

徳島大学工学部

正会員 ○山地功二

徳島大学工学部

正会員 橋本親典

徳島大学工学部

浅田健文

1. 研究目的

一般的なコンクリートの練混ぜ方法であるバッチ式ミキサによる練混ぜは、1 バッチ毎に材料の計量、練混ぜ、排出の3工程を繰り返す。1 バッチの練混ぜ容量以上のコンクリートを練混ぜるためには、ミキサの容量を大きくしたり、ミキサの数を増やすことで対応する。そのため、タイムロスやバッチ間誤差が生じ、コンクリートの品質に影響を及ぼす。

この問題点を解決するために、重力による材料落下型連続ミキサ（以後、落下型ミキサと称す）が開発された。落下型ミキサは、従来の連続的に材料の供給を行い、複数のミキサ羽根を高速回転で練混ぜるという連続ミキサとは全く異なり、図-1に示す複数個で構成する箱形容器内を重力によって材料を落下させることにより、材料の練混ぜが行われるという非常に独創的な練混ぜ方法である。ただし、投入する材料は、先練りされたモルタルと粗骨材であり、ベルトコンベアにより一定速度でミキサ上部まで運搬される。

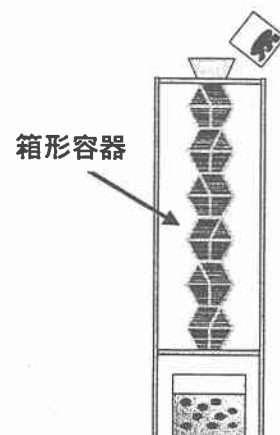


図-1 重力による落下型連続ミキサ

本研究は、この落下型ミキサの高性能化を図るための基礎的データを得ることを目的とし、落下型ミキサの1/3モデルを作成し、モルタルと粗骨材の2相系材料にモデル化したモデルコンクリートを用いて、モルタルの粘性と粗骨材とモルタルの容積比が練混ぜ性能に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

モデルコンクリートは、モデルモルタルとモデル粗骨材からなる。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粘性流体（比重 1.0）を用いた。モデル粗骨材は、人工軽量粗骨材（M.S.:15mm, 表乾比重 1.43, 実積率 62.4%）を用いた。配合要因はモルタルの粘性と粗骨材とモルタルの容積比（以後、 V_g/V_m と称す）である。モルタルの粘性は高分子樹脂添加量で調整し、2.7, 3.0g/リットルの2種類とし、 V_g/V_m は、60, 70 および 80% の3種類とした。なお、モルタルの粘性はミニスランプフロー（フローコーン寸法： $\phi 50\text{mm} \times \phi 100\text{mm} \times$ 高さ 150mm）により制御し、186mm(2.7g/リットル), 176mm(3.0g/リットル)を目標値とした。

2.2 実験方法

落下型ミキサは、モルタルと粗骨材を投入するだけで練混ぜを行うミキサであるが、一度に材料を投入するミキサ内で閉塞が起こる。実機では、ベルトコンベアによる一定速度で材料投入が行われる。本実験では、粗骨材とモルタルを順に2層に重ねて準備し、投入材料を全量で3リットルとし全量を6等分し、1/6容積ずつミキサに投入にした。この方法により、本実験範囲ではミキサ内での閉塞は発生しなかった。

練混ぜ完了後のモデルコンクリートから、容積の60~80%程度を5回に分けて無作為にサンプリングし、各試料を洗い分析し、練混ぜ性能の指標として各試料の単位モルタル容積質量、単位粗骨材量および V_g/V_m を求める。5個の試料の各データから変動係数を算出する。同一配合において練混ぜ実験を5回行い、各実験毎に5個の試料の洗い分析を行った。また、比較実験として、通常のパッチ式ミキサによる練混ぜを想定し、樹脂添加量 3.0g/リットルの配合について手練りによる練混ぜを行い同様な洗い分析を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 同一配合における実験回数の影響

本実験では、同一配合において5回の練混ぜ実験を行い、各実験毎に5個の試料をサンプリングし、洗い分析により試料の単位モルタル容積質量、単位粗骨材量および V_g/V_m を求めた。よって、各指標が全部で25個ずつ求められる。図-2は、各実験毎の V_g/V_m の変動係数のばらつきの一例 ($V_g/V_m=70\%$)を示す。ミスラング 70-186mmの場合、実験回数1と5が10%以下で多少ばらつきがあるものの、手練りとミスラング 70-176mm, 186mmの変動係数には有為な差が見られる。したがって、5回の実験試行を同一条件として取り扱い、各指標の変動係数を求めることとした。

