

2軸強制練りミキサの高性能化に関する実験的研究

群馬大学大学院 学生会員 加古 慎

群馬大学工学部 正会員 橋本 親典

群馬大学工学部 正会員 辻 幸和

群馬大学工学部 正会員 池田 正志

1. はじめに

2軸強制練りミキサ内のコンクリートの練混ぜ機構の解明およびミキサの高性能化を図ることを目的として、可視化モデルコンクリートを用いてミキサ内部のコンクリートの流動状況の可視化を行ってきた。

図-1に実験結果の一例を示す¹⁾。縦軸の重心距離は、零に漸近する程、粗骨材粒子群がコンクリート全体に均一に分散することを意味する指標である。パドル配列角度90度の場合、ブレード取付角度が45度の単一型のブレード形状を有するミキサよりも、45度と60度の混在型のブレード形状を有するミキサの方が粗骨材粒子群の分散性に関する巨視的練混ぜ性能が向上するという知見を得た¹⁾。

しかし、この知見はモデルミキサによる練混ぜ試験で得られた結果であり、知見の妥当性を検証するには実機ミキサによる練混ぜ試験をする必要がある。本研究では、シリカフェーム混入コンクリートを用いた実機ミキサの練混ぜ試験を行い、巨視的ならびに微視的練混ぜ性能を定量的に評価し、高性能化に関する知見の妥当性を検討する。

2. 実験概要

実験に用いた容量60リットルの2軸強制練りミキサは、 1.5m^3 の大型ミキサの1/3モデルとして製作されパドルはシャフト1本あたり7枚ずつ有する。パドル配列角度、パドル取付角度および回転速度は任意に変更可能である。

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は渡良瀬産川砂（比重2.60、吸水率2.22%、粗粒率2.63）、また粗骨材については渡良瀬産川砂利（最大寸法15mm、比重2.65、吸水率1.12%、粗粒率6.59）を用いた。シリカフェームは顆粒タイプのものを用いた。コンクリートの配合は、表-1に示す。混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いた。

練混ぜ方法は、停止したミキサの底部から細骨材、セメントとシリカフェームをスコップで混ぜたもの、粗骨材の順に層状に投入し、最後に水と混和剤を投入し、ミキサを始動させた。ミキサの回転数は45rpmで一定とし、練混ぜ時間を60秒、250秒と変化させた。練混ぜ試験に用いたミキサ羽根形状は、パドル配列角度90度と45度の各々に対してブレード取付角度45度単一型と45度と60度の混在型の計4種類とした。

3. 測定項目

コンクリートの練混ぜには、粗骨材粒子群を均一に分散させる巨視的練混ぜ性能と水・セメント間の固液界面接触に必要な微視的練混ぜ性能が要求される¹⁾。コンクリートの巨視的練混ぜ性能は、排出されたコンクリートの部位毎の単位粗骨材量と圧縮強度のばらつきによって評価し、微視的練混ぜ性能は、コンクリート中において凝集しやすいシリカフェーム粒子の分散性によって評価する。

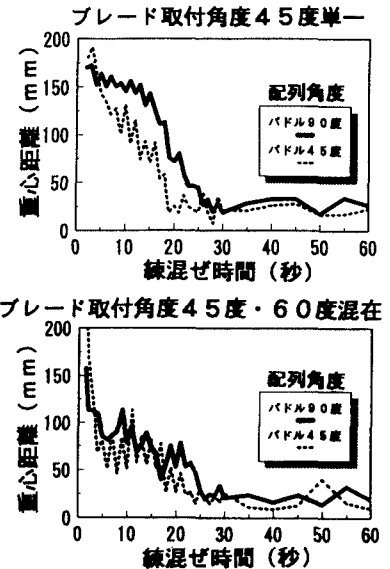


図-1 実験結果の一例

表-1 コンクリートの示方配合

SF W/B % %	単位量(kg/m ³)					混和剤 B×%
	C	SF	W	S	G	
10 40	37	43	172	768	931	2

3-1 単位粗骨材量および圧縮強度の変動係数の測定方法

単位粗骨材量は、排出されたフレッシュコンクリートを4分割し洗い試験によって測定し変動係数を求める。圧縮強度は、4分割したコンクリートから3本ずつ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を作製し、材齢28日における圧縮強度を測定してその変動係数を求める。

