

V-18 鉄筋群を流動するフレッシュコンクリートの流動性状に関する実験的検討

徳島大学大学院 学生員 ○山川正泰
徳島大学工学部 正会員 橋本親典
徳島大学工学部 正会員 渡辺 健
徳島大学工学部 正会員 石丸啓輔

1. はじめに

性能照査型の施工設計を導入するためには、設定した打込み方式および施工時間の条件下で、最も危険と想定される断面を対象として、設定された配合のコンクリートの充てん性の可否を照査するための流動解析技術が必要となる。本研究では、複数の鉛直鉄筋が存在するスラブ型枠内での高流動コンクリートおよび加振状態でのブレンコンクリートの充てん試験を行い、自由表面の平均流速を求め、著者らが開発してきた解析プログラム¹⁾を用いて水平方向の充てん状況を解析し、自由表面の平均流速に関する流動解析技術の予測精度について検討した。

2. 加振装置を用いた充てん試験

2.1 実験概要

図-1 は、スラブ型枠を想定した試験装置を示す。試験装置自体は、周波数と振幅を任意に設定できる振動台²⁾上に固定する。高さ 15mm の側方型枠と鉄筋を設置し、コンクリート貯留室と充填室の間に仕切り板を設け、貯留室にブレンコンクリートを予め充てんする。表-1 に示す振動条件で振動台を加振させながらしきり板を速やかに撤去し、コンクリート充てん室にコンクリートが流入していく状況をビデオ撮影する。表-1 のスランプとは、実験に用いた実測スランプである。コンクリートの配合はすべて同一であり、所定の目標スランプまでスランプロスさせた。また、スランプフロー65cm の高流動コンクリートは、無振動で充てん試験を行った。実験に用いたブレンコンクリートと高流動コンクリートの示方配合を表-2 に示す²⁾。

2.2 平均流速の算定方法

自由表面は流動方向に一樣な流れであると仮定し、自由表面の流速を算定した。

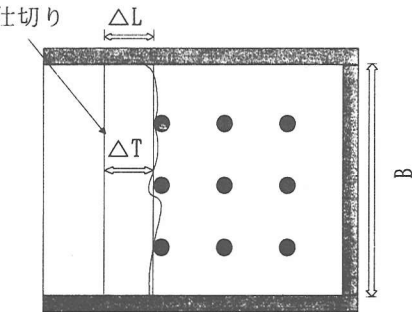


図-2 初期平均流速の算定

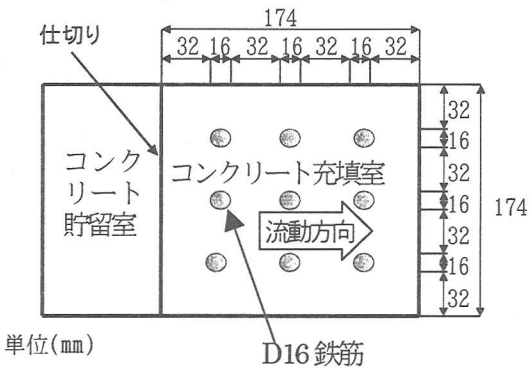


図-1 充てん試験装置形状および寸法

表-1 振動条件

番号	スランプ (cm)	周波数 (Hz)	振幅 (mm)
(a)	12	20	1
(b)	12	25	1
(c)	12	30	1
(d)	8	30	1

表-2 示方配合表

配合	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スランプ ／スラン プフロー (cm)	空気量 (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
						W	C	FA	S	G	高性能 AE 減水剤	空気量 調整剤
ブレーン	20	18±2	2±1	55	46	188	341	—	825	975	—	—
高流動	20	65±5	5±1.5	31	46	175	400	158	697	821	6.833	16.067

図-2 は、自由表面が仕切り板から第一列目の鉄筋までコンクリート充てん室内を流動した状態を示す。移動距離 ΔL (cm) とし、要した時間を ΔT (s) とする。自由表面の平均流速 V (cm/s) は、 $V = \Delta L / \Delta T$ として定義し、この初期平均流速を「3. 解析の入力条件」における充てん開始直後のコンクリートの初速度とする。以降、各列の鉄筋部分を流動する区間と各鉄筋列の間を流動する区間に分けて、同様に平均流速を算定し、経過時間に伴う自由表面の流速変化を求める。

3. 解析の入力条件

本解析方法は、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た。プログラムの詳細については、参考文献¹⁾に記す。174×174mm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。鉄筋に関する境界条件は、実験と同様であり、鉄筋あき32mm、鉄筋径D16、鉄筋9本とした。コンクリートの流入速度は、本充てん試験結果から求めた初期平均流速を初速度とし、経過時間とともに4段階に減速すると仮定した¹⁾。流入させるコンクリートの総量は、解析領域の容積と同程度の3%で一定とした。コンクリートの物性値は、降伏値30N/m²、塑性粘度50N/m²・sで振動条件や配合に関係なく一定とした。

