

オープンケーソン工法の中水コンクリートへの高流動コンクリートの適用

大阪府 森本 将吉

清水建設（株）関西支店土木技術部 正会員 ○宮田 佳和 高森 太郎

清水・大豊建設特定建設工事共同企業体 正会員 藤本 博 速水 俊幸

1. はじめに

寝屋川流域はその大部分が低平地であり、特にその 3/4 は雨水が自然に河川に流れ込まない「内水域」である。そのため、地域住民の暮らしを洪水から守るべく、国、大阪府、流域関係 11 市が協力して「寝屋川流域総合治水対策協議会」を設立し、21 世紀の安全で快適な町づくりを目指して平成 2 年 4 月に「寝屋川流域整備計画」が策定された。大阪府ではこの計画の一部として、寝屋川北部及び南部地下河川事業を推進しており、このたび寝屋川北部地下河川の守口調節池（シールド工事）を築造するための直径 26m、掘削深度 53.62m の圧入式オープンケーソン工法による発進立坑（守口立坑）工事を行った（図- 1 参照）。本報は、その工事のうち、水中コンクリートに高流動コンクリートを適用した概要および施工結果について述べるものである。

2. 施工概要

水中コンクリートの打設数量は約 2,900m³であり、近隣 5 工場からの出荷を受け、平成 29 年 2 月 21 日に約 32 時間かけて打込みを完了した。打込みはトレミーにコンクリートポンプの先端を挿入して行った。トレミーの配置状況を図- 2 に示す。トレミーは、コンクリート供給量、筒先盛替え時間、筒先コンクリートの流動性保持時間を考慮して 12 本配置し（トレミー1本あたりの打設面積は約 28m²）ポンプ車1台あたり4本のトレミーを受持ち順次打ち込んだ。使用した配合の一例を表- 1 に示す。水中コンクリートは設計基準強度 24N/mm²であるが、水中打込みによる強度低減を考慮して呼び強度は 40 とし、無筋であることから、自己充填性のランクは 3 とした。また、水中での材料分離抵抗性を向上させるため、混和剤は増粘剤一液型の高性能 AE 減水剤とした。5 工場でセメントメーカー、混和剤メーカーは統一せず、試験練りでは各工場フレッシュ性状、圧縮強度を確認し、その後に 5 工場のコンクリートを混合して同様の試験を行い問題ないことを確認した。

打込み中はトレミーの筒先がすでに打ち込んだコンクリートに貫入するようにコンクリート天端と筒先高さを測定しながら打設を行い、トレミー間でも天端測定を行って流動勾配を確認した。

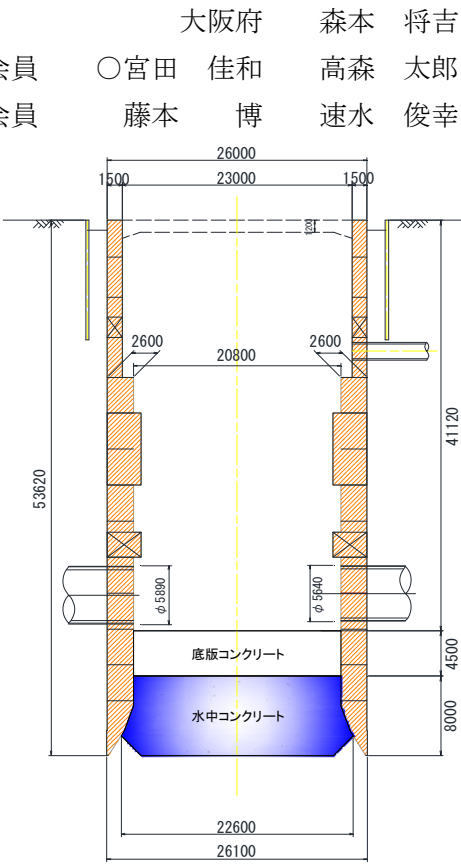


図- 1 一般構造図

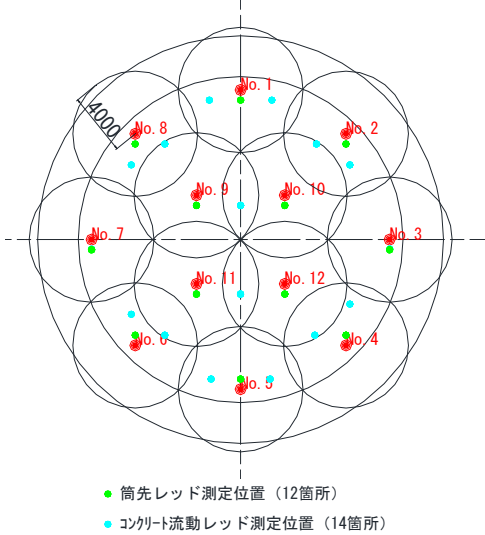


図- 2 トレミー配置および天端計測位置

表- 1 示方配合の一例

設計基準強度 (N/mm ²)	呼び強度	G _{max} (mm)	セメント種類	自己 充てん性の ランク	スランプ ⁺ フロー (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)						
								水	セメント	細骨材		粗骨材		高性能 AE 減水剤
								W	C	S1	S2	G1	G2	SP
24	40	20	BB	3	60±10	4.0±1.5	39.0	185	474	401	406	499	340	C×1.25%

