

V-267 スクイズ式ポンプのチューブ内を流れるコンクリートの逆戻り現象に関する基礎的研究

群馬大学 正会員 橋本 親典
 群馬大学 学生員 平井 秀幸
 群馬大学 正会員 辻 幸和

1. まえがき

スクイズ式コンクリートポンプは、構造上の簡便さと小規模工事に適することから、都市の建設現場を中心に建築・土木の分野を問わず普及している。スクイズ式ポンプの構造上の問題点の一つとして、ポンピングチューブ（以後、チューブと称する）内のコンクリートの一部が吐出方向と逆に流動する現象、すなわち“逆戻り現象”が挙げられる。逆戻り現象は、ポンプの吐出効率やチューブの耐久性の低下のみならず、吐出後のコンクリートの材料分離を誘発させ、硬化コンクリートの耐久性に対しても悪影響を及ぼす。

図-1は、スクイズ式ポンプの圧送機構を示す。回転軸を中心に軸対称に取り付けられた2個のローラーがゴムパットにチューブを押し付けながら回転することにより、チューブ内のコンクリートが吐出側の輸送パイプへ絞り出される。チューブの復元力によって、コンクリートがホッパーからチューブ内へ吸入される。この吐出・吸入過程は、ローラーが1回転する間に2回行われる。逆戻り現象は、ローラーがチューブを潰している箇所に砂や砂利が噛み込むことにより、完全なシール面が形成できないために発生すると考えられている。

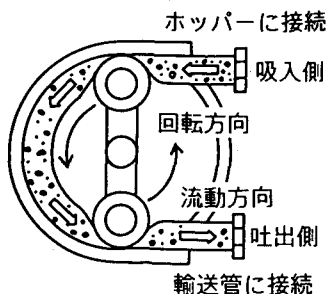


図-1 スクイズ式ポンプの圧送メカニズム

著者らはこれまでに、スクイズ式ポンプのチューブ内のコンクリートの流動性状をモデルモルタルを用いて可視化し、吐出側においてローラーがチューブから離れる瞬間に、コンクリートの逆戻り現象が発生することを確認した¹⁾。さらに、モデルモルタル内のトレーサ粒子群の挙動を画像解析することによって、逆戻り現象の定量的指標として、着目領域内のトレーサ粒子群の平均速度が有効であることを見出した¹⁾。

本研究は、スクイズ式ポンプの最適な設計条件の確立を目的として、ローラーとチューブに関する設計諸条件が“逆戻り現象”に及ぼす影響について検討する。

2. 実験概要

実験装置の概要を図-2に示す。実験装置は、実際のスクイズ式ポンプを用いチューブ内のモデルモルタルが循環する閉回路型とした。チューブには透明度の高いビニール製のものを採用した。使用材料は、モデルモルタルとして高吸水性高分子樹脂を水に添加して得られる粘性流体を用い、トレーサ粒子として発泡スチロール粒子を混入した。ローラーの回転速度は6rpmで一定とした。チューブ内の流動性状を観察するためのビデオ撮影箇所は、図-2に示す吐出側と吸入側の上部の2箇所である。

実験パラメータは、ローラー径、ローラーとチューブ間の潰し量およびチューブの曲げ角度である。ローラー径は、直径180mmの小径と直

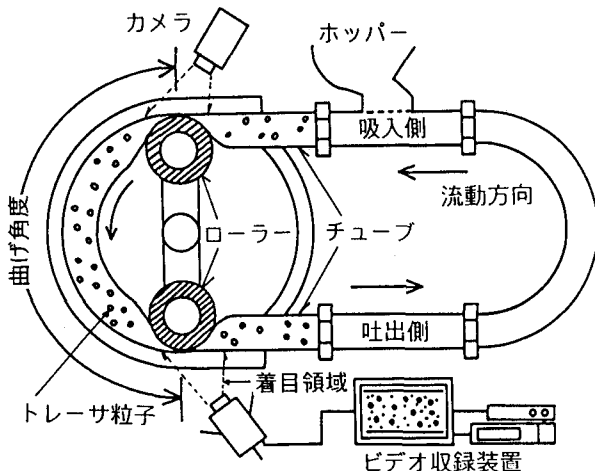


図-2 実験装置

径240mmの大径の2種類を用いた。ローラーとチューブ間の潰し量は、チューブに全く隙間がない状態を基準潰し量0mmとし、1mm隙間を設けた場合(潰し量-1mm)と隙間がない状態からさらに2mm潰した場合(潰し量2mm)の2種類とした。チューブの曲げ角度は、吐出と吸入が平行になる180度と吐出側のチューブを180度からさらに10度内側に曲げた190度の2種類とした。

