

自己充填型高強度高耐久コンクリートの長距離圧送に伴う品質変動に関する一考察

清水建設(株) 正会員 ○西岡 真帆 正会員 山田 雄太
 清水建設(株) 正会員 田村 吉広 正会員 佐田 憲彦

1. はじめに

太田川放水路に架かる広島南道路の太田川大橋は、鋼・コンクリート複合6径間連続アーチ橋であり、鋼アーチ主構の箱断面(セル)内に設計基準強度80N/mm²の自己充填型高強度高耐久コンクリート¹⁾(以下、SQコンクリートと称す)を充填することが計画されていた。SQコンクリートの施工実績は少ないこと、河川上の施工となるため300m程度の長距離圧送を伴うことから、圧送試験および実規模試験体を用いた充填試験を実施した。本稿では、圧送に伴う品質変動を考慮した配合選定について報告する。

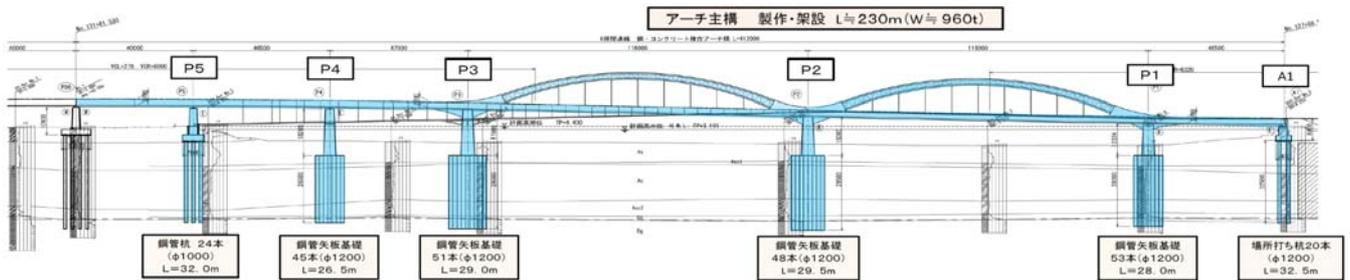


図-1 太田川大橋 橋りょう一般図

2. 要求性能と基本配合

図-1に橋りょう一般図を、図-2にアーチ主構の標準断面図を示す。各セルは3m間隔でφ190mm孔を有するダイヤフラムが設けてあり、最長で25.2mの充填が必要であった。SQコンクリートの自己充填性は、アーチ主構基礎部の最小鋼材あきが100mm程度であることから、ランク2とした。また、コンクリートの自己収縮を抑制する目的で、低熱ポルトランドセメントおよび膨張材を使用し、設計保証材齢は91日とした。使用材料を表-1に、基本配合を表-2に示す。圧送試験は、紛体系高流動コンクリートの配合A、増粘剤一液タイプの高性能AE減水剤を使用した配合B、併用系高流動コンクリートの配合Cを対象に行い、圧送試験の結果により配合を選定することとした。

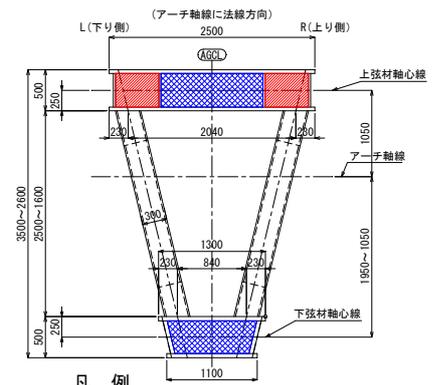


図-2 アーチ主構標準断面図

3. 試験概要

圧送試験の配管延長は、河川両岸からアーチ主構部の打設孔までの配管を想定して水平換算距離を384mと設定し、打込み速度は箱断面内を1.0m/分程度で管理することを想定して15~20m³/時間とした。コンクリートポンプは、最大吐出圧11.8MPaのピストン式高圧車を使用し、輸送管は径が125A(5B)、肉厚4.5mmのものを使用した。

圧送試験状況を写真-1に示す。試験時には、管内圧力損失を測定する目的で、配管

表-1 使用材料

種類	記号	種類・産地
セメント	C	低熱ポルトランドセメント, 密度 3.22 (g/cm ³)
細骨材	S1 (砕砂)	広島市安佐北区安佐町筒瀬産 密度 2.66 (g/cm ³), 粗粒率 2.85
	S2 (石灰砕砂)	津久見市下青江新津久見鉦山産 密度 2.66 (g/cm ³), 粗粒率 2.80
粗骨材	G (碎石)	広島市安佐北区安佐町筒瀬産 密度 2.72 (g/cm ³), 実積率 60.0 (%)
混和材	EX	膨張材(低添加型, 石灰系膨張材)
混和剤	SP1	高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)
	SP2	高性能 AE 減水剤[増粘剤一液タイプ] (ポリカルボン酸系と界面活性剤系特殊増粘剤)
	Vis	増粘剤(水溶性ポリサッカライド)

