

V-114 フレッシュコンクリートの流動シミュレーション —スランブ試験における形状推定—

安藤建設技術研究所 正会員 石黒 和浩
同上 富谷 潤一

1. はじめに

フレッシュコンクリートの施工性を合理的に評価することを目的に、各種粘度計によるレオロジー定数の測定や、結果を用いての流動解析が現在盛んに行われている。市販の流動解析コードをコンクリートの流動シミュレーションに適用することを目的に、スランブ試験を対象としたパラメータスタディを行ってきた⁽¹⁾。

しかしながら、従来の実測結果（スランブ（S1）、スランブフロー（Sf）等）は、コンクリートの流動が終了した状態のものであり、流動途中の状態を測定したものは非常に少ない。流動解析の評価を行うためには、流動中のコンクリートの形状変化を知る必要がある。これより本報告では、スランブ試験およびLフロー試験において、コンクリートの変形を連続的に測定した。また測定結果を用いて、簡単な仮定条件のもとに、コンクリートの形状およびせん断応力分布を推定した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

流動性の測定に用いたコンクリートの配合条件を表-1に示す。細骨材率，単位水量はば一定の条件で、W/CとS1をパラメータとして、それぞれ3水準設けた。S1は、高性能AE減水剤の増減により調整した（W/C=55%についてはS1=15, 20cmのみ）。

2.2 実験項目

流動性測定として、スランブ試験，Lフロー試験を実施した。規定の測定項目に加えて、流動中の変形を測定するためS1とLフロー沈下量（Ls）においては、レーザー変位計を用いて100Hz程度の頻度で連続して流動終了まで測定した。SfおよびLフロー（Lf）については、巻込み型変位計の先端を流動に追従するよう動かすことで測定した。スランブの大きいものについては、降伏値（ τ_y ），塑性粘度（ η_{pl} ）を求めるため、球引き上げ試験を行い、流動曲線についてはAnsley式⁽²⁾により求めた。球引き上げ試験は、鋼製容器の直径23cm、球の直径6cm、引き上げ速度を0.3cm/s，1.3cm/s，4.2cm/sの条件で行った。

表-1 配合条件

単位水量 (kg/m ³)	170, 168 (W/C=45%)
水セメント比 (%)	35, 45, 55
細骨材率 (%)	48
混和剤*	C×0.4~0.9%
目標スランブ [†] (cm)	15, 20, 25
目標スランブ [†] フロー (cm)	—
空気量 (%)	4.5±1.5

