

ポリプロピレン繊維の形状とRC梁の曲げ特性

大成建設（株）土木設計第一部 正会員 藤井 祐紀
 大成建設（株）土木技術研究所 F会員 田中 良弘
 大成建設（株）土木技術研究所 正会員 岡本 修一

1. はじめに

主要幹線（一般道路、高速道路、鉄道）上の跨道橋のような橋梁に対する剥落事故対策として、ポリプロピレン短繊維（以下PP短繊維）を混入した繊維補強コンクリートの適用が検討されている。

しかし、幅広くコンクリート構造物に適用してゆくには、初期ひび割れの抑制や、ひび割れ分散性などの更なる付加価値が要求される。そこで本研究では、PP短繊維の形状を変えることで、剥離・剥落防止対策だけでなく、ひび割れ抑制効果などRC梁での曲げ特性がどの程度改善されるかについて検討を行なった。

2. 実験概要

表-1に使用したPP短繊維の物性を示す。今回の実験では、繊維の太さに着目し、TYPE-B繊維はTYPE-A繊維の約半分の径となっている。つまり繊維混入率を同一とした場合、コンクリート単位体積当たり中に存在する繊維数が、TYPE-B繊維では約2倍となる。この2種類の繊維を使用し、基礎物性試験と繊維補強RC梁の曲げ実験を行った。図-1に繊維補強RC梁の形状と配筋図を示す。

表-1 PP短繊維の物性

	TYPE-A	TYPE-B
形状	6400 d (デニール) 0.8mm x 2.0mm (扁平断面)	3200 d (デニール) 1.4mm x 2.0mm (扁平断面)
長さ	30mm	40mm
密度	0.91	0.91
引張強度	440N/mm ²	440N/mm ²
ヤング係数	10000N/mm ²	10000N/mm ²
エンボス加工	有	有

3. 実験結果

3.1 基礎物性試験結果

繊維の混入率と、混入後のスランプの関係を図-2に、曲げタフネス試験による曲げ靱性係数の関係を図-3に示す。

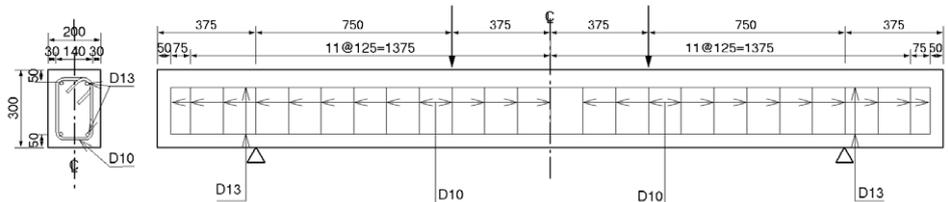


図-1 繊維補強RC梁の形状と配筋図

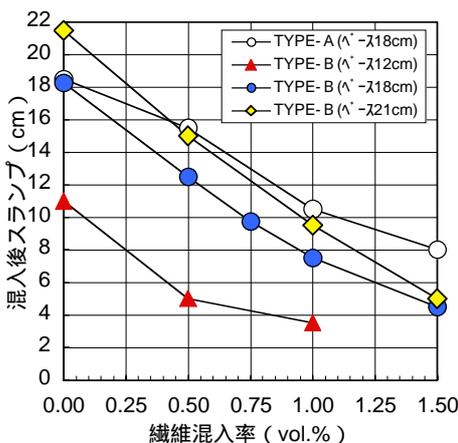


図-2 繊維混入率と混入後のスランプの関係

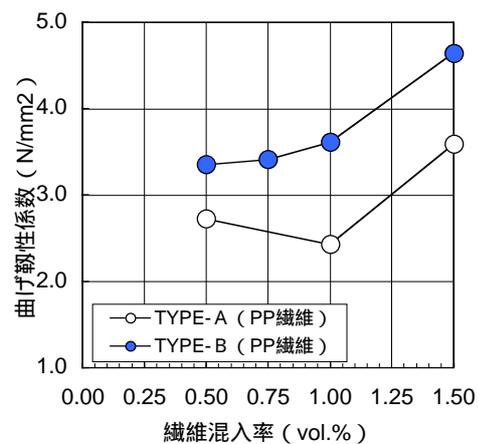


図-3 繊維混入率と曲げ靱性係数の関係

まず、コンクリートのスランプは、繊維のタイプによらず繊維混入率が増大すると混入後のスランプダウン量がキーワード ポリプロピレン短繊維，繊維補強鉄筋コンクリート，曲げタフネス，ひび割れ幅

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株）土木設計第一部 TEL 03-5381-5297

大きくなる傾向にある。しかし、繊維径の細い TYPE-B 繊維では、ベースコンクリートのスランプが同一の条件でのスランプダウン量が TYPE-A 繊維に比較して約 3 cm 程度大きくなることが明らかとなった。つまり、同じ繊維混入後のコンクリートのスランプを得るために、TYPE-B 繊維ではベースコンクリートのスランプを約 3 cm 程度大きくする必要のあることになる。

