

V-344 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

五 洋 建 設 正会員 本間 宏記
群 馬 大 学 正会員 橋本 親典
長岡技術科学大学 正会員 丸山 久一
石 川 島 建 機 正会員 清水 正樹

1. はじめに

今日、ポンプ打設工法は建築・土木用コンクリートを問わず広く普及している。しかしながら、最近では、流動化コンクリート、水中コンクリートなどの新しい混和剤を使用したコンクリートが出現し、従来のポンプ打設工法に用いられていたコンクリートポンプのバルブ機構では、十分な時間吐出量を確保できなくなっている。これまでのコンクリートポンプのバルブ機構は、圧送技術の経験をベースに修正・改良していったものが多く、実際のコンクリートがどのように流れるかは推測の域を出なかった。バルブ内のコンクリートの流動性状や変形状を可視化手法により確認することができれば、最適化設計が可能となる。

本研究は、スライドバルブ(図1参照)のバルブ角度を変化させ、コンクリートの流動性状に関する新しい知見を得ることを目的とし、著者らが開発した可視化実験手法¹⁾を用いてフレッシュコンクリートのバルブ内の吐出過程に関するシミュレーション実験を行った。

2. 実験概要

表1に実験に用いた可視化モデルコンクリートの配合を示す。図2は実験装置概要を、図3は実験に用いた可視化用透明バルブモデルの寸法を示す。なお、可視化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断面を矩形とし、バルブ角度は10°から90°まで10°ピッチで変化させた。なお、現行のスライドバルブ角度は約60°である。バルブ内の可視化モデルコンクリートの流動・変形状況を調べるために、着目トレーサ粒子として発泡スチロール粒子(粒径2.0mm程度)を可視化モデルコンクリートに混入した。

表1 実験に用いた可視化モデルコンクリートの配合

着目トレーサ粒子の流動状況をビデオに収録し、流動実験終了後、収録データを画像処理し着目トレーサ粒子の流跡線および流速ベクトル分布を求めた²⁾。

実験パラメータは、バルブ角度と可視化モデルコンクリート中の粗骨材とモルタルの容積比

(以後、 V_g/V_m と称する)とし、吐出速度はバルブ流入位置で3.2cm/secで一定とした。

配 番 号	想定 スラン (cm)	吸水性高分子 樹脂添加量 (g/l)	V_g/V_m (%)	V_{gl}/V_{gc} (%)	単位量			
					W	P	GI	Gc
H1	—	3.0	0	—	1000	3.00		
H2	12以上	3.0	60	100	625	1.88	257	211
H3	12	3.0	80	100	556	1.67	304	250
H4	10	3.0	90	100	526	1.58	324	266

V_g/V_m : 粗骨材とモルタルの容積比 ($V_g = V_{gl} + V_{gc}$, $V_m = V_W + V_P$)
 V_{gl}/V_{gc} : 人工軽量粗骨材とアスファルト被膜コークスの容積比

W: 水道水
P: 吸水性高分子樹脂
GI: 人工軽量粗骨材(比重1.368)
Gc: アスファルト被膜コークス(比重1.123)

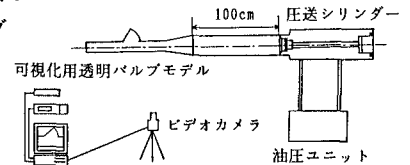
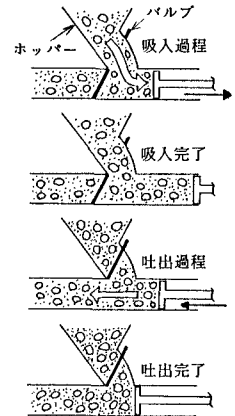


図2 流動実験装置概要

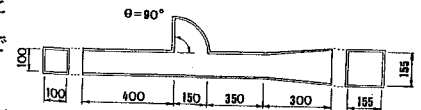


図3 実験に用いた可視化用透明バルブモデルの寸法(mm)

