

(V-15) ブレード取付角度が2軸強制練りミキサの循環流動に与える影響

群馬大学工学部 正会員 橋本 親典
 群馬大学大学院 学生員 島崎 篤
 群馬大学工学部 篠田 剛史
 群馬大学工学部 正会員 辻 幸和

1. はじめに

2軸強制練りミキサでは、ブレードとアームから構成されるパドルをらせん状に複数枚取り付け付けたシャフト2本が並行に位置し、逆方向に回転する2つの“らせん流動”によって形成される2種類の流動形態によって、コンクリートが練混ぜられる。すなわち、図-1に示す“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”が相互に繰返すことにより形成される“全体循環流動”である。

著者らはこれまでに、シャフト形状の重要な設計要因であるパドル配列角度とブレード取付角度が流動形態や練混ぜ性能に及ぼす影響について検討してきた¹⁾。その結果、ミキサ内の流動形態が全体循環流動に卓越することによって、粗骨材粒子群を均一に混合し粒子空隙間にモルタル相を密実に充填させる「巨視的な練混ぜ」性能を向上させるための最適なシャフト形状の存在を明らかにした¹⁾。

本研究では、2軸強制練りミキサのさらなる高性能化を目的とし、2種類のブレード取付角度を混在させることにより従来の全体循環流動を小規模の循環流動に変化させ、この“複数小規模循環流動”がミキサの練混ぜ性能に与える影響について、フレッシュコンクリートの可視化実験手法を用いて検討する。

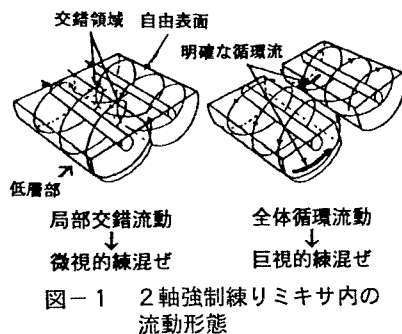


図-1 2軸強制練りミキサ内の流動形態

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。可視化モデルコンクリートはモルタル相と粗骨材粒子群からなる固液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、粗骨材粒子群として単一粒径のガラス球（粒径12.5mm, 比重2.50）を用いた。モデルモルタルの粘性はP漏斗による流下時間で制御し200秒で一定とした。モデルコンクリートの配合の指標である、モルタル容積に対する粗骨材容積の比は0.3で一定とした。

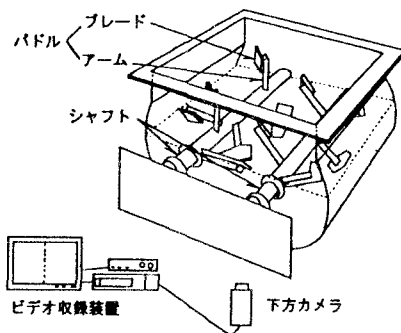


図-2 実験装置の概要

実験パラメータとしては、パドル配列角度が45度と90度の2種類、ブレード取付角度が45度と60度単一のものと、45度と60度を混合したものの3種類である。パドル数は、パドル配列角度に関係なく2本のシャフトに各々7枚ずつで同数である。ブレードの幅と実面積を同一としたため、正射影長さはブレード取付角度60度の方が長い。図-3にパドル配列角度を示し、図-4にブレード取付角度を示す。

ブレード取付角度45度と60度が混在しているものは、シャフト両端部に45度のブレードを、中心部に60度のブレードを配置したものである。この配置方法は、従来の全体循環流動をミキサを2分割した小規模な循環流動に変化させ、2本のシャフト間相互の押出し流れを活発にさせることを意図したものである。すな

わち、従来のミキサ全体を1周する大規模な循環流動と局部的な交錯流動を同時に発生させることを目的としたシャフト形状である。

実験方法は、以下の手順で行った。モデルモルタルと粗骨材粒子群を完全混合状態でモデルミキサ内に静かに投入する。粗骨材粒子群のトレーサ粒子として直径15mm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。計測画面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0秒として60秒以上とする。パドルの回転速度は30rpmで一定とする。

