

(V-6) ポンプ圧送量が脈動流の抑制に与える影響

群馬大学工学部 学生会員 大西あゆみ
 群馬大学大学院 学生会員 五十嵐数馬
 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

近年の建設工事の多様化に伴い、コンクリートポンプの施工性の良否が、完成後の構造物の品質に大きく反映する。ピストン式コンクリートポンプは、形状や規模の異なった構造物の施工に対応できる反面、圧送量によって弁の開閉の時間が変化し、流速の異なった脈動流が発生するという弱点もある。脈動流はコンクリートの材料分離などの品質低下だけでなく、ポンプ自体にも負担をかけ、振動や騒音など作業環境にも影響を及ぼす。

これに対し著者らは、2種類の脈動流を合成させることにより、脈動流を抑制する機構の開発し、小型コンクリートポンプモデルとフレッシュコンクリートの可視化モデルを用いて管内脈動流の可視化を行ってきた¹⁾。その結果、主流の脈動を平滑化させることができる補流の脈動流の存在が明らかになった¹⁾。

本研究では、圧送量を3段階に変化させ、それぞれの主流の脈動流に対する抑制効果について検討する。

2. 実験概要

2. 1 脈動流抑制機構

図-1に、脈動流抑制機構の過程を模式的に示す。図(A)は主流側のみ、図(B)は補流側をみの流速の様子を示したもので、合流部で重ね合わせることで図(C)のように定常状態とする。本研究では、図-1の(A)に対応する主流の脈動流として、図-2に示すシリーズ1, 2, 3の3種類とした。

2. 2 実験装置および材料

実験装置を図-3に示す。主流部と補流部が合流する部分にアクリル樹脂を使用し、可視化領域とした。

モデルコンクリートは、フレッシュコンクリートをモルタル相と粗骨材相からなる固液2相系にモデル化したものとし、モルタルとして高吸水性高分子樹脂溶液(比重1.0)を、粗骨材として人工軽量骨材(最大粒径20mm, 比重1.66, メサライト系)を用いた。また、モルタルの着目トレーサ粒子として発泡スチロール粒子を混入した。モデルコンクリートの配合としてはモデルモルタルの粘性をP漏斗流下時間を200秒で一定とし、モデル粗骨材とモデルモルタルの容積比(以下、 V_g/V_m)は、0.4, 0.8の2種類とした。

圧送実験は、シリーズ1, 2, 3の3種類の脈動流について $V_g/V_m=0.4, 0.8$ のモデルコンクリートを用い、計6通りとした。再現脈動流は主流側の押し出し時間が0.7秒、引込み時間が0.2秒の周期を持つ脈動流とし、補流側の押し出し・引込み時間は主流側とは逆のそれぞれ

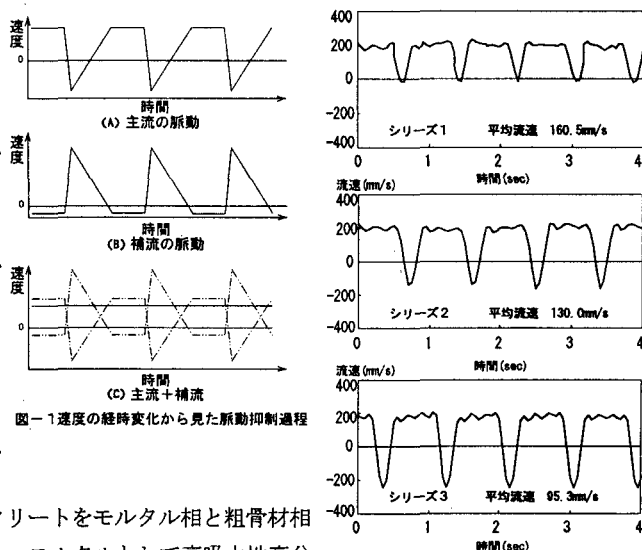


図-1 速度の経時変化から見た脈動抑制過程

図-2 実験で再現した主流側の脈動流

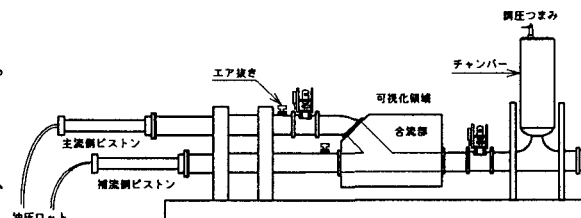


図-3 実験装置

0.2, 0.7秒とした。平滑化となる補流量の条件を求めるために、補流量は細かい間隔で変化可能な設定をした。すなわち補流量は油圧バルブの開度で調節し、そのレベルがA→E, 0→9になるにしたがって増加するものとし、A 0～E 9までの50段階に設定した。

