

V-68 管内を流れるフレッシュコンクリートの可視化モデルの変形状に関する一考察

長岡技術科学大学 学生員 本間宏記
 長岡技術科学大学 正会員 橋本親典
 長岡技術科学大学 正会員 丸山久一
 長岡技術科学大学 正会員 清水敬二

1. まえがき

コンクリートのポンプ打設工法が土木、建築現場を問わず広く普及している今日、フレッシュコンクリートの圧送性能を定量的に評価する方法の確立と管内閉塞メカニズムの解明が急務となっている。その一手段に、管内流動するフレッシュコンクリートの変形状を定量化する実験方法として、フレッシュコンクリートの可視化モデルが提案されている^{(1),(2)}。

本研究は、可視化モデルを用いてテーバ管およびベント管における管内流動状態を可視化し、流動の際に必要な変形状について実験的検討を行うものである。

2. 実験概要

実験に用いた可視化モデルはこれまでに提案してきたもので^{(1),(2)}、表-1にその配合を示す。図-1には実験に用いた直管、テーバ管、ベント管の形状を示す。なお、モデルコンクリートの挙動を2次元運動に単純化するために管の断面を矩形とした。このモデルコンクリートの流動・変形状を調べるためにトレーサー粒子群を後注入し、直管、テーバ管およびベント管内の流動状況をビデオに収録した。実験終了後、収録データを解析してモデルコンクリート各部のひずみ速度を求めた。実験パラメータは、粗骨材とモルタルの容積比 (V_g/V_m) とし、圧送速度はすべての管で一定とした（トレーサー投入位置で3 cm/sec）。

3. ひずみ速度測定手法

可視化モデルはフレッシュコンクリートを2相系材料としてモデル化したものであるから、固液2性質を共有している。本研究では可視化モデルの固体的性質としての“変形”に着目し、“ひずみ速度”を用いて変形性能を評価することとした。

可視化モデルの流れにおけるひずみ速度の測定手法には、ひずみロゼッタ法を応用した。図-2にこのひずみロゼッタ法の概念を示す。図に示す4点のトレーサー粒子を1ユニット（四角形ABCD）の要素と考え、各点（点A, B, C, D）毎にひずみロゼッタ法を適用してひずみを求め、その平均を要素のひずみとした。管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布は、各計測時間毎に各要素について計算を行い、最大主ひずみ ϵ_1 と最小主ひずみ ϵ_2 の大きさおよび角度 θ を用いて表示した。

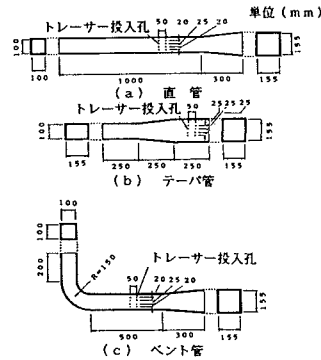


図-1 実験に用いた変形状形状

表-1 実験に用いた可視化モデルの配合

配合 番号	想定 スランプ (cm)	高分子樹脂 添加量 (g/7514)	V_g/V_m (%)	V_{gl}/V_{gc} (%)	単位量 (kg/m³)			
					W	P	G1	Gc
配合1	—	1.8	0	0	1000	1.80	—	—
配合2	21以上	1.8	6.0	10.0	625	1.69	286	232
配合3	21	1.8	8.0	10.0	556	1.00	339	275
配合4	19	1.8	9.0	10.0	526	0.95	362	294

P: 吸水性高分子樹脂、G1: 人工軽量粗骨材（比重: 1.527）
 Gc: 大砂利モデル（比重: 1.259）

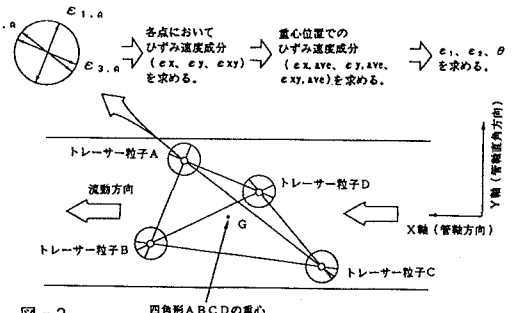


図-2 四角形ABCDの重心
 トレーサー粒子とロゼッタ法における各ひずみ速度成分の関係

4. 実験結果および考察

直管、テーパ管、ベント管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布を、それぞれ図-3(a)～(c)に示す。図中の破線は最大主ひずみ ϵ_1 （引張ひずみ）であり、実線は最小主ひずみ ϵ_2 （圧縮ひずみ）を示す。なお、図-3(c)に示すベント管におけるひずみ速度の単位長さの大きさは、直管、テーパ管の場合の $1/2$ である。

