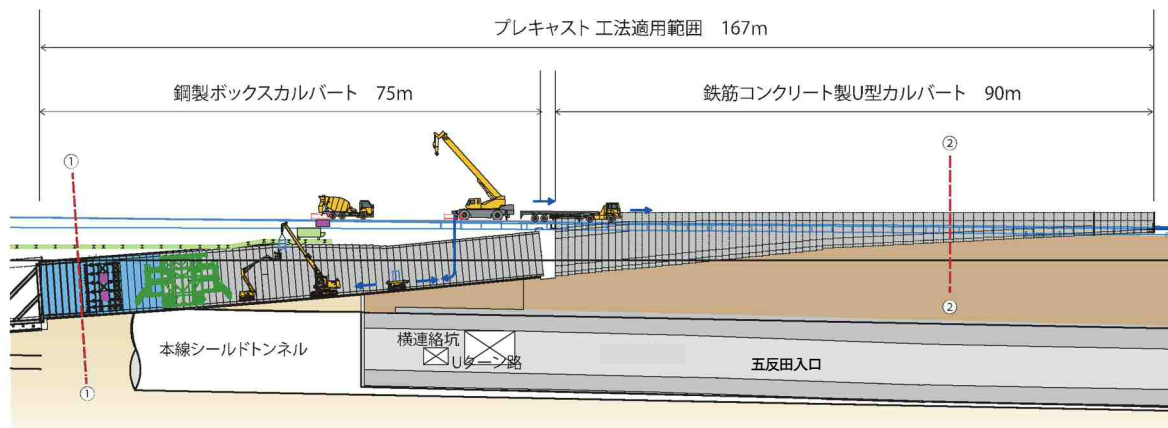


図-2 出口ランプ躯体のプレキャスト構造概要

2. 鋼製セグメントの構造概要

本工事で適用した鋼製セグメントは、リング幅1.0m、1リングあたり6ピースに分割されたセグメントを工場から現場搬入、投入し、路面覆工下で1リング毎に現地組立てを行うことで構造部材の構築を行う。継手部にはシールドトンネル覆工として実績が豊富な水膨張性ゴムによる止水シール材を貼り付け、ピース間およびリング間には継手ボルトにより締結する。また鋼製セグメント内部には車両衝突防護機能および耐火性能確保を目的として合成短繊維パルチップPW-Jrを使用した防護コンクリートを充填する構造である（図-3）。

防護コンクリートは鋼製セグメントの組み立て完了後、ボックス内部にセントル型の移動式型枠を設置して、鋼製セグメント頂版上の側壁上部2ヶ所に設置した打設孔（8B管）より、長尺の特殊ホース（トレミー管用ゴムチューブ）を用いて、鋼製セグメント6リング分を一度に打設する計画とした。なお、防護コンクリートの鋼材かぶり厚は100mm以上を確保している。

