

合成短繊維添加によるコンクリートの乾燥収縮ひび割れ抑制に関する実験的検討

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○杉山 涼亮
 萩原工業（株） 正会員 大島 章弘
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 竹谷 勉
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 宮崎 達文

1. はじめに

コンクリートの剥落防止対策として使用されている合成短繊維は、乾燥収縮ひび割れを含めた初期ひび割れの抑制効果があることが報告されている¹⁾。しかし、実験的検討は少ないため、ひび割れの抑制に最適な繊維の種類や添加量等の諸元は明らかとなっていない。本研究では、四辺を拘束した繊維コンクリート試験体を用いて試験を行い、乾燥収縮ひび割れを抑制する繊維の適用条件を検討したので報告する。

2. 試験概要

2.1 コンクリートの使用材料及び配合条件

コンクリートの使用材料を表-1に、配合条件を表-2に示す。水セメント比を71%と高く設定し、乾燥収縮ひび割れの発生を促進するような配合条件とした。

2.2 四辺拘束試験

既往の研究¹⁾を参考に、図-1に示すような四辺をボルトで拘束する鋼製型枠を用いて無筋コンクリートの試験体を作製した。複数箇所に乾燥収縮ひび割れを発生させ、表面のひび割れ総面積（ひび割れの長さ×幅の積算値）を定量化した。ひび割れの測定は鋼尺とクラックスケールで行い、図-2に示すようにひび割れ箇所の真横にペンでトレースした。硬化後の測定は材齢8週目に行った。

表-1 コンクリート使用材料

セメント	高炉セメントB種、密度：3.04 g/cm ³
細骨材	大井川水系陸砂、表乾密度：2.58 g/cm ³
粗骨材	青梅産砂岩碎石、表乾密度：2.65 g/cm ³
混和剤	AE剤（I種）「マスターエア202」
練混ぜ水	上水道水

表-2 コンクリート配合条件

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)
20	18 ± 2.5	71	50	4.5 ± 1.5
水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	AE剤 (kg/m ³)
195	275	863	887	2.75

2.3 繊維パラメータ

繊維パラメータを表-3に示す。繊維長は全て12 mmで統一した。繊維は、コンクリートの練混ぜ後に手で散布してミキサーに投入し、60秒間追練りした。繊維の種類や添加量等がフレッシュ性状と硬化性状に及ぼす影響を検討した。

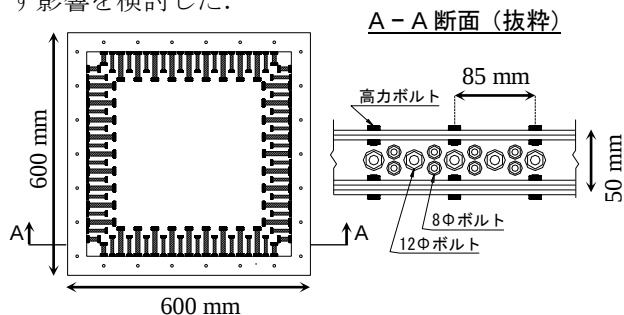


図-1 鋼製型枠概略図



図-2 ひび割れ測定状況

表-3 繊維パラメータ

試験体名	繊維径 (μm)	密度 (g/cm ³)	本数 (本/cm ³)	添加量 (Vol%)	親水処理	無機添加
無混入	—	—	—	—	—	—
PF-65-H	64.8	0.91	25.3	0.10	無	無
PF-65	64.8	0.91	25.3	0.10	有	無
PF-48	48.2	0.91	45.7	0.10	有	無
PF-43-I-10	42.6	0.91	58.5	0.10	有	有
PF-43-I-20	42.6	0.91	116.9	0.20	有	有
PF-43-4	42.6	0.91	25.3	0.043	有	無
PF-43-10	42.6	0.91	58.5	0.10	有	無
PF-43-20	42.6	0.91	116.9	0.20	有	無
PF-29-5	29.0	0.91	58.2	0.046	有	無
PF-29-10	29.0	0.91	126.4	0.10	有	無
PF-29-20	29.0	0.91	252.8	0.20	有	無
PF-22	21.5	0.91	229.5	0.10	有	無
NF-15	15.0	1.16	120.7	0.026	有	無
VF-100	100	1.30	10.6	0.10	有	無

※ PF…ポリプロピレン、NF…ナイロン66、VF…ポリビニルアルコール

キーワード 乾燥収縮ひび割れ、合成短繊維、拘束試験、繊維径

連絡先 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 TEL：022-266-3713 FAX：022-268-6489

表-4 試験結果一覧

試験体名	フレッシュ試験		硬化後(材齢8週目)	
	スランプ (cm)	空気量 (%)	最大ひび割 れ幅(mm)	ひび割れ総 面積(mm ²)
無混入	20.0	4.5	0.10	287.3
PF-65-H	16.0	5.3	0.10	146.9
PF-65	16.5	6.8	0.06	162.0
PF-48	16.0	5.5	0.06	137.4
PF-43-I-10	17.5	6.5	0.08	187.1
PF-43-I-20	13.5	7.5	0.06	108.7
PF-43-4	18.5	6.0	0.06	165.4
PF-43-10	16.0	6.5	0.08	86.0
PF-43-20	12.5	8.4	0.04	101.3
PF-29-5	17.0	5.5	0.06	85.3
PF-29-10	16.0	7.0	0.08	113.4
PF-29-20	13.0	9.7	0.04	61.0
PF-22	16.0	6.4	0.06	133.9
NF-15	17.5	4.7	0.06	174.1
VF-100	17.5	5.5	0.06	181.6