2. 3 画像処理方法

図-3における可視化領域内合流部のモデルモルタルのトレーサ粒子の動きを側面からビデオカメラに収録する。画面中のトレーサ粒子の位置座標を0.1秒ごとに追跡し、3次元スプライン関数を用いて補間する。その補間データを時間で微分し、個々のトレーサ粒子の速度を求める。そして、その速度を同一時間内で平均し、重ね合わせて管内流速の経時変化とする。

3. 実験結果

3. 1 管内流速の経時変化

小型ポンプにおける可視化合流部の管内流速経時変化の結果の一例として $V_g/V_m=0.4$, シリーズ2の場合を図-4に示す。図-4は補流なし, 補流量レベルがB 5, C 5, E 5における合流部の流速の経時変化を示すものである。補流なしの場合は、つまり脈動流の再現であり、合流部の流速は一時的に逆流を起こし非連続的な流れとなる。また、補流量レベルB 5では補流量がまだ少なく脈動流は抑制されていない。逆に、補流量レベルE 5では補流量が過大になり、補流なしのときと逆の波形を持つ脈動流が生じる。しかし、補流量レベルC 5のときは、合流部において脈動流が抑制されれば定常流が形成される。

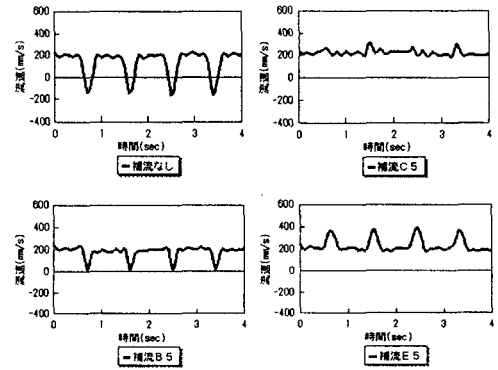


図-4 合流部の管内流速の経時変化 ($V_g/V_m=0.4$, シリーズ2)

3. 2 圧送量の変化による抑制効果

図-5にシリーズごとの抑制効果を示す、補流量と流速の変動係数の関係を示す。変動係数とはある一定区間の流速の標準偏差を同一区間の平均流速で除したものに100を乗じたものである。変動係数は、抑制効果が大きいほど小さい値になる。

振幅の小さいシリーズ1の脈動流は抑制される補流量が少なく、補流量レベルB 5で抑制効果が最も大きい。しかし、振幅の大きいシリーズ3においては抑制するための補流量レベルはシリーズ1に比べて増加しており、その範囲も補流量レベルD 0からE 5までと広い。また、シリーズ1, 2に比べて変動係数が小さく管内流速の平滑化が良好である。

すべてのシリーズにおいて粗骨材容積比が大きい方が、脈動流が最も抑制される補流量レベル付近での変動係数が大きい。これは、粗骨材容積比が大きくなるとモルタル相と粗骨材相がそれぞれ異なった流動をするため、管内流動の乱れが変動係数に現れたと考えられる。このことから、粗骨材容積比が小さい方がより1相系に近い流動を示すことが分かる。しかし、粗骨材容積比によって抑制時の補流量レベルは変化せず一定であり、抑制効果に及ぼす粗骨材容積比の影響は小さいと思われる。

4. 結論

振幅の異なった脈動流において、脈動流を抑制する補流量がそれぞれ存在し、その補流量のレベルが異なる。

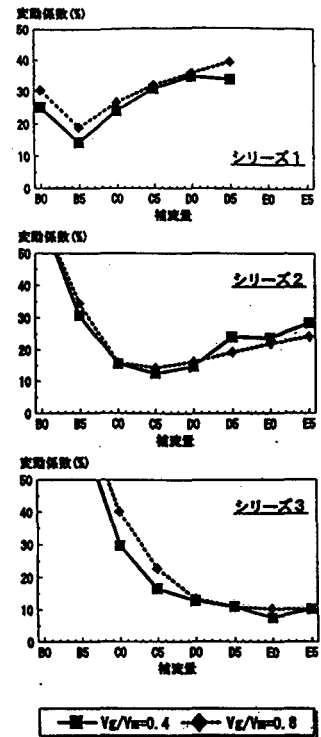


図-5 変動係数と補流量レベル

参考文献 1) 橋本親典他3名; ポンプ圧送時の管内脈動流に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol7, No1, pp. 551-556, 1995. 6