

# 加振式 L 形フロー試験器および試験方法の開発



所属名：中国技術事務所  
発表者：西田 英司

## 1. はじめに

フレッシュコンクリートの品質は、JIS A 5308 レディーミクストコンクリートに規定されたスランプと空気量により管理されている、スランプ試験（JIS A 1101）は試験装置が簡易で扱い易く、現在最も普及している試験方法であるといえる。しかしながら、正確な試験を行うためには熟練した技術と経験が必要とされ、それらが乏しい試験者にとっては、試験結果に誤差が入りやすく試験結果がばらつくといった問題点が指摘されている。そこで、簡便かつ経済的で個人誤差が少なく高精度にフレッシュコンクリートの品質を評価できる試験方法の開発が課題となっている。

中国技術事務所では平成 17 年度より、コンクリート品質管理試験について、従来のスランプ試験ではなくフレッシュコンクリートのコンシステンシーに着目した品質管理試験の開発および検証実験を行ってきた。その成果として、既往の L 形フロー試験器に振動モータを取付けた「加振式 L 形フロー試験器」およびその試験方法を開発した。

本報は、同試験器および試験方法の概要、検証試験結果および試験方法の有効性の確認等について報告するものである。

## 2. 加振式 L 形フロー試験器と試験方法の概要

図-1 に加振式 L 形フロー試験器の概要を示す、本体の L 形フロー試験器は、土木学会で規定されている高流動コンクリート用（JSCE-F514-2007）のものと同型で、高流動コンクリートに限定せず一般的なスランプのフレッシュコンクリートにも適用できるように、試験器のコンクリート投入口背面に振動モータを取付けたものである。加振用振動モータは、汎用品で入手の比較的容易な電動式振動モータ（出力 35W、遠心力 21kg、回転数 3,450VPM）を採用している。

試験方法の手順は以下の通りである。

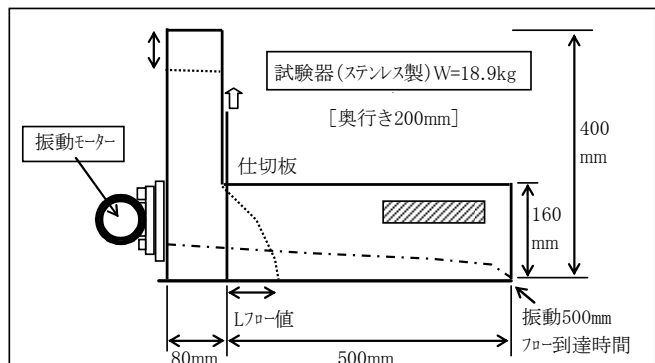


図-1 振動 L 形フロー試験器諸元



①水平な場所に防振ゴムマットを敷き試験器を置く、水準器を用いて縦横方向のレベルを確認する。②漏斗をセットしコンクリートを詰める、詰め方は2層にわけ、1層厚さは試料投入部の1/2の高さ(20cm)を目安とする。③突き棒により各層下端まで16回突く。④試料を詰め終わった後、コテを用いて投入口の上端に合わせて均す。⑤ゲート引き上げ後、投入口のコンクリートの下がり測定する。⑥試験スタートの合図で加振用モータの電源を入れストップウォッチ等で時間を測定、フロー値および時間の測定を行う。

### 3. 試験器と試験方法の適用範囲の検討

#### 3.1 試験方法の基礎検討(管理基準値の設定)

はじめに、従来のスランブ試験値と本試験の振動500mmフロー到達時間(振動をかけてフレッシュコンクリートが試験器の先端まで到達する時間、以下フロー時間)の相関性を検証するために、表-1に示す4ケースのスランブのフレッシュコンクリートを用いて試験を行った。

