

併用系高流動コンクリートの配合がポンプ圧送性に及ぼす影響

鹿島技術研究所 正会員 ○柳井 修司
 広島県東広島地域事務所 馬久地延幸
 鹿島建設（株）広島支店 前原 俊夫
 鹿島建設（株）広島支店 戸所 裕昌

1. はじめに

空港大橋は、8基の橋脚を有する中央径間610m、主径間380mの鋼アーチ橋であり、右岸側のP2橋脚（高さ60m）、P3橋脚（高さ72m）及びAP1橋脚（高さ90m）は、いずれも中空断面を有する高橋脚である。これらの橋脚には、鋼材が高密度に配置されることから、高流動コンクリート（設計基準強度24N/mm²）を適用し、その運搬は、ポンプ圧送で行う計画である。今回、高流動コンクリートの施工に先立ち、仕様が異なる2種類の高流動コンクリートの配合を選定し、ポンプ圧送試験を実施したので、その結果について報告する。

2. コンクリートの配合

使用材料及びコンクリートの配合を表1、2に示す。高流動コンクリートは、石灰石微粉末と増粘剤（天然バイオ発酵ポリマー）を用いた併用系高流動コンクリートとし、配合1は自己充填性の「ランク2」、配合2は「ランク3」¹⁾に相当するものとした。なお、配

表-1 使用材料

使用材料	記号	摘 要
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm ³ 、比表面積3,320cm ² /g
細骨材	S1	石英斑岩砕砂 表乾比重2.61g/cm ³ 、吸水率0.74%、粗粒率2.75
	S2	高炉スラグ細骨材 表乾比重2.71g/cm ³ 、吸水率1.87%、粗粒率2.41
粗骨材	G	石英斑岩砕石 表乾比重2.63g/cm ³ 、吸水率0.69%、Gmax20mm、実積率58.5%
混和材	LP	石灰石微粉末 密度2.71g/cm ³ 、比表面積3,700cm ² /g
混和剤	SP	高性能AE減水剤 ポリカルボン酸系
	VIS	特殊増粘剤 天然バイオ発酵ポリマー
	AD	AE減水剤 リグニンスルホン酸系

表-2 コンクリートの配合

合3は、ポンプ圧送試験での比較用配合である。

配合No.	流動性	W/C (%)	Vw/Vp (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)						SP (P×%)	VIS (kg/m ³)	AD (C×%)
						W	C	LP	S1	S2	G			
1	70-625mm	55.0	95.2	43.4	4.5	178	324	228	438	304	815	1.55	0.20	-
2	70-525mm		115.0	49.3		175	319	138	499	344	815	1.55	0.20	-
3	スランプ8cm		173.7	42.0		166	302	-	454	314	1052	-	-	0.25

Vw/Vp 水粉体容積比

3. 試験概要

室内試験では、スランプフロー試験、空気量試験、V₇₅漏斗流下試験、ボックス充てん試験、加圧ブリーディング試験を実施して、高流動コンクリートの基本特性を把握した。ポンプ圧送試験は、図-1に示す圧送条件で行い、吐出量、ピストン前面圧、管内圧力、圧送前後のコンクリートの性状を測定して圧送性を評価した。試験では、配合1、2を各36m³、配合3を30m³圧送し、設定吐出量を25～45m³/hの範囲で適宜変化させた。

