

(V-14) 高流動コンクリートの人工島内部構築工への適用

鹿島 技術研究所 正会員 横関 康祐
東京湾横断道路(株) 正会員 吉田 好孝
鹿島土木設計本部 正会員 鈴木 健一

1. はじめに

東京湾横断道路川崎人工島内部構築工では、短期間に約25万m³もの多量のコンクリートを急速施工する必要性があり、また部分的に構造が複雑で締固めが困難な箇所があった。この部分に適用した高流動コンクリートの事前検討及び実施結果の概要について述べる。

2. 構造物の概要

対象部位は、図-1に示すシールドマシンの発進ガイドとなる鋼製メンブレン(φ14.5m)下部の3箇所、約2,400m³である。メンブレン表面にはH350×B350mmのH鋼が2~4mピッチで格子状に設置されていて、この下部に側方から流し込む方法でコンクリートを密実に充填する必要があった。

3. コンクリート配合検討

コンクリートの要求品質は次のとおりである。

- ①ブリーディングを生じず、6~8m程度流動しても材料分離を生じないこと、②締固めを行わないでも自己充填し、通常のコンクリートと同等以上の品質を有すること、③約300mもの長距離ポンプ圧送及び3箇所を連続打設することから4時間程度流動性を保持すること、④材齢91日設計基準強度240kgf/cm²(ただし、マスコンクリートとなるため温度ひび割れ制御を考慮する必要性あり)を満足すること。

これら要求品質を満足する高流動コンクリートについて、以下の配合検討及び施工実験を実施した。

室内配合試験では、既往の研究結果¹⁾²⁾を基に粉体を多用した高流動コンクリート(以下粉体系と略記)と

これに増粘剤を併用した高流動コンクリート(以下併用系と略記)の2種類について、材料の品質変化がコンクリートの流動性・充填性に及ぼす影響を比較検討すると共に、強度、断熱温度上昇などについて試験を行った。その結果、粉体系と併用系とでは硬化コンクリートの品質に大きな差はないものの、図-2に示すように単位水量や細骨材のF.M.の変化に対して併用系は粉体系よりスランプフローの変化がやや小さいこと、また、粉体系はスランプフローが上限値を外れると材料分離によりU形ロート充填高さ³⁾が極端に低下するという欠点があることが確認された。すなわち、併用系は粉体系に比べて高流動性と良好な充填性の確保が容易であることが判明した。

続いて、併用系高流動コンクリートを生コンプラントで製造し、これを扇形型枠(中心角30°, 半径15m, 高

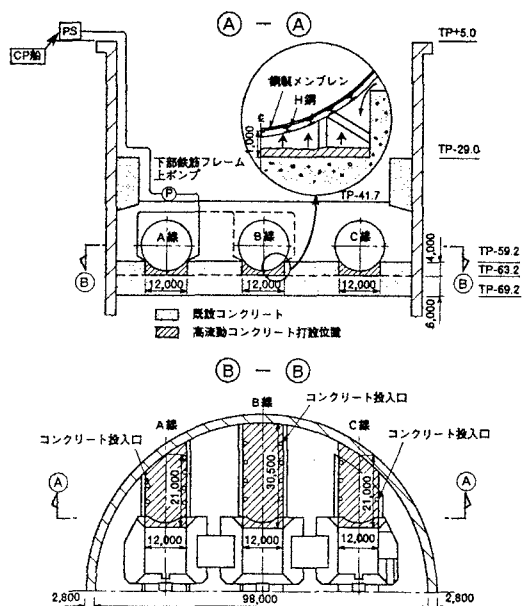


図-1 構造物の概要

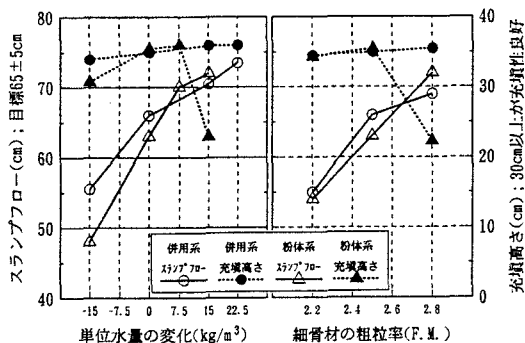


図-2 室内試験結果の一例

さ50cm)へ30m³打設(打設速度約36m³/h)し、流動距離と品質変化の関係を調べた。結果は表-1に示すとおりである。流動距離14mの範囲で、①流動勾配が最大1/118、②採取コンクリート中の粗骨材残存率が93~99%、③標準供試体と流動後のコアの材齢28日圧縮強度比が94~99%であり、要求される高流動性と材料分離抵抗性を満足することが確認できた。

さらに、コンクリートプラント船で製造したコンクリートをポンプにより直接圧送(人工島ジャケット上水平100m+鉛直配管70m+床付け部水平100m)する方法で、人工島床付けコンクリート(1,000m³)の試験施工を行った。その結果、スランプ18cmの流動化コンクリートと比べても管内圧力損失は小さく、良好なポンプ圧送性を有することを確認したが、流動性の経時低下が室内試験に比べてやや大きかったため、高性能減水剤量を増加し、スランプ保持成分を追加すること⁴⁾で実施工に対処することとした。

