

可視化手法を用いた2軸強制練りミキサの練り工程に関する基礎的研究

群馬大学 学生員 島崎 篤
 群馬大学 正会員 橋本 親典
 群馬大学 正会員 辻 幸和

1. はじめに

コンクリートミキサの練混ぜ工程は、練混ぜ初期段階において分離状態のコンクリート材料を混合する“混ぜ工程”と、その後さらに細部までコンクリート材料を均一にするための“練り工程”がある。1)

著者らは、可視化実験手法を用いて2軸強制練りミキサ内の流動機構に関する定量的評価方法の一手法を提案した。2)

本研究では、2軸強制練りミキサの“練り工程”におけるコンクリート流動性状の定量化を試み、定量的評価方法の一手法の確立を目的とする。

2. 実験概要

図-1に実験装置の概要を示す。モデル2軸強制練りミキサは、容量50リットルであり、公称 1.5m^3 の実機ミキサの約 $1/3$ である。ミキサ容器部とパドルは、内部透視が可能な透明アクリル樹脂製である。モデルフレッシュコンクリートは、モルタル相と粗骨材相からなる2相系粘性流体とし、モデルモルタルとして高吸水性高分子樹脂水溶液を用いた。モデルモルタルの粘性はPルートによるフロー試験で200秒程度とし、粗骨材モデルとしてガラス球（粒径 12.5mm ，比重 2.50 ）を用いた。撮影箇所はモデルミキサ下方からの低層部とし、シャフト回転速度は 30rpm で一定とした。図-2に実験概要を示す。モデルモルタルとモデル粗骨材を完全混合状態でモデルミキサ内に投入し、着目粗骨材モデル（以降、トレーサ粒子と称する。）として発泡スチロール粒子（粒径 15mm ）を1000個、自由表面部のある所定の位置に練混ぜ開始直後に投入した。計測時間は、トレーサ粒子投入時刻を起点とし60秒以上とした。

本実験における主たる実験パラメータであるパドル配列角度は、 45° と 90° の2種類とし、モルタルと粗骨材の容積比（以降 V_g/V_m と称する。）は、 0.3 と 0.6 の2種類とした。パドル数はそれぞれのシャフトに7枚で同数とした。

画像処理方法は、収録画像内に出現するトレーサ粒子のすべての座標位置を計測時間30秒までは1秒間隔で、30秒後は5秒間隔で取得した。また、計測画面中心位置を原点とした。



図-3 トレーサ粒子群の出現状況の一例

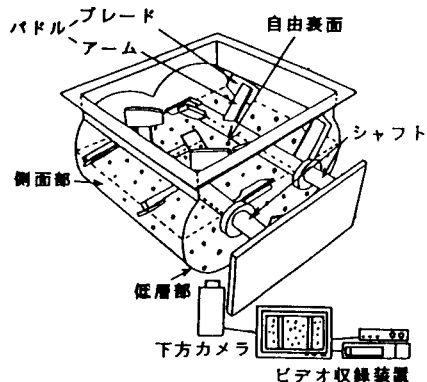


図-1 実験装置概要図

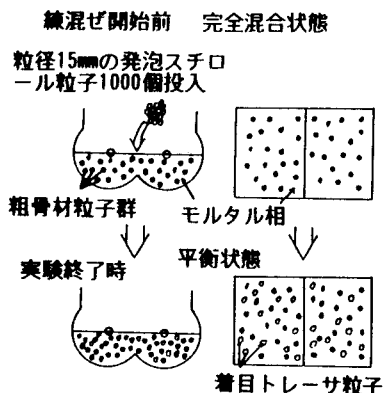


図-2 実験概要図

パドル配列 45°
 $V_g/V_m: 0.6$

3. 実験結果及び考察

図-3に実際に計測画面内において取得したトレーサ粒子分布の一例を示す。トレーサ粒子群は、計測画面右側領域から出現し、その後左側領域外側より出現する。また、練混ぜ時間の経過に伴いトレーサ粒子はミキサ全体に分散し、ある時刻で平衡状態に至る。平衡状態におけるトレーサ粒子の出現個数は、100個程度であり出現状況や最終出現個数は、パドル配列角度や V_g/V_m に関係なくほぼ同様な傾向を示す。

