

高流動コンクリートの O 漏斗流下時間に関する一考察

日本大学 正会員 ○山口 晋, 越川茂雄, 鶴澤 正美, 全生連中研 辻本 一志
(株) 内山アドバンス 近藤 剛, 日本大学 (院) 島崎 勝広, 岩崎 直郁

1. はじめに

フレッシュコンクリートの塑性粘度 (η_{pl}) および降伏値 (τ_f) のレオロジー定数はフレッシュコンクリートの流動性, 材料分離抵抗性およびポンプ圧送性の評価等に重要となる. しかし, これらのレオロジー定数は一般に大型の各種の粘度計等によるもので試験が簡便でない欠点を有する. そこで, 谷川氏は高流動コンクリートの材料分離抵抗性の評価に採用されている大型の O 漏斗流下試験方法で得られる流下時間よりレオロジー定数の一つである塑性粘度を求める解析方法 (式-(1)) を提示し, モルタルの塑性粘度について検討し, この方法の有用性を示した.¹⁾ しかしコンクリートへの適用性については未だ詳細に検討されていない. 特にコンクリートの場合, 粗骨材による閉塞が O 漏斗流下時間に及ぼす影響について検討した例は全くない.

本研究は, 高流動コンクリートに採用されている O 漏斗流下時間の目視による人為的誤差に着目し, 試料上面にレーザービームを照射し流下時間を測定する方法について実験検討した.

2. 使用材料および配合

実験に用いた高流動コンクリートは, 石灰石微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートを使用した. 使用材料は, 表 1 に示す通りである.

粉体系高流動コンクリートの配合は表 2 に示す通りで, 水/セメント比を 50% とし, 目標スランプフロー値が 500~700mm となる様に高性能 AE 減水剤の量を調整して決定した.

3. 試験方法

(1) スランプフロー試験方法

スランプフロー試験は, JIS A 1150 「コンクリートのスランプフロー試験方法」 に準拠した.

(2) 流下試験方法

流下試験方法は, JSCE-F 512-199 「高流動コンクリートの漏斗を用いた流下試験方法 (案)」²⁾ に準拠し, 図 1 に示す O 漏斗 (容量 10 リットル) を用いた.

(3) 流下時間測定方法

レーザービームによる流下時間の測定は, レーザービーム (K 社製 高性能レーザー変位計) を O 漏斗試料上面に照射し測定した. なお, 流下時間は 1/1000 秒毎に測定した. 式-(1) に塑性粘度を算出する谷川式を示す.

表 1. 使用材料

セメント	T社製普通ポルトランドセメント	
	密度: 3.16 g/cm ³	F.M: 6.40
混和材	A社製 石灰石微粉末	
	密度: 2.71 g/cm ³	
細骨材	千葉県君津産山砂 (〜5mm)	
	密度: 2.63 g/cm ³	
粗骨材	東京都青梅産砂岩碎石:	(20~10mm: 60%)
		(10~5mm: 40%)
	密度: 2.68 g/mm ³	
混和剤	B社製高性能AE剤: SP8HVS	

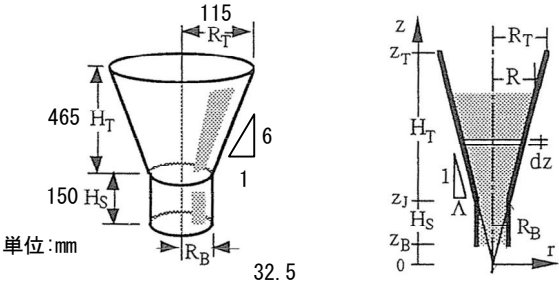


図 1. O 漏斗の形状¹⁾

$$t = \frac{8\eta}{3\Lambda^2 \rho G} \left[\frac{4z_J - 3z_B}{z_J^4} \left(\frac{z^2}{2} + z_B z + z_B^2 \ln|z - z_B| \right) - \frac{1}{z_B} \ln \left| \frac{z - z_B}{z} \right| \right]_{z_J}^{z_T}$$

-(1)

ここに,
t: 流下時間, ρ: 試料の密度, G: 重力加速度,
η: 粘性係数, Λ: 漏斗勾配

表 2. 配合表

種類	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能 AE減水剤 (%)	AE剤	S L F (mm)	空気量 (%)
			水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材				
			W	C	F	S	G				
粉体系	50	48.5	175	350	85	792	856	0.7	1A	580	2.5
								0.8	1A	610	2.8
								0.9	1A	710	3.6

キーワード 高流動コンクリート, O漏斗流下試験, レオロジー定数, 塑性粘度, スランプフロー試験

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL047-474-2451

4. 試験結果および考察

4-1. レーザービームによる流下時間曲線

レーザービームによる流下時間曲線を図 2 に示す。この図は、試料の流下時間を 1/1000(s) 毎に測定した流下時間曲線である。この結果によれば、SLF:710mm の場合、流下時間曲線は連続となっている。これに対して、SLF:580mm および 620mm の場合、ロート深さ約 45mm の吐出口付近で連続性に変化が生じている。(○印部)

そこで、この深さ約 45mm 付近の流下時間曲線を拡大し、図 3~5 に示した。この結果、SLF:580mm および 620mm の場合、約 45mm 付近において明らかに不連続となっていることを確認した。このことは、漏斗形状が変化する吐出口付近で、粗骨材の偏りによる閉塞をしていることを示すものである。

