

フレッシュコンクリートの材料分離モデルに関する一検討

徳島大学大学院 学生員 ○碓 貴士
徳島大学工学部 正会員 水口 裕之

1. はじめに

コンクリート施工における流動予測を行うためには、フレッシュコンクリートの力学モデルを使用する必要がある、フレッシュコンクリートを均一材料として考えた場合にはビンガムモデルが用いられている¹⁾。しかし、コンクリートは均一材料と考えることができない場合が多い。材料分離現象はその典型的な例であり、より精度の高い流動予測には材料分離モデルが必要である。このため、材料分離の力学モデルを検討する試みがいくつかなされているが²⁾、簡便なモデルの作成には成功していない。そこで、本研究では材料分離の力学モデルを検討するために、モデル式を提案し、その妥当性について検討した。水セメント比、細骨材率を変化させたコンクリートを用いて、材料分離を生じさせ、実験値とモデル式による計算値とを比較した。なお、本研究の材料分離はモルタルと粗骨材の分離とした。

2. 材料分離モデル式

材料分離モデルは、既往の研究結果³⁾と材料分離メカニズムとから、材料分離に関する要因を外力の作用などによる運動的要因、骨材の大きさなどによる粒径的要因、材料の比重差による比重的要因、コンシステンシー的要因、摩擦的要因の5つであるとし、次式とした。

$$\text{Set} = \frac{\text{運動的要因} \times \text{粒径的要因} \times \text{比重的要因}}{\text{コンシステンシー的要因} \times \text{摩擦的要因}} \quad (1)$$

3. 実験概要

3. 1 材料および配合

試料コンクリートはモデルを単純化するため水、セメント、骨材のみを材料とした。配合は、材料分離を起こしやすくするためスランプを 25 ± 2 cmの一定とし、水セメント比を45、55、65%の3種類、細骨材率を45、50、55%の3種類に変えて、計9配合で実験を行った。

3. 2 実験方法

実験にはトイ式コンシステンシー測定装置を使用した。この試験器は、図-1に示すようにスランプコーンを逆にし、底にふたをしたコーンに半円筒状

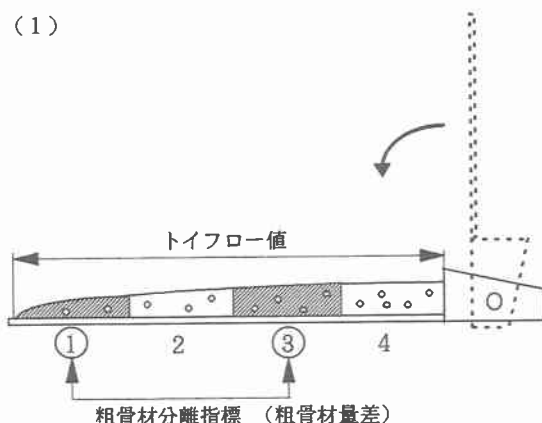


図-1 トイ式コンシステンシー測定装置

のトイを付けたものである。コーンに試料コンクリートを満たし、その後水平にしてコンクリートをトイに流し、流れ出したコンクリートの先端までの距離であるトイフロー値、コンクリートが10cmから60cm間での流動速度であるトイフロー速度を測定した。材料分離量は、図-1に示すように流れたコンクリートの第1区間と第3区間から採取したコンクリートの粗骨材量差から次式で求めた粗骨材分離指標で表した。

$$\text{See} = \frac{A_3 - A_1}{(A_1 + A_3) / 2} \quad (2) \quad (A_1; \text{第1区間粗骨材率} \quad A_3; \text{第3区間粗骨材率})$$

3. 3 モデル式による計算値

本実験においては式(1)の分子は全て同一としたため一定値の1とした。コンシステンシー的要因については試験で得られたトイフロー値の逆数とし、摩擦的要因については自由モルタル量とトイフロー速度との積で表した摩擦指標の逆数を用いた。摩擦指標の計算値を表-1に示す。なお、ここで自由モルタル量はコ

