

V-189

障害物を有する壁型枠の2次元流動シミュレーション

安藤建設技術研究所 正会員 石黒 和浩
名古屋大学工学部 正会員 森 博嗣
安藤建設技術部 富谷 潤一

1.はじめに

フレッシュコンクリートの流動解析手法として、理論式を展開して挙動を解明する手法や数値解析を用いる手法等があげられ、管内流動やスランプ試験等を対象とした研究結果が数多く報告されている。著者らは、市販の流体解析コードを利用したフレッシュコンクリートの流動シミュレーションシステムを構築することを目的として、スランプ試験を対象にシミュレーションを行ってきた¹⁾。本研究は、実構造物への適用性の確認を目的に、障害物を有する壁型枠を2次元でモデル化し、レオロジー定数によるパラメータスタディを行った。また、同様の壁型枠を用いた打設実験結果²⁾との比較を行った。

2.解析方法

解析は、市販のコントロールボリューム法による流動解析コード³⁾により行った。フレッシュコンクリートの降伏関数については、降伏値(τ_y)を持つ Bingham による降伏関数で表されると考えられるが、本解析コードでは Newton 流体および非 Newton 流体しか直接扱うことはできない。このため見かけの粘性係数(η')を与えて、Bingham 流体の降伏関数を近似した。また、ひずみ速度($\dot{\gamma}$)が0に近づく

見かけの粘性係数は発散するため、 $\dot{\gamma}_{LIM}$ を設定している。見かけの粘性係数を使用した降伏関数を図1に示す。

解析に用いたモデルを図2に示す。壁状の型枠を想定して解析モデルを決定し、型枠中には箱状の障害物を配置した。奥行き方向に1要素だけ設け、要素の前後面には境界条件を与えずに解析を行った。よってモデルとしては、奥行き方向に連続している中から一部とりだした状態になる。コンクリートの打設についてはロートをモデル化し、その上面に連続流入流出境界を設けるとともに、先端には流速規定を与え安定した流速が得られるものとしている。また、障害物間(図中①～④)の試料上昇高さを10秒ごとにプロットすることで解析結果の評価を行った。

3.解析結果

パラメータスタディに先立って、 $\dot{\gamma}_{LIM}$ の影響を確認するため $\dot{\gamma}_{LIM}$ を変えて予備解析を行った。その結果1.0E-3以下では解析結果に影響

