

バサルト繊維を用いた短繊維補強コンクリートの流動性に関する基礎的検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○仁平 達也 正会員 田中 章
戸田建設 正会員 田中 徹 正会員 田中 孝

1.はじめに 著者らは、バサルト繊維を用いた短繊維補強コンクリートの開発を行っている。本研究では、繊維の混入がコンクリートの流動性に及ぼす基礎的な検討を行った。具体的には、スランプフローが650mm程度のコンクリートに開発した繊維を混入し、可視化したL形フロー試験機を用いたLフローの連続撮影により、その挙動や形状に関する検討を行った。

2.試験概要 2.1 検討ケース 表1にコンクリートの配合を示す。表2に各ケースの繊維等の配合を示す。Case1は基本ケースである。Case2とCase3は、図1に示す繊維（バサルト繊維からなる芯材と繊維に凹凸を持たせる目的のカバー糸から構成される、長さ40mm、平均断面積0.67mm²の繊維）の混入率を0.5%と1.0%（vol%/m³）とした。Case4はCase2、Case5はCase3のスランプフローがほぼ同じ大きさになるように高性能AE減水剤の量で調整した。これにより、ほぼ同一のフロー値を有するコンクリートの挙動や形状の差異を比較することが可能となる。Case6はCase3と同一配合であり、後述する、L形フロー試験機の投入口の幅を80mmから排出口高さと同じ長さ160mmに拡張したケースである。試験機の投入口の幅が、繊維を混入したコンクリートの流動性に及ぼす影響等について検討するものであり、投入口の幅はCase6が繊維長の4倍、Case2と3は2倍となる。なお、各ケースともに安定的にフロー値が得られるように、空気量が2%程度となるよう消泡剤を混入し、20℃の恒温室で実施した。

2.2 スランプフロー試験 スランプフロー試験は、JIS A 1150に準じて実施した。練混ぜは2軸式のコンクリートミキサー（可能混練容量：0.055m³、羽根回転数：62回/分）を用いた。スランプフロー試験はミキサーから排出後2分程度で開始し、引き続いて、粗骨材を除去したモルタルを用いて0打モルタルフロー試験を実施した。これは、JIS R 5201のモルタルフロー試験と同様の手順で行い、15回の落下を行わずコーンの引き上げ時の試料の自重で崩れたモルタルが広がった直径を測定する方法¹⁾である。

2.3 L形フロー試験 L形フロー試験は、JSCE-F 514-2010に示された、コンクリートの流動性の確認試験方法である。図2に示すように、側面にアクリル板を配し、可視化したL形フロー試験機を製作し、仕切りゲートを開いてからフロー停止までの挙動を連続撮影した。図3に測定方法を示す。側面にスタンドライトを設置し、連続撮影による光量不足を補った。表2と同一の試料を用いて、ミキサーから排出後3分程度で試験を開始した。

3.試験結果 表3にスランプフロー試験結果を示す。Case1は650mm程度、Case2は550mm程度（スランプ値24cm）、Case3は450mm程度（スランプ値21.5cm）となり、繊維の混入によりスランプフロー値が小さくなった。Case2と3は、スランプフロー値がほぼ同一のCase4と5と比べフロー到達時間が長くなった。0打モルタルフロー値はCase1に比べ、Case4と5が小さくなった。

図4にL形フロー試験の実施状況の例を示す。表4にL形フロー試験結果を示す。スランプフロー値がほぼ同一のCase2と4、Case3と5は最大Lフロー値がほぼ同一となった。図5に最大Lフロー時の形状を示す。粗骨材は無視しモルタルでの測定を行った。各ケースともに、Case1と比べフローの形状が変化し、仕切りゲート

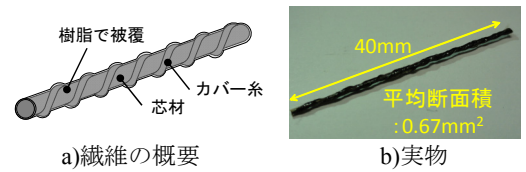


図1 使用した繊維

表1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
30	60	175	583	966	660

※粗骨材最大寸法：20mm

表2 各ケースの配合(繊維、高性能AE減水剤量)

