

V-335

高流動コンクリートのポンプ圧送性に関する実験

五洋建設技術研究所	正会員	竹内 博幸
東亜建設工業大阪支店	正会員	西川 正夫
三井不動産建設技術研究所	正会員	井深 隆志
東洋建設鳴尾研究所	正会員	佐野 清史
運輸省港湾技術研究所	正会員	濱田 秀則

1. まえがき

高流動コンクリートのポンプ圧送性状については、施工実績のほとんどがポンプ圧送によっているにもかかわらず、通常コンクリートとの相違や理論的な側面も含めて明らかにされていないのが現状である。そこで、本実験では、増粘剤系高流動コンクリートを対象としてポンプ圧送を行い、管内圧力や圧送量を測定するとともに、圧送前後のフレッシュ性状の比較やコンクリートから採取したモルタル分による各種試験を行い、高流動コンクリートの圧送性状について各種の検討を加えた。

2. 実験方法

実験に用いた高流動コンクリートの使用材料および配合を表-1および2に示す。また、実験の概要を表-3に示す。実験は、圧送速度を3段階に変化させるとともに、比較配合として試用段階の圧送助剤を添加したものをを用いた。実験対象のうち4配合については、荷卸時と筒先のコンクリート試料からモルタルを採取し、フロー試験を行った。荷卸時採取のモルタルについては、ポンプ圧送時の加圧による影響を確認するため、4.9MPaまで加圧したのものについてもフロー試験を行った。また、そのうちの2配合については加圧ブリーディング試験を行った。図-1に圧送管の配置概況を示す。圧送管は呼び寸法125A(5B)のものを、ダイヤフラム式の圧力計を4カ所に設置した。

3. 実験結果および考察

3. 1 管内圧力損失

各測点における管内圧力と実吐出量の関係を図-2に示す。なお、実吐出量は測点P1の測定波形から算出した吸引効率により、理論吐出量を補正して求めた。これより、管内圧力と実吐出量は、いずれの測点においても高い相関(0.884~0.932)で線形関係にあることがわかる。また、圧送助剤を添加した比較配合は、同じ設定で圧送した基本配合とほぼ同程度の管内圧力であった。

表-3 実験概要

配 合	圧送速度 (m/h)	フレッシュコンクリート試験		追加検証試験		圧縮強度試験	備 考
		荷卸	筒先	モルタルフロー	加圧ブリーディング		
高流動基本①	30	○	○	○	○	○	充填性確認
高流動基本②	30	○	○				流動性確認
高流動基本③	15	○	○	○		○	
高流動基本④	45	○	○	○		○	
高流動比較①	30	○	○	○	○	○	圧送助剤

表-1 使用材料

名 称	種類・産地	品 質	備 考
セメント	高炉セメントB種	比重 3.04 比表面積 3,780cm ² /g	
細骨材	宝塚産砕砂	表乾比重 2.60 吸水率 0.99% 粗粒率 2.92	混合比 : 30%
	大畑島産海砂	表乾比重 2.54 吸水率 1.28% 粗粒率 2.60	混合比 : 70%
粗骨材	宝塚産砕石	表乾比重 2.63 吸水率 0.67% 粗粒率 6.40	2015:1505 =50:50
増粘剤	低界面活性性型 水溶性セルロース系	2%水溶液粘度: 10,000cp	
高性能 AE減水剤	ポリカルボン酸系と 架橋ポリマー複合体	比重 1.05 固形分量 15%	

表-2 配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				VA ^{*1} (W%)	SP ^{*2} (P%)
		W	C	S	G		
44.5	49.8	188	422	800	828	0.20	2.25

*1: 増粘剤

*2: 高性能AE減水剤

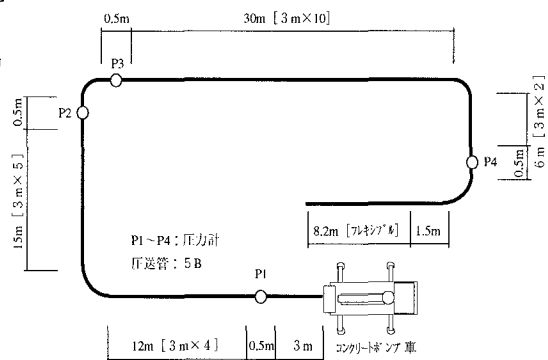


図-1 圧送管配置概況

図－3は、各測点間の圧力損失と実吐出量の関係を示している。なお、図中には土木学会の「ポンプ施工指針（案）」に示されているスランプ8、12cmの同様の関係についても図示している。これらより、高流動コンクリートの圧力損失は、ポンプ車からの配管距離が長い位置ではスランプ12cmとほぼ同程度の値を示し、配管距離が短い位置ではスランプ8cmと12cmのデータの間に分布していることがわかる。一方、ベント管の前後（P2～P3）での圧力損失は全般的に他の測点間よりも大きく、特に吐出量が多い範囲では測点間P3～P4の10倍以上の値を示している。この原因としては、コンクリートの性状による影響のほか、圧力計の設置状況など種々の要因が考えられるが、今回の実験の範囲では明らかでない。