各実験条件において得られたビデオ画像から、流動経過時間に伴うトレーサ粒子群の2次元座標位置を計測し、着目領域における速度ベクトル分布を求める。ローラーがチューブに接し始める時刻を計測開始時刻とし、計測時間は1.50sec間とした。なお、同一計測時刻において少なくとも5個以上のトレーサ粒子群の座標位置を取得することとした。

3. 実験結果および考察

設計諸条件が逆戻り現象に及ぼす影響を定量的に評価するために、着目領域内のトレーサ粒子群の速度ベクトル分布の特性値として、平均速度と標準偏差を採用した。速度ベクトルの平均速度は、各計測時刻におけるモデルモルタルの平均的な流動方向を意味し、標準偏差は流動の乱れの大きさを意味する。

図-3は、ローラー径をパラメータとして、経過時間に伴う平均速度および標準偏差の変化を示す。吐出側で、平均速度が負の値になり標準偏差が著しく大きくなるのは、逆戻り現象が発生しているためである。

吐出側では、ローラー径が大きい場合、負の平均速度は小さいが、標準偏差は逆に増加する。吸入側ではローラー径が大きい方が平均速度の低下が発生している。したがって、逆戻り現象の最大値を低減するには、ローラー径を大きくする方が良いが、逆戻り現象による乱れや吸入側の速度変化を考慮すると一概にローラー径を大きくすることは必ずしも流動性状の向上に有効であるとは言えない。

潰し量の影響について図-4に示す。吸入・吐出側ともに、潰し量による特性値の変化はあまり見られない。よって、潰し量に関する設計条件は流動性状に影響を及ぼさない。

曲げ角度の影響について図-5に示す。吐出側では、曲げ角度190度の方が負の平均速度が小さい。一方、標準偏差に関しては曲げ角度による違いはほとんどない。吸入側では、曲げ角度190度の方が平均速度の落込みが小さい。したがって、曲げ角度190度が流動性状に与える効果は、吐出・吸入側でともに良好である。

4. 結論

本実験の範囲内で、吸入側での平均速度の変動を低減させかつ吐出側での逆戻り現象を抑制させるために最も有効な設計パラメータとしては、チューブの曲げ角度であると考えられる。

〈謝辞〉本研究を実施するにあたり、ご協力を頂いた石川島播磨重工業(株)および石川島建機(株)の関係各位には心からお礼申し上げます。参考文献; 1) 橋本親典・平井秀幸・柱征宏・辻幸和: スクイズ式ポンプのチューブ内を流動するコンクリートの可視化に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14, No.1, 1992.6

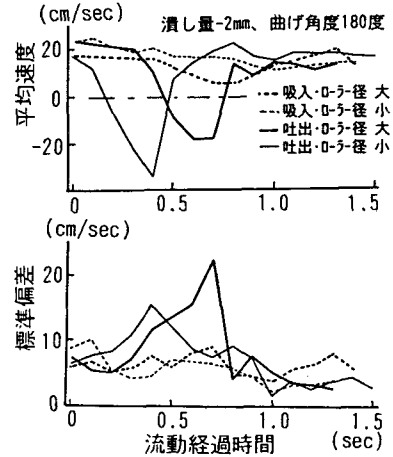


図-3 ローラー径の影響

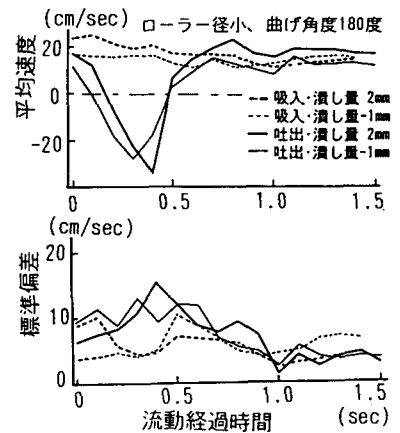


図-4 潰し量の影響

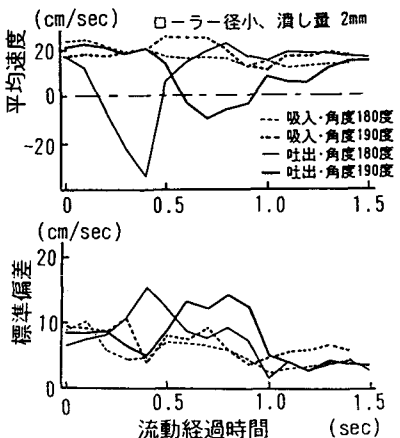


図-5 チューブの曲げ角度の影響