Case	繊維混入率 (vol%/m ³)	高性能AE減水剤 (C×%)	空気量 (%)	備考
1	—	0.85	1.6	基本ケース
2	0.5	0.85	1.5	Case1とコンクリートは同配合
3	1.0	0.85	1.5	Case2のフロー程度
4	—	0.75	1.7	Case3のフロー程度
5	—	0.675	2.3	Case3と同配合(2.3参照)
6	1.0	0.85	1.3	Case3と同配合(2.3参照)

※繊維：無機繊維（繊維長40mm）

※高性能AE減水剤：HP-11（竹本油脂（株）製）

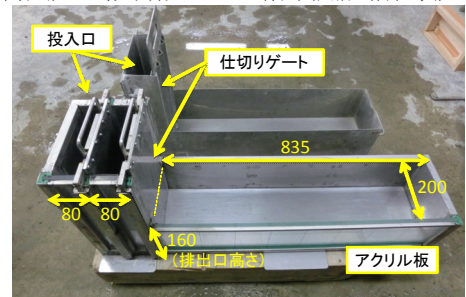


図2 L形フロー試験機（単位 mm）
（手前：製作した試験機，奥：一般的な試験機）

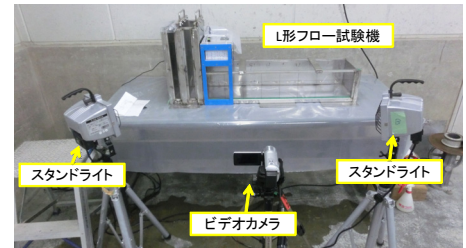


図3 測定方法

キーワード 短繊維補強コンクリート、流動性、L形フロー試験、スランプフロー

連絡先 〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38 （公財）鉄道総合技術研究所 TEL：042-573-7281

表3 スランプフロー試験結果

Case	スランプ フロー (mm)	フロー 到達時間 (sec)		スランプ 高さ (cm)	0 打モルタル フロー (mm)
		50cm	停止		
1	678×667	7.1	42.6	—	265×260
2	550×542	13.9	37.3	24.0	(Case1)
3	464×443	—	34.9	21.5	(Case1)
4	539×538	9.8	23.1	23.0	185×171
5	440×436	—	13.8	24.0	146×146
6	464×458	—	45.5	21.0	(Case1)

表4 L 形フロー試験結果

Case	最大 L フロー (mm)	停止 時間 (sec)	沈下量 (mm)	速度 P1 (mm/sec)	速度 P2 (mm/sec)
1	795	57.5	340	111	112
2	564	36.0	320	54	60
3	400	34.3	300	28	32
4	584	32.0	310	76	77
5	365	19.3	280	63	62
6	720	46.9	280	48	47

※最大 L フロー：L フロー停止時のフロー長さ

※P1：仕切りゲート位置から 300mm-800mm の速度

※P2：仕切りゲート位置から 300mm-1300mm の速度

付近の高さが高くなった。Case2 は Case4 よりもフロー先端付近が高くなり、Case3 は Case5 よりもフロー全体が高くなる傾向がみられた。図6 に L フローの到達時間を示す。L フロー値がほぼ同一の場合、繊維を混入したコンクリートのほうが同一距離への到達時間が増加した。これらは、表3 のスランプフローと同様であった。

図7 に Case2～Case5 の L フロー先端の速度を示す。Case2 と 4、Case3 と 5 を比較すると、表3 の 0 打モルタルフローより、繊維を混入したコンクリートのほうが、モルタル自体の流動性は高いにも関わらず、同一距離到達時の速度が遅くなった。これは、表4 の別途センサーで計測した結果（速度 P1 と P2）と同様であった。特に仕切りゲートから近い距離での速度の差が大きくなった。繊維の混入により L フローは、ほぼ同一のスランプフローを有する繊維のないコンクリートと比べ、試料がより一体となって徐々に広がる挙動となることが分かった。これらより、L フローがほぼ同一でも、形状や挙動が異なり、より一体となって徐々に広がる挙動を示した。

Case6 は Case3 と比べ、図6 に示すように、L フローの同一距離への到達時間が短く、最大 L フローの到達距離が 1.8 倍程度となった。これは、投入口が 2 倍となり容積が増加し、排出時に作用する力が大きくなったこと等に起因する。なお、目視において、試験終了後の Case6 と 3 の繊維の配向に明らかな差異は確認されなかった。