3. 実験結果

図4は、流動管軸方向に沿ったトレーサ粒子群の速度分布図の一例を示す。バルブ拡幅部に達するまでは、断面平均流速(3.2cm/sec)とトレーサ粒子群の速度は V_g/V_m の大小に関係なくほぼ一致している。これに対し、バルブ拡幅部では、流速分布が大きく乱れている。これは、バルブ上部において停滞するコンクリートと流動するコンクリート間で発生するせん断面で粗骨材粒子群の衝突、回転や滑動が流動中のコンクリート内の粗骨材粒子群の速度の乱れを誘発する為と考えられる。また、この速度分布の乱れは、 V_g/V_m が大きくなるに伴い、増大している。

バルブ内の可視化モデルコンクリートの流動性状とバルブ角度の関係を検討するために、バルブ拡幅部での流動管内を高き方向に上、中、下層に分割し、各層に存在する着目トレーサ粒子群の速度ベクトルについて平均速度および平均速度に関する標準偏差を求めた。図5は、平均速度とバルブ角度の関係および平均速度に関する標準偏差とバルブ角度の関係を示す。

$V_g/V_m = 0\%$ 以外では、拡幅部中・下層の平均速度が上昇し、逆に上層の平均速度が減少する傾向がある。これは、せん断面内のコンクリートの乱れが上層のスムーズな流動の障害となり速度が低下する為、逆に連続の式から中・下層の速度が上昇するものと考えられる。また、 V_g/V_m が増大するに伴い3層の標準偏差はいずれも増大するが、上層の変化が最も顕著であり速度の乱れが減衰しているものと思われる。これらの傾向はバルブ角度の大きさには依存せず、どのバルブ角度に対しても同程度の乱れが発生している。

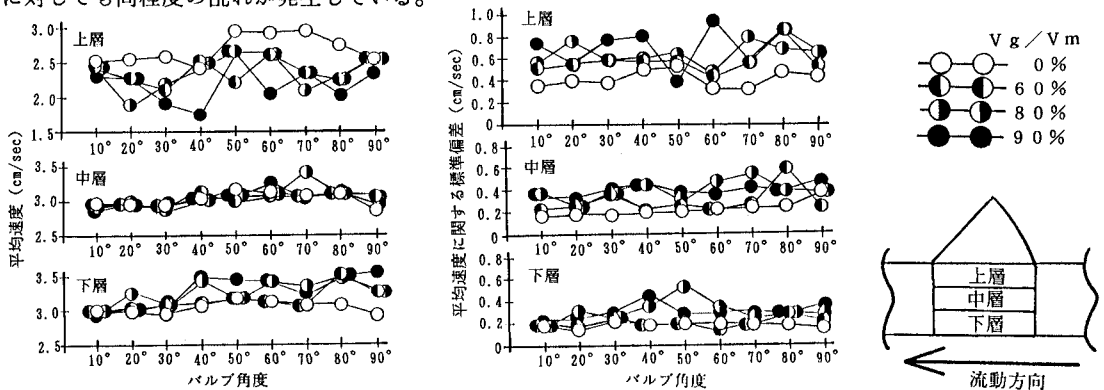


図5 バルブ拡幅部における可視化モデルコンクリートの流動性状とバルブ角度の関係

4. 結論

- ①スライドバルブの吐出過程において、コンクリートの流動に最も影響を及ぼす領域は、バルブ拡幅部上部のバルブ内に停滞するコンクリートと管内を流動するコンクリート間に形成されるせん断面である。
- ②バルブ拡幅部内の流動中のコンクリートでは、せん断面によるコンクリートの乱れが増大し、拡幅部上層と中・下層間でコンクリートの平均速度に大きな速度差が発生している。
- ③せん断面の形成によって発生する拡幅部のコンクリートの乱れは、バルブ角度の大きさに関係なく常に一定の大きさを有し、せん断面から遠くなるに従って減衰する。

5. 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