

コンクリート中での有機短繊維の分散性評価方法に関する研究

首都大学東京 学生会員 ○宮地 佑太郎

首都大学東京 正会員 上野 敦

首都大学東京 正会員 宇治 公隆

首都大学東京 正会員 大野 健太郎

ダイワボウポリテック株式会社 非会員 佐藤 駿介

1. はじめに

近年のコンクリートには、爆裂防止、ひび割れ抑制、剥落防止、靱性の向上、自己治癒などの目的で、有機短繊維が混入される場合がある。このような短繊維は、互いに絡まり、ファイバーボールを形成する傾向が強い。現状は、コンクリート中で繊維が偏在しても所要の性能を発揮できるよう、過度な繊維量を用いる場合も多い。これまでは短繊維の分散性の検討であっても、配合やコンクリートの製造方法を変化させ、コンクリート中の繊維量の偏在が顕著とならない結果を掲示するに留まっている¹⁾。必要最小量の繊維を分散させることは、コンクリートに所要の性能を付与する面で重要となる。本研究は、効果的な分散を実現するために着目すべき繊維側の特性、繊維を分散させるための媒体の特性の明確化を目的とし、第1段階として、媒体中での有機短繊維の分散の程度を定量的に示す方法について検討したものである。

表-1 使用材料

使用材料	記号	密度(g/cm ³)
普通ポルトランドセメント	C	3.16
増粘剤(ヒドロキシプロピルメチルセルロース)	V	1.39
高性能AE減水剤(ポリカルボン酸エーテル系)	SP	1.00
ポリプロピレン繊維	PP	0.91

2. 実験概要

2.1. 使用材料およびセメントペーストの配合

表-1 および表-2 に、使用材料および本実験で用いたポリプロピレン繊維（以下、PP 繊維）の物性を示す。表-3 にセメントペーストの配合を示す。PP 繊維の使用量は 3.0vol.%とし、W/C を 45, 50, 60%の3水準とした。また、60%については SP を用いないものも検討した。増粘剤の添加量は W×0~0.40%の5水準とした。

表-2 ポリプロピレン繊維の物性

平均径(μm)	長さ(mm)	繊維度(dtex)	断面形状	色	密度(g/cm ³)	含水比(%)
29	10	6.0	四葉	黒	0.91	53.8

表-3 セメントペーストの配合

項目	配合 No.	W/C (%)	単位量(kg/m ³)		高性能 減水剤 (C×%)	増粘剤 (W×%)	繊維混入 率(vol.)	配合 No.	増粘剤 (W×%)
			W	C					
60-V	1,2,3,4,5	60	635	1058	—	※	3.0	1	—
60-V-SP		60	635	1058	1.0			2	0.10
50-V-SP		50	594	1188	1.0			3	0.20
45-V-SP		45	570	1266	1.0			4	0.30
								5	0.40

2.2. 試料採取方法

PP 繊維が混入したセメントペーストを、長さ×幅×高さ(480×100×60mm)の容器の端部から流し込み、反対側の端部に到達するまで、高さ30mmでタッピングして流動させた(図-1)。その後、ペーストを流し込んだ端部を始点とし、0~80, 200~280, 400~480mmの3領域からそれぞれ50ccずつのペーストを採取し、供試体を作製した。

2.3. セメントペーストの粘度測定と分散性評価方法

粘度測定にはB型回転粘度計を用い、媒体相となるPP繊維未混入時のセメントペーストの塑性粘度を測定した。

PP繊維の分散性を評価するため、電気炉を用いて、硬化したセメントペースト中のPP繊維を380℃・90minで気化させ、熱分解前後の質量変化を測定した。絶乾状態の質量を基準とし、熱分解前後の質量変化から、質量減少率を求めた。



