

PSV-4 可視化実験手法を用いたフレッシュコンクリートの流動現象に関する研究

群馬大学 正会員 橋本親典
長岡技術科学大学 学生員 安本礼持
長岡技術科学大学 正会員 丸山久一
群馬大学 正会員 辻 幸和

1. はじめに

『百聞は一見にしかず。』とされているように、目で見ることがは流れの現象を理解するのに最適の手段である。『流れの可視化』とは、直接、目で見ることができない流れを見ようとする技術であり、主として流体力学もしくはそれに関連の深い分野において発達してきた実験手法である。

一方、空気、水、セメント、細骨材、粗骨材などの平均粒径や粒度分布および比重が大きく異なる材料によって構成されるフレッシュコンクリートは、練り混ぜ、輸送や打設時において常に材料分離という問題を有している。この材料分離現象の解明を複雑にさせている原因の一つに、フレッシュコンクリートが多相材料であるためコンクリート内部がブラックボックスになっていることが挙げられる。

そこで本研究では、フレッシュコンクリートを粗骨材相とモルタル相から成る固液2相流体と考え、フレッシュコンクリートの可視化モデルを提案し、フレッシュコンクリートの流動現象の解明に適用した可視化実験例について報告するものである。対象とした流動現象は、ポンプ圧送時における管内流動、アジテーター内における流動、コンクリートポンプバルブ内での吐出過程時における流動である。

2. フレッシュコンクリートの可視化モデル¹⁾

ポンプ圧送時や練り混ぜ時におけるフレッシュコンクリートの材料分離現象のうち、流動現象に与える影響が最も大きい分離現象は粗骨材とモルタル間の分離現象と考えられ、粗骨材粒子群とモルタル相の相互の力学的挙動を可視化することとした。

モルタルモデルとして、透明でかつ粘性を有する吸水性高分子樹脂溶液を用い、粗骨材モデルとして、アスファルト被膜したコックス粒子(粒径15~30mm)と人工軽量粗骨材粒子(粒径5~15mm)を用いた。可視化モデルコンクリートの主たる実験パラメータは、モルタルモデルと粗骨材モデルの容積比(以後、 V_g/V_m とする)と、モルタルモデルの粘性を決定する吸水性高分子樹脂の添加量である。可視化モデルコンクリートの場合、モルタルモデルが高分子樹脂溶液のため明確な降伏値がなく、スランプ値を実際のフレッシュコンクリートと可視化モデルコンクリートとの相似律の尺度として用いることができない。本可視化実験手法では、図1に示す静的材料分離に対する抵抗を相似律の尺度として用いた。その結果、本可視化モデルの静的材料分離に対する抵抗性は、スランプ12~20cm前後のコンクリートと同程度であることが明らかになった。

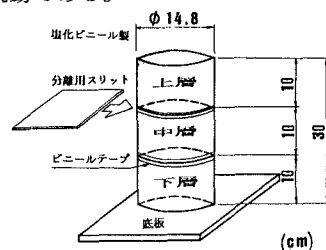


図1 静的材料分離に関する試験装置

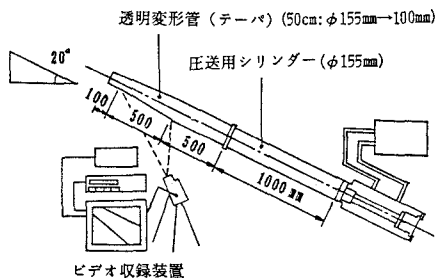


図2 実験装置概要

3. ポンプ圧送時における管内流動に関する可視化実験例²⁾

図2に示す実験装置を用いて、可視化モデルコンクリートを圧送し、各種変形管(直管、テーパー管、ベント管および分岐管)内での流動状況をビデオ撮影した。可視化モデルコンクリートには、