図-4に計測画面内に出現したそれぞれのトレーサ粒子の原点からの距離の平均値と練混ぜ時間との関係を示す。図中の“理想値”とは、乱数を発生させ、計測画面と同寸法の仮想画面内に乱数を用いて1回のシミュレーションに対して100個、トレーサ粒子に相当する点をプロットした。このシミュレーションを200回試行し実際の実験と同様にトレーサ粒子の原点からの距離の平均値を求めた。なお、図-6中の理想値も同様な方法により求めた。パドル配列角度45度において V_g/V_m が0.6の場合、0.3と比較して大きな値に収束する。この差は、目視観察による平衡状態到達時間(約20秒)を経過しても同様な差を有している。また、パドル配列角度90度においても同様の傾向が得られる。これより、パドル配列角度や V_g/V_m の違いにより固有の収束値を持つと推測される。

図-5に示ように16分割した画面要素分割図の個々の要素に出現するトレーサ粒子の個数を計測時刻毎に求めその変動係数と練混ぜ時間の関係を図-6に示す。この指標は、計測画面内のトレーサ粒子の分散の程度を示すもので、トレーサ粒子がすべての要素において同数であれば0の値となる。パドル配列角度45度の場合、90度と比較して収束状態に達する時間が短く、早くトレーサ粒子の拡散が平衡状態に達する。このことから、練り工程におけるミキサ性能には、ミキサ全体を流動する循環流動が重要であると考えられる。また、 V_g/V_m の関係については0.6の方が0.3に比べ平衡状態に達する時間が短い。これは、粗骨材濃度が大きいと粒子間の接触確率が増加し、パドル回転による攪拌エネルギーが効率よく粗骨材粒子間で伝達されるためである。

4. 結論

1) 2軸強制練りミキサの練り工程におけるコンクリートの練り性状を定量化することができ、定量的評価方法の1手法を提案できた。

2) 初期練混ぜ終了後の練り工程においては、ミキサ全体を流動する循環流動がミキサ性能に大きく寄与する。

参考文献：1) 魚本健人ほか：配合設計とミキサ消費電力量がコンクリートの品質に及ぼす影響、土木学会論文集、No. 442/V-16, pp. 109-118, 1992. 2

2) 橋本親典ほか：2軸強制練りミキサ内のコンクリートの流動機構に関する基礎的研究、第19回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集、pp. 29-34, 1992. 10

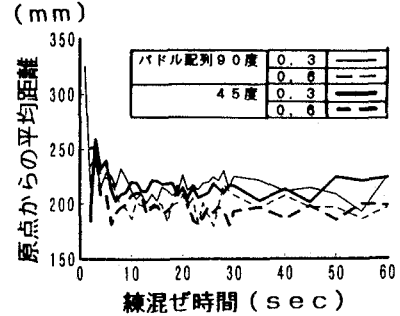


図-4 原点からの距離の経時変化

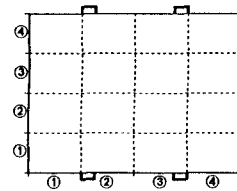


図-5 計測画面要素分割図

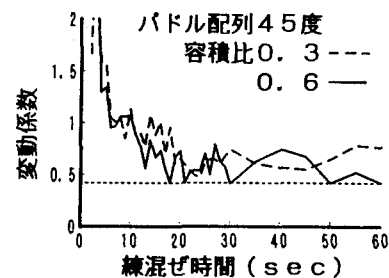
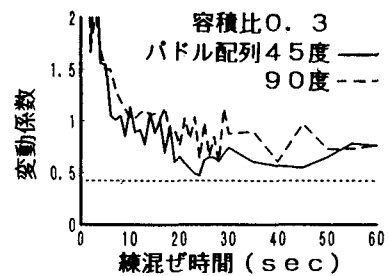


図-6 練混ぜ時間と変動係数の関係