

## 短繊維の後添加および振動締固めがコンクリート中の繊維の分散性に及ぼす影響

(株)大林組 技術研究所 正会員 ○川西 貴士  
 (株)大林組 技術研究所 正会員 近松 竜一  
 (株)大林組 生産技術本部 正会員 屋代 勉  
 (株)大林組 生産技術本部 正会員 田坂 幹雄

### 1. はじめに

ポリプロピレン短繊維（以下、PP 繊維）を混入したコンクリートは、繊維の分散性が曲げじん性、はく落抵抗性および爆裂抵抗性などの性能に大きく影響する。爆裂抵抗性を確保するには、一般に繊維の小さい（以下、細径の）PP 繊維が用いられるが、細径のPP 繊維を混入した場合の繊維の分散性に関する知見は少ない。そこで、細径のPP 繊維を用いた場合に、トラックアジテータへの後添加や、内部振動機による締固めが、フレッシュコンクリート中の繊維の分散性に及ぼす影響について実験的に検証した。

### 2. 実験概要

PP 繊維の分散性は、JSCE-F 554 に定められている繊維混入率試験で評価した。実験は、製造時（シリーズ I）と締固め時（シリーズ II）に大別して実施した。

シリーズ I で実施した実験ケースを表-1 に示す。実験には、高流動コンクリートとスランプタイプのコンクリートを用い、繊維度 2.2dtex×長さ 10mm の PP 繊維を使用した。スランプタイプでは、繊維度 17dtex×長さ 20mm の PP 繊維も検討した。PP 繊維の混入率は、いずれも容積比で 0.11% (1kg/m<sup>3</sup>) とした。コンクリートの配合を表-3、PP 繊維の外観を写真-1 に示す。

コンクリートは、実機ミキサにて製造した後、トラックアジテータに投入した。現場までの運搬を想定し、30 分後に、PP 繊維を投入し、120 秒間高速攪拌した。コンクリートの積載量は、4m<sup>3</sup> とした。実験の状況を写真-2 に示す。

トラックアジテータに PP 繊維を後添加した場合の繊維の分散性を確認するために、PP 繊維の添加後、コンクリートを 2m<sup>3</sup> および 4m<sup>3</sup> 排出した時点（ドラム内の前、中、後の 3 か所）で試料を採取し、繊維混入率試験を実施した。また、フレッシュコンクリートの品質と圧縮強度を併せて確認した。

表-1 実験ケース（シリーズ I）

ケースNo.	コンクリートの種類	セメントの種類	PP繊維の種類
Case- I -1	高流動コンクリート ・目標スランプフロー:60cm	低発熱型 高炉セメントB種	繊維度2.2dtex×長さ10mm
Case- I -2	スランプタイプ ・目標スランプ:15cm	低熱ポルトランド セメント	
Case- I -3			

表-2 実験ケース（シリーズ II）

ケースNo.	内部振動機の振動時間（秒）	試料の採取方法	採取試料数
Case- II -1	振動なし	ミキサより排出したコンクリートから直接採取	6試料
Case- II -2	5	試験体を高さ方向に2分割し、上部、下部からそれぞれ採取	上部から3試料 下部から3試料
Case- II -3	15		

表-3 コンクリートの配合

シリーズ	実験ケース	水結合材比 (%) W/C	細骨材率 (%) s/a	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤添加率※ (C×%) WR
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	
シリーズ I	Case- I -1	31.8	50.8	175	550	809	789	1.40
	Case- I -2	45.1	46.4	175	388	799	927	1.70
	Case- I -3	45.1	46.8	172	382	812	927	1.35
シリーズ II	Case- II -1~3	40.0	46.0	165	413	789	935	1.00

※ Case- I -1, II-1~3:高性能AE減水剤, Case- I -2, I-3:AE減水剤

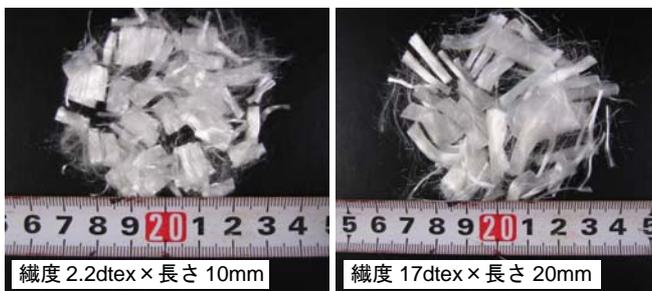


写真-1 PP 繊維の外観



写真-2 実験の状況

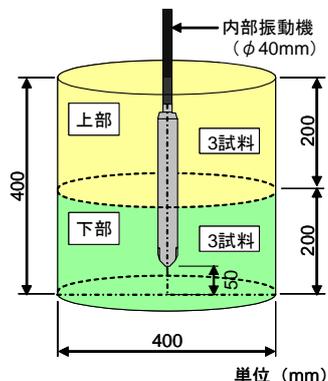


図-1 試験容器の概要

キーワード ポリプロピレン短繊維, 分散性, トラックアジテータ, 後添加, 内部振動機, 締固め

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL042-495-1012

シリーズIIでは、締固めを行う前の状態（練混ぜ後）と、内部振動機の振動時間を2種類変化させた3ケースについて、繊維の分散性を確認した（表h23-2）。

練り混ぜたコンクリート（50L）の全量を、図-1に示す容器に投入した。内部振動機を容器の中央部に挿入して締め固めた。締固め後、試験体の上部と下部からコンクリートを採取し、繊維混入率試験を実施した。Case-II-1については、ミキサより排出したコンクリートから直接試料を採取し、試験を行った。