3. 試験結果

試験結果を表-4にまとめた。図-5, 6にそれぞれスランプ及び空気量と添加量の関係を示す。繊維の添加量が多いほど、スランプは低下し、空気量は多くなった。特に、0.2Vol%の添加量では管理値から大きく乖離した。また、図-7, 8にそれぞれ発生した最大ひび割れ幅及びひび割れ総面積と単位体積当たりの繊維本数の関係を示す。ひび割れ幅は最大で0.04~0.10mm程度発生したが、繊維の種類や添加量との相関性は確認できなかった。ひび割れ総面積に関しては、繊維の原料に関係なく、単位体積当たりの繊維本数が多いほど、小さくなることが示された。つまり、同添加量では繊維径が小さいほど、ひび割れ総面積を抑えられる。単位体積当たりの繊維本数が多くなることで、繊維とコンクリートのペースト部分で摩擦力が向上するためであると考えられる。しかし、親水処理・無機物添加の有無に関しては、ひび割れ総面積の結果に有意な差が表れなかった。

4. まとめ

フレッシュ性状と硬化性状に及ぼす影響を検討した結果、以下の知見を得られた。

- (1) 繊維の添加量が多いほど、スランプは小さく、空気量は多くなった。特に、添加量0.2Vol%では管理値から大きく乖離した。
- (2) 繊維径が小さく、添加量が多い方がひび割れ抑制効果は高くなるが、繊維の処理方法や原料の違いによるひび割れ抑制効果の差異はみられなかった。

参考文献：1) 上田賢司，佐藤嘉昭，清原千鶴，広原寿竜：短繊維補強コンクリートの強度特性と乾燥収縮ひび割れ，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，2001

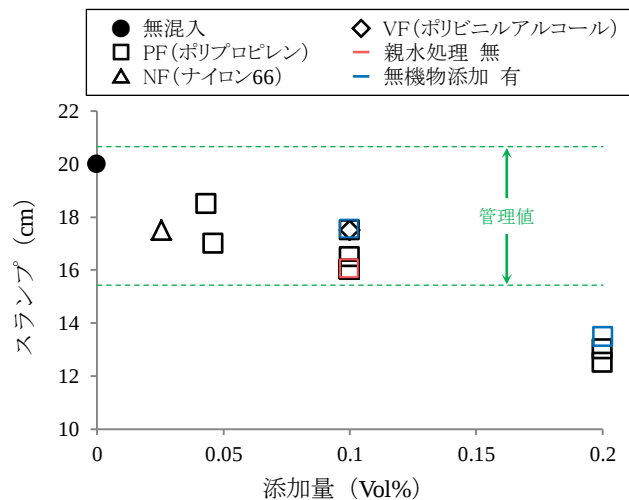


図-5 スランプ-添加量関係

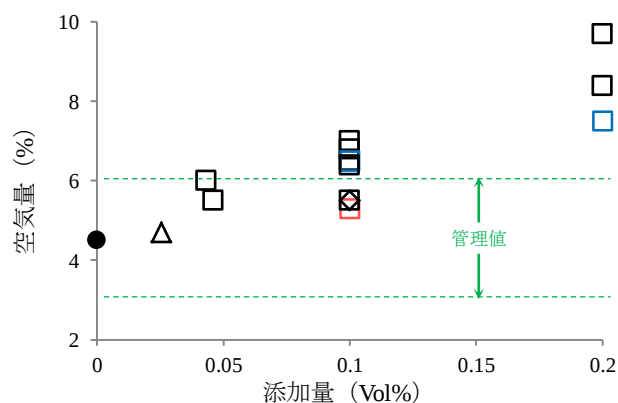


図-6 空気量-添加量関係

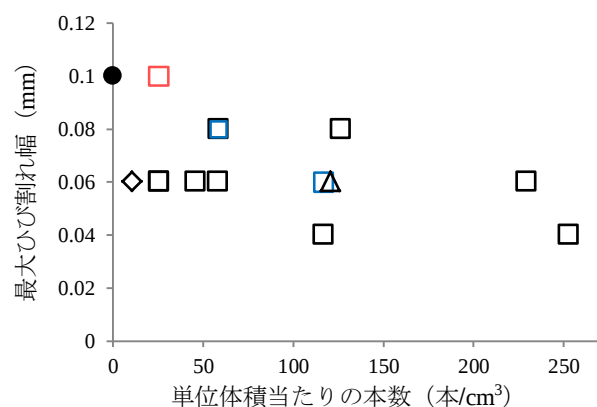


図-7 最大ひび割れ幅-本数関係

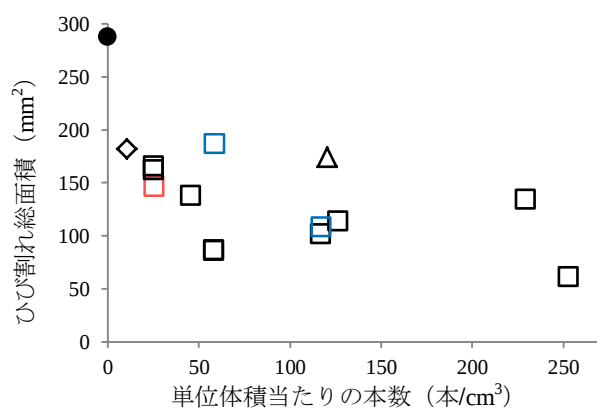


図-8 ひび割れ幅総面積-本数関係