

アジテータ車のかくはん中のフレッシュコンクリートの流動に関する研究

林 善弘*・橋本親典**・辻 幸和***

これまで、アジテータ車のかくはん性能は、かくはん後に排出したコンクリートの品質を調べることによって間接的に評価されてきた。これは、アジテータ内のコンクリートの流れを直接観察できなかったためである。本研究では、モデルアジテータとモデルコンクリートを用いた可視化実験装置を開発し、かくはん中のコンクリートの流動状態を観察し、かくはん性能について検討した。その結果、アジテータ内では表層流、越流、押込み流れの3種類の流れが存在すること、積載量が多い場合アジテータの奥側でコンクリートから分離したモルタルが堆積することなどを明らかにした。

Key Words: truck agitator, visualization technique, agitating efficiency, segregation

1. 緒 言

アジテータ車は、バッチャープラントで製造されたフレッシュコンクリートを積み込んで建設現場まで運搬する間、骨材とモルタルの分離や固化を防ぐために、フレッシュコンクリートをかくはんする。

アジテータの透視図を図-1に示す。2枚のらせん状のブレードが180°の位相でドラムの内壁に取り付けられている。アジテータが回転し、コンクリートがブレードに押されて流動することにより、アジテータ内のコンクリートがかくはんされる。

これまでのアジテータに関する主な研究は、アジテータから排出されたコンクリートの品質に関するものであった。友沢らは、アジテータで混練したコンクリートの品質は、かくはん時間、コンクリートの量、アジテータの回転速度、流動化剤の種類などで左右されると報告している¹⁾。峯山らは、アジテータでかくはんした流動化コンクリートのスランプ、空気量、粗骨材量、圧縮強度を測定し、品質の均一性について検討している²⁾

本研究では、著者らがこれまでに開発してきたモデルアジテータを用いた可視化実験手法を用い、アジテータ内のコンクリートの流動状態の観察ならびにかくはん性能の定量的評価について報告してきた実験結果^{3), 4)}をとりまとめるとともに、コンクリートのかくはん性能を低下させる影響因子を明らかにし、検討を加える。

2. 可視化実験手法

アジテータ車のドラム内でのコンクリートの流動状態を観察、定量化するために可視化実験装置を製作した。これは、モデルアジテータ、モデルコンクリート、撮影

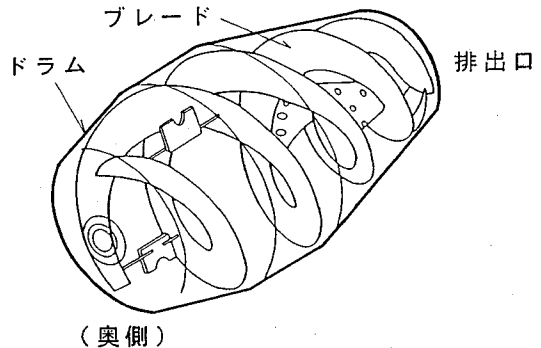


図-1 アジテータの透視図

装置などで構成される。

モデルアジテータは10トン車に架装するアジテータを1/5に縮小した模型であり、ドラム、駆動モータ、架台で構成している。ドラムは内部のモデルコンクリートの流動を観察できるように無色透明のアクリル樹脂で製作した。駆動モータは出力100Wで正回転、逆回転することができる。回転速度は0~24rpmの範囲で無段階調整できる。

モデルコンクリートは、コンクリートを粗骨材相とモルタル相の2相系材料と仮定し、粗骨材相として人工軽量骨材(粒径5~15mm, 比重1.45)を、モルタル相として吸水性高分子樹脂溶液を用いたものである。モデルコンクリートの流動性および変形性に関するコンシステンシーは、吸水性高分子樹脂溶液の粘性と人工軽量骨材と吸水性高分子樹脂溶液の体積比を調整することにより変更可能である。体積比は吸水性高分子樹脂溶液の体積に対する人工軽量骨材の体積で示す。吸水性高分子樹脂溶液の粘性は、吸水性高分子樹脂に添加する水の量を調整することにより制御できる。吸水性高分子樹脂溶液の粘性はP漏斗からの流下時間(土木学会規準 JSCE-1986

*正会員 工修 群馬大学工学部研究科生産工学専攻(新明和工業(株)開発技術本部在籍)(〒663西宮市田近野町6-107)

