

(V-74) 可視化実験手法を用いた連続ミキサ内の流動機構に関する基礎的研究

群馬大学工学部 学生会員 橋本 淳
 群馬大学工学部 正 会 員 橋本 親典
 群馬大学大学院 学生会員 浦野 真次
 住友セメント(株) 正 会 員 内田 美生

1. はじめに

本研究は、連続ミキサ内でのフレッシュコンクリートの流動機構の定量化を目的として、従来ブラックボックスであったミキサ部の流動性状を観察可能とした可視化実験手法を用いて、ミキサ羽根の組合せがモデルコンクリートの流動性状に及ぼす影響について検討を行う。

2. 実験概要

図-1に1/3モデル連続ミキサを用いた可視化実験の概要を示す。実機ミキサ底部である厚さ15mmの硬質ゴム製の周壁部は、透明なアクリル樹脂製のパイプを用いて、ミキサ下部より内部を透視可能にしている。ミキサ羽根は鋼製で、同一断面に3枚の羽根を有するせん断用のパドル羽根と、送り用のスクリー羽根の2種類である。モデルコンクリートとして高吸水性高分子樹脂溶液(比重1.0)を用い、粘性は、Pロートによる流下時間で制御し200secとした。着目トレーサ粒子として発泡スチロール粒子(比重0.98)を適量混入した。本実験では、ミキサ内をコンクリートがどのように動いているかを定量化するため、フレッシュコンクリートの可視化モデルとして、最も簡単な1相系粘性流体を採用した。

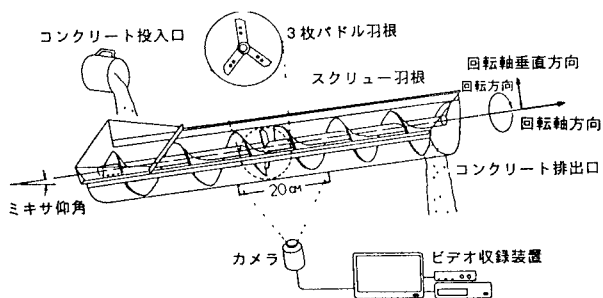


図-1 連続モデルミキサ実験装置

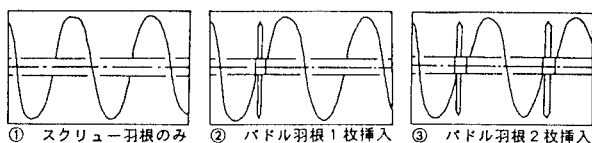


図-2 ミキサ羽根組合せ

主たる実験パラメータは、ミキサ羽根の組合せであり、その概要を図-2に示す。撮影領域は、①スクリー羽根のみ ②3枚パドル羽根を1箇所入れ、他はスクリー羽根 ③3枚パドル羽根を2箇所に入れ、他はスクリー羽根 が入るように調整した。ミキサ仰角は 10° で一定とした。領域外は、すべてスクリー羽根とした。

撮影箇所は、材料投入やコンクリート排出による流動の乱れが少ない、ミキサ部の中央20cmとした。画像処理方法は、領域内で220個以上とした任意のトレーサ粒子の単位時間当りの移動距離から、2次元平面内の速度ベクトル分布を求める。なお、各トレーサ粒子の計測時間間隔は0.25秒で一定とした。図-3に、トレーサ粒子群の速度ベクトル分布の1例として、②の実験条件での分布状況を示す。

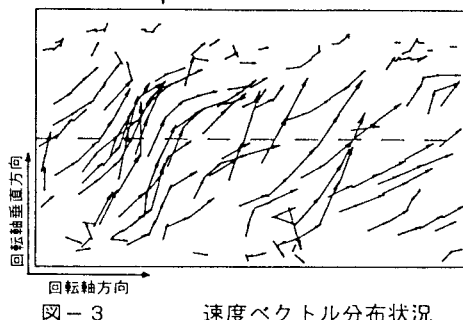


図-3 速度ベクトル分布状況

3. 実験結果および考察

3. 1 速度ベクトルの角度に関する分布状況

本実験で得られた、速度ベクトル分布状況図に基づき、発生角度における頻度分布を図-4に示す。横軸は回転軸方向であり、縦軸を回転軸の垂直方向を示す。また、軸方向を 0° 、垂直方向を 90° とし、角度は 15° ピッチで分割した。