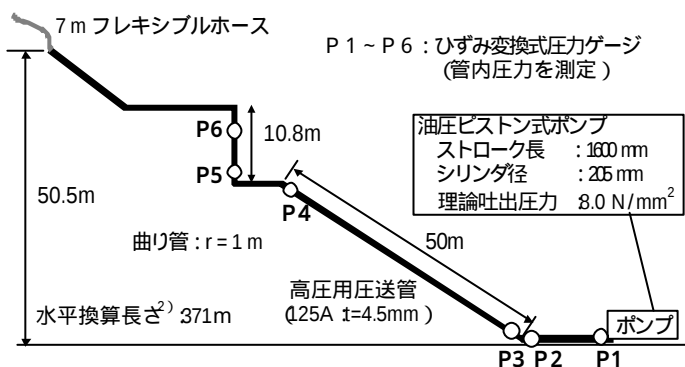


図-1 圧送条件（配管形状）

4. 試験結果及び考察

室内試験の結果を図-2に示す。フレッシュコンクリートの品質は、所要の性能を満足するものであった。加圧ブリーディング試験では、配合1は、既報の併用系高流動コンクリートの脱水曲線にほぼ合致する結果を示したが、配合2は、脱水速度、脱水量が大きくなる傾向を示し、粉体量が少なくなる（水粉体容積比が大きくなる）と加圧脱水が生じやすくなるものと判断された。

ポンプ圧送試験における吐出量とピストン前面圧の関係を図-3に示す。両者には、配合毎に高い正の相関が認められた。また、同一吐出量で比較すると、配合1＞配合2＞配合3の順で圧送負荷が大きくなり、今回の配管条件では、高流動コンクリートの圧送負荷が普通コンクリートの1.5倍以上となることが示された。

キーワード 高流動コンクリート、ポンプ圧送性、スランプフロー、圧力損失

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島技術研究所土木技術研究部 TEL 0424-89-7076

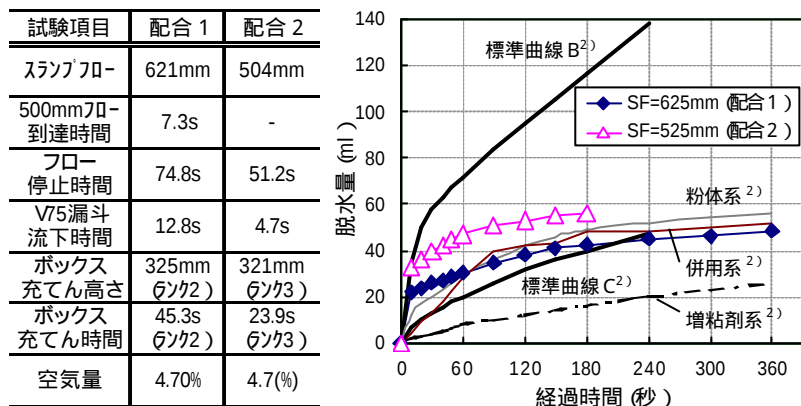


図 - 2 室内試験の結果

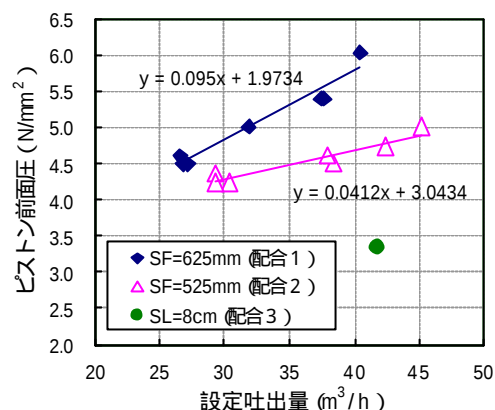


図 - 3 吐出量とピストン前面圧

図 - 4, 5 に吐出量と圧力損失量の関係を示す。図 - 4 に示すように、吐出量と水平管の圧力損失には、配合毎に高い相関が認められた。配合 1 は、配合 2 よりも圧力損失が大きく、また、吐出量を大きくした場合の圧力損失の増大が顕著であった。配合 1 は、配合 2 よりも流動性が高いものの、図 - 2 に示したように加圧脱水が生じにくい粘性の高い配合であり、圧送管壁との摩擦抵抗が大きくなること、圧力計測点 P2 が斜め管に近く、流動性の高い配合 1 の管内圧力が、自重によって減少する傾向にあることに起因していると考えられた。高流動コンクリートの曲り管の圧力損失は、普通コンクリートと異なり、水平管よりも小さい値となった。高流動コンクリートでは、曲り管における粗骨材と圧送管あるいは粗骨材同士の干渉が大幅に緩和されるものと考えられた。