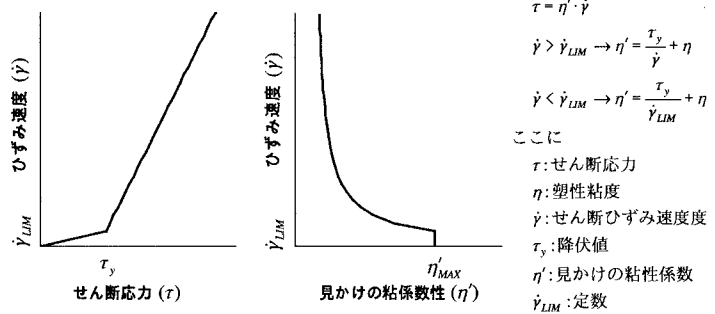


図1 見かけの粘性係数を使用した降伏関数

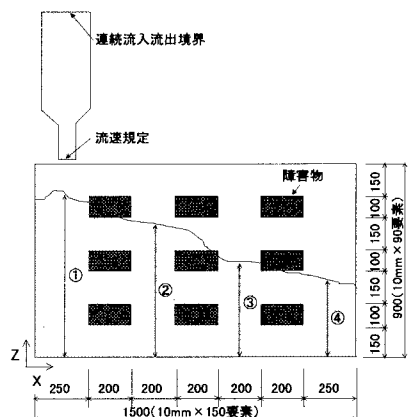


図2 解析モデル

Key word : 流動解析, 壁型枠, レオロジー定数, 塑性粘度, 降伏値

連絡先: 〒356-0051 埼玉県入間郡大井町亀久保 1168-2 TEL 0492-67-3500 FAX 0492-66-6035

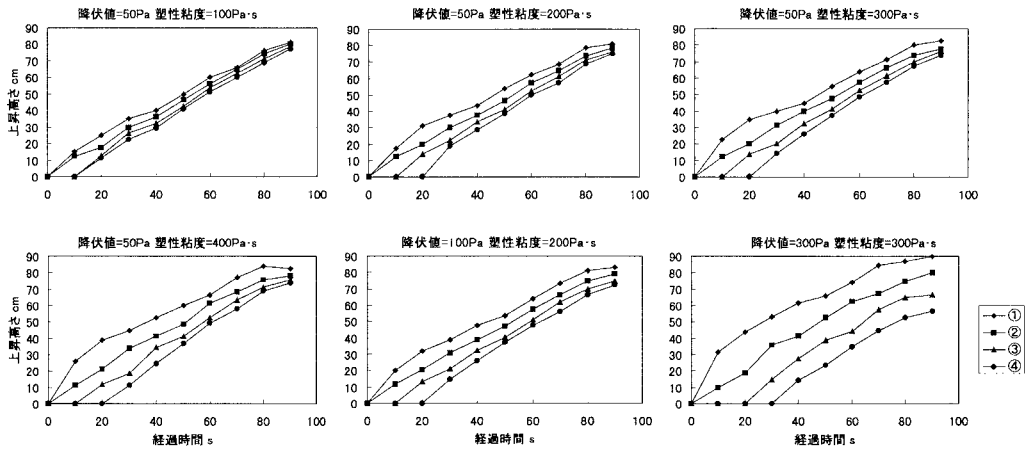


図4 上昇高さの比較

響がないことが確認されたため、 $1.0E-3$ で行うものとした。

レオロジー定数をパラメータとして解析を行った結果を図4に示す。図中で①～④の間隔は、流動勾配を表している。レオロジー定数において塑性粘度を大きくすると、流動中（10～50秒）の流動勾配が大きくなる。一方、コンクリート打設終了（レオロジー定数により変動するが、80秒程度でロート中のコンクリートは流出終了する）以降の過程においては、流動勾配が小さくなり90秒時点の勾配は同程度になる。

降伏値を変化させた場合は、流動中の流動勾配についてはそれほど影響を与えない。しかし、コンクリート打設終了以降の過程において、降伏値が大きくなるに従って流動勾配が減少する傾向が小さくなり、降伏値を300Paとした解析結果においては、ほとんど流動勾配は減少しない。

以上の結果は、塑性粘度は流動中の速度に作用し、降伏値は流動終了時の形状に作用するとされる考えを表現するものとなっている。よって、本解析手法がレオロジー定数を適切に表現できることが確認された。

解析と同型の型枠に対して実験を行った結果を図5に示す。実験においては、壁厚10cmで行っている。また、球引上げ試験により実験に使用したコンクリートの測定を行った結果は、塑性粘度100Pa·s、降伏値50Paであった。2次元解析の結果と比較すると、降伏値は同程度と考えられるが、塑性粘度は見かけ上3倍程度の大きさが作用していると考えられる。前後面の型枠からの影響によると考えられ、障害物の配置および量、コンクリートの性状、壁厚等によって変化すると思われるが、本モデルにおいては3倍程度の塑性粘度の増加として作用した。今後、壁状の型枠における影響を明確にするためには3次元解析が必要と思われる。

4. まとめ

本研究で得られた知見は、以下の通りである。

- 1) 本解析手法においても塑性粘度は流動勾配、降伏値は流動が停止するときの形状に影響を与え、レオロジー定数を適切に表現できた。
- 2) 実験結果の比較より、壁面等による3次元の影響は、3倍程度の塑性粘度の増加として作用した。

【参考文献】

- (1) 石黒他:フレッシュコンクリートの流動シミュレーション（市販の流体解析コードの適用）,土木学会第50回年次学術講演会講演概要集,1995
- (2) 石黒他:障害物を有する壁型枠への高流動コンクリートの打設実験,土木学会第52回年次学術講演会講演概要集,1997
- (3) 関ソフトウエアクレイドル:3次元熱流体解析プログラムSTREAM Ver2.9

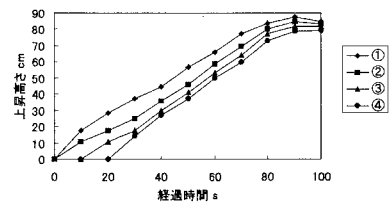


図5 上昇高さ（実験結果）