

(V-22) ブレードの取付角度が2軸強制練りミキサの練混ぜ性能に与える影響

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 島崎 篤
 群馬大学工学部 滝口喜英
 群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和

1. はじめに

コンクリートは、セメント、砂、砂利など数 μ ～数cmという広範囲な粒径分布を有する粒子群である固体相と水である液相から構成された複合材料である。

固液2相系材料であるコンクリートの練混ぜは、セメント粒子と水の水和反応に必要な固液界面接触を円滑に行うための“微視的な練混ぜ”と砂や砂利などの粒子群を均一に混合しその粒子空隙間にセメントペーストを密実に充填させる“巨視的な練混ぜ”が要求される。

著者らはこれまでに、2軸強制練りミキサ内におけるコンクリートの流動状況の可視化を行い、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”の存在を明らかにした¹⁾ (図-1参照)。さらに、1本当りのパドルが同数という条件下でパドル配列角度の違いに着目し、局部交錯流動と全体循環流動が練混ぜに与える影響について実験的に検討した。その結果、モデル実験の範囲ではあるが、微視的な練混ぜは局部交錯流動によって活発に行われ、巨視的な練混ぜは全体循環流動によって促進されるという知見を得た²⁾。

本研究は、2軸強制ミキサの練混ぜ効率を図るための設計要因を検討することを目的とし、パドル先端部のブレード形状に着目し、ブレード取付角度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

実験に用いたモデルミキサの容量は50リットルであり、公称1.5m³の実機ミキサの1/3モデルである。図-2に実験装置の概要を示す。ミキサ容器部は内部透視が可能な透明アクリル樹脂製である。パドルはブレードとアームから構成され、シャフトとアームの取付角度（以後、パドル配列角度と称す）とアームとブレードの取付角度（以後、ブレード取付角度と称す）を変更することができる。モデルコンクリートはモデルモルタルと粗骨材粒子群からなる固液2相系材料とし、モデルモルタルには高吸水性高分子樹脂水溶液をモデル骨材には粒径12.5mm、比重2.50の単一粒径のガラス球を用いた。モデルモルタルの粘性はPロートによるフロー試験で200秒で一定とした。

主たる実験パラメータとしては、モルタル容積に対する粗骨材容積比（以後、 V_g/V_m と称する）が0.3, 0.6の2種類、パドル配列角度

が図-3に示す45度、90度の2種類、ブレード取付角度が図-4に示す30度、45度および60度の3種類である。

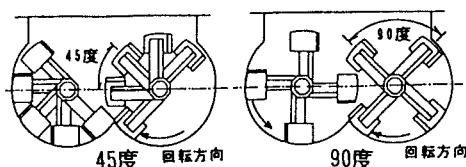


図-3 パドル配列角度

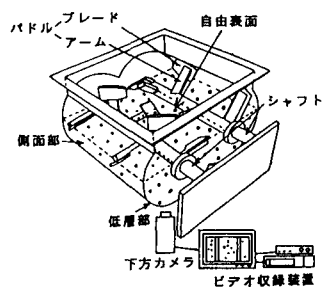


図-2 実験装置の概要

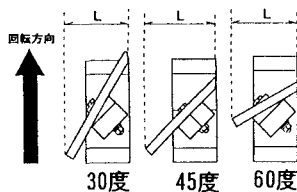


図-4 ブレード取付角度

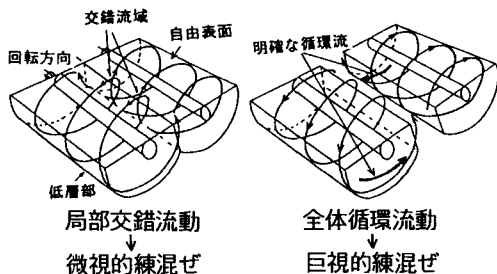


図-1 2軸強制練りミキサ内の流動機構

ブレード幅は一定とし、ブレード長さは2本のシャフト間でブレードが接触しないようにし 図-4 に示すように、シャフト回転方向に対する正射影長さが各ブレード取付角度とも同じ長さとした。そのため、ブレード面積比はブレード取付角度60度の場合を基準にすると、45度の場合1.41倍、30度の場合1.73倍となる。