図-3(a)に示す直管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布は、 V_g/V_m の大小に関係なく、ほぼ同程度のひずみ速度が平均的に発生している。

図-3(b)に示すテーパ管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布は、 V_g/V_m が増加するに従い下流側で大きなひずみ速度が発生している。また、下流側において管壁と直角方向に圧縮ひずみ速度が発生していることから、ここで可視化モデルが圧縮変形を生じていることが認められる。テーパ管は管軸流動方向に管断面が縮小しているため、下流へ行くに従い粗骨材集積密度が増大し、粗骨材粒子間距離が減少するものと考えられる。

図-3(c)に示すベント管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布は、 V_g/V_m の大小に関係なく、曲がり部内側と比較して外側のひずみ速度が大きく発達している。また、直管やテーパ管でのひずみ速度の大きさと比較しても非常に大きい。従って、ベント管内での可視化モデルは曲がり部外側で非常に大きな変形を生じながら流動しているといえる。主ひずみ角度からこの大変形は、テーパ管での圧縮変形と異なる曲がり部管壁に平行なせん断変形であると考えられる。以上より、テーパ管とベント管内を流動するフレッシュコンクリートに要求される変形性能は異なることが予想される。

5. 結論

- ①直管内を流動する可視化モデルのひずみ速度は、変形管の場合と比較して非常に小さい。
- ②テーパ管内を流動する可視化モデルでは、 V_g/V_m が大きくなるに従い、発生するひずみ速度が大きくなる傾向がある。
- ③テーパ管内を流動する可視化モデルの変形は管壁からの圧縮変形であり、ベント管では曲がり部管壁に平行なせん断変形である。

本研究の一部は、文部省科学研究費補助金（奨励研究(A) 63750476）を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表する。

（参考文献）

- 1) 橋本他：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、昭和63年2月
- 2) 橋本他：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 No.402/V-10、平成元年2月

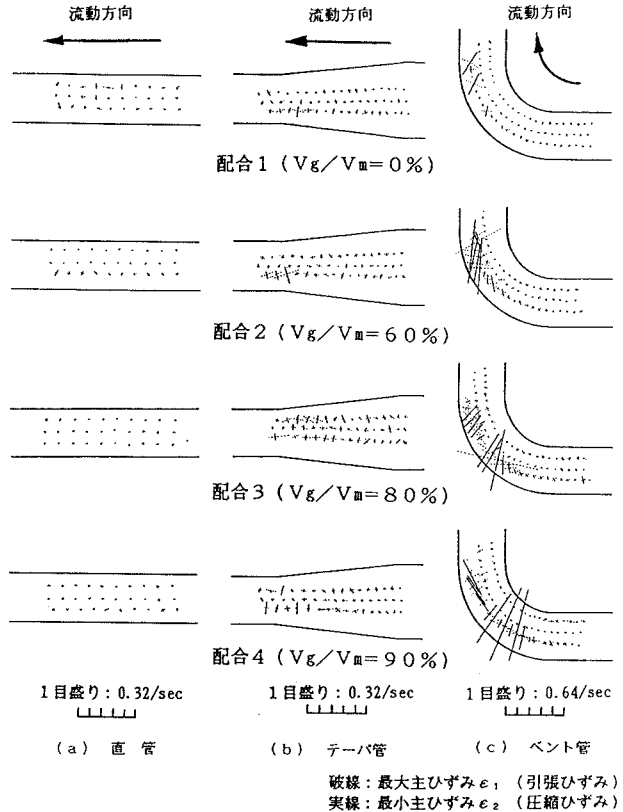


図-3 各種変形管内を流動する可視化モデルのひずみ速度分布