

群馬大学工学部 学生会員 栖原健太郎

群馬大学大学院 学生会員 大西あゆみ

群馬大学工学部 正会員 橋本 親典

群馬大学工学部 正会員 辻 幸和

1. 目的

ピストン式コンクリートポンプによるフレッシュコンクリートの圧送において、圧送時における圧送管路内の圧力および流速は、ピストンの往復に同期して変動する。このため、圧送管路内の流れは脈動流となり、圧送途中における材料分離、騒音、振動による圧送システムの耐久性低下の原因となり得る。脈動の平滑化には、脈動流の変動部分に対して、これを打ち消す位相を有する脈動を外部から加え合わせる方法が有効である¹⁾。

この考え方に基づいた脈動流の平滑化には、異なる2種類の脈動による変動をバランス良く組み合わせ、合流させる必要がある。この合流部での流動を明らかにするため、流動をモデルコンクリートを用いて可視的に再現した。流動を可視的に捉えることで圧送管路内での流速の測定が容易となり、流体力学的に流動の解析が可能となる。そこで、合流後の流速および圧力に着目した既往の定量結果に加え、合流前の2種類の脈動流の流速に着目し、流体力学の観点から考察を行った。

2. 合流部前後における質量保存則

合流前の異なる2種類の脈動流の流量をそれぞれ Q_1 および Q_2 とし、合流後の流量 Q_3 とすれば、質量保存則、即ち、連続の式より以下の関係が成り立つ。

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$\therefore \rho A_1 V_1 + \rho A_2 V_2 = \rho A_3 V_3 \quad \dots (1)$$

ここに、 ρ ：フレッシュコンクリートの密度、 V_1 、 V_2 ：合流前の異なる2種類の脈動流の断面平均管路内流速、 V_3 ：合流後の流れの断面平均管路内流速、 A_1 、 A_2 ：合流前の2種類の圧送管断面積、 A_3 ：合流後の圧送管断面積である。

フレッシュコンクリートは非圧縮性流体であり、圧送管断面積を一定とした場合、(1)式は、次式のようになる。

$$V_1 + V_2 = V_3 \quad \dots (2)$$

合流部前後において質量保存則が成り立つならば、合流前の2種類の脈動流の流速の和は、合流後の流れの流速に等しくなるはずである。即ち、3つの流速のうち、何れか2つの流速を知ることにより残りの1つの流速を推測することが可能となる。

3. 合流部前後の管路内流速の測定

2種類の脈動流の流速の和と、合流後の実測値の流速とを比較するため次のような実験を行った。

2種類の脈動流の合流には、Fig.1に示すようにピストン式コンクリートポンプを2機用いて再現する。ポンプからの流れを主流、外部から加える流れを補流として補流に対する主流の取り付け角度を 45° とした。

合流部での流動状況をビデオカメラで撮影・記録するため、合流部を透明アクリルブロックで製作した。また、圧送するフレッシュコンクリートには、可視化を容易に行え

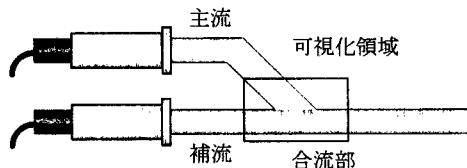


Fig.1 実験装置概略図

るモデルコンクリートを採用し、着目粒子としてトレーサー粒子を混入した。モデルコンクリートは、モデルモルタルとモデル粗骨材の二相からなるものとし、モデルモルタルには高吸水性高分子樹脂溶液（比重1.0）、モデル粗骨材には人工軽量骨材（最大粒径20mm、比重1.66、メサライト系）を使用した。モデルモルタルの粘性を一定とするため、配合特性は、P漏斗流下時間を200秒とした。

異なる2種類の脈動流の組み合わせとして、主流の平均流量を3通り、補流の平均流量を4通りと変化させた。さらに、モデルモルタルに対するモデル粗骨材の容積比を3通り与え、合計36パターンについて圧送実験を行った。

撮影・記録した画像を基に、合流前の主流および補流、合流後の各々の断面を通過するトレーサー粒子を、1/30秒毎に追い、その移動した距離から各々の断面に対する平均管路内流速を算出した。

4. 実験結果および考察

実験より得られた合流前の主流および補流の管路内流速の時間的变化をFig.2に示す。

実験より得られた合流後の管路内流速と、(2)式を適用して算出した主流および補流の管路内流速の和との時間的变化を比較したものをFig.3に示す。

圧送条件は主流の平均流量を約6.0ton/hour、補流の平均流量を約2.0ton/hour、モデルモルタルに対するモデル粗骨材の容積比を0.4とした場合である。

(2)式を適用して算出した合流後の理論流速は、合流後の実測値と比べて多少の差異はあるものの値およびその時間的变化が概ね一致している。他の圧送条件で行った実験においても同様の結果（Fig.4参照）が得られている。

合流前の2種類の脈動流の管路内流速の重ね合わせは、合流後の管路内流速を推定するのに有効であると思われる。

5. 結論および今後の展開

合流前の2種類の脈動流の流速の和は、合流後の流れの流速に概ね一致している。従って、合流前の2種類の脈動流の流速を操作することで、合流後の脈動流の平滑化を制御していくことが可能となる。

現在、合流部でのフレッシュコンクリートの流動を、流体力学の観点から数値的に表す作業を行っている。これらの結果を基に、合流部内部でのフレッシュコンクリートの流動がその品質にどのような影響を及ぼすのか考察を行っていく。

《参考文献》

1) 大西あゆみ, 五十嵐数馬, 橋本親典, 辻幸和: 可視化手法によるポン

プ圧送時の脈動特性の定量化, フレッシュコンクリートの流動性と施工性に関するシンポジウム 論文集, pp67～pp72, 日本コンクリート工学協会, 1996

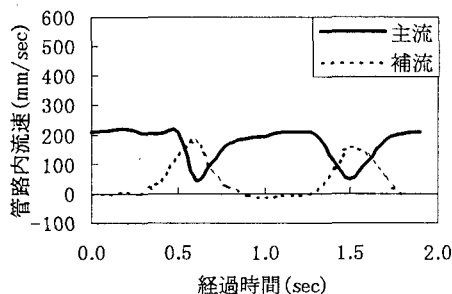


Fig.2 合流前の主流および補流の
管路内流速の経時変化

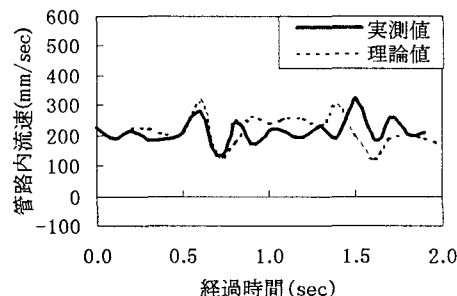


Fig.3 実測値と理論値の経時変化
(補流の流量: 約2.0ton/hour)

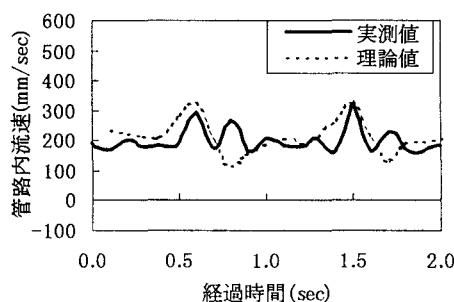


Fig.4 実測値と理論値の経時変化
主流の流量: 約5.0ton/hour
補流の流量: 約2.0ton/hour
モデルモルタルに対する
モデル粗骨材の容積比: 0.8