練混ぜ性能の評価は、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群の重心位置と原点からの距離を用いる。画面全体にトレーサ粒子が出現するに伴い、重心距離は零に漸近する。

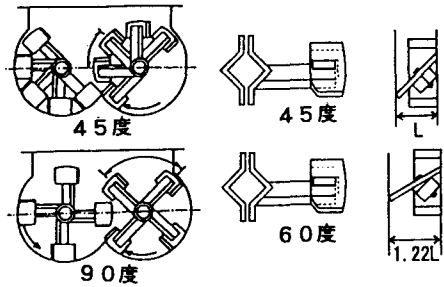


図-3 パドル配列角度

図-4 ブレード取付角度

3. 実験結果および考察

トレーサ粒子群の重心距離の時系列変化を、ブレード取付角度別に図-5に示す。ブレード取付角度に関係なく、パドル配列角度90度よりも45度の方が、重心距離が零に漸近する時間が短い。しかし、ブレード取付角度を混在させた場合においては、従来の単一のブレード取付角度と異なり、パドル配列角度90度と45度による差が小さく、パドル配列角度の違いによる練混ぜ性能の差が顕著でない。ブレード取付角度を混在させて意図的に、ミキサ内のコンクリートの流動形態を複数小規模循環流動に変化させたためと考えられる。

コンクリートの練混ぜには、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」と上述した「巨視的な練混ぜ」が必要と考えられる。2種類の流動形態のうち、局部交錯流動は「微視的な練混ぜ」に、全体循環流動は「巨視的な練混ぜ」に貢献すると考えられる¹⁾。既往の研究成果から、単一ブレード取付角度では、パドル配列角度90度では局部交錯流動が卓越し、45度では全体循環流動が卓越することが明らかになっている。

本実験で得られたトレーサ粒子群の重心距離の時系列変化は、粗骨材粒子群の分散性に着目しており、「巨視的な練混ぜ」性能を評価する指標である。したがって、単一ブレード取付角度の場合、パドル配列角度45度の方が本指標が良好な結果になるのは当然である。しかし、ブレード取付角度を混在させた場合、パドル配列角度90度の重心距離の時系列変化は45度の時系列変化とほぼ一致しており、局部交錯流動が卓越しているにも関わらず、循環流動による粗骨材粒子群の分散性も良好である。すなわち、「微視的な練混ぜ」と「巨視的な練混ぜ」という相反する練混ぜが活発に行われるような高性能な2軸強制練りミキサ内のコンクリートの流動形態には、「複数小規模循環流動」が必要であると予想される。

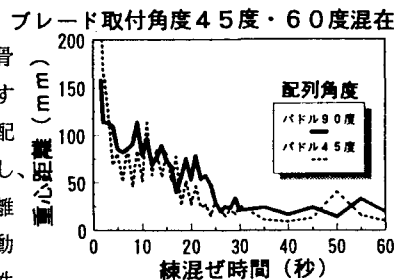
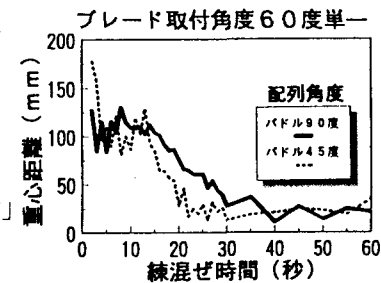
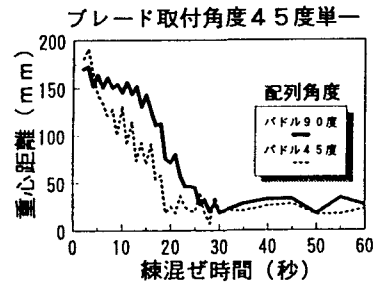


図-5 トレーサ粒子群の重心位置と原点からの距離の時系列変化

<謝辞> 本研究は、第7回セメント協会研究奨励金の一部により行ったものである。

参考文献 1) 島崎篤ほか：2軸強制ミキサのブレード取付け角度がかくはん性能に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16, No.1, pp.491-496, 1994.6