

合成短繊維を用いたコンクリートの初期ひび割れ抑制に関する一考察

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 加藤 格
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

コンクリート構造物は、骨材の性状や養生方法等の様々な要因で施工初期段階から有害なひび割れが発生することがある。特に、外部拘束が大きい構造物は、初期の乾燥収縮ひび割れ（以下、初期ひび割れ）が生じやすく、補修が必要となる幅0.2 mm以上のひび割れが発生することも少なくない。これに対し、打設時に合成短繊維をコンクリートに添加することで初期ひび割れの抑制に効果があることが報告されている¹⁾。当社においてもコンクリート片の剥落を防止するため、旅客、一般公衆、列車等に危害を及ぼす恐れのある箇所には合成短繊維を添加したコンクリートを使用している。しかし、合成短繊維の添加によるひび割れ抑制に関する実験的検討は少ない。ひび割れ抑制に最適な繊維の種類及び添加量等を明らかにするために、これらをパラメータとして四辺拘束によるひび割れ試験を実施し、初期ひび割れを抑制する繊維の最適条件を検討したので、本稿にて報告する。

2. 試験概要

2.1 使用材料及び配合

使用した材料及びコンクリートの配合条件をそれぞれ

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	青梅産砂岩砕石，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	12 ± 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	C × 0.01%

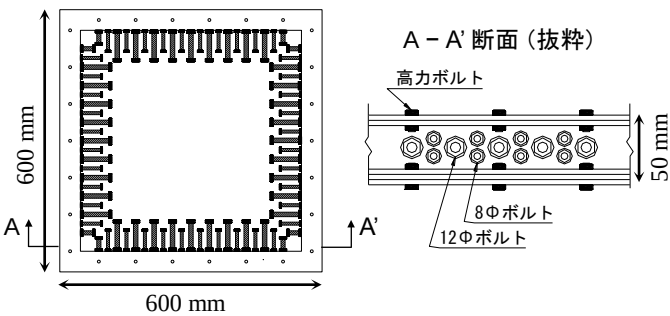
れ表－1及び表－2に示す。コンクリート配合は、水セメント比を71%、細骨材率を50%と高く設定し、乾燥収縮を促進するような配合条件とした。

2.2 四辺拘束試験

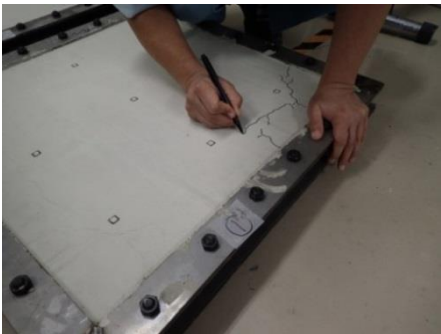
ひび割れ総面積（ひび割れの長さ×幅の総和）を定量化することでひび割れ抑制に効果的な繊維を検討するため、複数箇所にひび割れを発生させる必要がある。そこで、図－1に示すような、四辺をボルトにて拘束した鋼製型枠を用い、コンクリートの外部拘束による収縮ひび割れを発生させた。底面にはテフロンシートを敷き、摩擦力の低減を図った。ひび割れの測定は、図－2に示すように、鋼尺とクラックスケールで行い、ひび割れ箇所の真横にペンでトレースした。測定は、1週間目までは毎日、以降は2，3，4，6，8週目で行った。

2.3 繊維パラメータ

試験は2回に分けて行った。表－3及び表－4に第1Gと第2Gの試験の繊維パラメータを示す。各パラメータ



図－1 鋼製型枠概略図



図－2 ひび割れ測定状況

キーワード 初期ひび割れ，合成短繊維，架橋効果，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-3 第1G試験繊維パラメータ

No.	種 類	繊維径 (μm)	密度 (g/cm^3)	添加率 (Vol.%)	本数 (本/ cm^3)	形 状	原 料	親水 処理	無機物 添加
①	プレーン	—	—	—	—	—	—	—	—
②	P-1	64.8	0.91	0.1	25.3	連糸状	ポリプロピレン	無	無
③	P-2	64.8		0.1	25.3			有	無
④	P-3	42.6		0.1	58.5			有	無
⑤				0.2	116.9				
⑥	P-4	42.6		0.1	58.5			有	有
⑦				0.2	116.9				