鋼製セグメントの基本構造はシールドトンネル覆工に

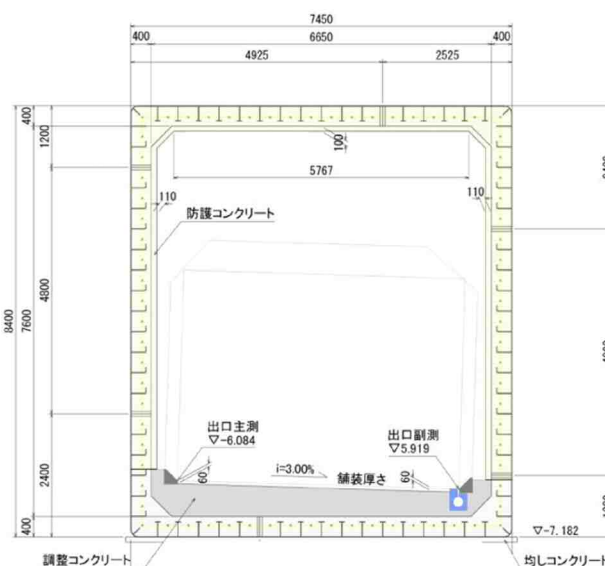


図-3 基本横断面図

用いられているものと同様、主桁、縦リブ、スキンプレーンから構成される構造とし、防護コンクリートの充填性および剥落防止性を考慮して縦リブの形状は側部をL

型、頂部を逆T型とした。また、縦リブと継手板には空気抜き孔（φ30mm）とスカーラップ（R=30mm）を設けることで、防護コンクリートの充填性に配慮した構造とした（図-4、写真-1）。また、施設設備用プルボックスや箱抜き部に対しては、必要な開口幅に対して主桁・縦リブが干渉しないよう、開口周囲を補強した特殊ピースを設け、強度と耐久性を満足する構造としている。なお、必要開口幅が2リングに跨る場合には、リング幅2.0mの特殊甲、乙リング区間を設ける構造とした（写真-2）。

鋼製セグメントの主桁高は土被りに応じて300mmと400mmとし、内空高さが変化する区間では、セグメント外面に段差を設ける形状とすることで、鋼材の特殊加工を少なく配慮した形状とした。

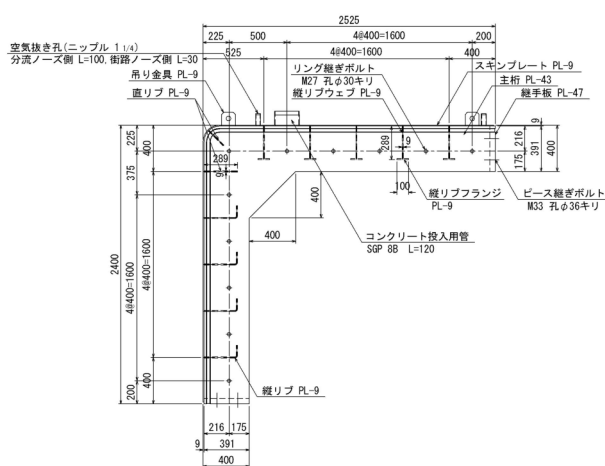


図-4 部材詳細図



写真-1 空気抜き孔とスカーラップ（縦リブ）

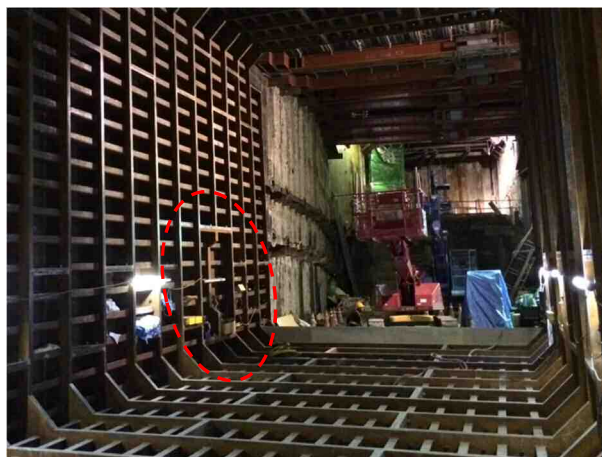


写真-2 施設用特殊ピース

3. 防護コンクリート仕様の検討概要

鋼製セグメントの内面に施工する防護コンクリートに求められる要求性能から、その仕様を検討した（図-5）。主たる要求性能は、①鋼殻防護のための耐火性、②剥落、飛散防止のための剥離抵抗性、③鋼殻内の複雑なセル構造への確実な充填性と考えられる。そこで本工事では、耐火性能確保とコンクリート剥落防止対策として実績のある合成短繊維パルチップPw-Jrを適用する配合で検討を実施した（表-1）。

