

連続ミキサ内を流動するフレッシュコンクリートの練混ぜ過程の可視化

群馬大学 学生員 橋本 淳
 群馬大学 正会員 橋本 親典
 群馬大学 正会員 辻 幸和
 住友セメント 正会員 内田 美生

1. はじめに

連続ミキサ内におけるコンクリートの練混ぜ機構に関する研究の一手法として、これまでフレッシュコンクリートに1相系可視化モデルを用い、ミキサ内における流動性状の定量化を試みてきた¹⁾。そこで本研究では、フレッシュコンクリートを実際により近い固液2相系可視化モデルとし、連続ミキサ底部において、羽根の組合せがコンクリートの練混ぜ性状に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

図-1に、本実験に用いた1/3モデル連続ミキサの可視化実験の概要を示す。実機ミキサ底部である硬質ゴム製のモデルとして、ミキサ下部より透視可能で、かつ羽根と周壁間の骨材の噛み込みを抑止するため、弾力性のあるビニールシートを用いた。ミキサ羽根は着脱可能な鋼製で、送り用のスクリー羽根と、同一断面に3枚の羽根を有するせん断用のパドル羽根の2種類である。本実験では、フレッシュコンクリートの可視化モデルとして、モルタル相と粗骨材粒子群からなる固液2相系流体を用いた。モルタル相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。粗骨材粒子群は、ミキサ回転時における骨材の噛み込みを抑止するため、表面が滑らかなガラス球（粒径12.5mm, 比重2.5）によりモデル化する。モルタルと粗骨材の容積比は、0.8で一定とする。ミキサ内でのモデルコンクリートの流動機構を定量化するため、着目トレーサ粒子として発泡スチロール粒子（粒径2mm, 比重0.98）を適量混入し、モデルモルタルの流動を目視観察可能とした。

主たる実験パラメータは、撮影領域内におけるミキサ羽根の組合せであり、その概要を図-2に示す。①スクリー羽根のみ ②3枚パドル羽根を1箇所入れる ③3枚パドル羽根を2箇所に入れる の3条件で実験をおこなう。ただし、撮影領域外は、すべてスクリー羽根とした。ミキサ仰角は10度、回転数は60rpmで一定とした。

撮影箇所は、ミキサ部の中央20cmとし、材料投入やコンクリート排出等の影響が少ない領域とした。画像処理方法は、領域内で200個以上とした任意のトレーサ粒子における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。

撮影箇所は、ミキサ部の中央20cmとし、材料投入やコンクリート排出等の影響が少ない領域とした。画像処理方法は、領域内で200個以上とした任意のトレーサ粒子における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。

3. 実験結果

3.1 速度ベクトル分布状況

図-3に、着目トレーサ粒子群の速度ベクトル分布状況を、ミキサ羽根の組合せが①・②・③の場合につ

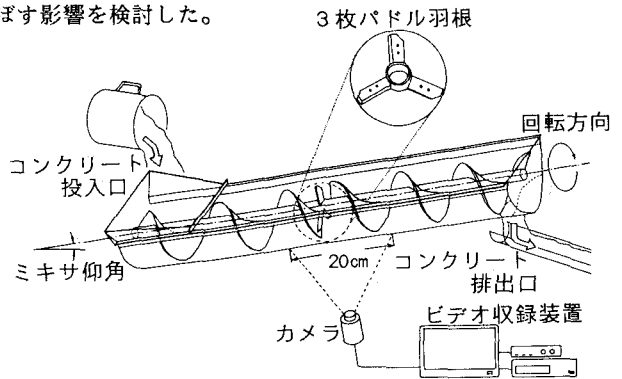


図-1 モデル連続ミキサ実験装置

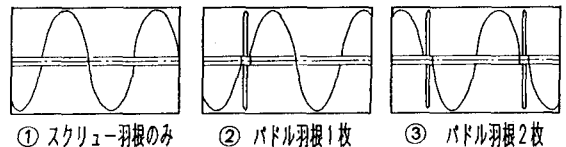
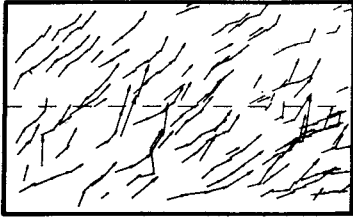