モルタル相のトレーサ粒子として発泡スチロール粒子（粒径2mm前後）を混入した。画像処理は、スーパーインボーズボードを有するマイクロコンピュータを用いて行い、粗骨材相とモルタル相のトレーサ粒子群の流跡線および速度ベクトルの分布図を求めた（図3参照）。テーパ管、ベント管や分岐管を流れる可視化モデルコンクリートでは、 V_g/V_m が増加するに従って各相のトレーサ粒子の流速が変動しながら流動する不安定圧送状況が観察され、テーパ管においては粗骨材粒子群のアーチ構造による閉塞面が観察された。また、トレーサ粒子を後注入することにより4個のトレーサ粒子で構成する4角形要素の変形する状況をひずみ速度によって定量的に評価し、テーパ管とベント管を流れるコンクリートの変形性能の相違点を明らかにした。

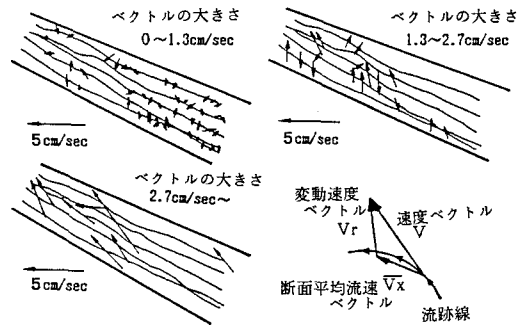


図3 トレーサ粒子群の流跡線と速度ベクトル分布図の例

4. アジテーター内における流動に関する可視化実験例³⁾

透明アクリル製モデルアジテーター（実機の1/5スケール）を作製し、アジテーター内に可視化モデルコンクリートを投入し排出および練り混ぜ時の流動状況（図4参照）をビデオ撮影した。撮影方向は、水平方向および鉛直方向の2方向である。また、実機のアジテーターとモデルアジテーターとの流動性状の相似性を検討するために、排出効率による検討を行った。モデルアジテーターに関する実験パラメータとしては、ブレードの高さ・ピッチ・角度、アジテーターの回転速度とコンクリートの積載容積量である。

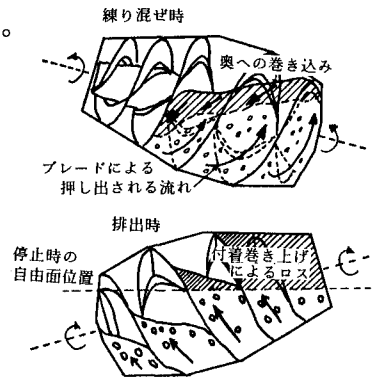


図4 アジテーター内の流動状況

5. コンクリートポンプバルブ内での吐出過程時における流動に関する可視化実験例⁴⁾

図5に示すスライドバルブ内の吐出過程における流動現象に着目し、ポンプ圧送時における管内流動実験と同様な装置を用いて可視化実験を行った。バルブ角度を主たる実験パラメータとし、バルブ拡幅部に形成されるコンクリートのせん断面による流動性状の変化を検討した。流動性状の評価は、モルタル相のトレーサ粒子の流跡線から求められる速度ベクトルの平均値と標準偏差を用いた。

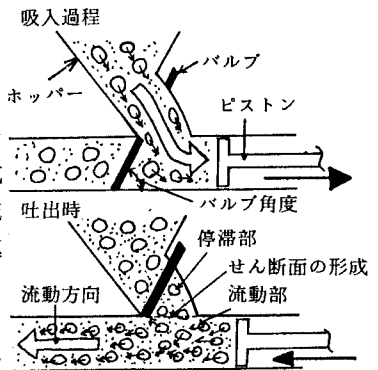


図5 スライドバルブの圧送機構

なお、各可視化実験例の流動状況については、発表当日、ポスターセッションの会場にてビデオ映像を用いて詳しく説明を行う予定である。

6. 参考文献

- 1) 橋本親典他：フレッシュコンクリートの管内流動における閉塞過程の可視化に関する実験手法、コンクリート工学Vol. 26, No. 2, Feb. 1988
- 2) 橋本親典他：テーパ管を流動する可視化モデルコンクリートの乱れ計測システム、土木学会論文集第402号/V-10, 1989.2
- 3) 安本礼持他：可視化実験手法によるアジテーター内部のコンクリートの流動解析、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第5部、平成2年9月
- 4) 本間宏記他：可視化実験手法を用いたコンクリートポンプのバルブ形状に関する研究、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第5部、平成2年9月