また防護コンクリートの流動性および充填性を確認する目的で、鋼製セグメントの一部を実物大で切り出した試験体を製作し、充填性に関する実証実験を行い、配合の妥当性を確認した。充填状況を確認した結果、懸念された側部の縦リブ下面に空気溜りが生じることは無く、また頂版部についても水平に打ち上がる様子が確認でき、天端に設置した空気抜き孔から空気が抜けて、最終的にコンクリートが排出されたことから、頂版上部まで充填されたと考えられる（写真-3）。

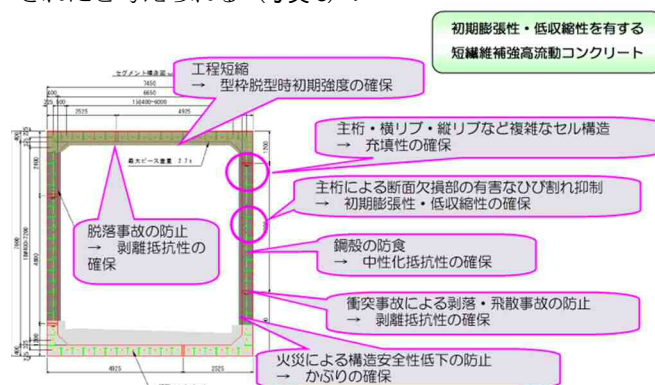


図-5 要求性能と対応手段

表-1 配合表

W/B (%)	Vw/Vp (%)	Vs/Vm (%)	Gvol (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)												(外割) PPI繊維 F (kg/m ³)	(外割) 消泡剤 DA (kg/m ³)
					水 W	普通セメント C	膨張材 EX	石灰石微粉末 LP	細骨材 S1	細骨材 S2	細骨材 G1	細骨材 G2	増粘剤 VIS	収縮低減剤 SRA	高性能AE減水剤 SP	高性能AE AE (g/m ³)	(外割) PPI繊維 F (kg/m ³)	(外割) 消泡剤 DA (kg/m ³)
50	80.5	41	290	4.5	175	330	20	288	286	424	315	462	0.175 (0.1%)	4.00	9.57 [※] (1.50%)	12.76 [※] (2A)	1.82 (0.2vol%)	0.638 [※] (1.0T)