スクリー羽根のみでは、 $15^\circ \sim 30^\circ$ 方向の間に頻度が最も多い。この流動方向は、スクリー羽根の羽根のほぼ法線方向と一致し、羽根の間で移動するコンクリートの流動方向を意味する。パドル羽根を1枚入れることにより、 $15^\circ \sim 30^\circ$ の頻度は減少し、 $60^\circ \sim 75^\circ$ の発生頻度が多くなっている。パドル羽根を2枚入れた場合、発生角度はさらに 90° 方向に増加し、 $45^\circ \sim 60^\circ$ でピークとなっている。

この理由としては、パドル羽根の枚数の増加に伴い、パドル羽根による垂直方向の流れが卓越し、スクリー羽根による連続的な軸方向の流れの影響が少なくなるためと考えられる。

3. 2 速度ベクトルの発生頻度分布状況

図-5は各実験条件において、発生した速度ベクトルの方向別の発生頻度分布状況をそれぞれ示す。

軸方向ベクトルでは、パドル羽根を挿入することにより、ピーク値は小さくなる。垂直方向ベクトルは、パドル羽根を2枚挿入した場合、様々な速度が発生し流れが不規則になり、速度ベクトルの大きいものが増加する傾向にある。パドル羽根を挿入すると、垂直方向に速度ベクトルが増加し、軸方向は減少する。しかし、全速度ベクトルではあまり変化がなく一定である。

したがって、パドル羽根挿入に伴い、発生する流れの全域の速度ベクトルの大きさは一定であるが、軸方向と垂直方向の速度ベクトルの配分が変化し軸方向が減少し、逆に垂直方向は増加する。そのため、角度が垂直方向に増加していく。

4. 結論

フレッシュコンクリートを1相系の粘性流体としてモデル化した可視化実験手法により、計測されたトレーサ粒子群の速度ベクトル分布を用いることによって、パドル挿入による不規則な流れの存在を確認し、定量化することができた。

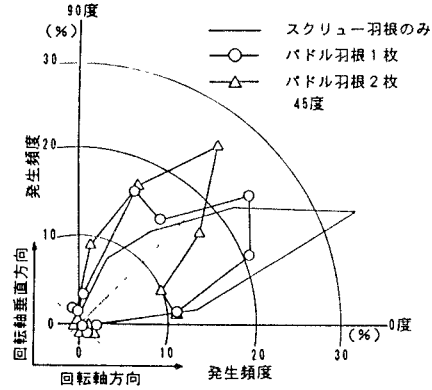


図-4 速度ベクトルの発生角度分布状況

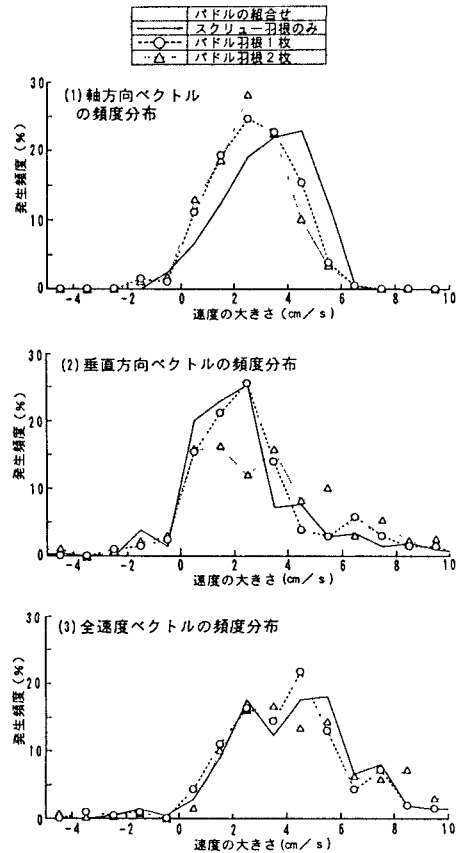


図-5 速度ベクトル発生頻度分布状況