

高流動鋼繊維補強コンクリートのフレッシュ性状

清水建設技術研究所 正会員 ○ 栗田守朗

正会員 田中博一

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート (SFRC) はコンクリートの持つもろさを改善したすぐれた特性を有しており、構造物材への利用が検討されている¹⁾。SFRCは一般のコンクリートに比べてその施工性が劣るために、SFRCの優れた硬化性状を十分に生かされていないのが現状である。その対策としては、施工性を向上することが不可欠であり、施工性に優れたフレッシュ性状を有するSFRCを検討することが必要であると考えられる。

SFRCの施工性を向上させる方法の一つとして高流動コンクリートを指向することが考えられるが、鋼繊維を混入した高流動コンクリートに関する研究はほとんどなされていないのが現状である²⁾。

本文では、高流動鋼繊維補強コンクリートの配合設計に資するための基礎的なデータを得る目的で、単位粗骨材絶対容積および鋼繊維混入率(V_f)を要因とし、各種要因が変化した場合において、スランプフローが一定となる条件におけるフレッシュ性状について実験的に検討した結果について報告するものである。

2. 実験概要

表 - 1 使用材料

(1) 使用材料

使用材料を表-1に示す。本実験では、コンクリートの粘性を要因としており、粘性は増粘剤の使用量を变化させる方法とした。増粘剤はセルロースを主成分としたものを、高性能AE減水剤にはポリカルボン酸系のものを使用した。鋼繊維は、両端フック付結束型で、直径0.6mm、長さ30mmのものを使用した。

(2) 試験方法

スランプフローは60cm程度を目標とし、高性能AE減水剤および増粘剤の使用量を調整した。試験項目および試験の組合せを表-2、表-3に示す。高流動鋼繊維補強コンクリートの変形性を試験する方法は現状ではないため、 V_{75} 漏斗試験によりその流下性状で評価することとした。ミニスランプフロー試験³⁾およびK漏斗試験³⁾は、製造した高流動鋼繊維補強コンクリートを5mmのふるいでウェットスクリーニングし、粗骨材および鋼繊維を除いたモルタルを用いた。ミニスランプフローはモルタルの降伏値を、K漏斗流下時間はモルタルの塑性粘度を表わす指標となる。材料分離試験は、練混ぜ直後のコンクリートをφ15cm×h30cmの鋼製型枠内に充てんし、振動数50Hz、振幅1.1mmの振動テーブル上で30秒間振動を加えた。振動終了後、鋼製型枠内の上部および下部から試料2Lを採取し、下式より粗骨材および鋼繊維の材料分離指数をそれぞれSI(G)、SI(SF)として算出した⁴⁾。

$$SI(G) = \{(G_2 - G_1) / (G_1 + G_2)\} \times 100(\%)$$

$$SI(SF) = \{(SF_2 - SF_1) / (SF_1 + SF_2)\} \times 100(\%)$$

ここで、SI(G): 粗骨材の材料分離指数

SI(SF): 鋼繊維の材料分離指数

G_1 : 上部試料2L中の粗骨材質量, G_2 : 下部試料2L中の粗骨材質量

SF_1 : 上部試料2L中の鋼繊維質量, SF_2 : 下部試料2L中の鋼繊維質量

種類	仕様
セメント, C	普通ポルトランドセメント, 密度 3.16g/cm^3
細骨材, S	総社市美袋産硬質砂岩砕砂 密度 2.74g/cm^3 , 吸水率 0.86% , 粗粒率 2.80
粗骨材, G	岡山県御津郡御津町産硬質砂岩砕石 密度 2.72g/m^3 , 吸水率 0.68% , 粗粒率 6.43
高性能AE減水剤, SP	ポリカルボン酸系
増粘剤, VA	セルロースを主成分
鋼繊維, SF	両端フック付結束型 φ0.6mm×ℓ30mm

表 - 2 試験項目

項目	摘要
スランプフロー	JSCE-F503
V_{75} 漏斗流下時間	JSCE-F512
空気量	JSCE-F513
温度	棒状温度計を使用
ミニスランプフロー	本文参照
K漏斗流下時間	本文参照
材料分離指数	本文参照

表 - 3 試験の組合せ

W/C (%)	Vg (L/m³)	鋼纖維 混入率 (vol%)	単位量 (kg/m³)		混和剤	
			W	C	SP (Cx%)	VA (g/m³)
40	150 ~ 300	0.5	200	500	試験により選定	試験により選定
	150 ~ 275	0.75				
	150 ~ 250	1.0				

キーワード: 鋼繊維補強コンクリート, 高流動, 流動性, 変形性

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL:03-3820-6959 FAX:03-3820-5959

3. 実験結果および考察

本試験におけるスランプフローは57～63cmであり、目標とする値をほぼ満足した。

材料分離試験結果を図-1および図-2に示す。鋼繊維の材料分離指数は全ての配合で20%程度以下であり、材料分離性状を呈していないことを確認した⁴⁾。材料分離指数はミニスランプフローよりもK漏斗流下時間との間に良い相関が認められた。高流動コンクリートにおいて、材料分離抵抗性は塑性粘度が一定条件下では降伏値に支配され、降伏値が一定の条件では塑性粘度に支配されることが示されている^{5),6)}。したがって、本試験のように降伏値がほぼ一定の条件では、材料分離指数はK漏斗流下時間と良い相関が認められ、材料分離抵抗性はモルタルの粘性で評価できると考えられる。