これらの検討の結果、決定した配合及び使用材料を表-2に示す。

4. 実施工結果

コンクリートの練混ぜは、コンクリートプラント船上の2機の強制二軸型ミキサ(容量3.0m³)を用いて粗骨材、細骨材、セメント+石粉、水(40~50%水)+混和剤の順で材料投入し、材料投入からコンクリート排出までの時間を110秒間(試験施工では60~90秒で可能であったが氷を使用したため)とした。練混ぜ量は3m³とし、プラント船上及び人工島内部の中継ポンプにより約300mを圧送し、約80m³/hの速度で打設を行った。

図-3にコンクリート練混ぜ直後及び筒先でのスランプフローの変化を示す。細骨材表面水率は、ミキサ1号

機に接続する貯蔵設備では4.3~8.9%(平均5.2%, 標準偏差1.1%), ミキサ2号機では4.8~7.0%(平均5.9%, 標準偏差0.5%)であった。それに対してスランプフローは、施工開始直後はやや変動幅が大きいものの、練混ぜ直後が60.0~70.0cm(平均64.0cm, 標準偏差2.4cm)、ポンプ筒先で60.0~67.5cm(平均63.8cm, 標準偏差2.6cm)であり、練混ぜ直後とポンプ圧送後では大きな品質変化はなく安定したコンクリートが供給された。充填性に関しては、メンブレン裏側に充填確認用光学式センサーを取り付けて打設中に管理するとともに、硬化後に鋼製メンブレンを内側から一部切り取って確認した。その結果、コンクリートが良好に充填されていることが判明した。また、材齢91日圧縮強度は、ポンプ圧送前に採取した供試体で350~433kgf/cm²(平均402kgf/cm², 標準偏差23kgf/cm²)、ポンプ圧送後の供試体で314~358kgf/cm²(平均340kgf/cm², 標準偏差14kgf/cm²)であり、ポンプ圧送後に15%程度強度低下しているものの、いずれも設計基準強度を満足した。

【参考文献】

- 1) 万木ら：締固め不要コンクリートの開発研究，鹿島技術研究所年報第40号，pp. 9~16，1992. 10
- 2) 例えば，本州四国連絡橋公団・海洋架橋調査会：構造用マスコリート研究委員会報告書，平成4~6年
- 3) 新藤ら：超流動コンクリートの基礎物性に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集13-1，pp. 179~184，1991. 6
- 4) 坂田ら：高流動コンクリートの流動性保持性能に関する一実験，土木学会第49回年講概要集第5部，pp. 302~303，1994. 9

表-1 模擬型枠打設試験結果の一例

試験項目	コンクリート打設位置からの距離(m)						
	2	4	6	8	10	12	14
30m ³ 打設後の試料高さ(cm)	53.0	52.5	50.0	48.8	46.2	45.8	44.8
下段：2m地点からの流動勾配	—	1/400	1/133	1/143	1/118	1/139	1/146
採取コンクリート中粗骨材量の配合換算量との比(%)	97	93	98	95	99	98	95
材齢28日圧縮強度(kgf/cm ²)	320	323	324	332	319	315	321
下段：標準供試体との比(%)	95	96	96	99	95	94	96

表-2 コンクリートの基本配合

目標スランプフロー(cm)	空気量の割合(%)	目標強度f _c (91)(kgf/cm ²)	Gmax(mm)	W/割合(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)						
						W	C	石粉	S	G	高性能減水剤+AE剤	練混ぜ時間
65±5	4.5±1.5	290	20	30	47	150	320	180	756	891	8.0 [(C+石粉)×1.6%]	0.35

セメント：三成分系セメント(OPC20%，BS65%，FA15%，比重2.76，比表面積5,000cm²/g程度)
 石粉：舗装用石灰石粉末(比重2.70，比表面積3,000cm²/g程度)；セメントにプレミクスして使用
 細骨材：千葉産山砂(比重2.59，F.M.2.54) 粗骨材：大分+三重産石灰石砕石(比重2.72，F.M.6.63)
 高性能減水剤：メナフタリンスルホン酸塩(徐放性分散剤含有) 特殊増粘剤：水溶性ポリサッカライド(ウエランガム)
 AE剤：樹脂酸系徐放性空気導入剤

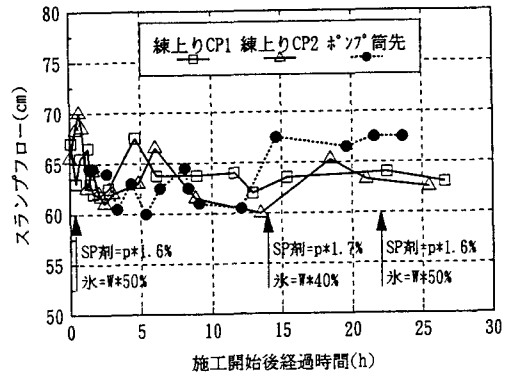


図-3 実施工でのスランプフローの変化