

長岡技術科学大学 学生員 井上 建  
 長岡技術科学大学 正会員 橋本 親典  
 長岡技術科学大学 中村 裕剛

1. 研究の目的

今日、コンクリートのポンプ打設工法は広く普及し、フレッシュコンクリートの圧送性能を施工現場の実情に即して評価することが急務になっている。それにともない、管内閉塞に着目した実験の一つとして小型ポンプモデルを用いた室内実験によるポンプ圧送試験によりテーパ、ベント管等の各種変形管の圧送性及び閉塞メカニズムを観察する方法が考察されている<sup>1)</sup>。

本研究の目的は、モルタル部を透明化した可視化モデルを用い、テーパ管内流動状態を再現し、管内閉塞に影響を及ぼす粗骨材相とモルタル相の動的 material 分離現象を定量的に表わす指標を求めることである。

2. 実験方法

コンクリートを粗骨材とモルタルの二相系材料と仮定し、可視化モデルとして、粗骨材はアスファルト被膜コークス(大砂利: 粒径 15-30mm)と人工軽量骨材(小砂利: 5-15mm)を用い、モルタル部は透明な粘性材料を用いた。モデルコンクリートを図-1に示す実験装置で圧送し、骨材とモルタルの挙動をビデオに収録した。なお、モルタルの動きをトレースするために発泡スチロール(粒径: 3mm)を混入する。可視化モデルの配合は、小砂利、大砂利の比  $V_{g1}/V_{gc}$  を 0.50 で一定とし、骨材とモルタルの比  $V_g/V_m$  を 0.60(配合1), 0.75(配合2), 0.85(配合3)の3種類とした。圧送速度は 3.0, 6.0 cm/sec の2種類で行った。なお、配合1は順調圧送であり、配合3はテーパ管での圧送性が悪く、圧送速度 3 cm/sec では管内閉塞を生じた。

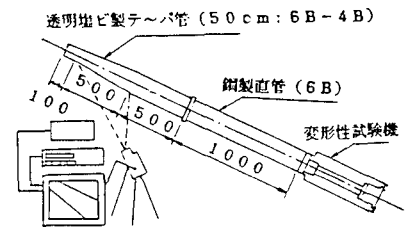


図-1 実験装置概要

3. 結果及び考察

骨材あるいはモルタルの流動状態を求めるため、ビデオ画面からトレーサーの流跡線を求め、速度ベクトル  $(V_x, V_y)$  を定める。次に、連続流体との差に着目してトレーサーの変動速度成分  $(V'_x, V'_y)$  を式(1)のように定義する。

$$V'_x = V_x - \bar{V}_x, \quad V'_y = V_y \quad (1)$$

ここに、 $V_x$ : 管軸方向の速度成分、 $V_y$ : 管軸直角方向の速度成分、 $\bar{V}_x$ : 管軸方向の断面平均速度 ( $\bar{V}_x = Q/A_x$ ,  $Q$ : 流量,  $A_x$ : 断面積) また、変動速度ベクトルの大きさとその方向を式(2)で表わす。

$$V_r = \sqrt{V'^2_x + V'^2_y}, \quad \theta = \text{TAN}^{-1}(V'_y/V'_x) \quad (2)$$

図-2は、以上の関係をベクトル表示したものである。

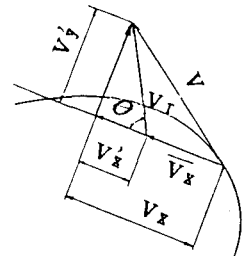


図-2 変動速度ベクトル

連続流体ならば、変動速度ベクトルは零ベクトルになることから、変動速度ベクトルの大きさ(ランク)および、発生率が圧送中のコンクリートの乱れを示す指標と考えられる。図-3は、変動速度ベクトルを表-1に示すランクに分け、ランクと発生率の関係を示したものである。この図より  $V_g/V_m$  が増加するにつれてランクの大きなものの発生率が高くなるのがわかる。この傾向は、 $V_g/V_m$  が増加するにつれて顕著である。また、圧送速度で比較すると、3 cm/sec のほうがこの傾

表-1 ランク分け(単位 cm/sec)

		ランク1	ランク2	ランク3	ランク4	ランク5	ランク6
圧送速度	3cm/sec	0.0-	0.7-	1.3-	2.0-	2.7-	3.3-
	6cm/sec	0.0-	1.3-	2.7-	4.0-	5.3-	6.7-

