

# 増粘剤併用型混和剤を使用した高流動コンクリートの 高密度配筋部への適用

Application to the High Reinforcement Ratio of Self-Compacting Concrete  
using the Addmixture containing Viscosity Agent

榎島 修<sup>\*1</sup> 川里麻莉子<sup>\*1</sup> 市川哲朗<sup>\*2</sup>  
Osamu Makishima Mariko Kawasato Tetsuro Ichikawa  
川島幸雄<sup>\*2</sup> 渡辺直希<sup>\*2</sup> 佐藤和夫<sup>\*2</sup>  
Yukio Kawashima Naoki Watanabe Kazuo Satoh

【キーワード】 高密度配筋 高流動コンクリート 増粘剤併用型高性能AE減水剤 自己充填性

## 1. はじめに

東京都芝浦水再生センター・森ヶ崎水再生センター間連絡管建設工事その3（工事概要を表-1に示す）は、ニューマチックケーソン工法によって立坑（直径19.1m、深さ71.6m）を構築する工事である。このうち、底版コンクリートは、版厚3.7m、刃口高さ2.3m、容量約1,200m<sup>3</sup>の部材であり、底版上段・下段の配筋は、図-1に示すように、鉄筋間隔125mmで直交する鉄筋（D38、D29）が3段配置され、最小の鉄筋あき間隔が40mm程度の高密度な配筋部が存在する。また、鉄筋の配置変更によって確保した打設口は、5箇所に限定され、コンクリートの打回しが難しい施工条件であった。

このように、従来のコンクリートでは、均質かつ確実な充填が困難であると判断されたため<sup>1)</sup>、施工条件に合致する高い充填性と材料分離抵抗性を有する高流動コンクリートの適用を検討した。なお、製造プラントの制約条件や製造管理の観点から、セメント以外の粉体や増粘剤の適用が困難な状況を確認した。また、マスコンクリートのひび割れ抑制の観点から、過度にセメント量を増やさない配合が求められた。

そこで、これらの制約条件を満たす高流動コンクリートを製造するために、増粘成分が含有された増粘剤併用型高性能AE減水剤（以降、併用混和剤と称す）を適用することとした。

本報告では、高流動コンクリートの試験練りおよび実大模擬部材を用いた試験施工によって確認された各種性能と、実施工への適用結果について報告する。

## 2. 試験練りによる配合検討

対象部材は、鉄筋の最小あき寸法が約40mmとなる高密度配筋部材であることから、高流動コンクリートの自己充填性のランクを1<sup>2)</sup>とした。これにより、フレッシュ性状の目標値は、表-2に示すように、スランプフロー70±5cm、U形充填高さ（流動障害R1）300mm以上と設定した。所定の品質が得られた配合とその試験結果を

表-1 工事概要

工 事 名：東京都芝浦水再生センター・森ヶ崎水再生センター間連絡管建設工事その3
発 注 者：（地方共同法人）日本下水道事業団
工事場所：森ヶ崎水再生センター内
工 期：2014（H26）.10.30～2017（H29）.4.28
構 造 物：立坑工事（ニューマチックケーソン工法） 外径 19.1m、沈設深さ 71.6m、全容量約 8,500m <sup>3</sup> （底版：直径 19.1m、版厚 3.7m、容量約 1,200m <sup>3</sup> ）

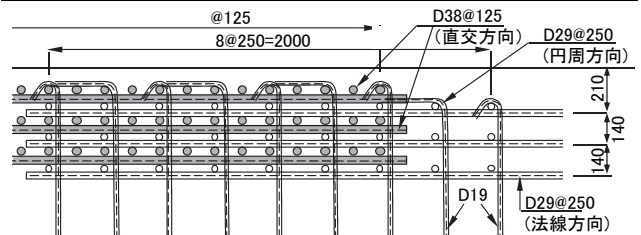


図-1 高密度配筋部概要図（底版上段）

表-2 フレッシュ性状の目標値

	自己充填 ランク	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	U形充填高さ <sup>*1</sup> (mm)
高流動コンクリート	1	70±5	4.5±1.5	300以上

\*1 高流動コンクリートの充填試験方法(案)におけるU形容器、流動障害R1

表-3 配合および試験結果概要

セメント 種別	水セメント 比 (%)	細骨材率 (%)	単用量(kg/m <sup>3</sup> )		ス ラ ン プ フ ロ ー (cm)	空 気 量 (%)	温 度 (°C)	U <sup>*2</sup> 形 充 填 高 さ (mm)	備考	
			水	セ メ ン ト					併用 混和剤 <sup>*1</sup>	C× 1.4%
高炉セメント B種	37.8	53.5	170	450	70.5	4.6	23	348	分離傾向 無	3.3

\*1 主成分：ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体  
\*2 高流動コンクリートの充填試験方法(案)におけるU形容器、流動障害R1