今後、他の短繊維でも同様の試験を行い、繊維の材質や形状等が L フローの形状や挙動に及ぼす影響について検討する。また、ビンガム流体を仮定した流動性解析により、短繊維補強コンクリートの流動性を把握し、施工性等について検討する予定である。

4. まとめ ・可視化した L 形フロー試験機を製作し、L フローを連続撮影することで、その挙動を把握した。

・スランプフローが 650mm 程度のコンクリートに、バサルト繊維からなる短繊維を混入すると、L フローは、ほぼ同一のフロー値を有する繊維のないコンクリートと比べ、形状や挙動が異なり、より一体となって徐々に広がる挙動を示した。

参考文献：1)渡辺健治，小野博宣，谷川恭雄：フレッシュモルタルのレオロジー性質におよぼす再攪拌の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.427-432，2000.7

謝辞：本試験において、竹本油脂（株）の青山晴洋氏，原田健二氏には多大なご協力を頂きました。厚く謝意を表します。

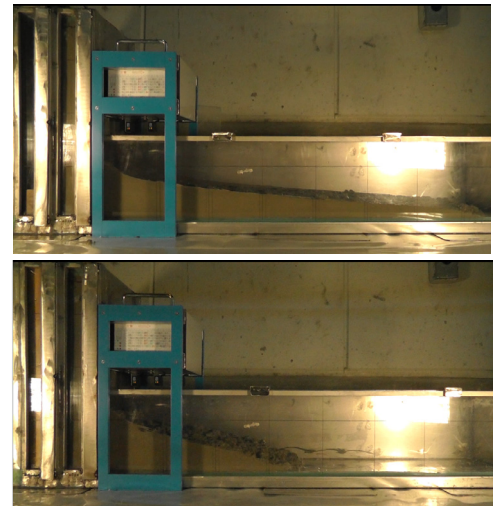


図4 L 形フロー試験の実施状況の例（上：Case1，下：Case2）

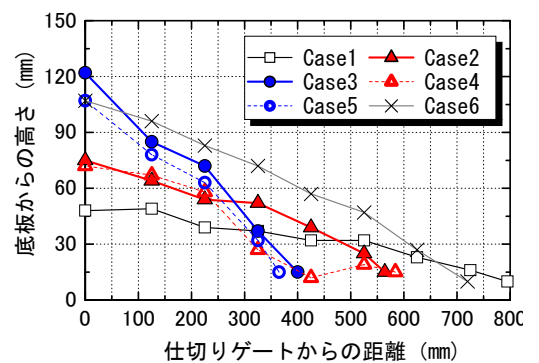


図5 最大 L フロー時の形状

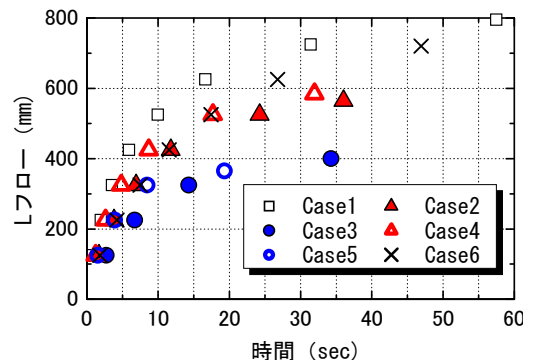


図6 L フローの到達時間

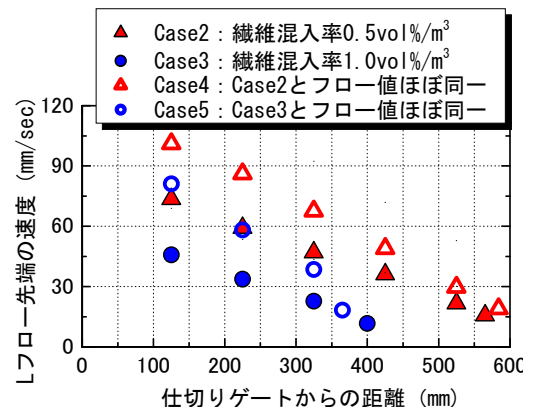


図7 L フローの先端の速度（Case2～Case5）