

# (V-16) 可視化手法を用いたコンクリートポンプの脈動抑制に関する研究

群馬大学工学部 学生会員 五十嵐 数馬  
 群馬大学大学院 学生会員 佐藤 良一  
 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

コンクリートを輸送する機械として、コンクリートポンプ（以下、ポンプ）は広く普及し、建築、土木の一般工事現場だけでなく、超高層ビル等などに広く使用されている。超高層ビルでポンプを使用すると圧送負荷が大きくなり、それに伴って脈動圧も高くなり大きな脈動を起こす原因となる。この脈動によりポンプに大きな振動や騒音が発生し、ブームが金属疲労により座屈破損を起こしたり、圧送後のコンクリートの品質が著しく低下する一要因となっている。現在使用されているポンプは、原理的に分類するとスクイズ式と、ピストン式に大別される。ピストン式の場合、2本の油圧シリンダ内のロッドを前後反対運動することによりコンクリートを輸送管に圧送させ、その際これと連動して吸入吐出弁が切り換わる。このときに管内圧が一時的に低下し、これが繰り返して生じるためにポンプに脈動が生じる。

本研究ではポンプの脈動抑制を目的とし、大きな脈動を生じるピストン式ポンプを取り上げ、ポンプにかかる負荷を低減させるために輸送管部分（以下、主流部）に新たに補流シリンダ（以下、補流部）を設置した。脈動が生じる瞬間に補流からコンクリートを圧送し、合流部での脈動を平滑化させる脈動抑制機構を提案し、モデルコンクリートによる可視化手法を適用し、合流部での流速の脈動抑制の可能性について実験的に検討する。

## 2. 実験概要

### 2.1 脈動抑制の機構

図-1に、今回提案した機構を用いて脈動を抑制する過程を模式的に示す。図(A)はポンプの脈動状態である。図(B)は、補流の速度変化である。合流部では、図(C)に示す様な定常状態となる。

### 2.2 実験装置および材料

実験に用いたモデルポンプを図-2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。管内の圧力は、コンプレッサーを使用して $1.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ で一定とした。主流部と補流部の流速の調整はそれぞれのピストンに取り付けられたバルブの開度を調整することにより行った。バルブの開度の設定を表-1に示す。A、C、Dバルブは一定にし、Bバルブを変化させることにより、合流部で定常にする。

モデルコンクリートはフレッシュ

表-1  
各バルブの基準開度

| バルブ名             | 開度<br>(全閉から)       |
|------------------|--------------------|
| 主流押し出し<br>(Aバルブ) | 720°               |
| 補流押し出し<br>(Bバルブ) | 0°・45°<br>90°・270° |
| 主流引き込み<br>(Cバルブ) | 360°               |
| 補流引き込み<br>(Dバルブ) | 180°               |

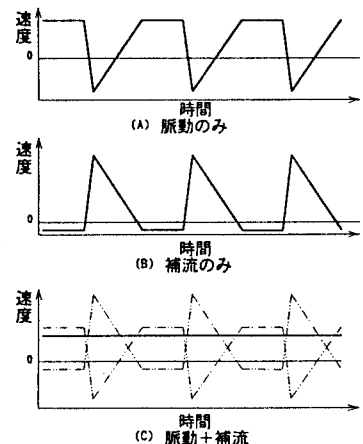


図-1 速度の経時変化から見た脈動抑制過程

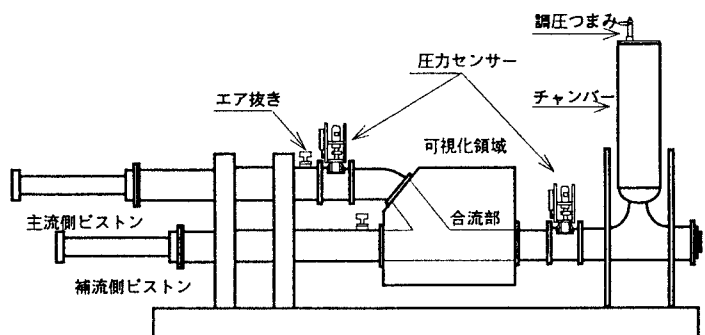


図-2 脈動可視化装置

コンクリートを、モルタル層と粗骨材粒子群からなる固液2相系にモデル化したものである。モルタルモデルには高吸収性高分子樹脂溶液（比重1.0）を、粗骨材モデルは人工軽量骨材（粒径5～10mm，比重1.66）を使用した。モルタルの着目トレーサー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は、モデルモルタルの粘性をP漏斗流下時間を200秒に制御し、モデルモルタルとモデル粗骨材の容積比（以下、 $V_g/V_m$ ）は、 $V_g/V_m=0.4$ とした。