3. 2 圧送前後のフレッシュ性状

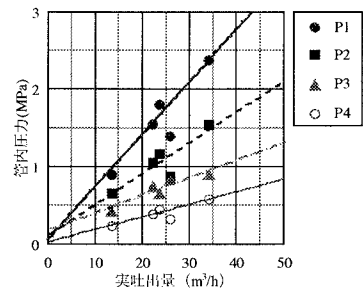
図－4は、圧送前後のスランプフロー値を比較したものである。いずれも圧送後スランプフロー値が伸びているが、実吐出量との関係は明確ではない。図－5は、練上がり直後からの経時に伴うスランプフロー値の変化を示しているが、いずれも出荷時の試験から筒先での試験まではほぼ一様にスランプフローが伸びている。この傾向は、同日の直打ちした同配合の高流動コンクリートについてもみられることから、高性能AE減水剤の経時に伴う効果発現の影響が大きいものと考えられ、必ずしも圧送による影響と判断することはできない。また、この傾向はV65ロート流下時間についてもみられ、出荷から筒先までの経時に伴いほぼ一様に短くなっている。

一方、同じ高流動コンクリートを対象として採取したモルタルのフロー試験（表－4）では、荷卸時採取分の静置後、加圧後のフロー値と筒先採取分のフロー値を比較したところ、いずれの配合においても大きな差異はみられないことから圧送によるモルタル分の変化は小さいものと考えられる。

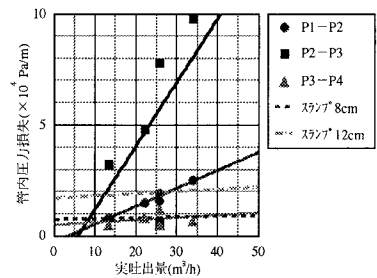
4. まとめ

本実験の結果、明らかになった事項を以下に示す。

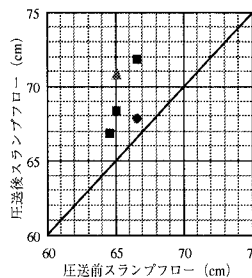
- (1) 今回の高流動コンクリートをポンプ圧送したところ、管内圧力と実吐出量はいずれの測点においても線形関係にあり、管内圧力損失はベント管の前後を除き土木学会の「ポンプ施工指針（案）」のスランプ8cmと12cmのデータ間に概ね分布していた。
- (2) 圧送後的高流動コンクリートは、経時に伴う高性能AE減水剤の効果発現の影響もあり、全般的にスランプフローは伸び、V65ロート流下時間は短くなる傾向にあった。



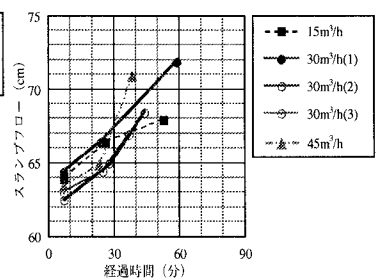
図－2 実吐出量と管内圧力の関係



図－3 実吐出量と管内圧力損失の関係



図－4 圧送前後のスランプフロー値の比較



図－5 スランプフロー値の経時変化

表－4 追加検証試験結果

配合	採取場所	コンクリート試験		モルタルフロー試験 (cm)		加圧 ブリーディング 脱水量(%) [脱水量]
		スランプフロー (cm)	V65ロート (秒)	静置	加圧	
基本①	荷卸	66.5×66.0	20.2	32.0×30.5	31.0×30.5	4.8 [16.1cc]
	筒先	72.0×72.0	7.8	31.0×29.0		
基本③	荷卸	69.0×64.0	19.9	30.5×30.0	28.2×28.5	
	筒先	68.5×67.5	18.3	29.0×29.3		
基本④	荷卸	65.5×64.5	40.3	32.5×32.0	32.0×31.0	
	筒先	70.5×71.0	12.0	32.5×30.0		
比較①	荷卸	65.0×63.5	18.7	30.5×30.0	29.5×29.0	4.4 [14.6cc]
	筒先	65.0×69.0	14.6	32.0×30.5		

なお、本実験は、運輸省港湾技術研究所と民間11社の「省力化施工・高信頼性コンクリート研究会」の活動の一環として行ったものである。