図-3に単位粗骨材絶対容積とV漏斗流下時間との関係を示す。Vfが0.5vol%の場合は、単位粗骨材絶対容積が250L/m³まではV漏斗流下時間はほぼ一定であり、それ以上になるとV漏斗流下時間は増加した。単位粗骨材絶対容積が300L/m³の場合においてもV漏斗の閉塞は生じなかった。Vfが0.75vol%の場合は、単位粗骨材絶対容積が250L/m³まではV漏斗流下時間は緩やかに増加し、275L/m³の場合に閉塞が生じた。一方、Vfが1.0vol%の場合はV漏斗流下時間は、単位粗骨材絶対容積の増加にともない増加し、225L/m³程度から急激に増加し、250L/m³において閉塞が生じた。また、V漏斗流下時間が20秒程度を超えると急激に変形性が劣る傾向が認められ、高流動鋼繊維補強コンクリートの変形性を判断する目安となると考えられる。

本試験の範囲から、高流動鋼繊維補強コンクリートの配合設計を行う上で、鋼繊維混入率（Vf）と単位粗骨材絶対容積との組合せは、以下が目安となると考えられる。

- ・ Vf=0.5vol% の場合：単位粗骨材絶対容積 275L/m³ 以下
- ・ Vf=0.75vol% の場合：単位粗骨材絶対容積 250L/m³ 以下
- ・ Vf=1.0vol% の場合：単位粗骨材絶対容積 200L/m³ 以下

4. まとめ

本試験で得られた知見をまとめると以下のようなものである。

- 1) スランプフロー一定条件では、材料分離抵抗性はモルタルの粘性（K漏斗流下時間）で評価できる。
- 2) 高流動鋼繊維補強コンクリートの変形性はV漏斗試験で評価することが可能であり、スランプフローが一定条件において、良好な変形性を有する単位粗骨材絶対容積および鋼繊維混入率の組合せが存在する。

【参考文献】

- 1) 吉武ほか：高強度鋼繊維補強材料で接合されたプレキャストコンクリートはりの曲げ挙動，コンクリート工学年次論文集，vol.23, No.3, 2001
- 2) 上原ほか：高流動鋼繊維補強コンクリートの充填性に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，vol.25, No.1, pp.245～pp.250, 2003
- 3) 河井ほか：高流動コンクリートのレオロジー特性に関する基礎的研究（その1：モルタルの特性），日本建築学会大会学術講演概要集，pp.1129～1130, 1993.9
- 4) 栗田ほか：配合要因が鋼繊維を混入した高流動コンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集，V-453, pp.906～907, 1999.9
- 5) 栗田ほか：低セメント量領域における高流動コンクリートのレオロジー特性，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集，V-297, pp.594～595, 1996.9
- 6) 河井 徹：高流動コンクリートの配合設計方法に関する実験的研究，東京工業大学学位論文，1996.8

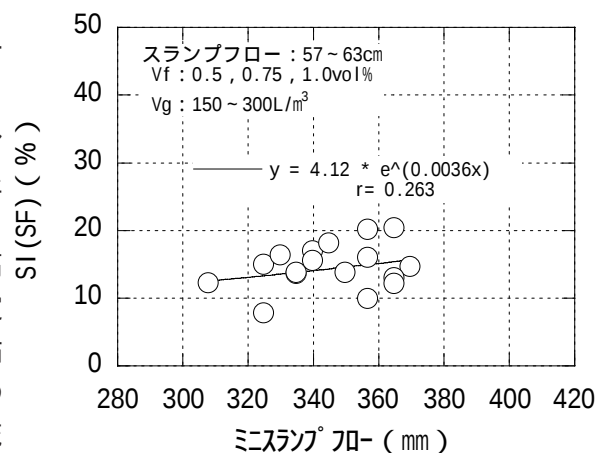


図-1 ミニスランプフローとSI (SF)

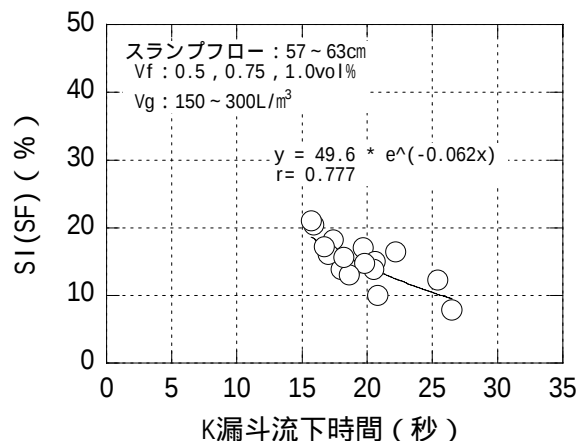


図-2 K漏斗流下時間とSI (SF)

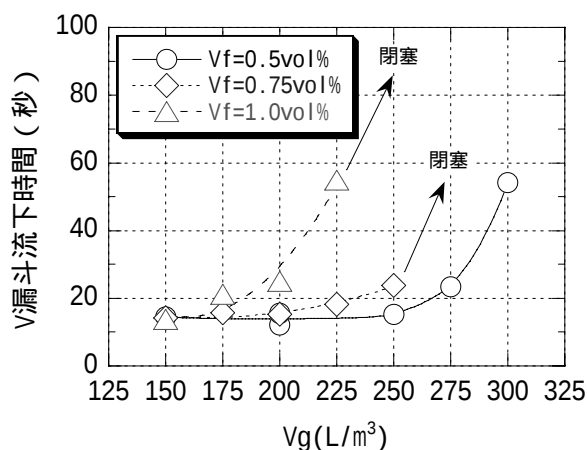


図-3 Vg と V 漏斗流下時間