

V-65

積載量およびシャフト回転速度が2軸強制練りミキサのかくはん性能に与える影響

三 井 建 設 正 会 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
 群 馬 大 学 正 会 員 杉 山 隆 文

1. はじめに

著者らはこれまでに可視化手法を用いて、2軸強制練りミキサ内のコンクリートの流動機構の定量化を試み、2本のシャフトによるらせん流動がミキサ中央で接触する“局部交錯流動”と、逆方向に進行するらせん流動が相互に繰り返すことにより形成される“全体循環流動”の存在を解明した。¹⁾

一般に、ミキサ容量より過剰なコンクリートを練混ぜる場合、シャフト回転速度を増大させるなどの対応しなければ良質なコンクリートを製造することは困難であると経験的に言われている。本研究では、可視化実験手法を用い、コンクリート積載量、およびシャフト回転速度の違いが練混ぜ性能に与える影響について実験的に検討する。

2. 実験概要

図-1に実験装置概要を示す。モデル2軸強制ミキサは容量50リットルであり、公称 1.5m^3 の実機ミキサの1/3モデルである。ミキサ容器部は透明アクリル樹脂製であり、ミキサ容器を固定している架台とモーター部に遮られている部分以外は内部透視可能である。モデルコンクリートはモルタル相と粗骨材相からなる固液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(比重1.0)を、モデル粗骨材として単一粒径のガラス球(粒径 12.5mm 、比重2.50)を用いた。粗骨材の挙動を追跡する着目トレーサ粒子(以降、トレーサ粒子と称する)として粒径 15mm の発泡スチロール粒子を用いた。モデルモルタルの粘性はP漏斗によるフロー試験で200秒程度になるモデルモルタルを用いた。

主たる実験パラメータは、モルタル容積に対する粗骨材容積比(以降、 V_g/V_m と称す)は0.3とし、パドル配列角度は 90° (図-2)、ブレード取付角度は 45° (図-3)、コンクリート積載量は30リットル、50リットル、75リットルの3種類、シャフト回転数は10rpm、30rpm、50rpmの3種類の計9種類とした。

以下に示す方法で実験を行った。

モデルコンクリートを十分に混合し、モデルミキサ内に投入する。練混ぜ開始直後トレーサ粒子をモデルコンクリート自由表面の所定の位置に投入する。トレーサ粒子投入時を計測時間の起点とし、ミキサ底層部に出現するトレーサ粒子の状況をビデオ収録した。収録画像をコンピュータのグラフィック画面内の取り込みトレーサ粒子個数を取得した。また、トレーサ粒子の挙動をシャフト1/8回転毎に速度ベクトルとして取得し、ミキサ底層部の流動速度および流動方向を定量化した。データ数は、シャフト1/8回転毎に200個以上、計1600個以上とした。

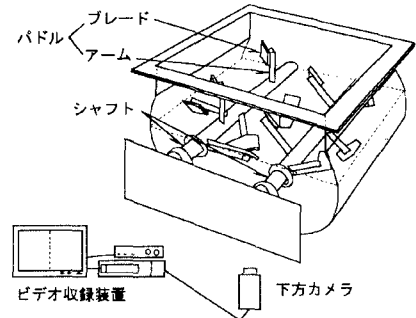


図-1 実験概要図

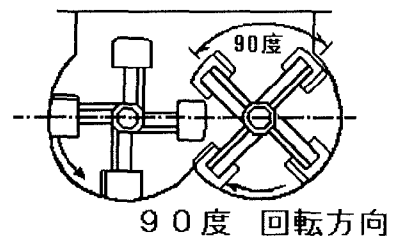


図-2 パドル配列角度

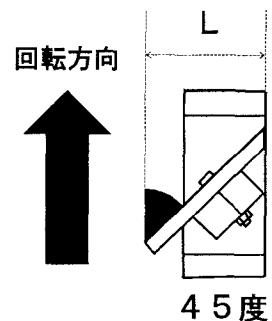


図-3 ブレード取付け角度

3. 実験結果および考察

図-4にシャフト一回転に発生した全速度ベクトルの絶対値（速度）の平均値を示す。積載量一定としシャフト回転速度を変化させた場合、シャフト回転数の上昇に伴いミキサ内部の粗骨材粒子の運動も活発になる。しかし回転数とトレーサ粒子速度は比例関係で上昇しておらず、シャフト回転数に対するトレーサ粒子平均速度の上昇率を考慮した場合30rpmが最も効率的と考えられる。

