

小型模擬型枠を対象とした粒状体・流体連成解析による フレッシュコンクリートの施工性能評価

徳島大学大学院 学生会員 ○中島翼
徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健

1. はじめに

昨今の設計施工条件の複雑化により、施工性能評価はスランプ試験に基づく施工性能評価のみでは限界がある。既往の研究では、フレッシュコンクリートの仕様や施工性能を施工前に合理的に検討することへの利用を目的に、粒状体・流体連成解析によるフレッシュコンクリートの流動解析が行われた。本研究では、実施工を想定した模擬型枠を対象に粒状体・流体連成解析および可視化実験を行った。その結果、粒状体・流体連成解析によるフレッシュコンクリートの流動現象の再現性を確認することができた。

2. 可視化試験・解析概要

模擬型枠の形状を図-1に示す。主鉄筋に D25 鉄筋を 100mm 間隔で 5 本配置し、帯筋に D19 鉄筋を 60mm 間隔で配置した柱部材のかぶり部位を再現したものを用いた。粒状体・流体連成解析は、流体解析と粒状体解析との間で相互にデータを交換し、粒状体が運動することによって流体が運動するような現象を解析することが可能である。

2.1 使用材料

フレッシュコンクリートをモルタルと粗骨材からなる 2 相系の粘性流体と仮定し、モデルモルタル・モデル骨材を用いた。配合表は表-1に示す。モデル骨材は造粒焼成体（密度：0.85g/cm³）とナイロン玉（密度：1.35g/cm³）を使用した。各モデル骨材は着色されており、識別できるものとした。モデルモルタルは密度が 1.23g/cm³である高級水性高分子樹脂溶液（高分子樹脂：6.0g/l 添加）を用いた。

2.2 試験方法

模擬型枠 A 室を充填状況の明確にするために縦方向に 3 分割し（左層、中層、右層）、モデルコンクリートを充填する。モデルコンクリートを充填した模擬型枠を図-2に示す。モデルコンクリートを充填した後、A 室と B 室との仕切りを引き上げ、B 室にモデルコンクリートを流し込む。A 室にモデルコンクリートを分布させた後、A 室にあるモデルコンクリートを B 室に流動させた。B 室の高さ方向の充填時間を計測した。本研究では、棒状バイブレータによる振動は行わないものとする。モデルコンクリートの自重による充填を観測した。

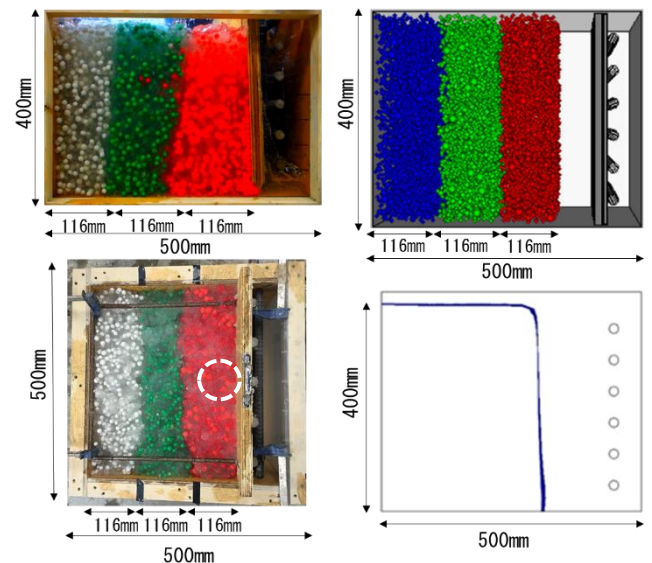


図-1 試験装置概要

図-2 解析モデル

表-1 モデルコンクリート計量値

Vg/Vm 23%	各層粒子数(個)						モルタルモデル 密度(g/ cm3)	粘性係数 (Pa・s)
	左層(緑)		中層(青)		右層(赤)			
	骨材モデル		骨材モデル		骨材モデル			
粒径	15mm	10mm	15mm	10mm	15mm	10mm		
No1	744	3968	744	3968	744	3968	1.23	10

表-2 コンクリートモデル

V _g /V _m 23%	左層(白)		中層(緑)		右層(赤)	
	モデル骨材		モデル骨材		モデル骨材	
粒径	15mm	10mm	15mm	10mm	15mm	10mm
重量(g)	1118.3	1698.6	1384.1	3147.2	2151.1	2270.1

2.3 解析概要

可視化実験を対象に粒状体・流体連成解析を行った。表-1に解析に用いたコンクリートモデル配合を示す。表-1を元に算出したモデルコンクリートを表-2に示す。各層のモデルモルタルの重量は24623gである。解析において、ニュートン流体とする粘性流体をモルタルモデルとし、球形要素の粗骨材モデルを連成することでコンクリートモデルとした。解析手法、各種パラメータの設定は既往の研究成果¹⁾に基づき行った。図-2に解析前の骨材モデルとモルタルモデルを示す。

