

V-452

高流動コンクリートのポンプ圧送性に及ぼす要因に関する一考察

長岡技術科学大学大学院	学生員	原 竜也
長岡技術科学大学環境・建設系	フェロー	丸山久一
三菱建設(株)東京土木支店	正会員	竹迫 淳
鹿島建設(株)北陸支店	正会員	坂田 昇

1. はじめに

コンクリートのポンプ打設において、高流動コンクリートは普通コンクリートよりも高い吐出圧力が必要であることが報告されている¹⁾。吐出圧力の増加は、長距離圧送や高所圧送などを行う場合、その圧送計画に大きく影響を及ぼすものである。本研究では、ポンプ打設時に吐出圧力を左右する要因が、コンクリートと管内壁間に生じると言われている潤滑層であると考え、高流動コンクリートの脱水性状について検討を行った。

2. 実験概要

実験は、モルタルによる流動特性値の測定、コンクリートの静置ブリーディング試験、および圧送管内におけるコンクリートの加圧状態を想定した静加圧脱水試験を行った。実験には、セメントの一部を石灰石微粉末に置換した高流動コンクリートを用い、比較用に普通コンクリートも使用した。使用材料および配合をそれぞれ表-1、表-2に示す。モルタルは、それぞれのコンクリートから粗骨材を取り除いたものである。コン

表-1 使用材料

項目	備 考	備考
セメント	普通ポルトランドセメント 比重3.16	
石粉	石灰石微粉末 比重2.70	
細骨材	陸砂(千葉県君津産) 比重2.63 吸水率1.80% FM=2.34	
AE減水剤	リグニンスルホン酸	普通
高性能減水剤	β -ナフチルスルホン酸ナトリウム塩	高流動
増粘剤	ウェランガム	
水	水道水	

表-2 コンクリートの配合

コンクリート 種類	粗骨材 最大寸法 (mm)	目録 スランブロー (mm)	目録 空気量 (%)	水粉 体比 (%)	単 位 量 (kg/m ³)					P*%	W*%
					水	セメント	石粉	細骨材	粗骨材		
高流動	20	65±5	4.5±1.5	35.0	169	260	223	763	869	2.0	0.05
普通	20	12±1.5	4.5±1.5	56.8	171	311	0	788	992	0.15	0

クリートの練混ぜには、100リットルのパン型強制練りミキサーを使用した。練混ぜ終了後、スランブロー試験、空気量試験、V漏斗試験、およびキッチンペーパーによる材料分離評価試験²⁾を行い良好な性状であることを確認した後、各試験を行った。モルタルのレオロジー特性は、内円筒回転型レオメーター(外筒φ27mm、内筒φ14mm、試料高さ65mm)を用い、練上がり直後に測定した。レオロジー曲線は、内筒を100sec⁻¹まで50秒で指数的に上昇・下降させて測定し、上昇時の低せん断ひずみ速度条件(0~10sec⁻¹)における見掛けの塑性粘度および見掛けの降伏値を求めた。静置ブリーディング試験は、コンクリート標準示方書[規準編]のコンクリートのブリーディング試験方法(JISA 1123-1975)に準じて行った。また静加圧脱水試験は、加圧ブリーディング試験方法(案)(JSCE-F502-1990)に準じて行った。試験には、φ125mm加圧ブリーディング容器を用い、加圧形式は35N/mm²一定加圧とした。

3. 実験結果および考察

モルタルのレオロジー特性値の測定結果を表-3に、せん断ひずみ速度とせん断応力の関係を図-1に示す。図において、切片が見掛けの降伏値を、傾きが見掛けの塑性粘度を表す。高流動コンクリートの

表-3 レオロジー特性値

モルタル種類	フロー(mm)	粘度(Pa·s)	降伏値(Pa)
高流動	267×266	4.67	15.1
普通	181×181	1.34	20.1

見掛けの降伏値は、普通コンクリートの降伏値よりも小さく、変形しやすいことが分かる。また高流動コンクリートの見掛けの塑性粘度は、普通コンクリートの塑性粘度より3.5倍大きいことが確認された。このように、高流動コンクリートは降伏値が小さく変形性に優れているが、粘性が大きいことから圧送管との付着や摩擦が大きくなり、このことが吐出圧力の増加の要因の一つとなっていると考えられる。一方、静置ブリーディング試験は、高流動コンクリート、塑性粘度、脱水性状