**正会員 工博 群馬大学助教授 工学部建設工学科

***正会員 工博 群馬大学教授 工学部建設工学科

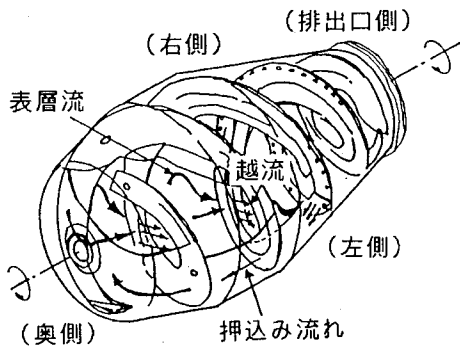


図-2 かくはん時のコンクリートの流れ

「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法」) で評価する。

モデルコンクリートと実際のコンクリートとのコンシステンシーに関する相似性については、アジテータの排出性能の指標である単位量排出回転数を用いて検討した。つまり、モデルアジテータとモデルコンクリートを用いた排出実験と実機による排出実験で単位量排出回転数が同程度になるように、モデルコンクリートの配合である流下時間と体積比を決定した。なお、相似性についてはすでに参考文献5), 6) において詳細に報告しているが、本論文では省略する。

本実験では、流下時間200 s、体積比0.8 のモデルコンクリートと流下時間200 s、体積比0.6 のモデルコンクリートを用いた。前者はスランプ値5.5cm のコンクリートに相当し、後者はスランプ値12cmのコンクリートに相当する。また、積載量は40l および20l とした。40l は実機ではほぼ満載の5.0m³に相当し、20l はその半分の2.5m³に相当する。

撮影装置は、アジテータ内のモデルコンクリートの流動状況を撮影するためのCCDカメラ、その画像を収録、再生するためのビデオ装置で構成している。

3. アジテータ内のコンクリートの流れの観察

可視化実験装置を用いて、アジテータ内のコンクリートがどのような流れをして、かくはんされているかを観察した。

(1) コンクリートの流れ

かくはん時のアジテータ内でのコンクリートの流動状況を図-2に示す。大きく分けて、表層流、越流、押し込み流れの3種類の流れがあることが観察によって認められた。それぞれ、以下に示す流れである。

① 表層流

かくはん中のコンクリートの自由表面は、排出口側が奥側より低く(前後の勾配)、また左側が右側

より低く(左右の勾配)になっている。アジテータの奥側では左右の勾配の方が前後の勾配よりも大きいので、自由表面の近くのコンクリートは、ほとんど右側から左側へ流れている。一方、排出口側では前後の勾配の方が左右の勾配よりも大きくなり、ほとんど奥側から排出口側へ流れる。

② 越流

排出口側に到達した表層流は、ブレードにせき止められ、流れが止まる。しかし、ブレードが奥側へ進むにつれて、コンクリートの自由表面が高くなり、ついにはブレードを乗り越えて排出口側へ落下する(以降、これを越流と称する)。表層流の自由表面と越流したコンクリートの自由表面が同じ高さになると、越流は収まる。

③ 押し込み流れ

ドラムの内壁の近くにあるコンクリートは、ブレードに押されて、ドラムの回転に付随しながら奥側へ移動する。アジテータの右側では下部のコンクリートがアジテータの回転に付随して自由表面の方向へ進み、自由表面に到達すると表層流になる。左側では、アジテータの回転に付随して、表層流が下部にもぐり込む。

表層流と押し込み流れは、アジテータ内の全体にわたる穏やかなコンクリートの動きであり、コンクリートをかくはんさせる流れである。一方、越流は最も排出口側にあるコンクリートの局部的で激しい動きであり、骨材と骨材、あるいは骨材とモルタルを混合させる流れである。また、モデルコンクリートを40l 積載したとき、かくはんが進むにつれてモデルアジテータの奥側において、モデルモルタルが前壁の中央を中心として円盤状に堆積する(以降、この現象を「モルタルの分離」という。)のが観察された(図-3参照)。そこで、モルタルの流れに注目して観察を行った。

(2) モルタルの流れ

モデルアジテータにモデルコンクリートを投入して、かくはん中のモルタルの動きを観察した。モルタルの流れを図-3に示す。モルタルは下記の①～⑤の流動が連続的に起こることによりドラム的前方に堆積することが明らかになった。

