

増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を用いた高流動コンクリートの逆巻き打設の施工実績 ～東京メトロ 日比谷線虎ノ門ヒルズ駅設置工事～

鹿島建設（株） 正会員 ○岩月章浩 安田哲郎 安達浩一 荒川 遥 柳井修司 渡邊有寿 須崎浩二
東京地下鉄（株） 中田隆一

1. はじめに

本工事は新橋・虎ノ門地区の交通結節機能強化の施策として東京メトロ日比谷線霞ヶ関駅～神谷町駅間に虎ノ門ヒルズ駅を設置する工事である。すでに供用を開始している地下1階の下にコンコース階を設けるため、既設の地下鉄躯体を受け桁と仮設支持杭で仮受けした状態で既設躯体の側壁撤去・新設躯体の増築を行う。その過程で、営業線が走る床版の束（つか）柱を飲み込んで中床版・縦梁を増打ちし、束柱・受桁の仮受け構造を、縦梁・鋼真柱の本設構造へと変更する（図-1）。新設する中床版は、閉塞空間にコンクリートを逆巻き打設することから、充填不良や既設スラブの浮上りによる営業線への支障が懸念された。そこで自己充填性ランク1の高流動コンクリートを採用し、各種のモニタリングを行いながら施工を行った。本稿ではその施工実績について報告する。

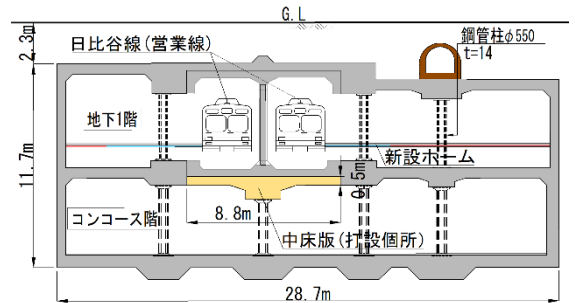


図-1 高流動コンクリートの打設箇所

2. 施工実績

(1) コンクリートの仕様・配合

新設の中床版の打設範囲は、延長 66.5m、幅 8.8m、高さ 0.5m（梁部は 1.7m）の範囲である（図-2）。本工事では配管ダクトの切回しなどが必要なため、3つに分けて打設した。コンクリートの1日の最大施工量は、3ブロックの 214m³である。配管の最大水平換算距離は 130m で、地上部に最大吐出圧 8.5MPa のポンプ車を設置し、70m までは中圧配管(M)を使用した。当該部位には、既設構造と一体化するためのアンカー筋や梁鉄筋、中床版の鉄筋などがあり、縦梁主筋の機械式継ぎ手間の最小あきが約 30mm となる部分もあるため、自己充填性ランク1の高流動コンクリートを用いることにした。ここで、「高流動コンクリートの配合設計・施工指針」¹⁾では、自己充填性ランク1が規定されているのは粉体系あるいは併用系である。本工事では、レディーミクストコンクリート工場での材料調達条件を踏まえた上で、自己充填性ととも温度ひび割れや自己収縮ひび割れの抑制を考慮した自己充填性ランク1の高流動コンクリートの配合を選定した（表-1）。具体的には、セメントに中庸熟ポルトランドセメントを用い、単位粉体量を 551kg/m³とした上で、増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を添加したものとした。



図-2 打設箇所・配管ルート図

表-1 高流動コンクリートの配合

目標 SF(mm)	G _{max} (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Gvol (t/m ³)	単位量(kg/m ³)				
						W	C	S	G	SPV
650 ~730	20	4.5	30.9	52.8	290	170	551	843	781	C ×1.4%

W:上水道 C:中庸熟ポルトランドセメント,密度:3.21 g/cm³
S:山砂:石灰砕砂:砕砂=6:2:2,表乾密度:2.60 g/cm³
G:石灰砕石 2005,表乾密度:2.69g/cm³,実積率:62.0%
SPV: 増粘剤一液型高性能 AE 減水剤

(2) モックアップ実験

実施工に先立ち、モックアップ実験を実施した。試験体は幅 6.0m、長さ 4.0m、厚さ 0.5m で、実構造物に即した鉄筋を配置した（図-3）。下部から圧入する打設とし、充填性だけでなく材料分離抵抗性の観点から高流動コンクリートの流動距離の限界を確認した。得られた知見を以下に示す。

キーワード 増粘剤系高流動コンクリート, 逆巻き施工, 増粘剤一液型高性能 AE 減水剤, 充填センサ
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設（株）技術研究所 TEL 042-485-1111

- ① 圧入口から 4.0m までは、同心円状に広がり骨材の分離はなかった
- ② スランプフローが 750mm では、圧入口から 4.5m 地点で骨材が沈み材料分離の傾向がみられた
- ③ 下部からの圧入で、上部（天端）との一体性が確保された
- ④ 圧入口での注入圧は、ほぼゼロであった（コンクリートの自重のみ）