表-4 第2G試験繊維パラメータ

No.	種 類	繊維径 (μm)	密度 (g/cm^3)	添加率 (Vol.%)	本数 (本/ cm^3)	形 状	原 料
①	プレーン	—	—	—	—	—	—
②	N-1	15.0	1.16	0.0256	120.7	マルチフィラメント	ナイロン66
③	A-1	100	1.30	0.1	10.6	モノフィラメント	ポリビニルアルコール
④	P-5	48.2	0.91	0.1	45.7	モノフィラメント	ポリプロピレン
⑤	P-6	21.5	0.91	0.1	229.5	モノフィラメント	ポリプロピレン
⑥	P-3	42.6	0.91	0.1	58.5	連糸状	ポリプロピレン
⑦				0.0433	25.3		

につき3体の試験体を作製した。第1Gの試験では、処理方法や繊維径等が違うポリプロピレン繊維を用い、第2Gの試験では、原料や形状等が異なる繊維を用いてひび割れ抑制効果について検討した。

3. 試験結果

第1Gと第2G試験の材齢—ひび割れ総面積関係をそれぞれ図-3及び図-4に示す。また、材齢8週目のひび割れ総面積のグラフを図-5に示す。結果より、同添加率では繊維径が小さいほどひび割れ総面積を抑えられる傾向がみられた。これは、同添加率では径が小さいほど単位体積あたりの繊維本数が多くなり、繊維の架橋効果がより強く発揮され、ひび割れを多数分散させるためだと考えられる。一方で、親水処理の有無による効果はみられず、無機物については添加した方が効果が小さくなる結果となった。また、第2G試験より、繊維の形状や原料によらず一定の効果が発揮されていることが示された。繊維径が小さく、単位体積あたりの繊維本数が多いものはばらつきが小さく、安定して効果が発揮される傾向があることが示された。

4. まとめ

四辺拘束試験体による初期ひび割れ抑制の試験を行った結果、以下の知見を得られた。

- (1) 同添加率では、繊維径が小さい方が単位体積あたりの繊維本数が大きくなり、ひび割れ抑制に対する効果が高くなる。
- (2) 繊維径が小さく、単位体積あたりの繊維本数が多い方が安定してひび割れ抑制効果が発揮される。

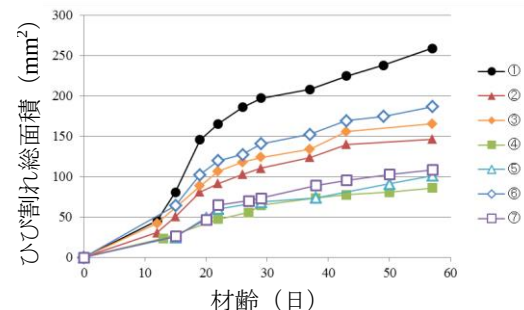


図-3 第1G試験結果

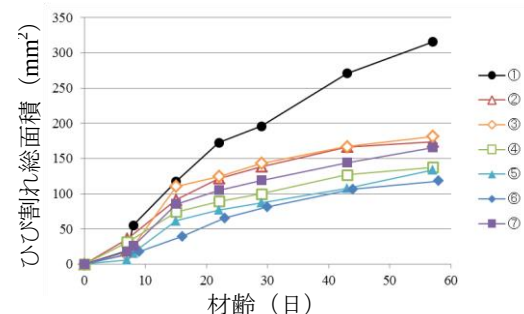


図-4 第2G試験結果

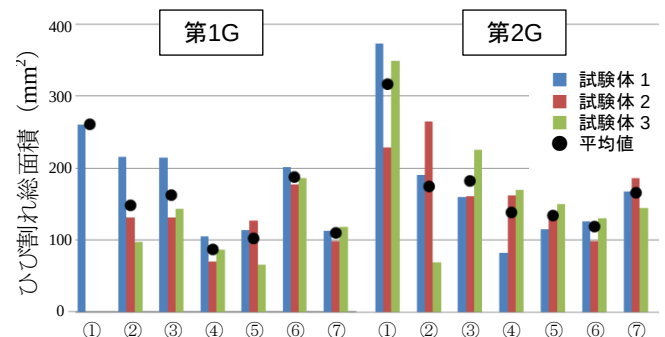


図-5 ひび割れ総面積（材齢8週目）

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