① フレッシュコンクリート自由表面上の薄いモルタル相がブレードに押されてドラムの右側からドラムの前壁へ流入する。

② ドラム内壁に流入したモルタルは前壁を回転移動するモルタルと合流してドラム前壁の自由表面上を右側から左側へ移動する。

③ ドラム前壁の自由表面上を右側から左側へ流れる途中で、一部のモルタルは自由表面の傾斜によりドラムの後方へ流出する。

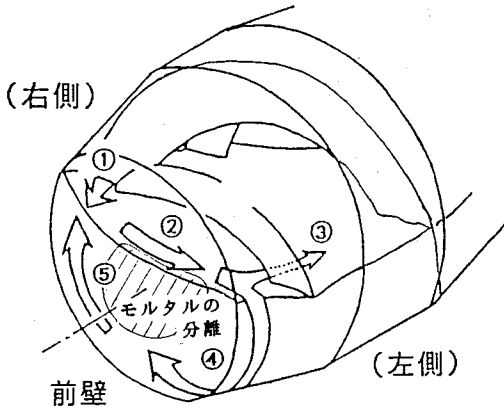


図-3 かくはん時のモルタルの流れ

- ④ 後方へ流出せず自由表面の左側へ到達したモルタルはフレッシュコンクリート内にもぐり込み、ドラムの回転とともに前壁円周付近を回転移動する。
- ⑤ 前壁円周付近を回転移動したモルタルは前壁のドラム右側で自由表面に浮上し、ドラム前壁へ流入するモルタルと合流する。

観察の結果、アジテータの前壁でのモルタルの分離はコンクリートの自由表面の薄いモルタル相がアジテータの前壁に集まる現象であることが明らかになった。また、①において薄いモルタル相が形成されるのは、アジテータ右側の自由表面近傍でモルタルと粗骨材間で材料分離が生じるためである。粗骨材と比較して付着性が高いモルタルはドラム内壁やブレードの動きに追従し、ドラム右側では、下方から上方に向かって流動する。一方、アジテータ底部でモルタルと同様にドラムの回転運動に追従していた粗骨材粒子群は、自由表面近傍でドラムやブレードの動きに対して拘束を受けず自由に動く。すなわち、粗骨材はモルタルに比べて比重が大きいので重力の影響を受けて沈降する方向に動く。したがって、アジテータ右側の自由表面ではアジテータの回転方向の動きに追従するモルタルの流動方向と重力の影響を受けて沈降する粗骨材粒子群の流動方向が異なり、両者間で相対速度が生じる。これが、モルタルと粗骨材間の材料分離の発生原因である。

4. かくはん性能に関する検討

(1) かくはん性能の評価方法

モデル骨材を2色に色分けし、モデルアジテータのかくはん作用で、2色のモデル骨材が混合していく過程を画像処理手法を用いて測定することにより、かくはん性能を評価した。その手順を以下に示す。

