

コンクリート中でのポリプロピレン短繊維の経年変化調査

萩原工業(株) 正会員 室賀陽一郎
森宗 義和
正会員 大島 章弘

1. はじめに

ポリプロピレン短繊維（以下、PP 短繊維と表す）は、土木分野において、トンネル、橋梁などではコンクリート片の剥落防止、コンクリートのひび割れ抑制および火災時の爆裂防止に、法面吹付けコンクリートでは補強を目的に多く使用されている。建築分野においても、土間床コンクリート、防水層の保護コンクリートおよび嵩上げコンクリートなどの非構造部材のひび割れ抑制を目的に使用されている。

構造物が供用されている期間中、前述、ひび割れ抑制などの効果を発揮するためには、PP 短繊維が健全でなければならない。強アルカリ環境下であるという観点から、ポリプロピレンは、耐アルカリ性に優れる素材ではあるが、東・中・西日本高速道路株式会社においては、コンクリート片の剥落防止で使用される非鋼繊維は、耐アルカリ性について促進試験を行ない、所定の性能を満足することが要求されている¹⁾。また、PP 短繊維補強コンクリートの耐久性については、中性化速度、塩化物イオン浸透速度についての促進試験から、PP 短繊維が添加されていないコンクリートと変わらないことが報告²⁾されている。

本報告は、供用されている施工後約4年、約14年のPP短繊維補強コンクリート床からコアを採取、その中からPP短繊維を取り出し、代表的な物性である引張強度の経年変化を調査したものである。

2. 試験概要

2-1 調査対象

①工場敷地内機材等仮置き場の床、および②弊社工場の床を対象とした。

調査対象①は、屋外であり、軽量の機材等が置かれる使用環境である。施工後約4年経過。

調査対象②は、工場建屋内であり、フォークリフトが走行、軽作業が行なわれる使用環境である。施工後約14年経過。（図-1）

2-2 試験方法

PP短繊維は、調査対象の床（当時 設計基準強度 210kgf/cm^2 ）から採取した $\phi 10\text{cm}$ （図-2）のコアを破碎し、取り出した。コンクリートを破碎する際、PP短繊維の表面が傷ついてしまうが、その中から、できるだけ損傷が少ないもの（図-3）を選定し、引張試験に供した。傷以外、取り出したPP短繊維の外観に、変色等の使用前からの変化は認められなかった。

調査対象①で使用されたPP短繊維は、繊維度 $3,500\text{dtex}$ —繊維長 30mm と繊維度 $7,100\text{dtex}$ —繊維長 30mm の2種が、調査対象②では、繊維度 $7,100\text{dtex}$ —繊維長 30mm が使用されている。なお、繊維度 1dtex は、長さ $10,000\text{m}$ 当り質量が 1g であることを示す。ポリプロピレンの密度 0.91g/cm^3 を用いて計算すると、繊維度 $7,100\text{dtex}$ の繊維の円換算直径は約 1.0mm 、繊維度 $3,500\text{dtex}$ の繊維は約 0.7mm となる。



図-1 調査対象②（上：工場全景，下：工場内）

キーワード ポリプロピレン短繊維（PP短繊維）、耐久性、経年変化、土間床

連絡先 〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町7 萩原工業(株) 東京支店 TEL)03-3254-4911 FAX)03-3256-4398

3. 試験結果

調査対象①, ②ともに, PP 短繊維補強コンクリート床に, 大きな変状は認められず, 機能的にも何ら問題なく使用されている。

PP 短繊維の引張試験結果を表-1~4 に示す。繊維の品質管理で行なう引張試験は, 通常, 「JIS L 1013 化学繊維フィラメント糸試験方法」に準じ, 繊維のつかみ間隔は 300mm で行なうが, 本件では, コアから取り出した繊維(繊維長 30mm)を対象とするため, 調査対象①については, 比較対象(基準)とする使用前の繊維の引張強度も, 繊維長 30mm(繊維のつかみ間隔 10mm)のものをを用いて測定した。表-2 に示すように, 引張強度は, 繊維のつかみ間隔が狭くなると, 通常の方法による場合よりも高くなることがわかる(寸法効果)。また, 調査対象①と②とでは, 繊維の品質規格値が異なる。