垂直管の圧力損失は、図 - 5 に示すように、若干のばらつきが認められたものの、吐出量や配合にさほど影響を受けない結果となった。これは、吐出量や配合による影響よりも自重による影響が支配的となったためであると推察された。ただし、高流動コンクリートの圧力損失は、普通コンクリートの 1.5 ~ 2 倍程度の値を示した。なお、斜め上り管については、曲り管の損失量に近い値であった。

図 - 6 に高流動コンクリートの圧送前後のスランプフローの比較を示す。圧送によるスランプフローの変化は比較的小さく、圧送前後でほぼ同等の値を示した。ただし、配合 1 では、高速で圧送した場合にスランプフローの低下が認められた。図 - 3 に示すような過大な圧送負荷が作用する場合には、高流動コンクリートの流動特性に変化が生じる可能性があると考えられた。

5. おわりに

今回の試験により、併用系高流動コンクリートのポンプ圧送性に関する貴重な基礎データを得た。これらのデータを活用して、施工計画（配管計画、ポンプ機種の選定、圧送速度など）やコンクリート配合の絞込みを行い、実施工に反映していく予定である。

参考文献

- 1) 高流動コンクリート施工指針：土木学会コンクリートライブラリー第 93 号
- 2) コンクリートのポンプ施工指針：土木学会コンクリートライブラリー第 100 号

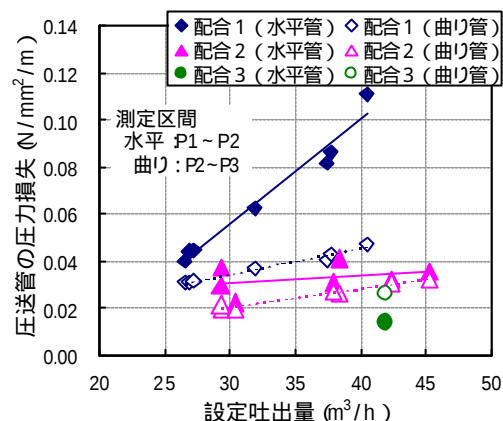


図 - 4 吐出量と圧力損失（水平, 曲り）

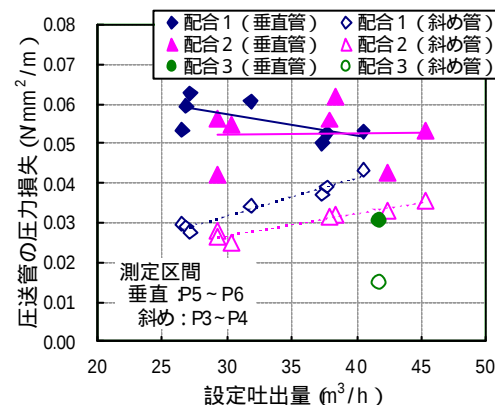


図 - 5 吐出量と圧力損失量（垂直, 斜め）

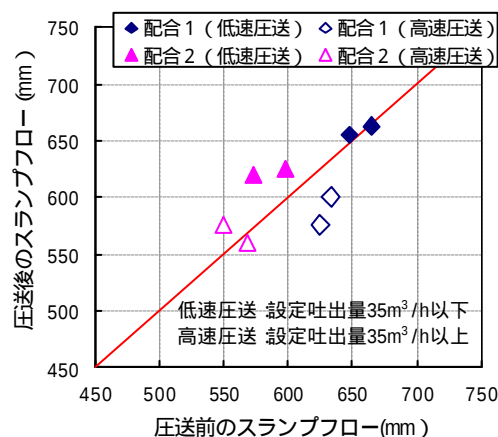


図 - 6 スランプフローの比較