## 2. 3 画像処理方法

### (1) 速度の経時変化

図-2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ー粒子の動きを側面からビデオカメラに収録する。画面中のトレーサー粒子の位置座標を0.1秒毎に追跡し、3次元スプライン関数を用いて補間する。そして、補間データを時間で微分することにより個々のトレーサー粒子の速度を求める。単位時間間隔内のある時刻での、着目する範囲の領域内に存在する速度ベクトルの平均を求め、重ね合わせて管内流速の経時変化を求める。

### (2) 圧力の経時変化

モデルポンプにとりつけた2ヶ所の圧力センサーにより0.1秒毎にデータを取得し、主流部と合流部の管内圧の経時変化を求める。

## 3. 実験結果および考察

この実験装置においてポンプの脈動を再現したときの、補流シリンダ(Bバルブ)による合流部の速度の経時変化を図-3に示す。図(1)は補流がないとき、すなわち脈動のみの場合である。図(2)は補流の押し出しがまだ弱く、主流部の速度が補流部より大きい場合である。図(4)は補流の押し出しが過多となり、図(2)とは逆に補流部の速度が主流部より大きくなった場合である。図(3)は主流と補流の速度がほぼ等しくなり一定の速度で管内を流動した場合である。したがって、主流がある一定の速度で脈動を生じているとき、合流部がほぼ定常な速度の流動状態となりうる補流が存在する。

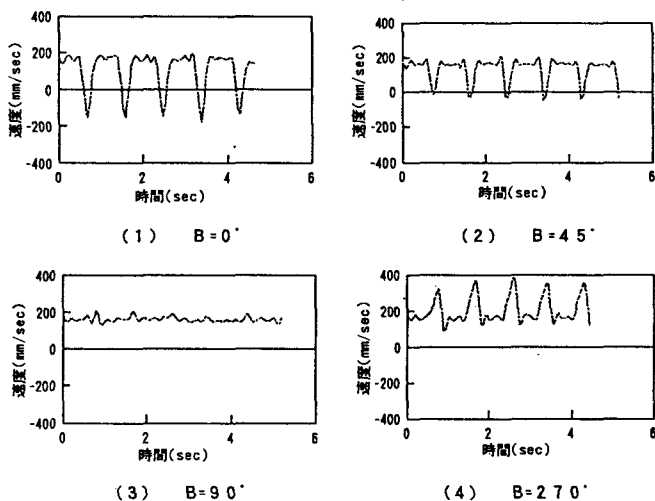


図-3 合流部の速度の経時変化

圧力の結果の一例として図(3)のときの主流部と合流部の経時変化を図-4に示す。主流部で速度の経時変化から見て脈動を生じているときには、圧力も脈動を示し、合流部で脈動が抑制されていると思われるときには、圧力の経時変化もほぼ定常に近づいた。

圧力が時間とともに上昇する傾向がみられるのは、図-2に示したモデルポンプのチャンバー部分の空気が1回の脈動動作で十分に抜けきれず、空気が蓄積されたためと思われる。

## 4. 結論

本実験範囲内において、ピストン式コンクリートポンプの脈動は、補流シリンダを取り付けることにより抑制可能であることが確認できた。

なお、本研究は平成5年度科学研究費補助金（試験研究(BX2)05555119、研究代表：橋本親典）の一部を受けて行った。

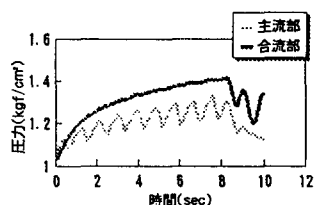


図-4 圧力の経時変化