

長岡技術科学大学 正会員 橋本親典
 大阪府 正会員 堀口和弘
 長岡技術科学大学 正会員 丸山久一

1. まえがき

コンクリートポンプ工法による施工計画を立案する際、もっとも重要な問題の一つは、管内閉塞事故防止に対する安全性基準を確立することであり、そのために、閉塞機構の解明が急務となってきている。著者らは、これまでに、閉塞機構の解明に対して、フレッシュコンクリートの管内流動を可視化し、内部状況を目視観察する実験方法を提案した¹⁾。そして、閉塞状態に近づくに従って、粗骨材相とモルタル相の間に相対速度が生じることを明らかにし、管内閉塞現象の前兆として動的な材料分離の発生を確認することができた。

本研究は、管内閉塞に密接な関係がある動的な材料分離を定量化することを目的として、テーバ管流動中における粗骨材相とモルタル相の各流速ベクトル分布を計測するシステムを開発し、その計測システムの適用性を検討するものである。

2. 計測システムの概要

図-1に本研究で開発した流速ベクトル分布計測システムの概要を示す。可視化されたテーバ管内のフレッシュコンクリートの流動状況を、時刻をスーパーインポーズできるビデオ収録システムによって撮影する。着目トレーサー粒子がテーバ管入口から出口に至るまでの流跡線の軌跡 (x, y) を求めるために、ビデオ再生画面上で透明版タイプのデジタイザーを用いて、圧送速度開始からの経過時間 (t) における粒子の位置を読み取った。トレーサー粒子として、粗骨材相は人工軽量粗骨材粒子を、モルタル相は発泡スチロール粒子を用いた。3次のスプライン関数を用いて、粒子の軌跡を連続関数 ($x = f(t), y = g(t)$) に補間し、流跡線とした。各相の流速ベクトルは、流跡線上の任意の位置において、流跡線を時間 t で数値微分することによって求められる ($V_x = f'(t), V_y = g'(t)$)。

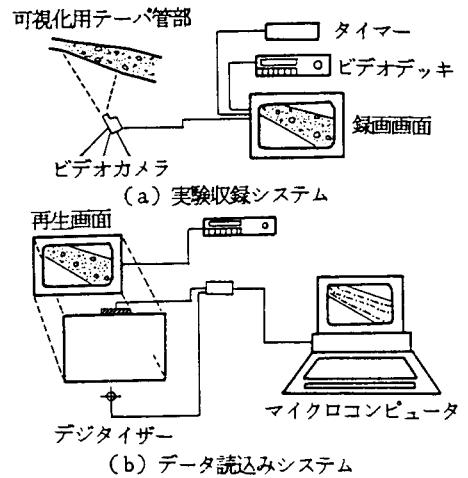


図-1 流速ベクトル分布計測システムの概要

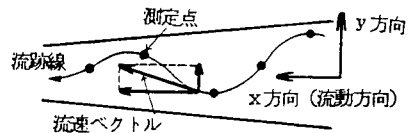
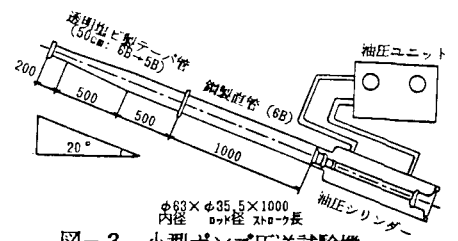


図-2に流跡線と流速ベクトルの関係を示す。

3. 本計測システムの適用性に関する実験的検討

3-1 実験概要

図-3に示す小型ポンプ圧送試験機を用いてテーバ管内流動状態を再現させ、システムの適用性を検討した。実験に用いたコンクリートの可視化モデルの配合は、粗骨材とモルタルの容積比 (V_g/V_m) が20%と85%の2種類とした。粗骨材モデルは、コークスモデル (15~30mm) と人工軽量粗骨材 (5~15mm) を2:1で混合して用いた。モルタルモデルは、吸水性高分子樹脂 (スターチポチアクリレート) を水に添加して得られる無色透明なゼラチン状物質を用いた。圧送速度は、3, 6 cm/secの2種類であり、粒子位置の読み取り時間間隔はそれぞれ0.5secと0.25s



ecとした。

3-2 実験結果及び考察

(1) $V_g/V_m=20\%$ の場合

図-4は、粗骨材相の管軸方向流速分布を、断面平均流速と比較して示したものである。なお、断面平均流速は、一様流れと仮定した場合に連続の式によって求められる。圧送速度が3 cm/secの場合は、平均流速と粗骨材流速はほぼ一致しており、流れに乱れが発生していない一様流れである。6 cm/secでは、平均流速のまわりで乱れているが、その乱れの中心はほぼ平均流速と一致しており、3 cm/secと同じく一様流れである。