- ① 粒径5~10mmのモデル骨材を白色(白色骨材)に、10~15mmのものを黒色(黒色骨材)に着色する。白

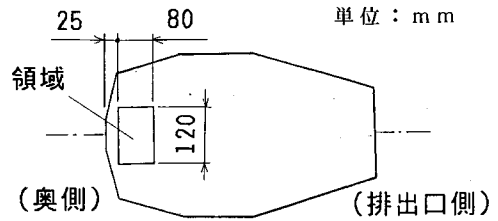


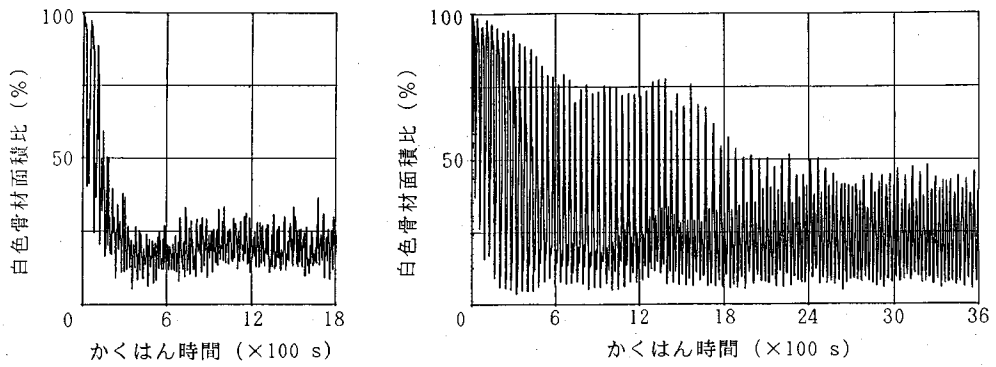
図-4 領域の設定

色と黒色に色分けしたのは画像処理をやすくするためであり、両者の粒径を変えたのは実験後にふりいで容易に色分けできるようにするためである。

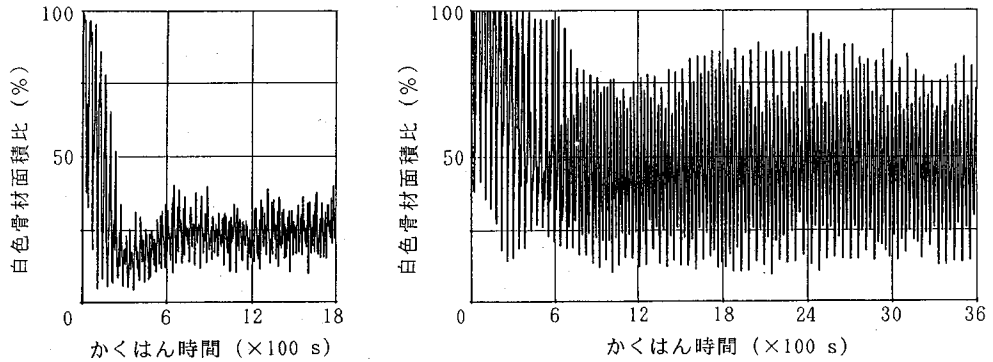
- ② 白色骨材とモルタルを混合したモデルコンクリートをアジテータに投入する。
- ③ 白色骨材のモデルコンクリートと同体積の黒色骨材とモルタルを混合したモデルコンクリートを、先に投入したモデルコンクリートの自由表面上に静かに投入する。
- ④ モデルアジテータの下側に、CCDカメラを設置する。
- ⑤ モデルアジテータを1.5rpmの回転速度で回転させる。1.5rpmは、通常実機アジテータでかくはんする回転速度と同じである。本実験では、実機アジテータとモデルアジテータを同じ回転速度で回転させたときの排出速度を計測することによって、両者の対応性を確認している。モデルアジテータの排出速度を実機に換算した値が実機の排出速度に等しければ両者が対応していると判断した。
- ⑥ 白色骨材と黒色骨材がかくはんする過程をCCDカメラでビデオに収録する。
- ⑦ 収録したビデオテープを再生し、その画像上にかくはん性能を評価する領域を設定する。領域の位置と寸法を図-4に示す。
- ⑧ 領域内の白色部分の面積を計測し、領域内での白色骨材の占める割合を求める(以降、この値を白色骨材面積比という)。白色骨材粒子の方が黒色骨材粒子より小さいので、両粒子が同体積なら白色骨材面積比は約25%となる。
- ⑨ ビデオテープを10秒間分送り、⑦⑧の作業を繰り返す。

- (2) コンクリートの積載量とコンシステンシーがかくはん性能に与える影響

白色骨材面積比の経時変化を求めた結果を図-5に示す。同図(a)は流下時間200s、体積比0.6のモデルコンクリートを20lかくはんした場合の、同図(b)は流下時間200s、体積比0.6のモデルコンクリートを40lかくはんした場合の、同図(c)は流下時間200s、体積比0.8のモデルコンクリートを20lかくはんした場合の、同図(d)



(a) 流下時間 200 s, 体積比 0.6, 積載量 20% (b) 流下時間 200 s, 体積比 0.6, 積載量 40%



(c) 流下時間 200 s, 体積比 0.8, 積載量 20% (d) 流下時間 200 s, 体積比 0.8, 積載量 40%

図-5 白色骨材面積比の経時変化

は流下時間200 s, 体積比0.8のモデルコンクリートを40%かくはんした場合の白色骨材面積比の経時変化である。

いずれの図においても, かくはんを始めたときの白色骨材面積比は100%である。かくはんを始めた直後の白色骨材面積比は大きくばらつく。これは, 黒色骨材群がモデルアジテータの奥側に押し込まれ, モデルアジテータの回転により白色骨材群と黒色骨材群が領域内に交互に出現するためである。時間が経過するにつれて白色骨材面積比の値とそのばらつきは小さくなり, 白色骨材と黒色骨材の粒子間の混合が進行していることがわかる。さらに時間が経過すると, 白色骨材面積比の値とそのばらつきはほぼ一定になる。なお, 白色骨材と黒色骨材が同体積であるにもかかわらず白色骨材面積比が約25%で一定となるのは, 粒径の大きい黒色骨材の面積の方が小さくなるためである。

同図(a)と(b), あるいは同図(c)と(d)を比較すると, 積載量が少ない場合は, 白色骨材面積比のばらつきが短時間で小さくなることから, かくはんが円滑に進んでいることがわかる。一方, 積載量が多い場合は, 時間