一方、曲げ靱性係数は、繊維混入率の増加に伴い大きくなる傾向にある。しかし、同一繊維混入率で比較すると、TYPE-B 繊維は TYPE-A 繊維に比べ約 2 割大きくなっており、繊維径の小さいほうが曲げ靱性係数改善には有利であることが明らかとなった。

3.2 繊維補強 RC 梁曲げ試験結果

図 - 4 に TYPE-B 繊維を使用した RC 梁の荷重 - 変位曲線を示す。荷重 - 変位曲線の弾性域では、TYPE-A 繊維と同様に繊維混入率による差は見られなかった。しかし、塑性領域では、繊維混入率の増大に伴い最大荷重が増大する傾向が認められた。具体的には、繊維無混入の RC 梁の最大荷重に対し、繊維混入率 0.5% の場合約 6%、繊維混入率 1.0% の場合約 12% 増大した。しかし、TYPE-A 繊維を使用した RC 梁では、繊維混入率の増大による明確な最大荷重の増大傾向は認められなかった。これは、RC 梁にひび割れが生じた後にコンクリート内繊維による引張力とコンクリートかぶりの圧壊防止作用によるものと推察される。実際、試験体の最終破壊形状は、繊維無混入の RC 梁では上縁の圧縮ゾーンのかぶりコンクリート部分が全面的に圧壊したのに対し、繊維を混入した供試体では載荷点近傍のみでしか圧壊は生じなかった。

次に、TYPE-A 繊維を使用した RC 梁では繊維混入によるひび割れの分散効果は認められなかったが、TYPE-B 繊維を使用した場合、1.0% 混入した RC 梁ではひび割れ間隔が狭まり、ひび割れが分散して発生した。また、図 - 5 に示すように平均ひび割れ幅は、繊維混入率 0.5% の RC 梁では繊維無混入の RC 梁との明確な差はないが、繊維混入率 1.0% の RC 梁では平均ひび割れ幅の減少が確認された。

また、TYPE-B 繊維を使用した RC 梁中央部での軸引張鉄筋のひずみ量を計測した。結果、弾性域では繊維混入率によってひずみ量の差は生じなかったが、ひび割れが発生した後の塑性領域では、繊維混入率 1.0% の RC 梁は、他の RC 梁と比較して軸引張鉄筋のひずみ量が減少した。以上のように、繊維径の細い繊維を使用することで、繊維混入率は 1.0% 程度とする必要はあるが、RC 梁の曲げひび割れ特性を改善できることが明らかとなった。

4. まとめ

今回のポリプロピレン短繊維補強コンクリートの実験から得られた知見を以下にまとめる。

繊維混入後のスランプダウン量は、TYPE-A 繊維に比べ繊維径が約 1/2 の TYPE-B 繊維では、約 3 cm 大きくなる傾向が見られた。しかし、同混入率での曲げ靱性係数は、TYPE-B の方が大きくなることが明らかとなった。繊維混入 RC 梁の曲げ試験より、TYPE-B 繊維では繊維混入率による最大荷重の増加が見られ、また軸引張鉄筋のひずみ量は、繊維混入率の増加に伴って減少していることから、合成繊維である PP 繊維でも鋼繊維と同様に局所的圧壊を防止でき、ひび割れ発生後の繊維による引張力を考慮でき、耐力の増加が期待できると推察される。さらに、繊維を 1.0% 以上混入すれば、ひび割れの分散性、ひび割れ幅低減の効果を期待できることが明らかとなった。

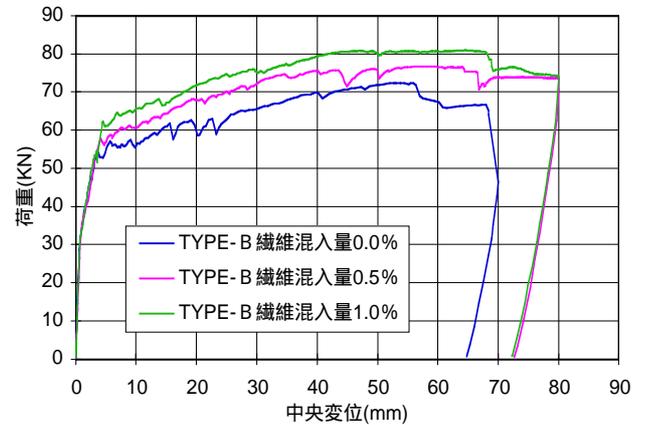


図 - 4 繊維混入率別荷重 - 変位曲線

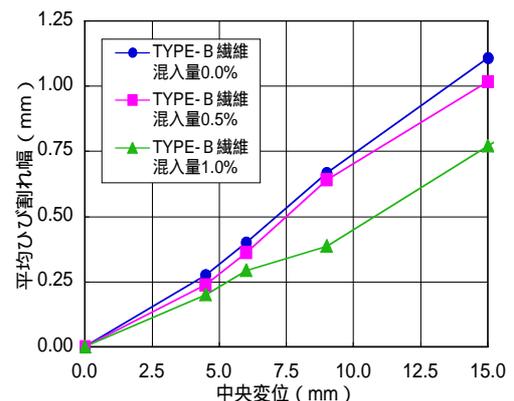


図 - 5 平均ひび割れ幅 - 中央変位の関係