図-2 撮影領域内のミキサ羽根組合せ

いて示す。スクリー羽根の場合、斜めの一様な流動が発生するのにに対し、パドル羽根挿入位置付近においては、パドル羽根の回転にともないモデルモルタルが直接巻き上げられるため、回転軸に対し垂直方向への流動が発生する。



① スクリュー羽根のみ



② パドル羽根1枚挿入



③ パドル羽根2枚挿入

図-3 速度ベクトル分布状況

4. 考察

4.1 速度ベクトルの角度に関する頻度分布状況

本実験で得た速度ベクトル分布状況図に基づき、各々の羽根の組合せにおける発生角度の頻度分布について、図-4に示す。回転軸方向を0度、回転軸の垂直方向を90度とし、角度を15度ピッチで分割した。

スクリー羽根のみでは、40度付近に最大値が存在し、一定の角度に集中する。パドル羽根挿入にともない最大値が50度付近へ移行する。さらにパドル羽根2枚の場合では、最大値は90度方向に大きく移行し、かつ最大値の角度幅が増加する。すなわち、パドル羽根の挿入、増加にともない、流動方向がより回転軸垂直方向に変化し、なおかつ、その発生する角度が一定角度に集中せず大きく変動する。この変動はコンクリートの練混ぜに効果的であると思われる。

4.2 速度ベクトルの速度に関する頻度分布状況

各実験条件において、発生した速度ベクトルにおける2 (cm/sec) ピッチで分割した速度別の頻度分布図を図-5に示す。

スクリー羽根のみの場合、発生頻度の最大値が大きく、速度がほぼ2~5 (cm/sec)に集中する。パドル羽根の挿入にともない発生頻度の最大値は著しく減少し、その結果様々な速度が発生し速度分布にばらつきを生じる。パドル羽根2枚の場合、さらに速度分布のばらつきの度合いが大きくなる。この速度分布のばらつきは、速度の乱れの発生と考えられる。

5. 結論

図2 2相系モデルによる可視化実験を、連続ミキサ内のコンクリートの練混ぜ性状に適用した結果、練混ぜ性能と関係が深いモルタル相の不規則な流動の存在を確認し、トレーサ粒子群の速度ベクトルの角度のばらつきと速度の乱れによって定量化が可能となった。

また、この不規則な流動はパドル羽根挿入によって、より顕著となる。

参考文献 1) 浦野真次ほか：連続ミキサ内におけるフレッシュコンクリートの練混ぜ過程の可視化、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 15, 1993. 6 (投稿中)

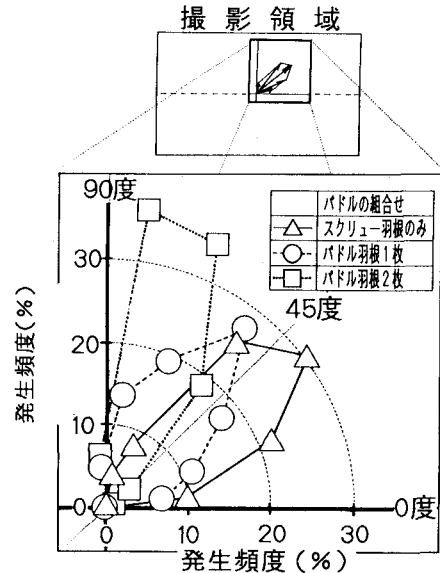


図-4 速度ベクトルの角度頻度分布状況

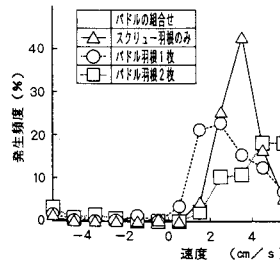


図-5 速度ベクトルの速度頻度分布状況