

(株)長谷工コーポレーション 正会員 ○西山 信也
 函館工業高等専門学校 正会員 橋本紳一郎
 徳島大学工学部 正会員 石丸 啓輔
 徳島大学工学部 正会員 渡辺 健

1. 背景と目的

コンクリートミキサは“練混ぜ性能”という基本性能を有する。これは、コンクリートの製造上、重要な性能である。コンクリートの品質を向上させ、練混ぜ時間を短縮させるために、ミキサの練混ぜ性能の高性能化が望まれている。図-1に2軸強制練りミキサの練混ぜ機構の概念図を示す。投入された粒度が大きく異なる各種粉体材料を均一に混合する“全体循環流動”と、セメントの水和反応を活発にするために、セメント粒子と水の接触頻度を高めるための“局部交錯流動”から成る。“練り”に寄与する局部交錯流動は、2つのらせん流動が交錯する際に発生するブレード周辺のせん断流の大きさが重要であると考えられている。

本研究では、モデルミキサのブレード表面に圧力センサ（以下、センサと称す）を取り付け、圧力変化の測定によって、せん断流の定量化を試みた。

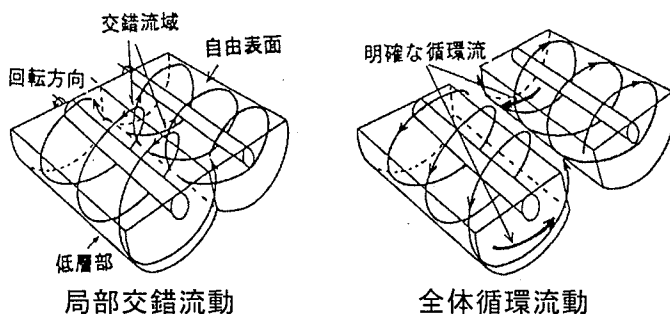


図-1 2軸強制練りミキサの練混ぜ機構

2. 実験概要

2.1 使用器具・材料

使用した2種類のモデルミキサについて、模式図を図-2に、容器形状寸法の違いを表-1に示す。使用したモデルモルタルは、高吸水性高分子樹脂を水に添加して得られる無色透明な粘性流体（密度 1.0g/cm^3 ）を用いた。樹脂添加量は 4.0g/cm^3 である。本実験では流動形態による圧力変化を測定することが目的である。

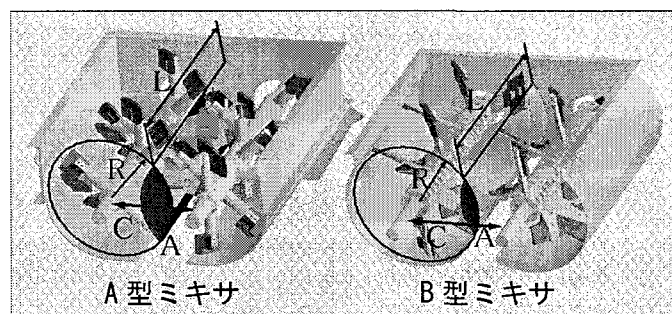


図-2 モデルミキサの模式図

モデル骨材を投入した場合、骨材粒子群がブレード表面に取り付けたセンサに衝突し、圧力増加が起こり、圧力変化が複雑になる。以上から、モデルモルタルのみでの練混ぜとした。

表-1 モデルミキサの容器形状の違い

機種	ケース長さ L(mm)	軸間距離 C(mm)	回転半径 R(mm)	ブレード 枚数(枚)	パドル配列 角度(度)	練混ぜ層 の形状	交錯部 面積(mm^2)	交錯部 体積(mm^3)
A型ミキサ	424	204	135	16	45度	浅底	7995	3.39×10^6
B型ミキサ	464	256	148	8	60度	深底	4019	1.86×10^6

2.2 圧力センサ取付け位置

センサの取付け位置は、局部交錯流動の違いによるミキサ内の挙動を比較するため、局部交錯流動が発生する中央部と発生しない端部の2箇所とした。取付け位置と状況を、図-3に示す。

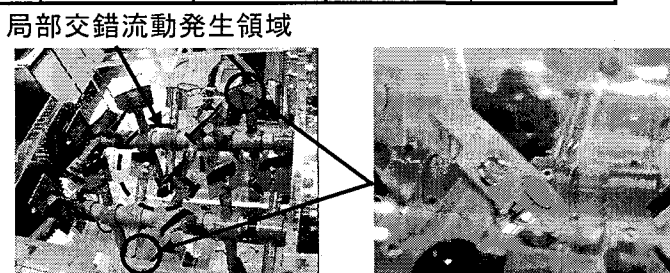


図-3 センサの取付け位置と取付け状況

2.3 実験方法

センサをブレード表面に取り付けたそれぞれのミキサについて、表-2 に示す条件でミキサを回転させ、圧力測定を行った。また、測定開始位置を図-4 に示す。センサを取り付けたブレードがミキサ外側水平位置にあるときを回転角度 0 度とした。