従来のスランブ試験値と本試験で計測されるフロー時間の相関関係を図-2に示す、同図は表-1に示す基準配合に関する44データ分の試験結果をプロットしたものである。同図よりフロー時間とスランブは高い相関性が見られ、かつフロー時間の標準誤差σは1.49cmで、スランブ試験の許容値±2.5cm(8cm<スランブ<18cmの場合)より小さくなる結果が得られた。これらより、本試験器および試験方法によるフロー時間(振動500mmフロー到達時間)の計測値は、ばらつきが比較的小さく、高精度の品質管理基準値となりうることを示唆している。

#### 3.2 試験器と試験方法の適用範囲の検討

##### 3.2.1 粗骨材の最大寸法

図-3は上述した基準配合の44データのプロット(◇)と異なる粗骨材最大寸法の試験結果(■, ▲)を重ねたものである。最大寸法25mmのコンクリートのフロー時間は、目標スランブ8cm~18cmで基準配合(最大20mm)と概ね同様な分布である。最大寸法40mmコンクリートにおいては、低スランブ(実測スランブ4.5cm)が、回帰線か

表-1 基準配合表

配合	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	最大粗骨材寸法 (mm)	単用量 (kgf/m <sup>3</sup> )		空気量 (%)	温度 (°C)	備考 (骨材種)
				水	セメント			
スランブ8cm	53.3	46	20	162	304	4.5±1.5	20±2	砕石
スランブ12cm	53.3	46	20	170	319	4.5±1.5	20±2	砕石
スランブ15cm	53.3	47	20	174	326	4.5±1.5	20±2	砕石
スランブ18cm	53.3	47	20	178	334	4.5±1.5	20±2	砕石

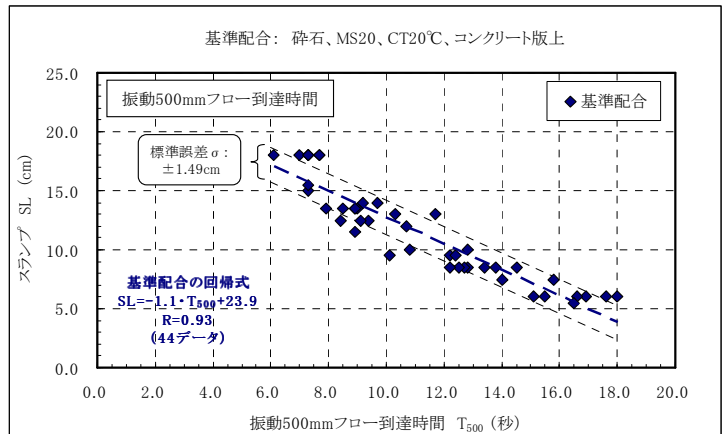


図-2 振動500mmフロー時間とスランブの関係

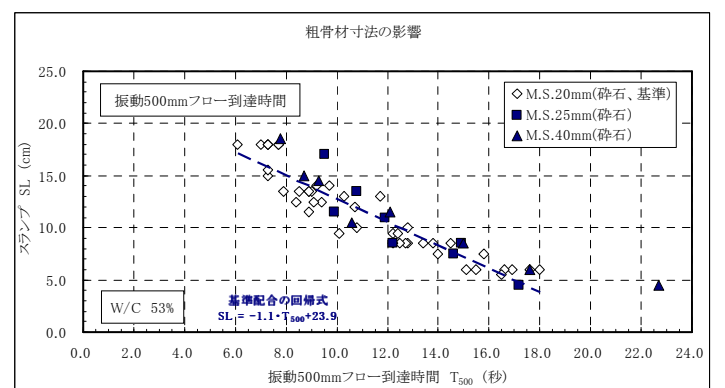


図-3 異なる最大粗骨材寸法のコンクリートの適用範囲検討

ら約 6 秒ばらつく結果が得られた。

図-4 は基準配合の 44 データのプロット (◇) と低スランブの試験結果 (▲, ■) を重ねたものである。スランブ 5cm のコンクリートのフロー時間は、基準配合と概ね同様な分布であるが、スランブ 5cm 未満のコンクリートにおいては、回帰線から 5~8 秒も遅く、ばらつきが大きくなる結果が得られた。