ンクリート中の粗骨材の空隙を充填した残りのモルタル量とした。

4. 実験結果および考察

4. 1 トイフロー値およびトイフロー速度

実験で得られたトイフロー値と水セメント比との関係を図-3に示す。図-3に示されているように水セメント比が大きくなるにつれてトイフロー値は大きくなっている。また、一部の例外を除くと細骨材率が大きくなるにつれてトイフロー値が大きくなっている。トイフロー速度と水セメント比との関係を図-4に示す。図-4に示しているようにトイフロー値と同様の傾向を示している。

4. 2 材料分離モデル式についての検討

表-1に示す摩擦指標を用いて求めた材料分離モデルの計算値と3. 3で述べたようにして求めた粗骨材分離指標を図-5に示す。表-1に見られるように、摩擦的要因とした摩擦指標は同一細骨材率では水セメント比が大きいほど摩擦指標が小さくなる傾向を示しており、また、図-5に見られるように、実験値とモデルによる計算値との間には若干の例外を除くと高い相関関係があり、モデルの妥当性が認められる。しかし、この相関関係から外れている例外については、今後更に検討する必要がある。

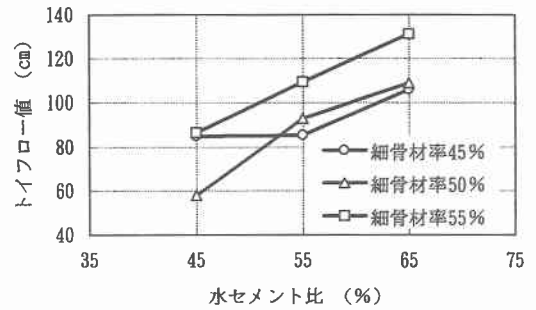


図-3 水セメント比とトイフロー値との関係

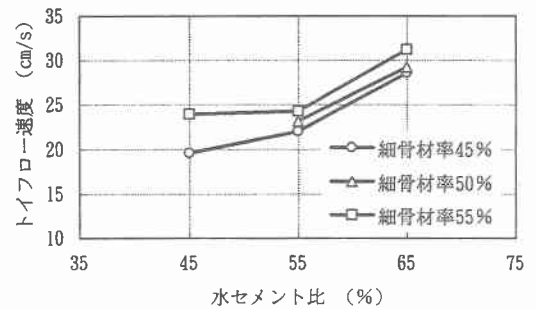


図-4 水セメント比とトイフロー速度との関係

表-1 摩擦的要因の計算値

配合番号	W/C (%)	s/a (%)	自由モルタル量 (l)	流動速度 (cm/s)	摩擦指標
W45-S45	45	45	443	19.6	0.87
W55-S45	55		418	22.0	0.92
W65-S45	65		401	28.6	1.15
W45-S50	45	50	499	—	—
W55-S50	55		476	23.1	1.10
W65-S50	65		460	29.3	1.37
W45-S55	45	55	554	23.9	1.32
W55-S55	55		533	24.3	1.29
W65-S55	65		518	31.3	1.62

5. まとめ

実験によって得られた材料分離指標と材料分離モデルによる計算値との間には高い相関関係があり、今回提案したモデルで粗骨材の分離傾向を説明できることが分かった。

<参考文献>

- (1)谷川 恭雄, 森 博嗣; フレッシュコンクリートのレオロジーと流動解析, コンクリート工学, Vol. 31, No 10, 1993, pp. 5-16.
- (2)Maekawa, et al, Multi-phase Model for flow of Liquid-Solid Assembly Through Pipelines, Proc. of JSCE, No. 466/V-19, 1993, pp. 109-120.
- (3)岡田 清, 明石 外世樹, 小柳 洽; 新編土木材料学, 国民科学社, 1987, 唄広 騎

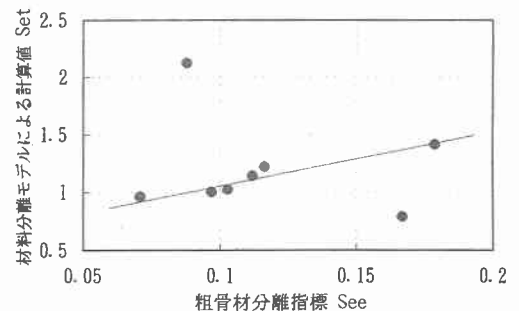


図-5 粗骨材分離指標と材料分離モデルによる計算値との関係