4. 結果と考察

図-3に高流動コンクリートの自由表面流速の経時変化について、実験と解析の結果を示す。実験値は、自由表面の平均流速が移動距離の進むごとに徐々に減少する。一方、解析値は、一度上昇しその後徐々に減少する上に凸の曲線形状である。これは、解析での入力条件においてコンクリートの初期の流入速度に平均速度で一定時間与えているためと考えられる。よって、実験によって得られた初期平均流速をそのまま用いると、投入初期におけるコンクリートの総投入量が、実際よりも多くなり平均流速が上昇する解析値になったと考えられる。

図-4は、スランプ12cm、周波数20Hz、振幅1mmの振動条件(a)の充てん試験の実験と解析結果を示す。高流動コンクリートの場合と同様に、実験値はゆるやかな減少傾向にあるが、解析値は上昇しその後は徐々に減少する。両者の平均流速の減少の程度はほぼ同じではあるが、高流動コンクリートの場合の実験値と解析値の差と比較して、解析値は、実験値の2倍以上である。

図-5は、スランプ12cm、周波数30Hz、振幅1mmの振動条件(c)の充てん試験の実験と解析結果を示す。実験値と解析値の傾向は、先の2例と同様であるが、全体的に平均流速の値が大きい。加速度レベルが大きくコンクリートの変形・流動に与えた振動エネルギーが大きいために、平均流速が大きくなったためである。本解析では、コンクリートと底面の摩擦抵抗は一定としたが、振動エネルギーが大きい場合は摩擦抵抗を変化させたモデルを考える必要がある。

5. 結論

高流動コンクリートや加速度レベルの小さい振動条件下でのプレーンコンクリートの自由表面の平均流速は、精度良く予測することができる。しかし、加速度レベルが大きく振動条件下では、現在の解析技術の予測精度は不十分である。

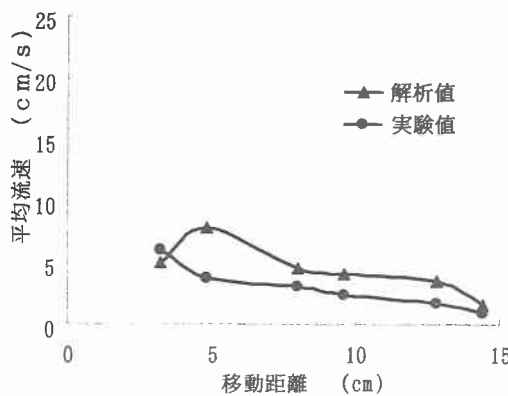


図-3 高流動コンクリートの自由表面流速の経時変化

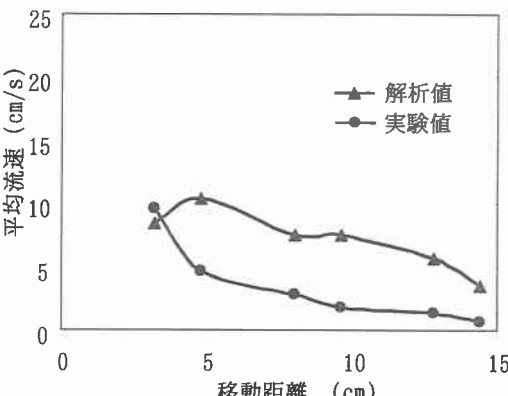


図-4 振動条件(a)のコンクリート自由表面流速の経時変化

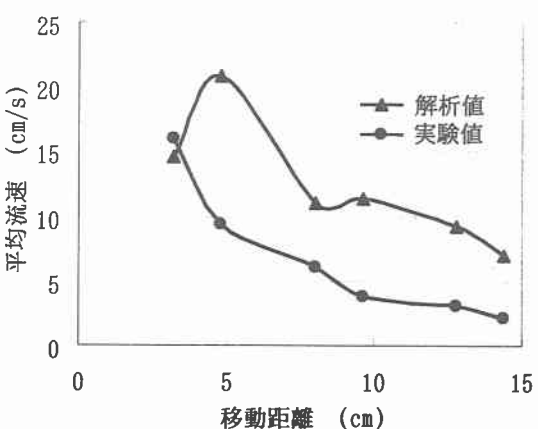


図-5 振動条件(c)のコンクリート自由表面流速の経時変化

参考文献 1) 山口悟ほか：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, No.2, pp.385-390, 2000.6 2) 浦野真次ほか：加振スランプフロー試験によるフレッシュコンクリートのコンシステンシー評価指標に関する検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.23, 2001.6 (掲載決定)