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL. 0258-47-9603 FAX. 0258-47-9600

ーディング試験の結果、普通コンクリートの脱水率は平均 5% 前後であったが、高流動コンクリートは1時間程度観測してもブリーディングは見られなかった。加圧ブリーディング試験結果を図-2に示す。図中の実線は、コンクリートのポンプ施工指針(案)より抜粋した「加圧ブリーディング試験における圧送性が良好である条件」である。普通コンクリートの脱水性状は、圧送性が良好である条件の範囲内であった。一方、高流動コンクリートは、加圧後直ちに脱水されるわけではなく、脱水が記録され始めるまでに時間を要した。その脱水開始時間は、同配合のコンクリートであるにも関わらず、実験ケースによって40秒から7分30秒とばらつきがあったが、1分から2分30秒後程度に脱水が始まるケースが多かった。脱水が始まった後も普通コンクリートとは異なり、脱水速度は非常に小さく、加圧時間に比例して脱水量が増加した。図-3に、高流動コンクリートをほとんど脱水が記録されなくなるまで加圧した場合の加圧時間と脱水量の関係を示す。また、最終脱水率は以下の式で求めた。

$$\text{最終脱水率}(\%) = \frac{\text{最終脱水量}(\text{kg})}{\text{試料中の水量}(\text{kg})} \times 100$$

ただし

$$\text{試料中の水量}(\text{kg}) = \frac{1\text{m}^3\text{当りのコンクリートの水量}(\text{kg})}{1\text{m}^3\text{当りのコンクリートの重量}(\text{kg})} \times \text{試料の重量}(\text{kg})$$

普通コンクリートの最終脱水率が19.4%に対し、高流動コンクリートの最終脱水率は22.1%でありほぼ同じであった。しかし、その脱水速度は大きく異なり普通コンクリートが加圧後約1分程度で最終脱水率の8割が脱水するのに対し、高流動コンクリートは最終脱水率の8割が脱水するのに約30分を要した。つまり、高流動コンクリートも加圧により脱水するものの、脱水速度が非常に小さいため、ポンプ打設に要する時間内では圧送管内において、潤滑層が形成され難いと推察される。しかし、高流動コンクリートが高い材料分離抵抗性を有することが、ポンプ圧送時における材料分離による閉塞をほとんど生じない要因の一つとなっていると考えられる。

4. 結論

本研究により、高流動コンクリートのポンプ圧送時の吐出圧力の増加現象の主要因としては、高流動コンクリートの塑性粘度が普通コンクリートよりも大きいことと、脱水速度が非常に小さいことで圧送抵抗を低減すると思われる潤滑層が形成しにくいことが考えられる。

参考文献：

- 1) 竹田宣典、十河茂幸、青木 茂、平田隆祥：高流動コンクリートのポンプ圧送性に関する一考察、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.16、No.1、1994.6
- 2) 坂田 昇、丸山久一、稲葉美穂子、皆口正一：高流動コンクリートの材料分離の簡易評価方法について、土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文報告集、pp157-162、1996.3
- 3) 土木学会高流動コンクリート研究小委員会粉体系分科会：分科会中間報告、土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文報告集、pp253-274、1996.3

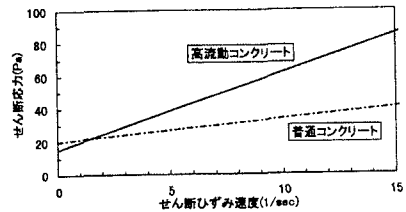


図-1 セン断ひずみ速度とせん断応力の関係

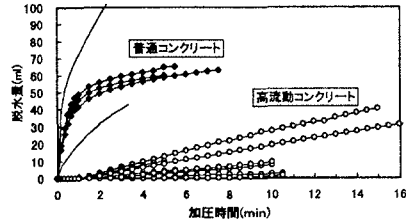


図-2 加圧ブリーディング結果（その1）

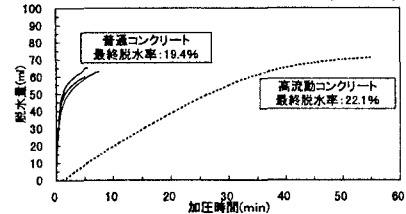


図-3 加圧ブリーディング結果（その2）