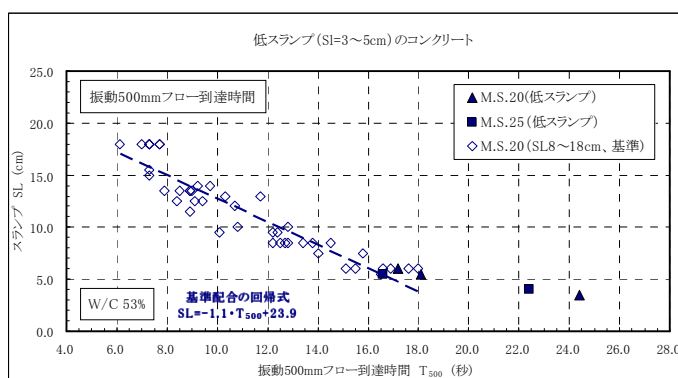


図-4 低スランブのコンクリートの適用範囲検討

粗骨材最大寸法に関しては、試験器の基本が高流動コンクリート用 (粗骨材最大寸法 25mm 以下) に開発されたものだけに、最大寸法 40mm の適用に課題が残るものとする。また、低スランブに関しては、振動モータを設置しているものの、固練りのフレッシュコンクリート (実測スランブ 5cm 未満) への適用性についても課題が残るものとする。

この結果より、当面の本試験器および試験方法の適用範囲としては、実測スランブ 5cm 以上、粗骨材最大寸法 25mm 以下のフレッシュコンクリートと設定した。

#### 4. 本試験の有効性に関する検討

##### 4.1 後加水コンクリート検知性能の検討

昨今、コンクリートの性能低下を招く (運搬後の) スランブ調整で加水する「後加水コンクリート」が問題視されている。今回は、本試験器および試験方法を用いてこのような不適切なフレッシュコンクリートの検知性能について検討を行った。今回の後加水コンクリートは、3. で示した試験室内で練ったフレッシュコンクリート基本配合に対し、30 分、

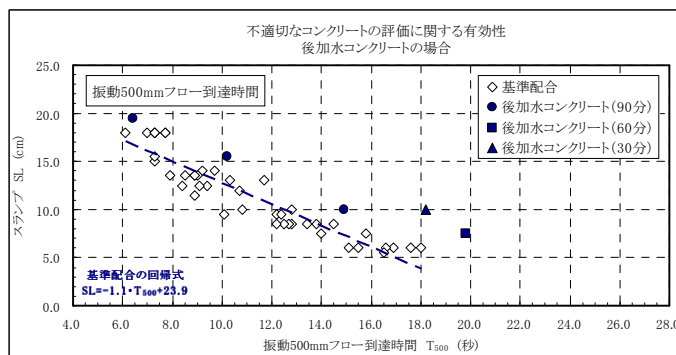


図-5 後加水コンクリートの検知性能検討

60 分、90 分放置し、その後目標スランブ (8, 15, 18cm) が確保されるように任意量の水を加えて調整したものである。図-5 に試験結果を示す、同図より後加水コンクリートのフロー時間が基準配合より 2 秒程度遅くなる結果が得られた。また、特に低スランブ (スランブ 8cm 前後) のコンクリートに練混ぜ後 30~60 分で加水したケースでは、基本配合の回帰線と試験結果の差は 5~6 秒の大きな遅れがある傾向が得られた。

コンクリート混和剤である AE 減水剤の分散効果は、時間が経過すると水和反応に伴い分散成分が水和生成物に覆われ反発力が低下し、その後セメント粒子が凝結する。後加水によってスランブが回復できても、セメント粒子は電気的反発力が低下した状態にあり、練混ぜ直後のような分散効果が発揮されないため、流動性は回復しないことが考えられる。