が経過しても白色骨材面積比のばらつきがほとんど小さくならないことから, かくはんがあまり進まないことがわかる。同図(a)と(c), あるいは同図(b)と(d)を比較すると, 硬練りのモデルコンクリートでは, 軟練りのモデルコンクリートに較べてわずかではあるが, 時間が経過したときの白色骨材面積比のばらつきは大きい。つまり, 積載量が多い場合や硬練りコンクリートの場合は, かくはん性能が低下する。特に, 積載量が多い場合は顕著である。

観察の結果, これらの場合, かくはん性能が低下する原因として, 以下のことが認められた。

- ① 積載量が多いとアジテータの奥側において, 表層流がブレードによって阻害される。流動性の低い硬練りコンクリートの場合は, 特に自由表面の勾配が大きいためにその傾向が大きい(図-6参照)
- ② 硬練りコンクリートの場合, 表層流の流れが遅いため, 排出口側へ流れていくコンクリートの量が少なく, ドラムの右側から左側へ流れる量が多い。つまり, 越流するコンクリートの量が少ない。

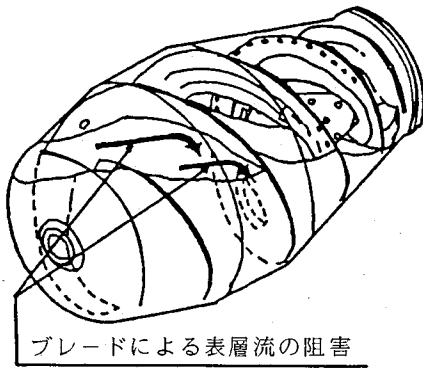


図-6 表層流の阻害

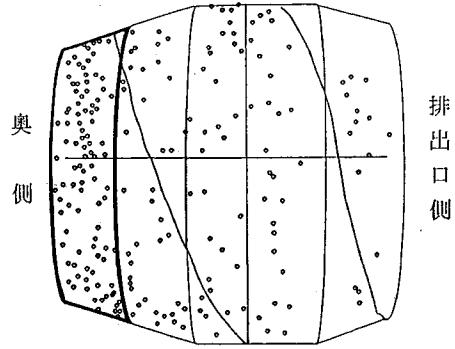


図-8 トレーサ粒子の分布の状況

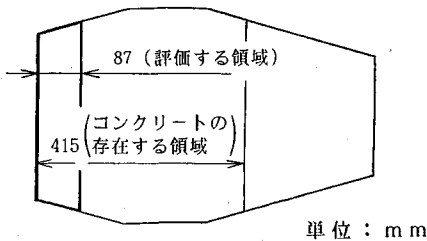


図-7 領域の設定

- ③ 硬練りコンクリートの場合、変形性が小さく、越流によって粒子と粒子の混合があまり行われず、積載量が多い場合は特にかくはん性能が低いことから①の原因がかくはん性能に大きく影響を与えていると考えられる。したがって、かくはん性能を向上させるには、表層流、越流、押込み流れを円滑にする必要がある。

5. モルタルの分離に関する検討

(1) 分離の評価方法

モデルモルタルの流れを可視化するためのトレーサ粒子として発泡スチロール粒子をモデルコンクリートに混入させ、かくはん作用でトレーサ粒子がどのような分布になるかを画像処理手法を用いて測定することによりモルタルの分離を評価した。その手順を以下に示す。

- ① モデルコンクリートにトレーサ粒子を入れ、手で十分に混合する。
- ② 40lのモデルコンクリートをモデルアジテータに投入する。
- ③ モデルアジテータの下側に、CCDカメラを設置する。
- ④ モデルアジテータを1.5rpmの回転速度で回転させる。
- ⑤ かくはんの過程をCCDカメラでビデオに収録する。
- ⑥ 収録したビデオテープを再生し、モデルアジテータを回転し始めたときの画像が表れると一時停止す

る。

- ⑦ その画像上に、モルタルの分離を評価する領域を設定する。領域の面積はモデルコンクリートが存在している面積の1/5になるように設定した。領域の位置と寸法を図-7に示す。
- ⑧ モデルアジテータの表面のトレーサ粒子の分布を図示する。図示した一例を図-8に示す。
- ⑨ この図を用いて、領域内にあるトレーサ粒子の割合を求める。

ここでは、かくはん開始直後、40秒後、200秒後、400秒後、800秒後、1200秒後のトレーサ粒子の割合を求めることにした。

なお、この評価方法はモルタルの分離の程度を平面的（アジテータの内壁付近に限定して）に計測したものであるので、分離の程度を定性的に評価することはできるが、分離したモルタルの量を計測することはできない。