W/B : 水結合材比
Vw/Vp : 水粉体容積比
Vs/Vm : モルタル中の細骨材容積比
Gvol : 単位粗骨材絶対容積

ひび割れ抑制

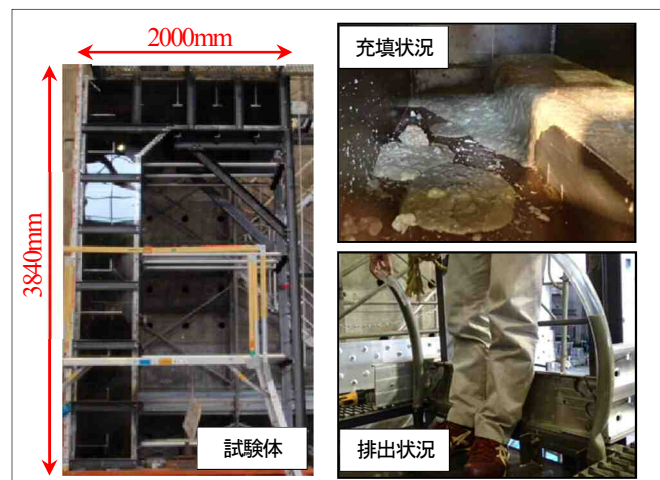


写真-3 充填性実証実験状況

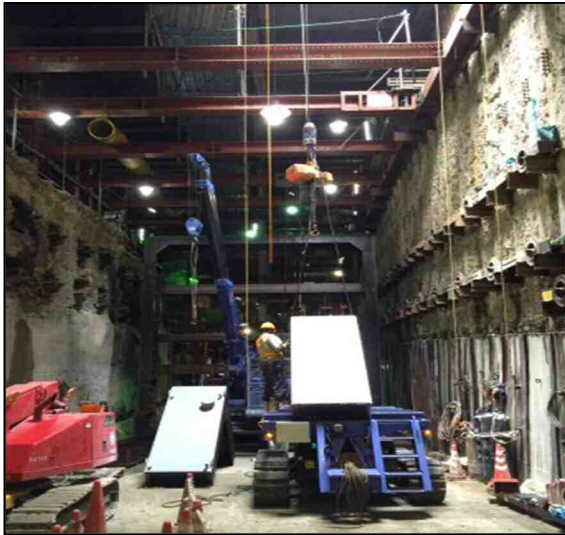


写真-4 重量物運搬台車

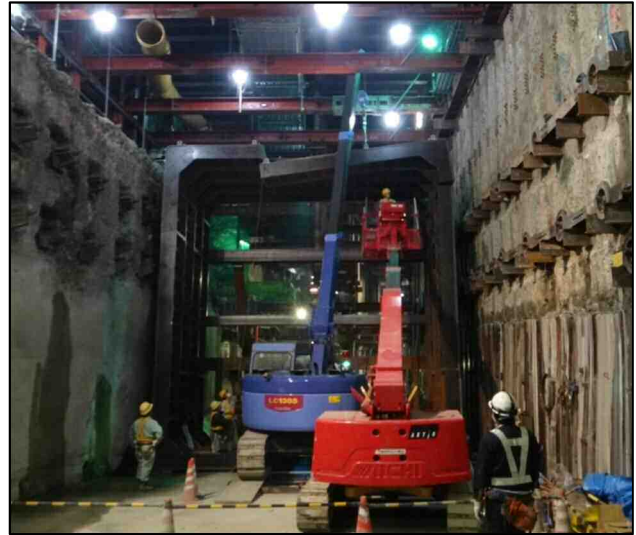


写真-5 組み立て状況図

4. 施工実績

(1) 鋼製セグメント設置工

鋼製セグメントは、1リング（6ピース）毎に工場から大型車両にて現場に搬入した。搬入した鋼製セグメントは地上部のクレーンで路下に投入する。また、地下埋設物の位置や路面覆工の形状等の関係で、投入可能な開口が限定されるため、組み立て箇所までは重量物運搬台車にて運搬した（写真-4）。

鋼製セグメントの組み立ては、移動式クレーン（8t吊）と高所作業車（12m）にて行った（写真-5）。組み立て順序としては、高さ調整のプレート上で底版部ピースを組み立て、隣接リングとボルト固定する。次に側部ピースを底版部ピース上で組み立て、同様にボルト固定する。

最後に頂版部ピースを側部ピース上で組み立て、ボルト固定する。この組み立て作業を75リング繰り返し行う。

(2) 防護コンクリート打設工

防護コンクリートの打設は、カルバートスライドセントル（移動式型枠）を型枠とし、鋼製セグメント上部よりトレミー管用ゴムチューブを鋼製セグメント内に挿入して行う。途中、断面変化箇所では組み立て完了した鋼製セグメント内で、カルバートスライドセントルを断面形状にあわせて都度改造しながら施工した。

a) カルバートスライドセントル組立て・改造

カルバートスライドセントルの組立ては、鋼製セグメントを36リング設置後に行った。組立ては14日間程度で完了しその後、鋼製セグメント内に移動させた。また、断面変化部では、カルバートスライドセントルを鋼製セグメント内で改造して変化する断面形状に対応させた（写真-6）。