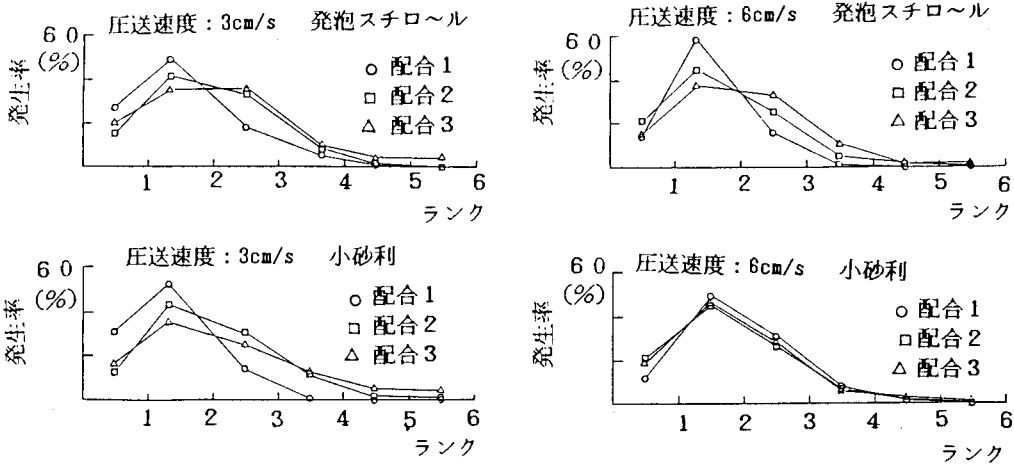


図-3 各ランクの変動速度の発生分布(30.0-50.0cm)

向が顕著である。これは、3cm/sec が閉塞したのに対して、6cm/sec では閉塞しなかったためであり、動的 material 分離の程度が異なるためと考えられる。図-4は、各ランクの変動方向と発生率を示したものである。これより、変動速度ベクトルの大きいものほど管軸方向に向くことが認められる。

次に、動的 material 分離によって発生する内部応力を示す指標として、式(3)で定義される物理量  $F$  を導入する。 $F$  の物理的意味は、ある区間中でのトレーサー粒子の変動加速度の平均値である。

$$F = \frac{[\sum \sqrt{(V_{x,i} - V_{x,i-1})^2 + (V_{y,i} - V_{y,i-1})^2}] / (n \cdot \Delta t)}{3} \quad (3)$$

ここに、 $n$  : 区間内のデータ数、 $\Delta t$  : 補間時間

図-5は、式(3)で求められた  $F$  と管軸距離の関係を示したものである。図より、出口付近では、モルタル相と粗骨材相の間に発生する動的 material 分離による内部応力が大きくなっていると推測される。

#### 4. 結論

以上の実験的検討から次のことが明らかになった。

- (1) 動的 material 分離の程度を評価する指標としては、変動速度ベクトルの発生率曲線が有効である。
- (2) 動的 material 分離によって発生する内部応力に対する指標としては、変動加速度が有効である。

本研究は、文部省科学研究費(試験研究(1))、課題番号61850090)によって行われたものである。ここに記して謝意を表す。

(参考文献) 1) 橋本他: フレッシュコンクリートの変形性試験方法の再現性に関する実験的検討

土木学会 第14回年次講演会概要集 1986年11月

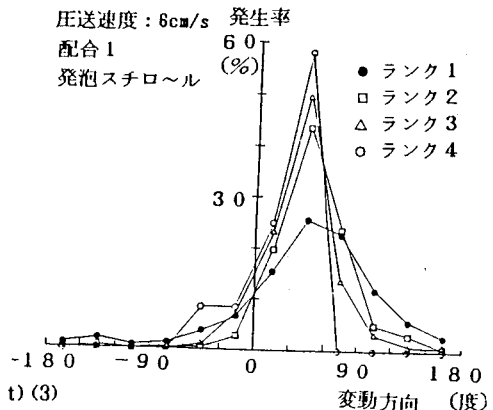


図-4 各ランクの変動方向と発生率

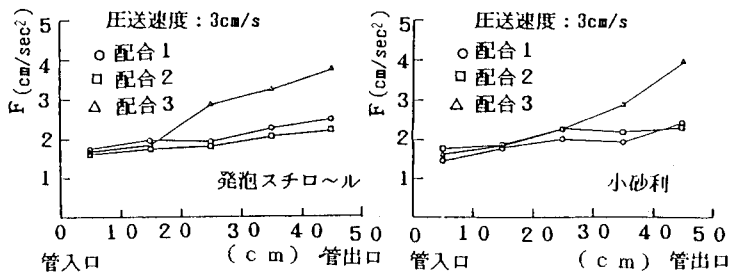


図-5  $F$  と管軸距離との関係(補間時間 0.1秒)