(2) 分離の評価結果

領域内に存在するトレーサ粒子の割合の経時変化を求めた結果を図-9に示す。同図(a)は流下時間200s、体積比0.6のモデルコンクリートをかくはんしたときのものであり、同図(b)は流下時間200s、体積比0.8のモデルコンクリートをかくはんしたときのものである。

両者とも、かくはんを始めてからしばらくの間は領域内に存在するトレーサ粒子の割合が増加する。つまり、モルタルがコンクリートから分離してドラムの奥側に堆積していつている。これは、フレッシュコンクリート自由表面上のモルタル相がブレードに押されてドラムの右側からドラムの前壁へ流入し続けているためである。しかし、400s程度かくはんを続けると、その後はトレーサ粒子の割合が約40%で一定になり、見かけ上モルタルの分離が停止する。しかし、400s以上かくはんを続けても図-9に示したようなモルタルの流動が行われていることから、以下のように推定することができる。

- ① かくはんを始めてからある時間が経過するまでは、前壁に流入するモルタルの量が前壁から流出するモ

表-1 確認試験に使用したコンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				セメント C	水 W	細 骨 材 S	粗 骨 材 G	A E 減 水 剤
40	18	50.6	42.6	340	172	750	1.045	1.062

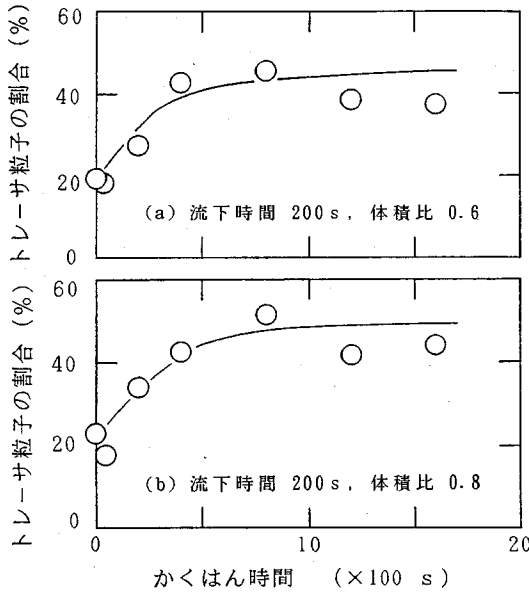


図-9 トレーサ粒子の割合の経時変化

ルタルの量より多いために、前壁にモルタルが堆積する。

② その後は、流入する量と流出する量が等しくなるために、モルタルの堆積が停止したように見える。

なお、モルタルはアジテータの奥側で薄い円盤状の層として堆積しており、アジテータ全体からすれば局所的な現象である。したがって、これによってコンクリートの全体的な流れが乱されることはない。つまり、モルタルが堆積しても粗骨材の流れは3章で述べたコンクリートの流れと同じである。

(3) モルタルの分離に関する実機での確認試験

可視化実験により明らかになったモルタルの分離が、実際のアジテータにおいても発生するの否かを確認するために実際のコンクリートを用いて現場での確認試験を行った。

アジテータの奥側にコンクリート採取口(図-10)を設けた10トン車架装用のアジテータに所定量のコンクリートを積載し、かくはん開始前、かくはん1時間後、2時間後に、採取口がコンクリートの自由表面の数cm上に位置するようにアジテータの回転を停止させ、採取口のふたを取外して採取口から容器をアジテータ内に入れて

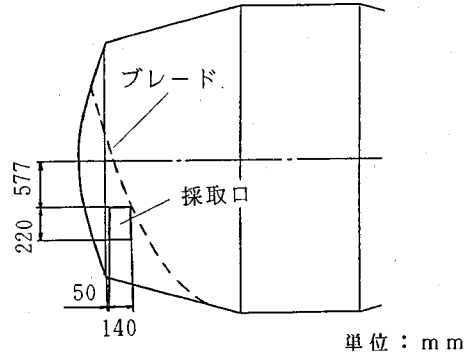


図-10 コンクリート採取口

自由表面のコンクリートを7l採取し、コンクリート1l当たりのモルタルの質量を測定した。採取量を7lと定めたのは以下の理由による。JIS-A1119に準じると、粗骨材の最大寸法が40mmであるので、40l採取する必要がある。しかし、試料を採取するためにかくはんを長時間中断すると、中断中にコンクリートの物性、あるいはモルタルと骨材の分離の状態が変化し、この後のかくはんによる分離の影響を正確に把握することができなくなる。短時間で採取するには極力採取量を少なくする必要があります。そこで、JIS-A1119の参考表においては、7lの試料でモルタル量と粗骨材量を算出しているのを、これを参考にして採取量を7lと定めた。なお、アジテータの回転速度は1.5rpmとし、コンクリートの積載量は2.5m³、4.5m³とした。