実験方法は、以下の手順で行った。モデルモルタルとモデル骨材を完全混合状態でモデルミキサ内に静かに投入する。モデル骨材のトレーサ粒子として $\phi 15\text{mm}$ の発泡スチロール粒子1000個を、自由表面の所定の位置からミキサ回転直後に投入する。計測箇所はミキサ低層部全面であり、自由表面から投入した着目トレーサ粒子群がパドルの回転によって練混ぜられ低層部に出現する状況を撮影する。計測時間はトレーサ粒子投入時刻を起点として60秒以上とし、パドルの回転速度は30rpmで一定とする。

練混ぜ性能の評価としては、計測画面内の中心を原点と設定し、各計測時刻での個々のトレーサ粒子と原点との距離を平均した平均距離および取得したトレーサ粒子群の重心位置と原点からの距離を用いる。

3. 実験結果および考察

トレーサ粒子個々の座標位置と原点間距離から求めた平均値の時系列変化の一例を図-5 に示す。 V_g/V_m 、パドル配列角度およびブレード取付角度に関係なく、練混ぜ時間に伴いある固有の値に収束する。乱数発生によるシミュレーション実験（以後、仮想実験と称する）では固有値は180mm程度であり、実験値は仮想実験の値²⁾より少し大きい。ブレード取付角度30度の場合、最も実験値と仮想実験値の差が小さく、収束値までに達する練混ぜ時間が最も短く、練混ぜ性能が良好である。本研究では図-4 に示すように取付角度が小さいブレード程、ブレード面積が大きくパドルがコンクリートへ伝達させる練混ぜエネルギーが大きいためであると予想される。

トレーサ粒子群の重心位置と原点との距離の時系列変化の一例を図-6 に示す。トレーサ粒子群がミキサ低層部全体に均一に分散した状態では、トレーサ粒子群の重心位置は原点に接近すると考えられ、仮想実験でも確認されている²⁾。パドル配列角度90度では、ブレード取付角度60度において重心距離が零に到達するまでの時間が最も長く、45度と30度では有意な差は見られない。一方、パドル配列角度45度では、ブレード取付角度が小さくなる程、短時間で重心距離が零に到達し、練混ぜ性能が良好である。

既往の研究成果²⁾ から、パドル配列角度45度の方が90度と比較して全体循環流動が卓越することが明らかである。したがって、ブレード取付角度を小さくすることは全体循環流動をより活発にさせる効果があり、巨視的な練混ぜの効率化を図ることを可能にする設計要因であると予想される。

参考文献

- 1) 橋本親典ほか：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
- 2) 橋本親典ほか：フレッシュコンクリートの固液2相系モデルによる2軸強制練りミキサの練混ぜ機構の定量化に関する基礎的研究、超流動コンクリートに関するシンポジウム論文報告集, pp.39-46, 1993.5

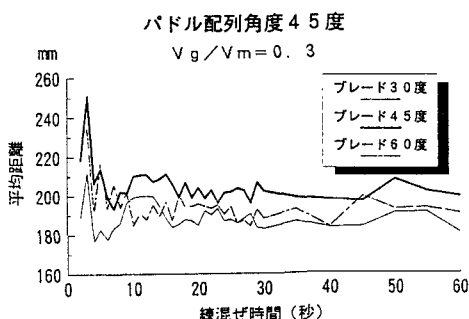


図-5 各トレーサ粒子と原点間距離の平均値の時系列変化の一例

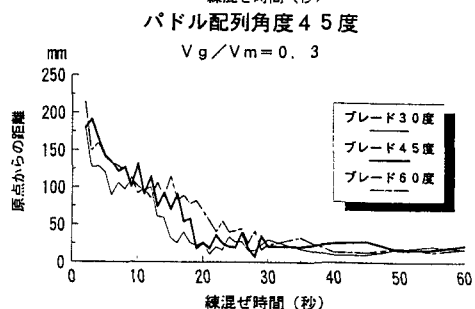
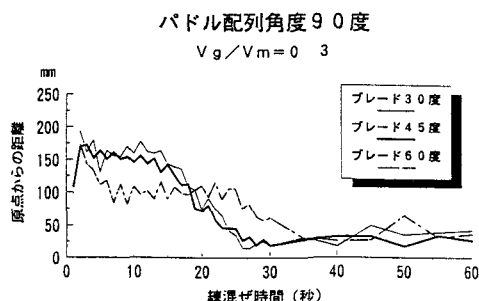


図-6 トレーサ粒子群の重心位置と原点との距離の時系列変化