(2) $V_g/V_m=85\%$ の場合

図-5は、管軸方向の流速分布を示したものであり、図-6は、テーパ管上において流速ベクトルと断面平均流速ベクトルの差（変動ベクトル）の分布状態を示したものである。 V_g/V_m が20%の場合と異なり、各相の流速分布は、断面平均流速より高く、その乱れが大きい。また、変動ベクトルの方向も一様でない。モルタル相と人工軽量骨材粒子の流速が断面平均流速より速いことから、粒径の大きいコークスモデルは断面平均流速より遅く流動していることになる。よって、粗骨材の粒子間にも相対速度が生じていると考えられる。これらの実験結果から、本計測システムを用いることで、動的な材料分離を定量的に評価する可能性が得られた。

4. 結論

本研究で開発した計測システムは、動的な材料分離の小さい一様流れの状態から分離が頻繁に発生する状態までの粗骨材相とモルタル相の流速ベクトルを測定することができ、管内流動状態を定量的に評価するための有効な手法と考えられる。

本研究は、文部省科学研究費（奨励研究（A）、課題番号61750454）によって行われたものである。ここに記して謝意を表する。

（参考文献）1）堀口ほか：フレッシュコンクリートの管内流動における可視化実験に関する研究、土木学会第41回年次講演概要集、1986年11月

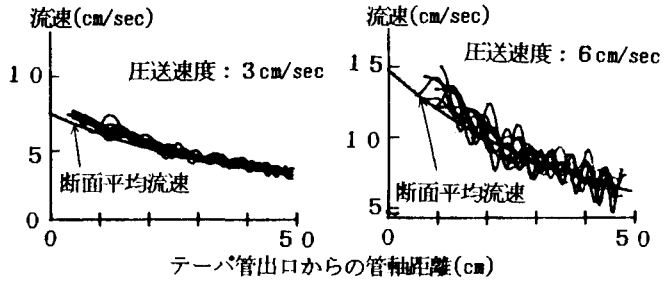


図-4 粗骨材相の管軸方向流速分布 ($V_g/V_m=20\%$)

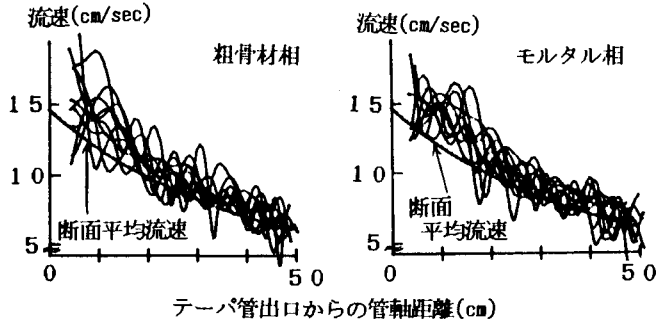


図-5 各相の管軸方向流速分布 ($V_g/V_m=85\%$, 圧送速度: 6 cm/sec)

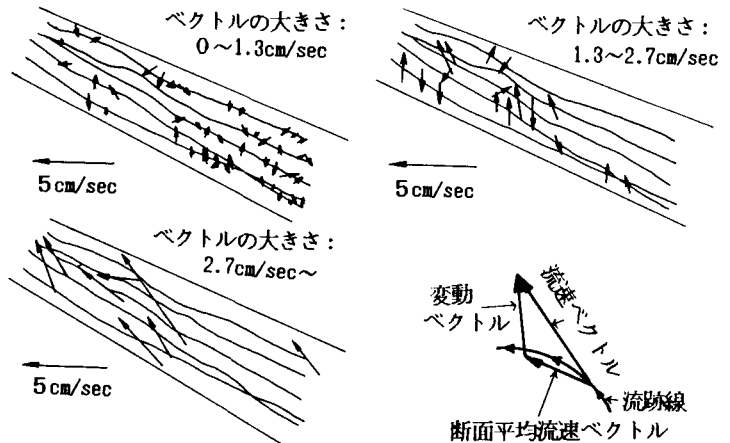


図-6 モルタル相の変動ベクトルの分布状態 ($V_g/V_m=85\%$, 圧送速度: 3 cm/sec)