試験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。通常の静的な材料分離と異なり、可視化実験で発見されたかくはん過程のモルタルの分離では、想定スランプの小さい硬練りのモデルコンクリートの方が分離の程度が大きい。したがって、実機アジテータを用いた確認試験ではスランプ値が18cmのコンクリートを用い、可視化実験で想定したコンクリートよりもさらに軟練りのコンクリートにおいてもモルタルの分離が生じるの否かを確認することにした。

試験の結果を図-11に示す。積載量が2.5m³のときはかくはんを続けてもアジテータの奥側のモルタル質量は一定であり、モルタルの分離が生じていないことがわかる。一方、積載量が4.5m³のときは、かくはん1時間後、2時間後においてモルタル質量がかくはん開始前に比べて大きくなっており、アジテータの奥側でモルタルが分

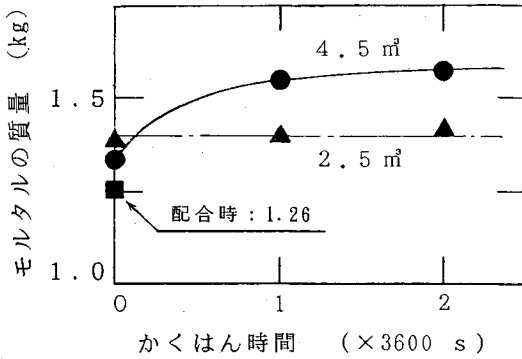


図-11 確認試験の結果

離していることが明らかになった。また、かくはん1時間後と2時間後のモルタル質量がほぼ等しいことから、ある程度かくはんが進むとモルタルの分離が見かけ上停止することも確認できた。なお、図-11においてコンクリート1 l当たりのモルタルの質量が配合時のそれよりも大きいのは、コンクリートを採取した自由表面では静的な分離により多少モルタル量が多いためと考えられる。

本確認試験により、モデルアジテータで観察されたモルタルの分離が実機でも生じていること、および分離の形態がモデルアジテータと実機で同じであることが確認できた。また、この確認試験は、モルタルの分離特性に関して、かくはん過程における本可視化モデルと実際のコンクリートとの相似性を検証した試験とみなすことができる。かくはん過程の流動状態は複雑であるため、レオロジー試験、滑り速度や排出特性に関した相似則の検討では、必ずしもかくはん過程の流動特性の相似則と一致するとは言いがたい。したがって、モルタルの分離に関する本確認試験の結果は、アジテータのかくはん過程における可視化モデルの流動特性が実際のコンクリートの流動特性を十分再現しており、両者の流動特性が相似であることを示唆するものである。

つぎに、試験後、アジテータを3 rpmで逆回転させてコンクリートを排出する際に、排出開始直後、積載量の1/4, 2/4, 3/4を排出した時点、排出終了直前のコンクリートを採取して、コンクリート1 l当たりのモルタルの質量を測定したが、ばらつきはほとんど認められなかった。かくはん中にモルタルが分離しても、排出中にコンクリートが混合されるために均一になったと予想される。このことは、基礎工事のように積載している全てのコンクリートを排出する場合は、アジテータを速く回転(約3 rpm以上)させるので、かくはん中にモルタルが分離しても排出時にコンクリートがかくはんされるので均一になり、問題がないことを示している。しかし、打設場所が狭い、一輪車に排出するなどの理由で低速(2 rpm以

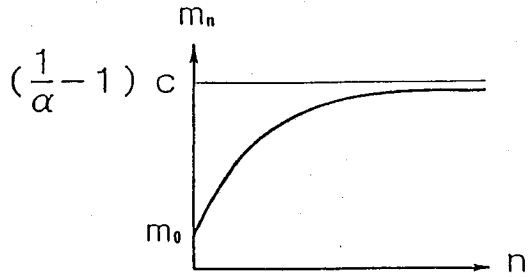


図-12 計算による材料分離の進行

下) 排出する場合、あるいは断続排出する場合は、排出時に十分にかくはんされずコンクリートが均質に排出されないことが予想される。

(4) 考 察

図-9に示した①~⑤のモルタルの流れについてモルタル量の関係を数式化することにより、モルタルの分離の程度について定量的に考察する。

ある時刻 t_n にドラム前壁の左側で自由表面からフレッシュコンクリート内にもぐり込んだモルタルの量を m_n とし、そのモルタルが回転移動して右側に上浮するまでの時刻を Δt とする。また、 Δt の間に前壁に流入するモルタルの量を c とし、ドラム前壁での自由表面上のモルタルの量に対する後方へ流出するモルタルの量の比率を α ($0 \leq \alpha \leq 1$) とする。ある時刻 t_{n+1} ($= t_n + \Delta t$) におけるドラム前壁の左側で自由表面からフレッシュコンクリート内にもぐり込むモルタルの量 m_{n+1} を m_n, α, c で表すと式(1)に示す数列になる。