積載量を変化させた場合、積載量の増加に伴い平均速度は増加する。ミキサ容量は50リットルであり過剰な積載量で練混ぜることは一見練混ぜ効率が上がるように思われる。しかし、図-5に示す速度ベクトルの方向別発生頻度では卓越した流動方向に明らかな違いが存在する。図-5は、シャフト垂直方向を0度とし、90-270度方向の分布は、ミキサ内における全体循環流動を意味し、0-180度方向の分布は局部交錯流動を意味する。積載量一定とし、シャフト回転数を変化させた場合（図-5（a））、流動方向には有意な差は見られない。すなわち、局部交錯流動と全体循環流動の発生比率は一定である。しかし回転数を一定とし、積載量を変化させた場合（図-5（b））、25リットルと50リットルにおいて流動方向に差は見られないが、75リットルでは0-180度方向の流動が非常に卓越している。これは積載量75リットルでは他の積載量とは異なり局部交錯流動の卓越性が大きく全体循環流動の存在が非常に少ないことを意味する。すなわち、過剰な積載量を練混ぜると流動機構が大きく変化し、巨視的な練混ぜが活発に行われなくなる。

計測画面内に出現したトレーサ粒子数の系時変化を図-6に示す。いずれの積載量においてもトレーサ粒子は1000個で一定であるためその比率からミキサ底層部に出現するべきトレーサ粒子数を算出できる。これを理論出現個数と称す。積載量25リットルおよび50リットルでは理論出現個数に一致した数値に収束しており、ミキサ内部全体にトレーサ粒子が分散している。一方、積載量75リットルでは理論出現個数に比べ過剰な出現率である。すなわち積載量75リットルでは、図-7に示すように自由表面に投入されたトレーサ粒子は、シャフト付近まで流入せず局部交錯流動に乗りミキサ内壁部を流動しているにすぎない。

本研究の範囲内で以下のことが明らかになった。

ミキサ容量に対して過剰なコンクリートの練混ぜはミキサ内の流動機構を大きく変させる。また、シャフト回転速度を上昇させることはミキサ内の粗骨材粒子の挙動を活発にする。しかし、単にシャフト回転数を上昇させても効率的な練混ぜとはいえない。

参考文献

- 1) 橋本 義典ほか：2軸強制練りミキサ内のコンクリートの練混ぜ機構の可視化、コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 15, No. 1, pp. 1037-1042, 1993. 6

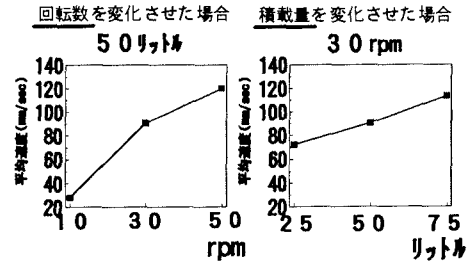


図-4 ミキサ内のトレーサ粒子の平均速度

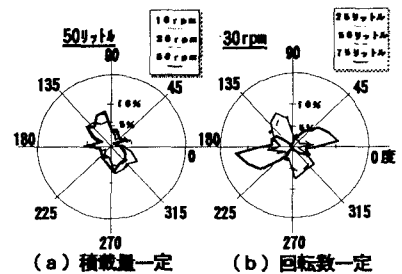


図-5 速度ベクトルの方向別発生頻度

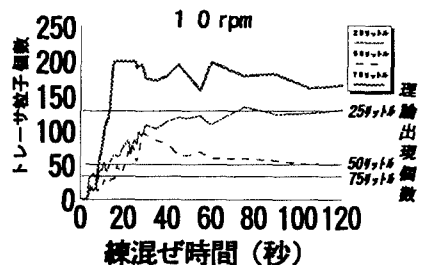


図-6 トレーサ粒子個数の経時変化

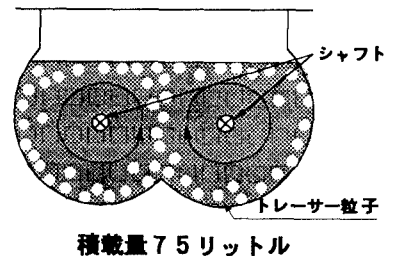


図-7 過積載時の流動模式図