b) 防護コンクリート打設

カルバートスライドセントル設置完了後、鋼製セグメント側部および頂部に防護コンクリートの打設を行う。

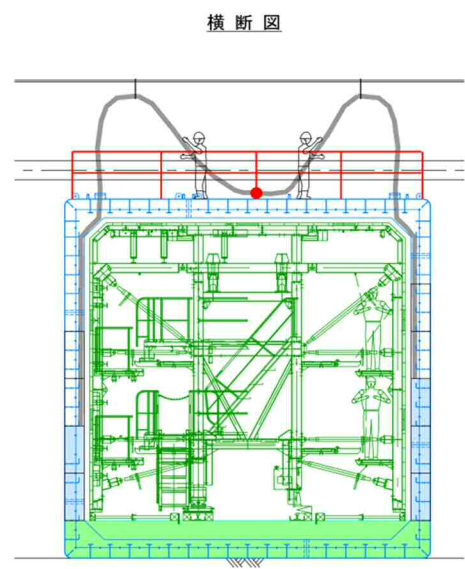
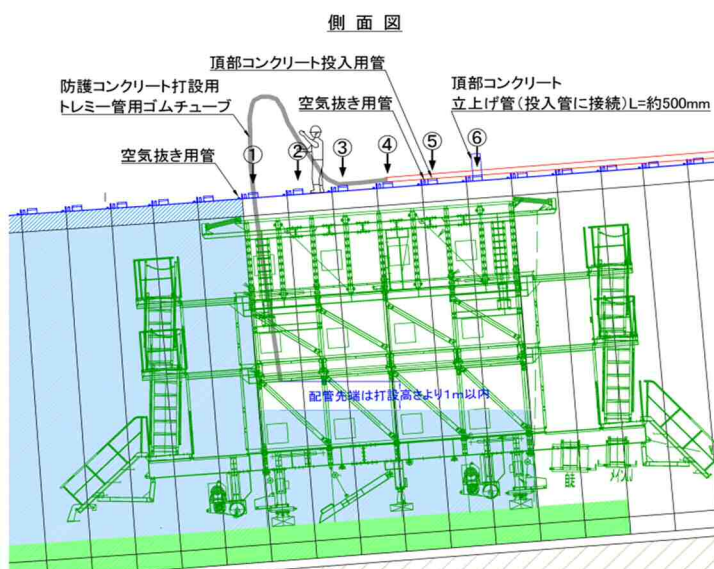


図-6 防護コンクリート打設状況図



写真-6 カルバートスライドセントル組立み・改造状況

打設は6リング毎にカルバートスライドセントルを盛り替えて繰り返し打設する。

地上部にはコンクリートポンプ車を配置して、開口部より路下を経由して打設箇所まで配管し、配管の筒先にはトレミー管用ゴムチューブを接続する。鋼製セグメント頂部に設けたコンクリート投入用管に、トレミー管用ゴムチューブを挿入して、防護コンクリートを圧送する。コンクリート投入用管は1リング毎に左右1箇所ずつ設けて、左右同時に打設を行い均等に打ち上げた（図-6）。打設速度はカルバートスライドセントルへの側圧を考慮して1.0m/hrとし、都度トレミー管用ゴムチューブを上部に引き上げながら打設を行った。出来上がりとしては、施設箱抜き部も含めて良好な充填性であり、無事に施工完了した（写真-7）。



写真-7 施工完了状況

5. おわりに

本工事で採用した鋼製セグメント構造は、工程短縮を目的とした工事途中での構造変更であったため、施工済みの仮設構造（土留め支保工等）条件に制約される中で、実現可能な構造検討を行った結果、採用することとした。

(2014. 9.15受付)

THE STEEL SEGMENT STRUCTURES CONSTRUCTION RECORDS OF GOTANDA ENTRANCE/EXIT IN CENTRAL CIRCULAR SHINAGAWA ROUTE

Hisatomo MATSUZAKI, Takayuki SHIMAKOSHI, Mitsuru MATSUDA,
Masayoshi NAKAGAWA and Daisuke MORITA

The Gotanda on/off ramp structure of the Central Circular Shinagawa Route is under construction. Most of the structure of Gotanda on/off ramp is constructed by open cut methods, while the part of them is required to be constructed by non-open cut methods due to traffic restrictions. In order to shorten the construction schedule, two patterns of design change are applied to the off ramp structure, which is the last to be constructed in the whole schedule; the reinforced concrete box culvert to the steel segment structure, and U-shaped retaining wall cast-in-situ to precast reinforced concrete. This paper introduces the design/construction methods and the construction records of the steel segment structure.