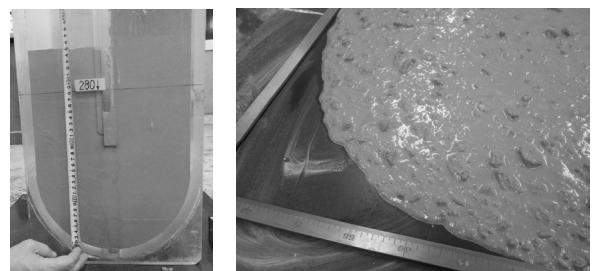


写真-1 フレッシュコンクリート試験状況

表-3に示す。設定した配合は、所要のフレッシュ性状を満足し、スランプフローの目視評価によって、均質な材料の広がりを確認した。また、併用混和剤の適用により、単位セメント量を450kg/m<sup>3</sup>に抑えることができた。なお、参考値として測定した50cmスランプフローの到達時間は3.3秒であり、自己充填性ランク1の目標値の目安とされる5~20秒を下回った。そこで、実大模擬部材による試験施工にて、充填性、流動性および材料分離抵抗性を確認し、対象構造物への適合性を判断することとした。

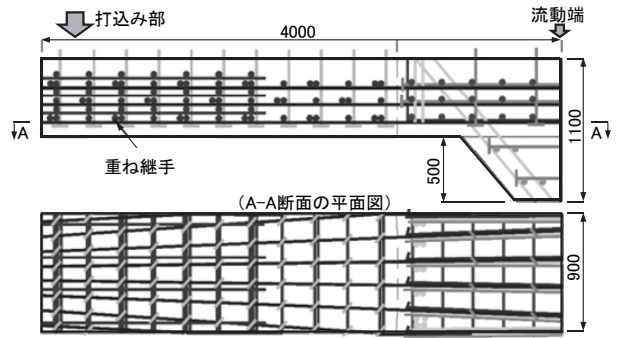


図-2 実大模擬部材概要図

### 3. 実大模擬部材を用いた施工品質の確認

実大模擬部材は、図-2に示すように、部材長を施工時の流動距離に近い4mとし、配筋が最も高密度となる部位を再現した。評価項目は、①出荷時と現場到着時におけるフレッシュ性状の確認、②最小あき寸法部における充填性の目視確認、③4mの流動状態および型枠脱型後のコンクリート表面状態の目視確認とした。

品質試験では、表-4に示すように、出荷時、現場到着時ともに所定の品質を満足し、35分の時間経過によるスランプフロー、空気量の変動が小さいことを確認した。充填状態の確認では、写真-2に示すように、あき寸法約40mmの鉄筋間を良好に通過することを確認した。また、型枠脱型後の表面状態は、写真-3に示すように、表面気泡は認められなかった。ただし、4mの流動端にある隅角部において、骨材の沈降に伴いモルタル分が集中したとみられる箇所が確認された。一方、型枠近傍のかぶり部分に突き棒を用いて軽微な揺動を与えた箇所では材料分離は確認されなかった。

### 4. 実施工における対応と充填状況

実大模擬部材を用いた試験結果から、実施工では、打込み時の流動距離の限度を約5mとし、流動端となる型枠面では、コンクリートの表層品質の改善効果が確認されている気泡抜き装置<sup>3)</sup>を使って軽微な揺動を与え、材料分離を防止することとした。

また、最終仕上げ層への打込みは、圧送ホースの先端を底版上段の配筋に挿入しなくてもよいため、流動距離をできるだけ小さくするように筒先移動を行うこととした。これにより、写真-4に示すように、実施工において密実な躯体の構築を実現した。

### 5. まとめ

高密度配筋部に併用混和剤を用いた自己充填ランク1の高流動コンクリートを適用し、以下の結果を得た。

- ① 併用混和剤の効果によって、高い自己充填性を有する高流動コンクリートの配合を設定できた。
- ② 実大模擬部材による試験施工により、高い充填性と流動性を確認した。また、長距離の流動によって、わず

表-4 品質試験結果

	試験時刻	経過時間(分)	スランプフロー(cm)	空気量(%)	U形 <sup>*1</sup> 充填高さ(mm)	備考(スランプフロー目視評価)
出荷時	14:05	—	73.0	5.5	—	分離傾向無
現場到着時	14:40	35	72.0	5.1	353	分離傾向無

\*1 高流動コンクリートの充填試験方法(案)におけるU形容器、流動障害R1



写真-2 最小あき寸法部への充填状況



写真-3 実大模擬部材における型枠脱型後の表面状況

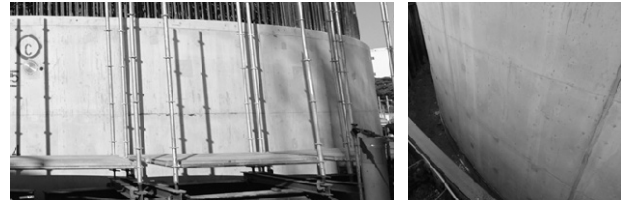


写真-4 実施工における型枠脱型後の表面状況

かな骨材の沈降が認められたが、その対策として気泡抜き装置の有効性を確認した。

- ③ 併用混和剤を使用した高流動コンクリートは、運搬による品質変動が小さく安定した施工品質が確保でき、高密度配筋部に対して密実な躯体構築を実現できた。

### 【参考文献】

- 1) 土木学会編, 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針[2016年版], コンクリートライブラリー145, 2016.6.
- 2) 土木学会編, 高流動コンクリートの配合設計・施工指針[2012年版], コンクリートライブラリー136, 2012.6.
- 3) 渡辺遼太, 渡辺謙, 橋本親典, 井上裕文: 表面気泡抜き装置を用いたコンクリートの耐久性に関する基礎的研究, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, Vol.15, p.p.301-p.p.302, V-24, 2009