* W/C=55% リガニソルホン酸系

W/C=35, 45% ポリカルボン酸系

3. 実験結果と考察

3.1 スランブ試験

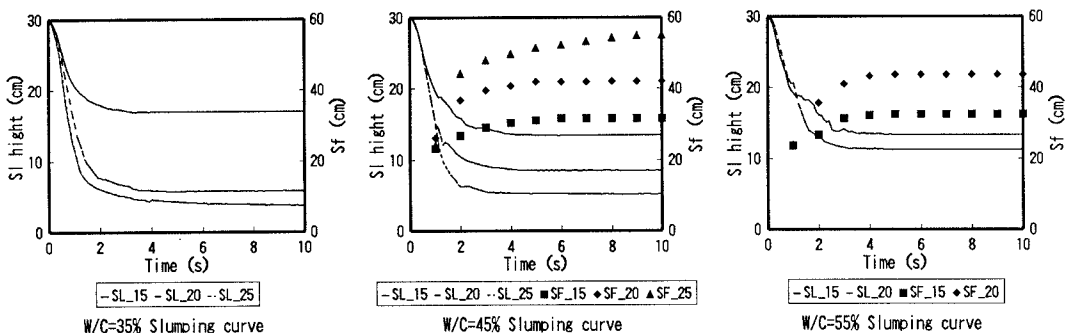


図-1 スランブ試験結果

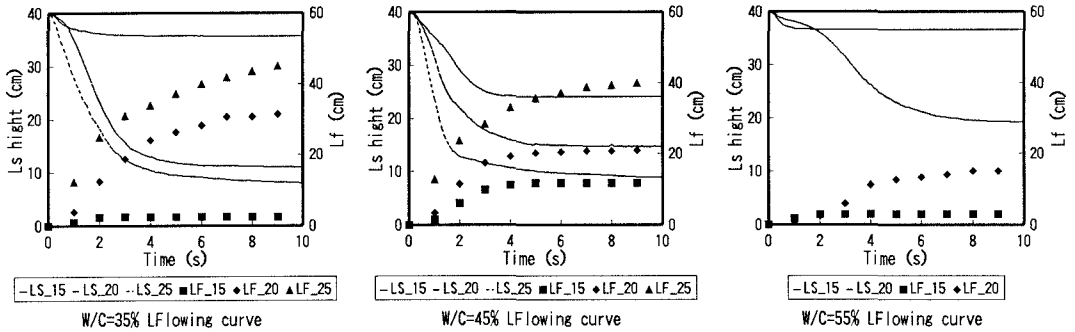


図-2 Lフロー試験結果

スランプ試験の結果を図-1に示す。W/C, S1に係わらず初期のS1の変化曲線の形状は、非常によく似ており、0.5秒迄上に凸の曲線となっている。S1の違いによる変化は、流動開始から1秒程度経過してから顕著になり、それぞれのS1の値となる。Sfについては、簡便な測定法ではあるが比較的良好な測定結果が得られ、S1に良く似た傾向を示している。

3.2 Lフロー試験

Lフロー試験の結果を図-2に示す。S1の変化曲線と同様の傾向が、Ls, Lfの変化曲線にも見られる。しかしながら、Ls, Lfの方がW/C, S1の違いの影響を大きくうけている。特に、変化曲線の形状、流動終了時の値ともに、S1が15cm前後で大きく変化する。

3.3 スランプ形状の推定

スランプ試験における変形中の形状は、3次曲線に近似されると仮定し、測定されたS1, Sfおよび体積等をもちいて定数を決定した。W/C=45%, S1=20cmの測定結果に適用し求めたスランプの形状を図-3に示す。また形状の変化よりひずみ速度を求め、球引き上げ試験で得られた τ_y , η_{pl} を使用して、Binghamの降伏関数によりせん断応力を算定した。これより得られるせん断応力分布を図-4に示す。

スランプ形状については、上部コンクリートの崩れ等を表現することはできないが、S1の大きいものについては、近似しているものと考えている。せん断応力の分布については、形状より決定されるため変形の卓越する部分に応力が集中する結果となっている。実現象においても変形の進む部分に大きいひずみ速度が与えられると考えられるため、分布状況は表現していると考えられる。

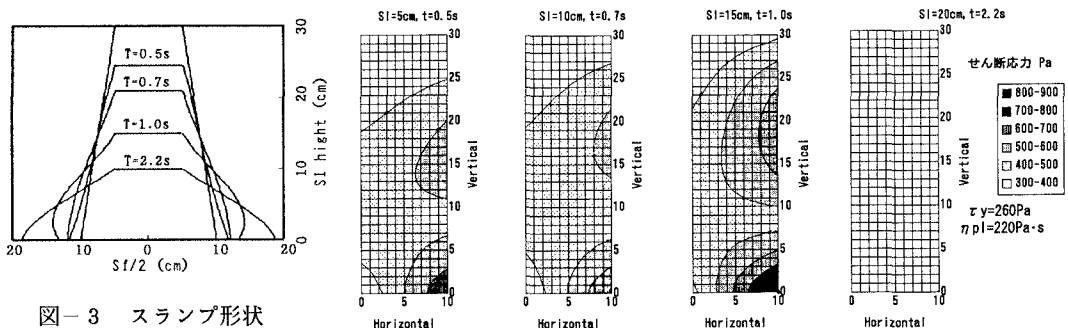


図-3 スランプ形状

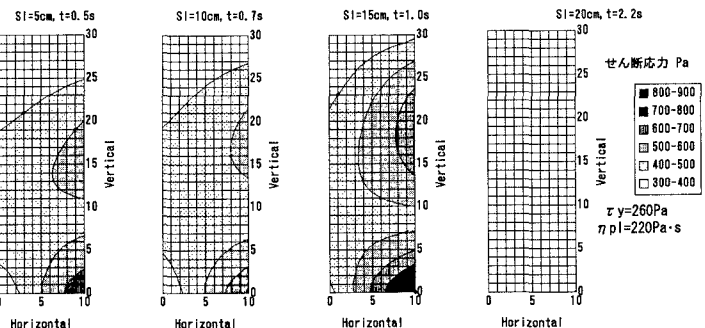


図-4 せん断応力分布

4. まとめ

スランプ試験, Lフロー試験の時刻歴の測定により、流動初期の変形の様子を確認することができた。形状およびせん断応力推定は、ともに実験等での確認を行う必要があるが、流動解析との比較項目を拡大することにつながり、メカニズムの検証に利用できると考えられる。

参考文献 (1)石黒他「フレッシュコンクリートの流動シュミレーション」土木学会第50回年次学術講演会講演概要集, 1995, 9 (2)土木学会・フレッシュコンクリートの物性とその施工に関するシンポジウム, 1986, 3