3. 実験および解析結果

図-3に可視化実験結果と解析結果における間隙通過速度を示す。解析結果において、充填高さ0～150mmの間隙通過速度は実験結果と同様の傾向が得られた。充填高さ0～150mmの間隙通過速度に関して、実験結果と概ね整合性があるといえる。実験結果において、充填高さ200mmの間隙通過速度は解析結果と比べると遅くなっている。

図-4に骨材モデルとモルタルモデルの解析結果と実験結果を示す。上側から0秒後、1秒後、2秒後、5秒後、7秒後の骨材モデルの解析結果と実験結果の挙動を図化したものである。コンクリートモデルは下部から流動が始まり、鉄筋間を通過しB室に充填されていく。その後鉄筋障害の上層部からもコンクリートモデルが充填されていく。解析結果において、高さ100mm付近のモデルコンクリートが上部や下部のコンクリートモデルよりも速く充填されており、実験結果と似た傾向が得られた。表-3に洗い分析の結果を示し、採取した位置は図-1と図-4の破線枠で示す。洗い分析の結果は、鉄筋通過後において赤色の骨材が骨材の大部分を占めた。鉄筋通過前の型枠上部においては赤色の骨材が合計骨材の9割を占め、型枠下部においては緑色の骨材が合計骨材5割以上を占める結果となった。鉄筋通過前の型枠下部には緑色の粒子が多く見られ、7sの解析結果における粒度分布を確認できたと言える。

4. まとめ

可視化試験と粒状体・流体連成解析を行い、模擬型枠におけるフレッシュコンクリートの充填性をモデルコンクリートで再現性を確認した。しかし充填速度に異なる部分が見られたため、モデルモルタルの粘性については今後の課題である。本解析手法は実大規模型枠の充填性の予測に適用できる可能性がある。

参考文献

1) 原勝哉, 橋本親典, 渡邊健, 石丸啓輔: 可視化手法によるボックス形充填装置を充填するフレッシュコンクリートの流動挙動に対する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp1027-1032, 2015

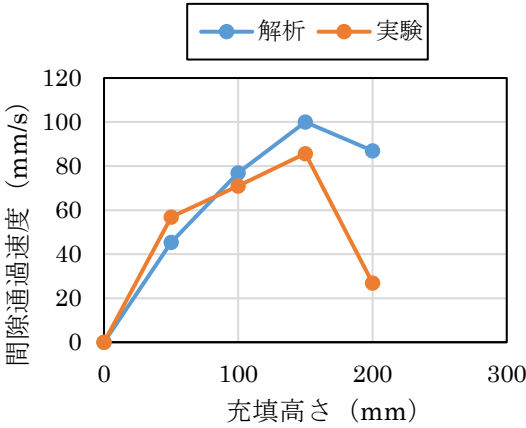


図-3 実験値と解析値比較

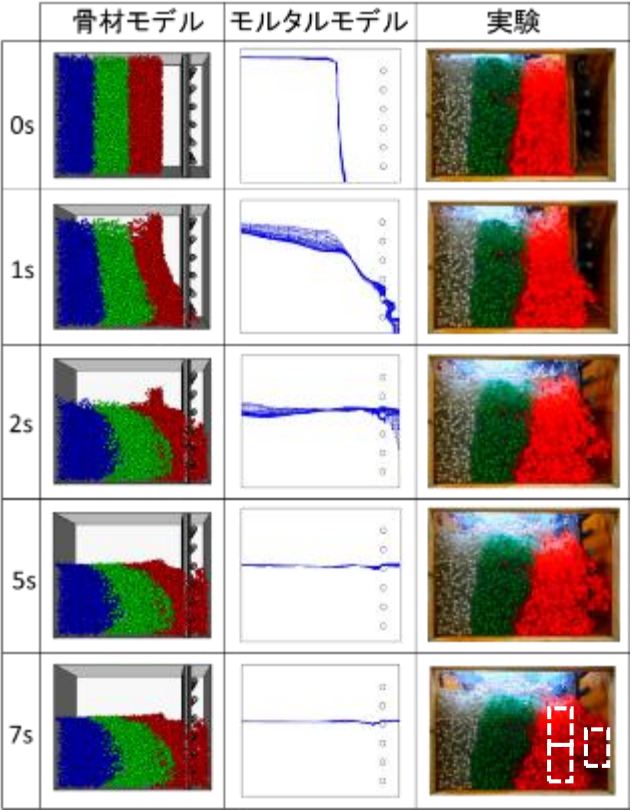


図-4 可視化実験結果と解析結果

表-3 洗い分析 (中央部)

通過後	骨材モデル(g)		モルタルモデル(g)
	赤色	緑色	
中	323.7	44.8	1263.1

通過前	骨材モデル(g)		モルタルモデル(g)
	赤色	緑色	
中上	180.4	69	1344.9
中下	82.1	183.7	1330.1