キーワード オープンケーソン、水中コンクリート、高流動コンクリート、流動勾配

連絡先 〒541-8520 大阪市中央区本町 3-5-7 御堂筋本町ビル TEL 06-6263-2814

3. 施工結果

3. 1 流動勾配

測定は打設開始から正午までは 10 分間隔、正午から 18 時までには 30 分間隔、18 時から翌日 14 時まで 1 時間間隔で行った。流動勾配の測定結果の一部を図- 3 に示す(測定位置は図- 4 参照)。流動勾配は、近傍で打込みが始まると大きくなり最大で 30% 程度となったが、打込みが他の筒先に移ると勾配がすぐに減少して 10% 程度となることを繰り返した。なお、硬化後に脆弱部を取り除いた後に行った勾配測定では、勾配は約 20% 程度で硬化前よりも大きくなっていた。これは脆弱部が流動先端に多く、その脆弱部を除去したことによって見かけ上勾配が大きくなったためと考えられる。

3. 2 圧縮強度

水中コンクリート打込み完了後、ケーソン内の水を排水し水中コンクリート上面の脆弱部(厚さ 0.1~0.3m 程度)を取り除いた後、コア抜きを行って材齢 35 日で圧縮強度を測定した。コア採取位置は図- 4 の通り、トレミー筒先があった箇所、およびトレミー同士の間中点とした。トレミー中間点は両筒先から約 3m の位置である。それらの箇所で下向きに各 1 本のコア(φ 65mm, L=1500mm 程度)を採取し、そこから供試体を 3 本作製した(写真- 1 参照)。

圧縮試験結果を表- 2 に示す。表- 2 には受入検査時に採取した標準供試体の材齢 7, 28 日強度と、そこから推定される材齢 35 日の強度も示している。採取したコアの圧縮強度は、ばらつきは標準供試体より大きいものの、トレミー筒先で 58.4N/mm²、トレミー中間で 55.6N/mm² で設計基準強度を超えており、標準供試体の材齢 35 日推定強度とコア供試体の水中気中強度比は 0.8 程度であった。この強度比は比較的脆弱部が混入しやすい上層での値であるため、これより下の強度比はさらに大きくなるものと考えられる。

4. まとめ

本報では、オープンケーソン水中コンクリートに高流動コンクリートを適用した事例を報告した。示方書では、水中コンクリートの施工として、標準的なスランプ 10~15cm、一本のトレミーで打ち込める標準的な範囲は 30m² で最大で 60m² の例もあるとされており、その条件で強度低減率は 0.6~0.8 とみなすのが標準とされている。しかし、今回は標準的な配合より材料分離抵抗性および流動性の高い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を用い、トレミー 1 本当たりの打設面積が約 28m² の条件にもかかわらず、水中気中強度比は 0.8 程度で標準より大きく改善することはなかった。そのため、今後の施工では、標準的な配合を用いる場合はトレミー間隔を狭める、トレミー間隔がこれより大きくなる場合は材料分離抵抗性の高い配合(水中不分離性コンクリート等)を使用することが妥当であると考えられる。

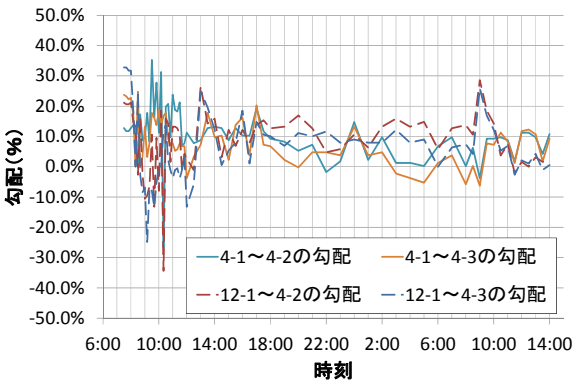


図- 3 流動勾配測定結果(抜粋)

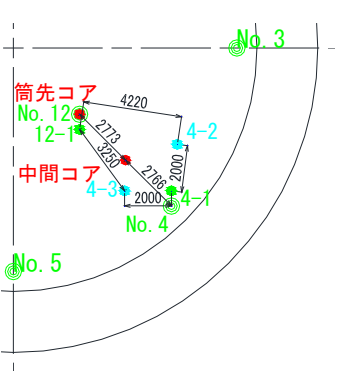


図- 4 勾配測定, コア採取位置

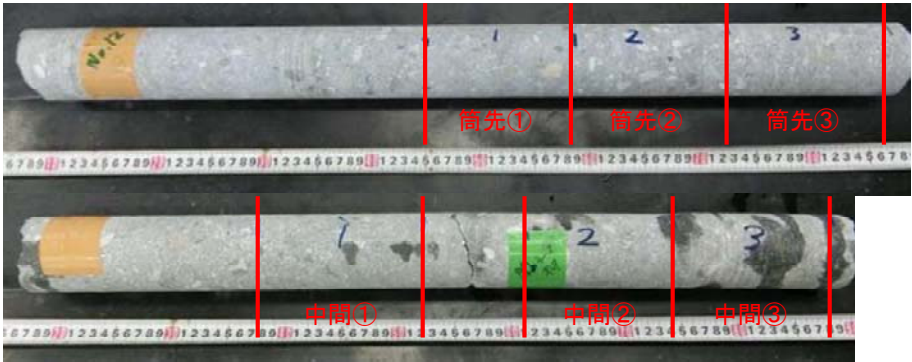


写真- 1 コア整形状況(コア左側が天端)

表- 2 標準供試体とコア供試体の圧縮強度と水中気中強度比

受入れ時採取標準供試体			コア供試体					
全試験平均圧縮強度 (N/mm ²)			圧縮強度 σ_{35} (N/mm ²)					
σ_7	σ_{28}	σ_{35} (推定)	筒先コア	平均	水中気中強度比	中間コア	平均	水中気中強度比
45.4	69.3	71.8	60.7	58.4	0.813	53.0	55.6	0.774
			52.9			51.9		
			61.6			61.8		