調査対象①について, コアから取り出した PP 短繊維の引張強度は, 使用前の PP 短繊維の引張強度よりも若干低い結果となっているが, これは, コアから取り出した時の損傷の影響によるものと推測され, 調査対象②についても同様, 測定方法を考慮しても, 通常の品質管理試験方法による規格値は満足している結果と考える。

なお, 東・中・西日本高速道路株式会社における, コンクリート片の剥落防止で使用される非鋼繊維の耐アルカリ性に関する促進試験では, ある長さを持った繊維に一定張力を付与させた状態で, pH12.5 のアルカリ溶液に 7 日間浸漬, 浸漬前後の引張強度の比で評価することとしている。要求性能は, 浸漬後の引張強度が, 浸漬前の 90%以上であることとされており, PP 短繊維での結果は 97%程度である。

4. まとめ

供用されている施工後約 4 年, 約 14 年の PP 短繊維補強コンクリート床から PP 短繊維を取り出し, 代表的な物性である引張強度の測定を行なった。結果, 品質管理上の規格値を満足しているものと判断できる結果を得, 実構造物供用中における PP 短繊維の健全性の一端を確認することができた。

参考文献

- 1) トンネル施工管理要領(繊維補強覆工コンクリート編), 東・中・西日本高速道路株式会社, p15, 2013.7
- 2) 石井他: 押抜き試験方法によるポリプロピレン短繊維を用いたコンクリートのはく落防止性能評価, 土木学会年次学術講演概要集, 2010

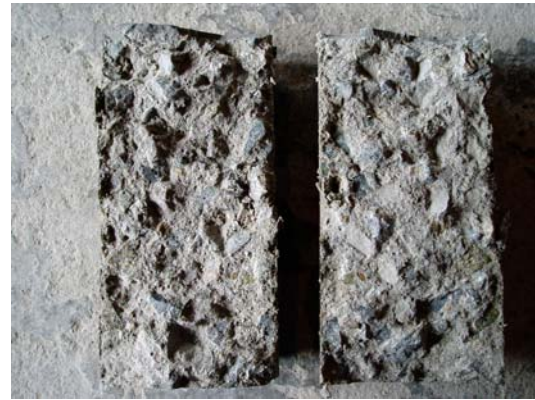


図-2 採取したコア

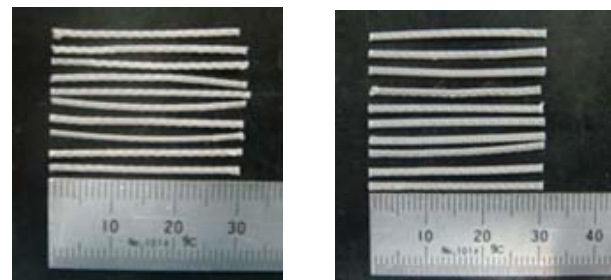


図-3 コアから取り出した繊維(左:3500dtex, 右:7100dtex)

表-1 【調査対象①】コアから取り出した PP 短繊維の引張試験結果

繊維度(dtex)	繊維長(mm)	測定方法 ^{※1}	引張強度(cN/dtex) ^{※2}
3500	30	B	5.8
7100	30	B	5.4

表-2 【調査対象①】使用前の PP 短繊維の引張試験結果

	繊維度(dtex)	測定方法 ^{※1}	引張強度(cN/dtex) ^{※2}
規格値	3500/7100	A	5.0 以上
試験結果	3500	B	6.6
		A	5.9
	7100	B	6.0
		A	5.9

表-3 【調査対象②】コアから取り出した PP 短繊維の引張試験結果

繊維度(dtex)	繊維長(mm)	測定方法 ^{※1}	引張強度(cN/dtex) ^{※2}
7100	30	B	4.6 (工場西側)
			4.6 (工場中央)
			4.6(工場東側①)
			4.5(工場東側②)

表-4 【調査対象②】使用前の PP 短繊維の引張試験結果

	繊維度(dtex)	測定方法 ^{※1}	引張強度(cN/dtex) ^{※2}
規格値	7100	A	3.8 以上

※1 A: 繊維つかみ間距離 300mm, B: 繊維つかみ間距離 10mm

※2 試験体数 10 の平均値。

1cN/dtex $\approx$ 91N/mm² (PP 短繊維の場合)