実験に用いたコンクリートの配合を表-3に示す。セメントの種類は、高炉セメントB種とし、目標スランプは15cmとした。PP繊維には、繊維度2.2dtex×長さ10mmを使用し、PP繊維の混入率は容積比で0.10%とした。

3. 実験結果

シリーズIで得られた繊維混入率試験結果を図-2に示す。トラックアジテータにPP繊維を後添加しても、PP繊維の添加後、2m<sup>3</sup>排出時および4m<sup>3</sup>排出時で、繊維混入率に顕著な差異は認められなかった。繊維混入率のばらつきは、最大で7%程度で、ドラム内でのPP繊維の偏りは小さかった。なお、ファイバボールの発生は認められなかった。

本実験で得られた繊維混入率のばらつきは、NEXCOの施工管理要領<sup>1)</sup>に記載されている管理基準（計画混入率の±20%）の1/3程度で、繊維の分散性は良好と判断できる。

コンクリートの品質試験結果を表-4に示す。ドラム内での変動の範囲は、スランプフロー5cm以下、スランプ1cm以下、空気量1%以下であった。また、U型充てん高さはいずれも300mm以上であった。

圧縮強度についても、ドラム内で変動は生じていない。これらの結果は、トラックアジテータを用いた場合でも、PP繊維が均質に分散されることを示すものといえる。

シリーズIIで得られた繊維混入率試験結果を図-3に示す。締固めを行う前の状態（練混ぜ後）で採取した試料と、締固め後に採取した試料で有意な差は認められなかった。また、振動時間による繊維混入率の違いも認められず、振動締固めが繊維の分散性に与える影響は小さい。いずれのケースもばらつきは少なく、繊維量は計画混入率にほぼ一致し、繊維混入率の変動は、最大で2%程度であった。

表-4 コンクリートの品質試験結果

ケース No.	試験時期	スランプおよびスランプフロー (cm)	空気量 (%)	U型充てん高さ (mm)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		
					材齢 7日	材齢 28日	材齢 56日
Case-I-1	荷卸し直後	55.0	1.8	320	47.2	66.5	75.2
	2m <sup>3</sup> 排出時	59.5	1.8	346	48.9	68.6	76.5
	4m <sup>3</sup> 排出時	60.0	1.9	344	47.9	67.6	75.9
Case-I-2	荷卸し直後	14.0	4.0	—	13.9	45.3	57.0
	2m <sup>3</sup> 排出時	14.0	3.1	—	12.9	44.4	58.1
	4m <sup>3</sup> 排出時	13.5	3.1	—	14.0	45.9	57.5
Case-I-3	荷卸し直後	13.5	4.9	—	11.2	43.1	55.3
	2m <sup>3</sup> 排出時	13.0	5.0	—	12.3	45.3	56.2
	4m <sup>3</sup> 排出時	12.5	5.1	—	11.9	45.5	56.7

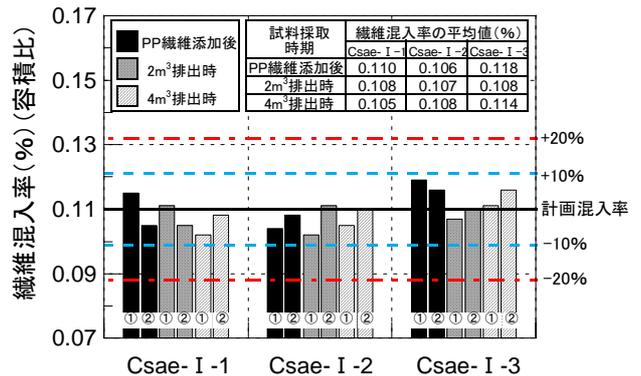


図-2 繊維混入率試験結果（シリーズI）

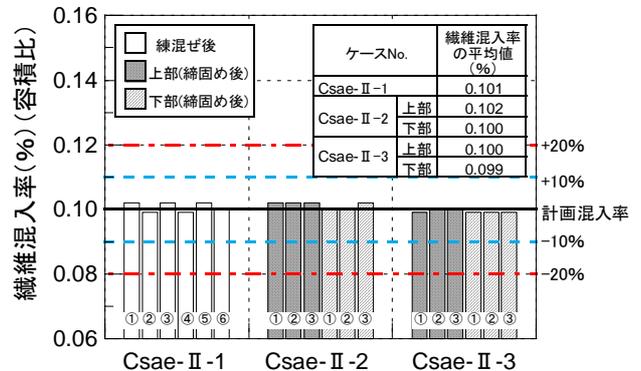


図-3 繊維混入率試験結果（シリーズII）

4. まとめ

細径のPP繊維を混入したコンクリートの製造時や締固め時における繊維の分散性について検証した結果、下記の知見が得られた。

- (1) PP繊維をトラックアジテータに後添加する方法により、均質に分散させることができる。
- (2) 内部振動機による振動締固めがPP繊維の分散性に与える影響は小さい。

参考文献

1) 東日本, 中日本, 西日本高速道路 (株): トンネル施工管理要領, 繊維補強覆工コンクリート編, 2006.10