4-2. レーザービームおよび目視流下時間より算出した塑性粘度

塑性粘度(η_{pl})は、式-1 に示す谷川式により算出した。表 3 に各流下時間より算出した塑性粘度を示す。この結果によれば、レーザービームの場合、閉塞の有無の 2 通りの計算値比は、0.98~1.00 とほぼ同等であることを示した。このことは、閉塞が極く軽微であることからと考えられる。

この結果に対し目視の場合は、レーザービームに比して、いずれの場合とも約 1.1~1.2 と大となることを示した。このことは、目視の流下時間測定の場合、人為的変動を伴うことを示唆するものとする。

5. まとめ

- 本研究で得られた新しい知見は以下の通りである。
- (1) 流下時間は目視の場合、レーザービームの約 1.1~1.2 倍と大きくなる人為的変動を伴うので、レーザービームにより測定するのが良い。
 - (2) レーザービームの流下曲線の(不)連続性を判定することにより、練り混ぜ直後の主にマトリックス粘性による粗骨材の偏りが、適確に判定できる。
 - (3) (2)のことは、単位粗骨材量や高性能減水剤の使用等を考慮した高流動コンクリートの最適配合の選定にレーザービームによる流下曲線が有効となることを示すものである。

参考文献

1) 谷川恭雄ほか：セメント系粘性材料のロート試験に関するレオロジー的考察，セメント系充填材に関するシンポジウム論文集，pp.1-6，1992. 12

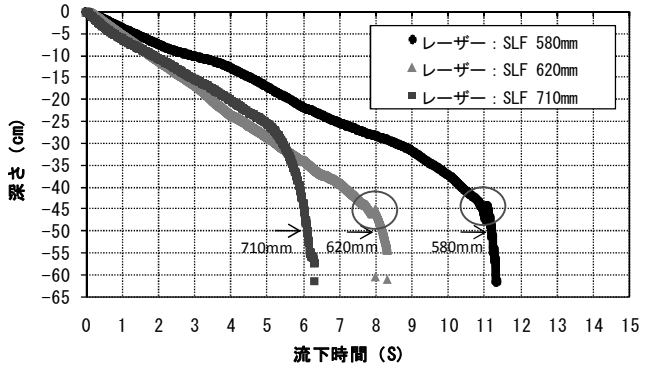


図 2. レーザービームによる流下時間曲線

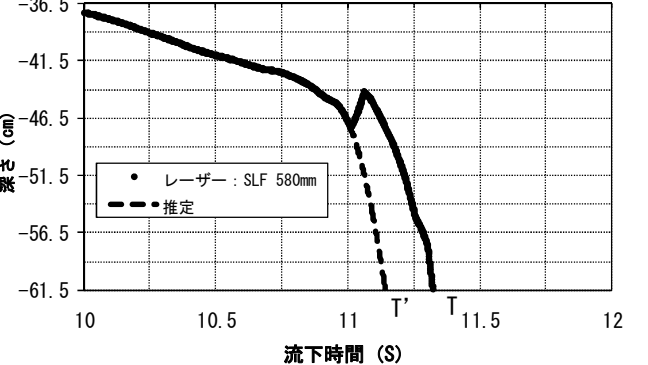


図 3. レーザービームによる流下時間曲線-拡大 (SLF:580mm)

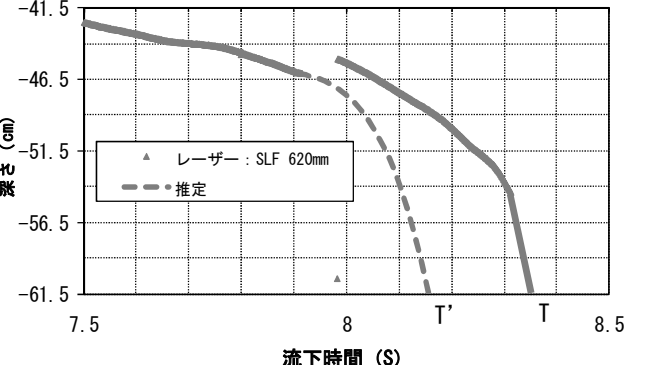


図 4. レーザービームによる流下時間曲線-拡大 (SLF:620mm)

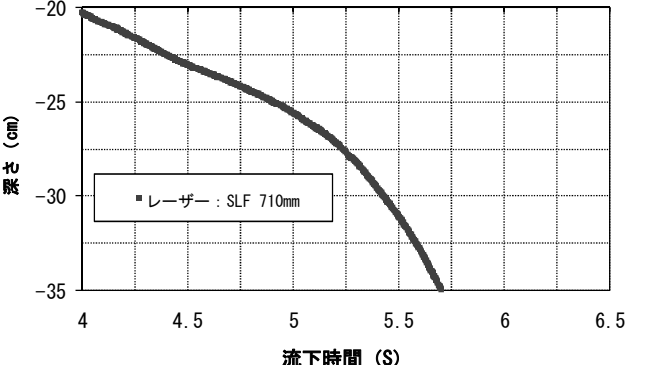


図 5. レーザービームによる流下時間曲線-拡大 (SLF:710mm)

表 3. 各流下時間より算出した塑性粘度

SLF (mm)	流下時間 (s)			塑性粘度 (η_{pl})		
	目視:t	レーザー		目視:t	レーザー	
		全量:T	推定:T'		全量:T	推定:T'
580	12.82	11.32	11.14	195 (1.13)	172 (1.00)	169 (0.98)
620	10.15	8.31	8.15	151 (1.22)	124 (1.00)	121 (0.98)
710	6.88	6.30	6.30	113 (1.09)	104 (1.00)	—

2) コンクリート標準示方書[規準編] 2010 年制定，土木学会，pp355-357，2010