キーワード：自己充填型高強度高耐久コンクリート, SQコンクリート, 長距離圧送, 品質変動

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設(株) 土木技術本部 基盤技術部 TEL03-3561-3915

表-2 基本配合

配合	Gmax (mm)	スランプフロー (cm) (荷卸し時)	空気量 (%)	W/B (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単 位 量 (kg/m ³)								
						W	C	EX	S1	S2	G	SP1 (B×%)	SP2 (B×%)	Vis
A	20	65.0±5.0	3.5±1.5	30.0	0.295	170	552	15	258	604	802	0.950	—	—
—												0.925	—	
1.425												—	0.1	

の起点, 中間点, 終点の計 3 か所に圧力計を設置した.

最初に配合 A で圧送試験および充填試験を行った結果, 圧送前の V 漏斗流下時間が 12 秒程度であっても圧送後には粘性が低下し, 充填試験体から採取したコアには材料分離が認められた. 写真-2 に試験体から採取したコアを示す. 始点側(打設孔付近)と比較して終点側(打設孔から 27m 地点)は粗骨材が少なく, 流動に伴う材料分離が生じたことがわかる.

このため, 材料分離抵抗性の向上を目的として, 配合 B と配合 C について検討することとした.



写真-1 圧送試験状況

4. 試験結果

表-3 に圧送速度および水平管 1m 当たりの管内圧力損失を示す. 管内圧力損失は, いずれの配合も既往の研究結果²⁾と同程度の傾向を示した.

表-4 に配合 B と配合 C の圧送前後のフレッシュ性状試験結果を示す. 配合 B は, 圧送後, 粘性が低下して 50cm フロー到達時間および V 漏斗流下時間が減少し, スランプフローが大きくなった. 一方, 配合 C は, 圧送前後で 50cm フロー到達時間および V 漏斗流下時間に大きな変動はなく, スランプフローは小さくなった. 粘性を付与するメカニズムの相違がせん断力を受けた場合の粘性の低下に影響を与えているものと考えられる.

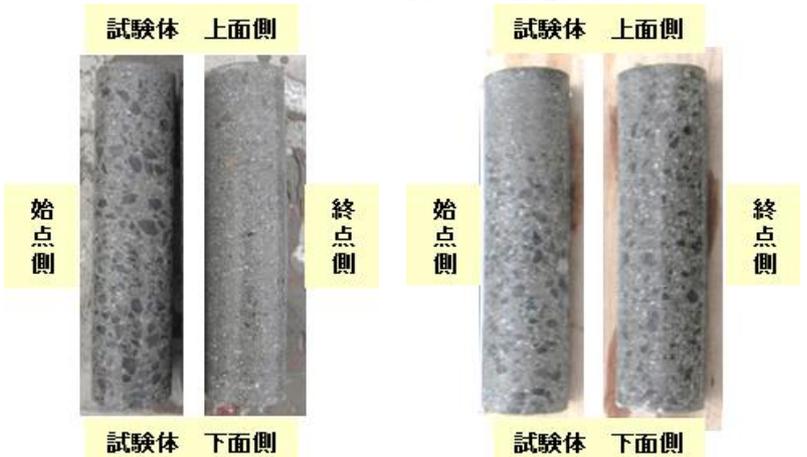


写真-2 試験体コア(配合 A)

写真-3 試験体コア(配合 C)

以上の結果から, 圧送に伴う品質変動が小さい配合 C を選定して充填試験を行った. 写真-3 に配合 C の充填試験体から採取したコアを示す. 配合 A と比較すると要求性能に影響を及ぼすような材料分離は見られなかった.

表-3 圧送速度と管内圧力損失

試験項目	配合 B	配合 C
圧送速度 (m ³ /h)	15	20
管内圧力損失 (MPa/m)	0.014	0.022

5. おわりに

本検討においては, 増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤では粘性のコントロールに限界があると思われたことから, 増粘剤を別添加する方法を選定した. 本検討で選定した配合により, 実施工ではポンプ圧送性および充填性が確保できた.

表-4 圧送前後の性状試験結果

試験項目	配合 B	配合 C
スランプフロー (cm)	前: 61.5 後: 64.0	前: 69.5 後: 58.0
50cm フロー到達時間(秒)	前: 6.7 後: 3.1	前: 7.7 後: 8.0
空気量 (%)	前: 2.4 後: 3.4	前: 3.6 後: 3.9
V 漏斗流下時間(秒)	前: 21.0 後: 9.6	前: 17.2 後: 14.7
BOX 充填高さ(mm)	前: 326	前: 334
コンクリート温度(°C)	前: 11	前: 11

参考文献

- 1) 土木学会:【コンクリートライブラリー105】自己充てん型高強度高耐久コンクリート構造物設計・施工指針(案), 2001
- 2) 土木学会:【コンクリートライブラリー136】高流動コンクリートの配合設計・施工指針[2012年版], 2012