3-2 SEM観察によるシリカフュームの分散率の判定方法²⁾

SEM観察による分散率の求め方は、①作製した供試体をハンマ一で粉砕し、その中から約2mmほどの破片を25個無作為に抽出する。②それぞれの試料について、適当な場所を10000倍まで倍率を上げて観察し、シリカフュームを発見した場合は、そのシリカフュームが分散状態であるか、あるいは凝集状態であるかを判定する。③その画面で発見できない場合は周囲を画面5コマ搜索し、発見できた場合はそれが分散状態であるか、あるいは凝集状態であるか判断し、発見できない場合は未発見とする。④これを1つの供試体につき4回繰り返し計100回行う。

SEM観察による未反応シリカフューム粒子の分散率を以下の(1)式で求める。

$$\text{分散率}(\%) = \frac{\text{分散状態の発見回数}}{\text{全発見回数}} \times 100 \quad \dots(1)\text{式}$$

4. 実験結果および考察

圧縮強度の平均値とパドル配列角度・ブレード取付角度の組合わせ(以後、羽根形状と称す)の関係を図-2に示す。圧縮強度に関しては練混ぜ時間60秒に対して250秒の方が若干向上しているものの、ほぼ一定の値を示している。羽根形状がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響は少ないと考えられる。

図-3は圧縮強度の変動係数と羽根形状の関係を示す。圧縮強度の変動係数に関しても、平均値と同様に羽根形状の違いによる有為な差は認められない。

単位粗骨材量の変動係数と羽根形状の関係を図-4に示す。パドル配列角度90度・ブレード取付角度45度単一の場合は、練混ぜ時間に関係なく変動係数が高い。また、ブレード取付角度45度と60度の混在型は変動係数が小さい。可視化実験から、パドル配列角度90度・ブレード取付角度45度単一の場合、局部交錯流動が卓越し全体循環流動が抑制され、他の羽根形状のミキサと比較して巨視的練混ぜ性能が劣ることが明らかになっている。一方、ブレード取付角度を45度と60度の混在型にすることにより、小規模循環流動が発生しパドル配列角度90度の練混ぜ性能の向上が図られる。これらの可視化実験の知見は、図-4に示す実験ミキサの結果と一致し、このことは可視化実験の妥当性を示唆する。

図-5はシリカフュームの分散率と羽根形状の関係を示す。羽根形状に関係なく練混ぜ時間の増加に伴いシリカフュームの分散率が上昇する。また、羽根形状による分散率の差は顕著ではない。これは、微視的練混ぜ性能に関しては、パドル配列角度やブレード取付角度等の羽根形状を変化させてもあまり有効ではないことを示唆するものである。

参考文献:

- 1)橋本親典・島崎篤・篠田剛史・辻幸和: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、平成6年度土木学会関東支部技術研究発表会講演要集,pp.492-493,1995.3
- 2)池田修・橋本親典・杉山隆文・辻幸和:2軸強制練りミキサの流動機構と練混ぜ性能に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17, No.1(掲載決定),1995.6

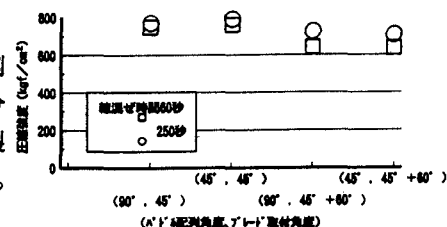


図-2 圧縮強度と羽根形状の関係

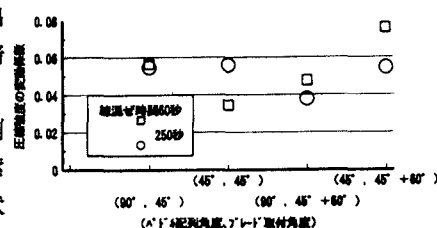


図-3 圧縮強度の変動係数と羽根形状の関係

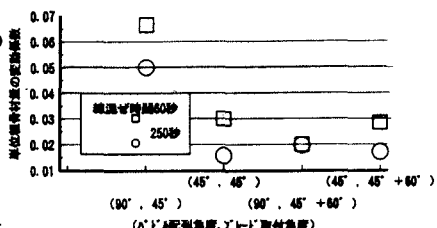


図-4 単位粗骨材量の変動係数と羽根形状の関係

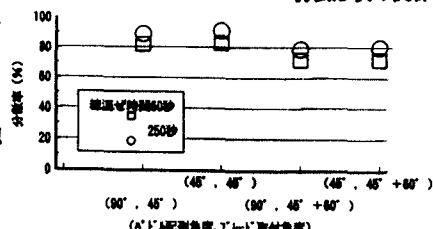


図-5 分散率と羽根形状の関係