(3) 実施工

モックアップ実験の結果を踏まえ、実施工では、スランプフローの上限を 730mm となるように管理した。圧入口の設置間隔は、梁部では 4.0 m、スラブ部では 3.6m とし、中床版上部にはライン型充填センサ²⁾を縦断方向に 3 ライン設置した。また塩ビ管 (φ13mm) を 33 か所 (3 ライン×11 点=33 か所) 鉛直下向きに設置し、エア抜きと充填確認に使用した (図-4)。1 ブロック当たり上り線・下り線の 2 系統で、各々 17m³/h の速度でコンクリートを圧送し、勾配の低いほうから打設した。1 ブロックでは配管を延長しながら、3 ブロックでは配管を切り外しながら、施工した (図-2, 写真-1)。

増粘剤一液型高性能 AE 減水剤の調整により、1 ブロックでのフロー値は平均 690mm (最大 730mm)、3 ブロックでは平均 690mm (最大 725mm) で管理することにより (表-2)、材料分離をさせることなく、また、未充填なく施工することができた (写真-1)。本工事では、コンクリートが片側から順次充填されていく状況をライン型充填センサと塩ビ管によって確認したが、特にライン型充填センサはコンクリートが吹上げにより既設スラブにタッチするとセンサが反応し、流動によりコンクリート面が下がると反応しなくなり、不可視部でのコンクリートの状況を正確に把握することができた (写真-3)。また、打設中の軌道の変位はなかった。

3. まとめ

本稿では、営業線下部における中床版の増打ちに高流動コンクリートを用いた逆巻きでの施工実績について報告した。ライン型充填センサおよび塩ビ管による充填確認を行うことで閉塞空間を未充填なく施工することができた。また、単位粉体量を 551kg/m³ とし、増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を使用した高流動コンクリートでも自己充填性ランク 1 に相当する配合はできるものの、スランプフローを 750mm 程度まで大きくすると、材料分離抵抗性が劣ることを確認した。自己充填性ランク 1 の標準であるスランプフロー 700mm±50mm の管理ではなく、配合や性状に応じた適切なスランプフロー値を設定し、管理することで、より均質な躯体を構築できるものとする。既設構造物の改良やリニューアル工事が盛んになり、高流動コンクリートを用いた逆巻き打設が今後も増えてくると思われる。本事例が今後の工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 高流動コンクリートの配合設計・施工指針：土木学会コンクリートライブラリ 136
- 2) ライン型充填センサ HP：<https://www.munekata.co.jp/zyuutenmieruka/> (2021/12/21 確認)

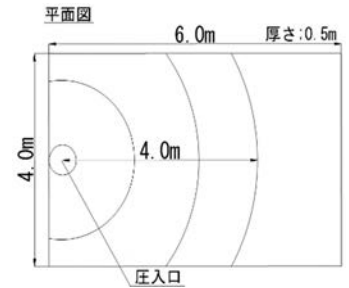


図-3 モックアップ試験体図

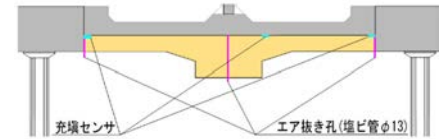


図-4 充填センサおよび塩ビ管配置図

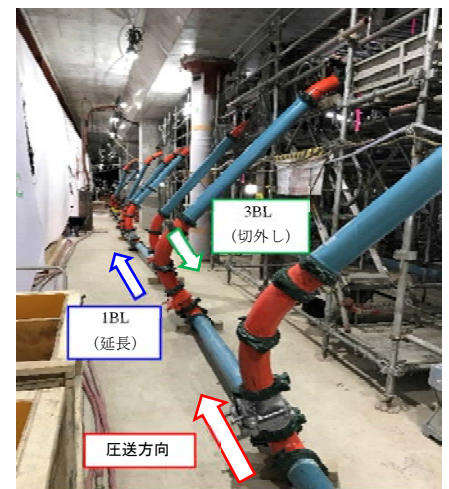


写真-1 配管状況

表-2 スランプフロー試験の結果

	1BL(N=8)	3BL(N=7)
平均値(mm)	690	690
最大値(mm)	730	725
最小値(mm)	685	650

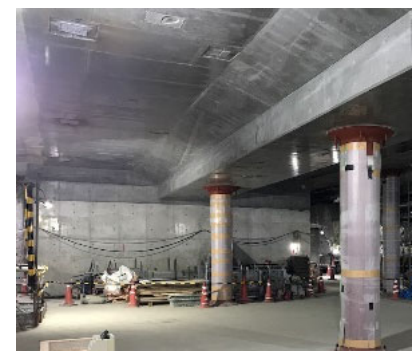


写真-2 脱型後の状況



写真-3 ライン型充填センサのモニタリング画面