図-1 タッピング前後の様子

キーワード 有機短繊維, ポリプロピレン繊維, 熱分解, 質量減少率, 塑性粘度, 分散性

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL 042-677-1111

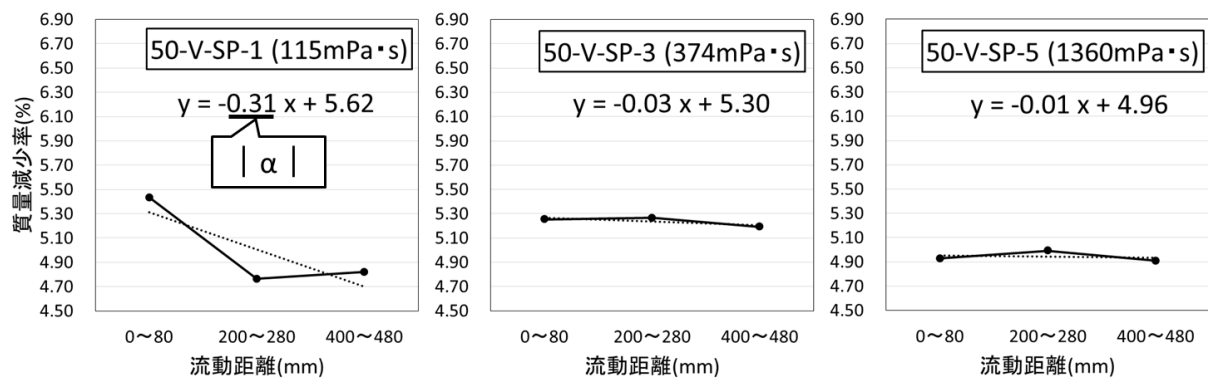


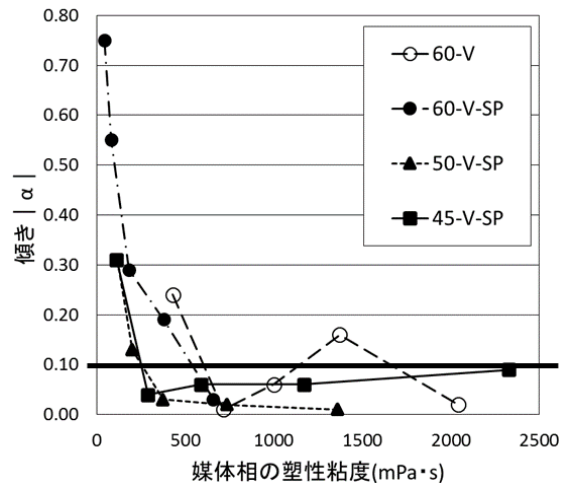
図-2 流動距離と質量減少率の関係 (50-V-SP)

3. 結果および考察

3.1. 質量減少率

流動距離 0~80, 200~280, 400~480mm の 3 点の質量減少率から近似直線を求め、その傾きの絶対値 ($|\alpha|$) を分散性の指標とした。試料の採取領域に関わらず質量減少率が同程度となる場合、 $|\alpha|$ は小さくなり、繊維の分散性が良好であると考えられる。

図-2 に、50-V-SP-1,3,5 の流動距離における試料の採取領域と熱分解前後の質量減少率の関係を示す。塑性粘度が 115mPa・s と低い場合、試料の採取領域が流入地点から遠いほど繊維混入量が少なく、質量減少率が減少している。一方、塑性粘度が 374, 1360mPa・s となると、試料の採取領域に関わらず質量減少率は同程度となっている。すなわち、媒体相の塑性粘度の増加に伴い、質量減少率の流動距離による影響が小さくなることがわかる。

図-3 媒体相の塑性粘度と傾き $|\alpha|$

3.2. 繊維の分散性と媒体の塑性粘度の関係

図-3 に媒体相の塑性粘度と $|\alpha|$ の関係を示す。媒体相の塑性粘度が大きくなると、 $|\alpha|$ は小さくなるとわかる。すなわち、媒体相の塑性粘度の増加に伴い、PP 繊維の分散性が良好になるとわかる。図-3 で示した各配合の $|\alpha|$ を指標として、繊維の分散性を評価するためには、上限値を設ける必要がある。本研究では、NEXCO の繊維混入率試験²⁾を参考に、設計繊維混入率の 100±20%であることを許容範囲とし、 $|\alpha|$ の上限値を求めることとした。この結果、本研究では、 $|\alpha|$ の上限値を約 0.10 と設定した。媒体相の塑性粘度がおよそ 700mPa・s 以上の場合、概ね $|\alpha|$ の上限値を下回るため、配合によらずセメントペースト中の PP 繊維の分散性は良好であると考えられる。

塑性粘度が約 500mPa・s 以下となると、W/C によって $|\alpha|$ の大きさは変化している。今後、異なる特性の PP 繊維について検討する予定である。

4. まとめ

- 1) 熱分解前後の質量減少率により、試料を流動させることによる PP 繊維の分散の程度を定量的に示すことができる。
- 2) 媒体相の塑性粘度の増加に伴い、有機短繊維の分散性は良好になる。
- 3) 本実験で用いた PP 繊維（繊維径 29μm, 長さ 10mm）の分散に必要な媒体相の塑性粘度の下限値は、およそ 700mPa・s であると考えられる。

参考文献

- 1) 大島章弘, 森宗義和, 川西貴士, 平田隆祥: 高じん性セメント系複合材料における連系状ポリプロピレン短繊維の分散性能に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, 2009
- 2) 東日本高速道路 (株), 中日本高速道路 (株), 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), 平成 18 年 10 月