

V-20 鉄筋近傍を流れるフレッシュコンクリートの流動解析に関する検討

(株)エイトコンサルタント 正会員○沼田裕美
徳島大学工学部 正会員 橋本親典
徳島大学大学院 学生会員 山口 悟
日本興業(株) 正会員 山地功二

1. 研究目的

新しいコンシステンシー評価指標ならびに評価試験に基づいて、性能照査型設計法としての施工設計を行うためには、実際のコンクリートの打ち込み状況をモデル化し、施工する前に締固め可能か、あるいは充填可能か否かを判定するための流動解析技術が必要である。本研究では、三次元非圧縮粘性流体の汎用数値解析プログラムを用いて、複数の鉛直鉄筋が存在するスラブ型枠内における高流動コンクリートの水平方向の充填状況を解析し既往の可視化実験と比較し、汎用数値解析プログラムの使用方法について検討した。

2. 解析概要

2.1 解析手法の説明

本プログラムは、三次元非圧縮粘性流体の汎用数値解析プログラムであり、特に自由表面を持つ流れ、機械・地形・建物など複雑な形状をした障害物の周りの流れ、あるいは固体障害物の移動を伴う流れの計算に適している。本プログラムのベースは、1980年に米国ロスアラモス研究所で研究・発表された解析手法である。本プログラムにおいて流動場を解析するために使用している基礎方程式は、連続の式、運動方程式および流体体積の移動方程式の3種類から構成している。

2.2 施工設計と本解析技術の関係

本解析技術では施工の可否を検討する性能照査のために、フレッシュコンクリートの性質は、降伏値と塑性粘度で表現できるビンガム体とし、フレッシュコンクリートの性質は所定の降伏値と塑性粘度を発揮するために必要な振動エネルギーで規定し、流動解析に用いる降伏値と塑性粘度はある程度の範囲内で固定する。短時間でかつ簡単に流動解析を行うためには、入力データをなるべく少なくするのがよく、そのためにはフレッシュコンクリートの性質を単純化することが重要である。以上の仮定を導入することにより、施工設計が簡単になると考えられる。

2.3 解析条件

本解析では見かけの粘性をせん断ひずみ速度のレベルで変化させることにより、ビンガム流体をモデル化した。本解析では高流動コンクリートを対象とし、基準コンシステンシー曲線の降伏値は 30N/mm^2 、塑性粘度は $50\text{N/mm}^2 \cdot \text{s}$ である。

解析条件は群馬大学で以前に行われた可視化実験に従い、 150×200 の領域にコンクリートが流入する状況を解析対象とした。鉄筋間隔は 40mm、26、67mm、13、33mm の3種類とした。図-1に解析メッシュの概要を示す解析メッシュの数は

2240個で、鉄筋本数2本と1本について行った。解析結果に示されるせん断ひずみ速度は図-1に示す○印の点であり、検査領域全域にわたって隣接する4要素を1計測点とする計測点を25点設け、合計100要素のせん断ひずみ速度の平均値とした。鉄筋径はD16で一定とした。検査断面へのコンクリート流入条件は、可

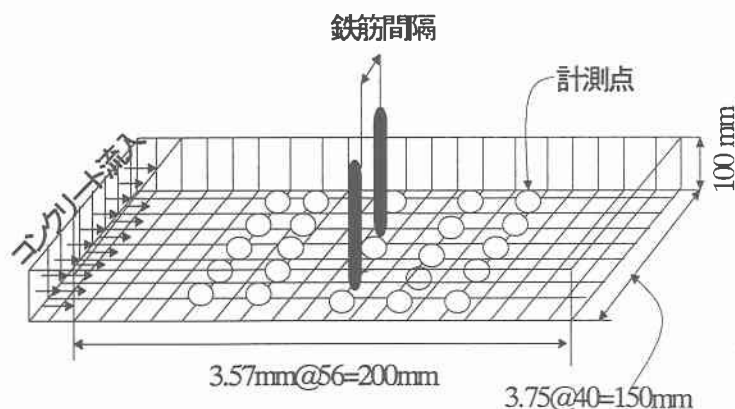


図-1 解析メッシュの概要

視化実験と比較した結果、初速度をコンクリート投入位置における流速よりも小さく設定し、緩やかに減少させてゆくといった流速変化が、実験結果に最も一致することが明らかになっており、本解析においては、図-2 に示すコンクリート流入条件を用いた。