$$m_{n+1} = (1 - \alpha) (m_n + c) \dots\dots\dots(1)$$

式(1)を計算して、 m_n を諸定数を用いて定数項と一般項で表すと式(2)になる。

$$m_n = \left\{ m_0 - \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) c \right\} (1 - \alpha)^n + \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) c \dots\dots(2)$$

さらに、 $n \rightarrow \infty$ としたとき、 m_n は式(3)になる。

$$m_\infty = \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) c \dots\dots\dots(3)$$

式(2)、式(3)を図示すると図-12のようになり、可視化実験で得られた結果(図-9)、あるいは実機による確認試験で得られた結果(図-11)と同様の傾向を示す。このことから、モルタルの分離は前壁に流入するモルタルの量 c と前壁から後方へ流出するモルタルの比率 α で

支配されることがわかる。さらに、式(3)は時間が経過するとドラム前壁の左側で自由表面からフレッシュコンクリート内にもぐり込むモルタルの量が一定になることを表しており、モルタルの分離の進行が止まることを示している。また、式(3)よりモルタルの分離の程度を抑えるには前壁に流入するモルタルの量 c が小さいようなアジテータの形状、あるいは前壁から後方に流出するモルタル量の比率 α が大きいようなアジテータの形状にすればよいことが明らかになった。

6. 結 言

本論文では、可視化実験手法を用いてアジテータ内のコンクリートの流動状態を明らかにし、かくはん性能に影響を及ぼす要因について検討した。その結果、以下に示す知見を得た。

- (1) アジテータ内のコンクリートは、表層流、越流、押し込み流れの3種類の流れによってかくはんされる。
- (2) アジテータの前壁でのモルタルの分離はコンクリートの自由表面に形成されるモルタル相がアジテータの前壁に集まる現象である。
- (3) 積載量が多い場合は、特にかくはん性能は低い。これはアジテータの奥側において、表層流がプレー

ドによって阻害されるためである。

- (4) 分離の程度は、前壁に流入するモルタルの量と、前壁から後方へ流出するモルタルの比率に支配される。

参 考 文 献

- 1) 友沢史紀ほか：高性能減水剤を用いたコンクリートのスランプの経時変化試験方法に関する検討，第43回セメント技術大会講演集，pp.150~155，1989年。
- 2) 峯山 尚ほか：トラックアジテーターから排出されるコンクリートの部位別性状について，生コン技術大会発表論文集，Vol. 1，1981年。
- 3) 橋本親典ほか：コンクリートアジテータ内でのフレッシュコンクリートの流動の可視化，可視化情報，Vol. 10，No. 2，pp. 259~262，1990年11月。
- 4) 橋本親典ほか：アジテータ内でのフレッシュコンクリートの攪拌過程の可視化，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 13，No. 1，pp. 101~106，1991年。
- 5) 橋本親典ほか：フレッシュコンクリートの可視化実験手法に関する相似則の検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 13，No. 1，pp. 89~94，1991年。
- 6) 安本礼持ほか：可視化実験手法によるアジテーター内部のコンクリートの流動解析，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol. 45，No. 5，pp. 710~711，1990年9月。

(1994. 3. 16 受付)

STUDY ON THE FLOW OF FRESH CONCRETE IN AGITATING IN THE TRUCK AGITATOR

Yoshihiro HAYASHI, Chikanori HASHIMOTO and Yukikazu TSUJI

Until now, the agitating efficiency of the truck agitator has been estimated by quality of discharged concrete after agitating. Because directly we can't observe the flow of concrete in the agitator. In order to study about the agitating efficiency of fresh concrete, a new technique was discussed in this report. With help of visualization technique, it became possible to obtain the information about movements of coarse aggregates and mortar in fresh concrete model. As a result, it was cleared that there were three types of flow, which consist of surface layer flow, overflow and confined flow, of fresh concrete model mixed in it. In addition, the study also shows that the segregation of the fresh concrete consisting of coarse aggregate and mortar occurred at the interior in a truck agitator when amount of concrete was increasing.