本試験器および試験方法は、フレッシュコンクリートのコンシステンシーを評価対象と

していることより、スランプ試験で検知できない後加水コンクリートを検知する性能を有していることが確認できた。

#### 4.2 水分量の不適切コンクリート検知性能の検討

図-6 にコンクリート施工現場における品質管理試験として実施した加振式L形フロー試験の結果を示す。基準配合から外れた試験結果において、フロー時間が基準配合より速かったデータは、別途水量を測定したところ単位水量が多かったことを確認した。また基準配合より遅かったデータは、単位水量が少なかったことを確認した。つまり、本試験では、スランプ試験で合格する水分量の不適切なフレッシュコンクリートに対しても検知して排除することが可能であることが確認できた。

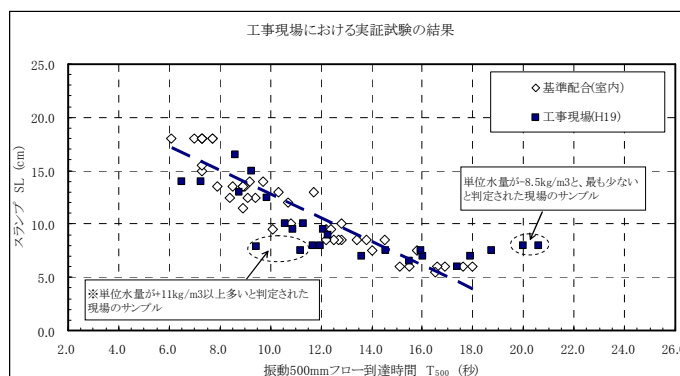
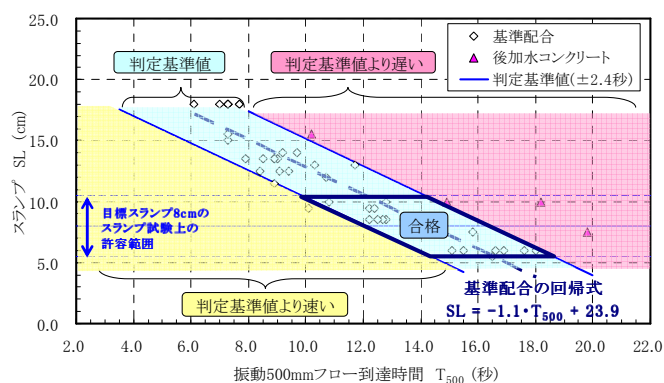


図-6 水分量不適切コンクリートの検知性能検討

#### 5. フレッシュコンクリートの品質管理試験方法（管理基準値の設定）

従来のスランプ試験と比較して、フレッシュコンクリートのコンシステンシーに着目する本試験器および試験方法の品質管理における有効性が確認できた。この試験器を使った試験方法を確立するにあたり、今回実施した試験データ（フロー時間ースランプ関係）に基づき判定基準を設定した。図-7 に実測スランプとフロー時間における判定図を示す。判定基準値の範囲は、基準配合の回帰式からの差分の頻度分布を正規分布と仮定し、母数の約 90%が通過する値として±2.4 秒を設定した。



- 合格: スランプ許容値(±2.5cm)かつ実測スランプで判定基準値(±2.4 秒)に含まれるもの。
- 不合格: 上記以外のもの。

図-7 管理基準値の設定（判定図）

#### 6. おわりに

加振式L形フロー試験器および試験方法によりフロー時間(振動 500mm フロー到達時間)を測定することで、スランプ試験より高精度な品質管理が可能であることが明らかになった。また、本試験の特徴であるフレッシュコンクリートのコンシステンシーに着目した品質管理試験では、スランプ試験で合格する「後加水コンクリート」、「水分量の不適切なコンクリート」を排除できること等、その有効性、合理性が確認できた。

今後は、より多くの実験データ収集を行うとともに、本試験器および試験方法の広報活動を実施し、試験方法の規準化を目標としたいと考える。