3. 解析結果および考察

3.1 鉄筋間隔による比較

図-3 は、鉄筋間隔の違いが、せん断ひずみ速度の経時変化に与える影響について示す。なお、解析は、検査領域にコンクリートが全く充填されていない状態から計算を実行する。可視化実験のせん断ひずみ速度は、充填が完了した後のデータである。よって、可視化実験の結果と比較するために解析結果の開始時点は、計測点すべてにコンクリートが行き渡ってから安定した数値の計測が可能となる 0.2 秒後とし、経過時間 0 秒から 0.2 秒の間は削除した。

単鉄筋の場合、最大せん断ひずみ速度のピークが最も小さく、鉄筋間隔が狭くなるに従い増大する。また、鉄筋間隔が狭くなるに従い、せん断ひずみ速度が大きく変動する。鉄筋間隔に対する解析メッシュ間隔の比が大きくなり、計算精度が低下したためと考えられる。解析メッシュの最小寸法は、鉄筋間隔に支配される。

3.2 物性値による比較

鉄筋間隔 40mm・鉄筋本数 2 本における解析結果を図-4 に示す。基準値のせん断ひずみ速度に比べて、塑性粘度を 2 倍にした場合、降伏値を 2 倍にした場合ともに明確な差は現れない。可視化実験においても、同様であり、モルタルの粘性や粗骨材濃度を変化させても、発生するせん断ひずみ速度はほぼ一定である。よって、本解析結果は、可視化実験と一致しており、ビンガム定数は、流動解析結果に鈍感なパラメータであると考えられる。

4. 結論

施工の可否を検討する施工照査方法の提案として、現場レベルで解析できる流動解析技術の適用方法について検討した結果、本解析結果の範囲で、以下の点が明らかになった。1)解析メッシュ間隔は、鉄筋間隔によって支配される。2)ビンガム定数（降伏値と塑性粘度）は流動解析結果に敏感でない。

【参考文献】

- 1) 山口悟，橋本親典，水口裕之，高嶋信博：鉄筋近傍を流れるフレッシュコンクリートの流動解析に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.22，2000.6（印刷中）

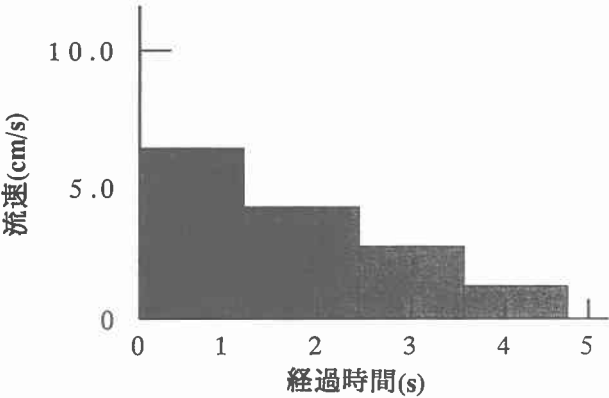


図-2 解析に用いたコンクリートの流入条件

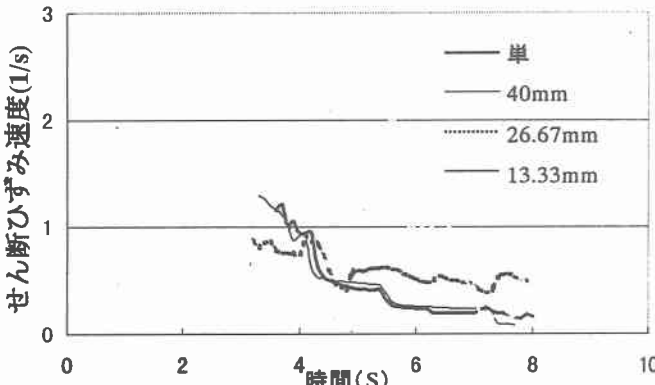


図-3 せん断ひずみ速度－時間関係図

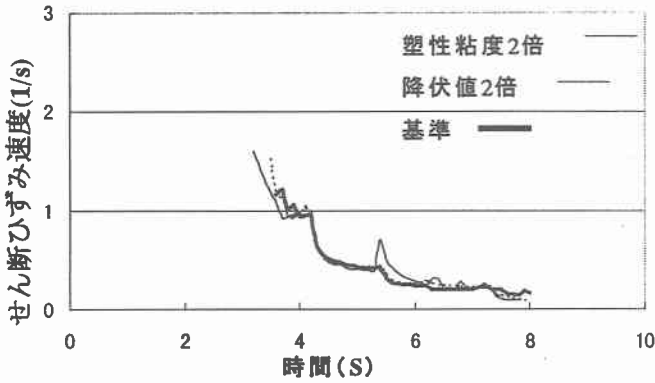


図-4 ビンガム定数がせん断ひずみ速度の経時変化に与える影響