なお、投入材料には、モデルモルタルの他に水道水を用いた。モデルモルタルは粘性流体であるため、本モデルモルタルより粘性が小さい水道水の圧力波形を基準とした。

表-2 圧力測定における諸条件

使用ミキサ	回転速度(m/s)	投入材料	センサ取付け位置
A型ミキサ	0.12	モデルモルタル	中央部
	0.17		端部
	0.24	水	中央部
	0.34		中央部
B型ミキサ	0.12	モデルモルタル	中央部
	0.17		端部
	0.24	水	中央部
	0.34		中央部

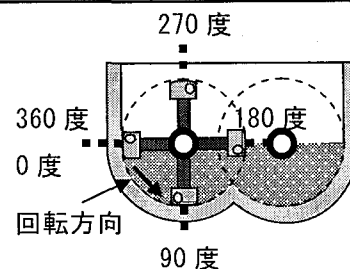


図-4 測定開始位置

3. 実験結果と考察

実験によって得られる圧力波形の一例として、ミキサ回転速度 0.12m/s の場合を図-5 に示す。モデルモルタルは粘性の影響のため、水の場合と比べて、180 度以上回転しても一定の圧力が存在する。図-6 に、ミキサ別にブレードが 1 回転した時にかかる全体圧力平均値（破線）とブレードが局部交錯流動発生領域内に存在するときの圧力平均値（実線）を比較したものを示す。【中央】と【端】はセンサの取付け位置を意味する。

同じセンサ取付け位置での比較では、すべてのミキサ回転速度において全体圧力平均値よりも交錯領域圧力平均値の方が大きい。局部交錯流動に関する練混ぜは、ミキサ内の交錯領域内で、最も活発に行われていると考えられる。センサ取付け位置の【中央】と【端】で比較すると、A 型ミキサの方が【中央】と、【端】との圧力差が大きい。これは、A 型ミキサの方が、交錯領域が大きく、交錯領域に形成されるせん断流による圧力が大きくなったことによると考えられる。以上より、従来、可視化実験によって観察されてきた局部交錯流動におけるせん断流の大きさを計測することができた。

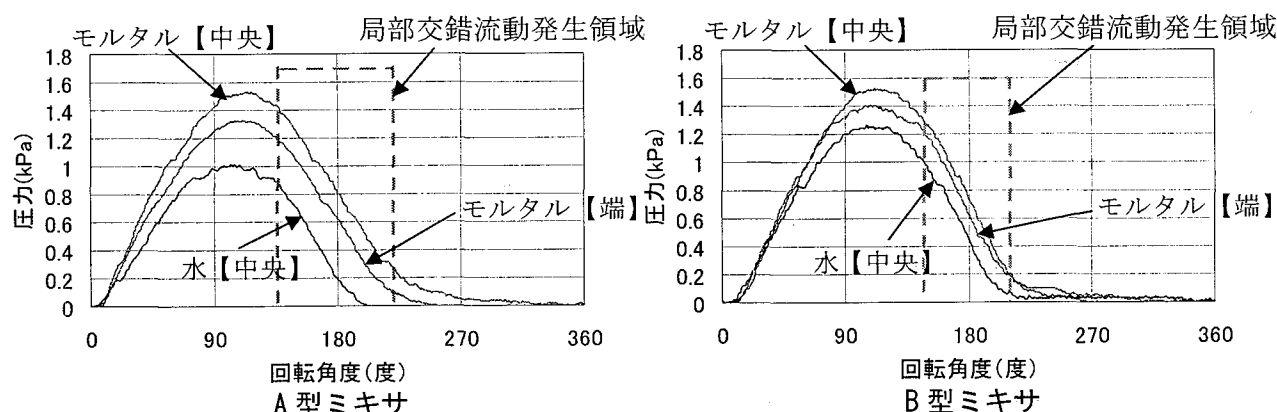


図-5 ミキサ回転速度 0.12m/s 時の圧力波形

4. まとめ

従来、可視化実験で確認されている局部交錯流動において発生するせん断流の大きさを、圧力という物理量によって定量化することができた。また、ミキサの形状によってせん断流の大きさが変化することが明らかになった。

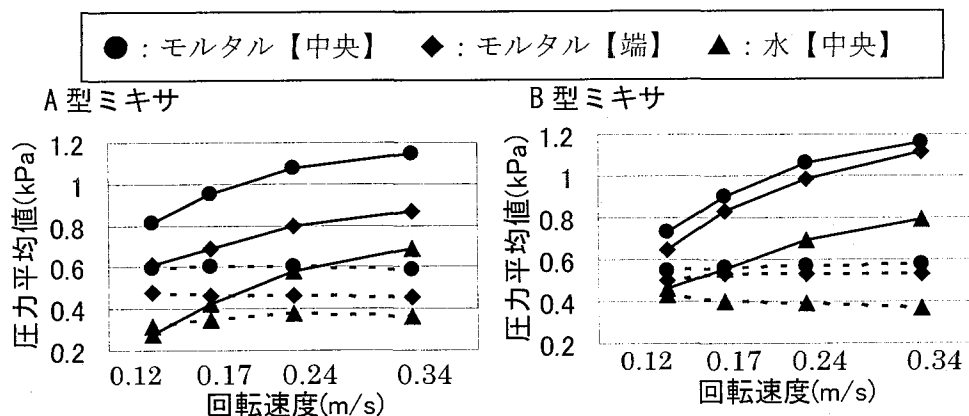


図-6 全体圧力平均と交錯部圧力平均の比較