3.2 配合要因が各指標に与える影響

図-3は、各配合要因が単位モルタル容積質量単位粗骨材量の変動係数に与える影響について示す。同様に、図-4は単位粗骨材量の変動係数について示す。

各指標に関係なく、最も変動係数が小さいのは、バッチ式ミキサの練混ぜを想定した手練りである。落下型ミキサの練混ぜ性能がバッチ式ミキサの練混ぜ性能を上回ることはない。よって、まだ落下型ミキサには改良の余地が残されているものと思われる。

落下型ミキサに関しては、ミスラング 70-176mmの高粘性モルタルの方が、練混ぜ性能が良好である。単位粗骨材量に関しては、 V_g/V_m が小さい方が変動係数が小さい。単位モルタル容積質量に関しては、あまり V_g/V_m の影響は受けない。

モルタルは落下型ミキサの壁に付着しやすく、粗骨材は壁に付着したモルタルに接触することにより付着する。モルタル自体は粗骨材量にはあまり影響を受けなく、一定のモルタルが壁に付着する。一方、壁に付着する粗骨材量は、壁に付着したモルタル量、すなわち単位モルタル量の影響を受ける。そのため、 V_g/V_m が大きくなり単位モルタル量が相対的に減少するほど、付着する粗骨材量が変動し、結果として単位粗骨材量がばらつく。

「ミキサで練り混ぜられたコンクリート中のモルタル差及び粗骨材差の試験方法(JIS A 1119-1989)」では、ミキサの練混ぜ性能は、単位モルタル容積質量差で0.8%以下、単位粗骨材量差で5%以下という基準が明記されている。バッチ式ミキサによる練混ぜを想定した手練りに関しては、単位モルタル容積質量、単位粗骨材量ともにJISの基準を満足している。また、単位粗骨材量に関しては、モデルモルタルの粘性に関係なく落下型ミキサの場合もJISの基準を満足している。しかしながら、単位モルタル容積質量に関しては、落下型ミキサは、若干ではあるがJISの基準を満足していない。

4. 結論

落下型ミキサの練混ぜ性能は、モルタルの粘性に大きく影響を受け、粗骨材濃度にはあまり影響を受けない。バッチ式ミキサの練混ぜ性能と比較すると、現行の落下型ミキサにはまだ改良の余地が残されている。

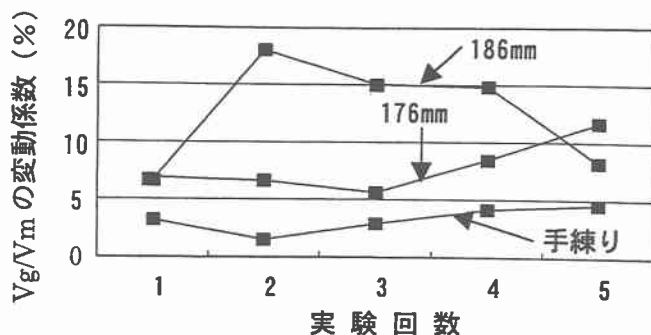


図-2 実験回数と V_g/V_m の変動係数の関係

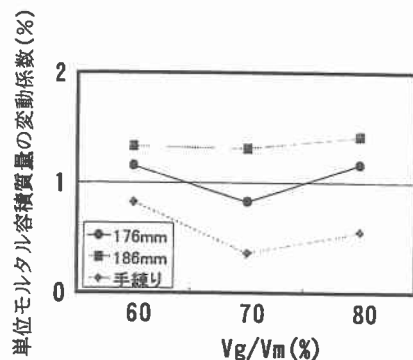


図-3 配合要因が単位モルタル容積質量の変動係数に与える影響

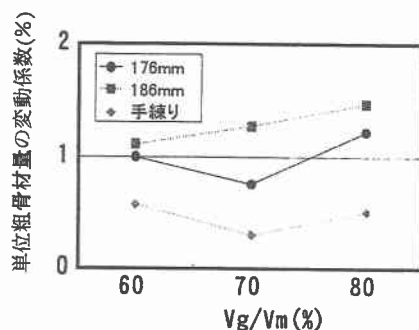


図-4 配合要因が単位粗骨材量の変動係数に与える影響