

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 (株) 鴻池組 正会員 ○須田順一郎
 徳島大学大学院 学生員 佐々木啓次
 イゲタ鋼板(株) 正会員 鈴木 信

1. まえがき

舗装用コンクリートは所要の曲げ強度、耐摩耗性、低乾燥収縮などが必要であり、粗骨材最大寸法は一般に40mmが使用されている。曲げ強度改善のため鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は有効であるが、従来のせん断ファイバー(旧ファイバーと略称)を用いると、粗骨材最大寸法/繊維長=0.5程度が補強効果上好ましいとされているため長繊維を混入すると、練り混ぜ中にファイバーボールが形成され補強効果が損なわれ易い。そこで本研究では、最近開発された断面が扁平で凸型で、繊維長の長い新形状鋼繊維(新ファイバーと略称)を用いたSFRCについて、繊維長と粗骨材最大寸法とが曲げ強度に及ぼす影響、繊維長を変えた時の曲げタフネス、乾燥収縮などを測定し、舗装用コンクリートへの利用のための基礎的検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料とコンクリートの配合

実験に使用した材料を表-1に、コンクリートの配合条件を表-2に示す。配合はSFRCの舗装版への利用を考慮して、目標スランプ6cmとし、目標空気量4%、水セメント比は50%と一定にした。また、繊維混入率は1.5%とした。

セメント	普通ポルトランドセメント(比重 3.15 比表面積 3130cm ² /g)
細骨材	徳島県吉野川産川砂(比重 2.61 吸水率 1.75% FM=2.95)
粗骨材	徳島県市場町産砕石(比重 2.59 吸水率 2.28% Ms=10~40mm)
新ファイバー	寸法 0.20×1.25×30mm (ft=828MPa) 0.25×2.00×40, 50, 60mm (ft=828MPa)
旧ファイバー	寸法 0.5×0.5×30, 40mm (ft=719MPa)
混和剤	高性能減水剤(比重 1.20±0.01)

(2) コンクリートの練り混ぜと供試体作製

コンクリートの練り混ぜには強制練りミキサーを用い、鋼繊維を手で散布し、3分間練り混ぜた。その後所定の型枠に詰め、湿布養生を行い、材令28日で各種試験を行った。型枠は、□10×10×40cm、□15×15×60cm、または□20×20×90cmはりを繊維長に応じて使用した。

(3) 鋼繊維の沈下高さ試験

図-1に示すようにφ8×30cmの円筒形容器に鋼繊維を200g投入し、振動台で10秒間振動を与えた後、容器を引上げ鋼繊維の底面からの高さを測定し沈下高さ(cm)とした。

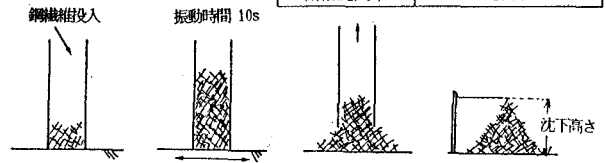


図-1 鋼繊維の沈下高さ試験方法

(4) 硬化コンクリートの試験方法

曲げ強度および曲げタフネス試験を三等分点荷重により行い、乾燥収縮試験はコンパレータ法により行った。また、曲げ強度測定用のはり供試体より切出した試験片で撮影した透過X線像を画像解析処理して、分散係数および配向係数を求め、マトリックス中の鋼繊維の分散状況を調査した。

3. 実験結果と考察

(1) 鋼繊維の沈下高さに関する検討

図-2に見られるように繊維長が長くなるに伴い繊維の沈下高さは増加する傾向にあるが、新ファイバーは、旧ファイバーに比べて小さくなっ

粗骨材最大寸法	10, 15, 20, 25, 30, 40mm
スランプ	6±2cm
空気量	4±0.5%
水セメント比	50%
単位セメント量	300~380kg/m ³
繊維混入率	1.5%

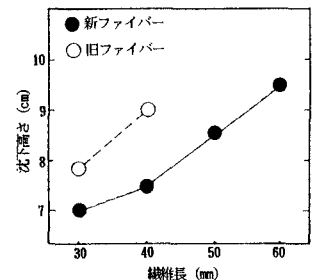


図-2 沈下高さに及ぼす影響

ている。これは、表面積の大きい新ファイバーでは、鋼繊維間の摩擦が減少するために旧ファイバーに比べて鋼繊維同志がからみにくいためである。このことより、鋼繊維の沈下高さ試験からでもファイバーボールの生じ易さが判定でき、新ファイバーは繊維長が多少長くなってファイバーボールができていくことを示していると考えられる。

(2) 鋼繊維のマトリックス中の分散について

切り出した試験片の透過X線像をとり画像解析処理し、分散係数と配向係数を求めた結果を示した表-3に見られるように分散係数においては、繊維長が長くなって差はみられないが、配向係数は低い値を示しており、より配向性が改善されていることがわかる。このことより新ファイバーは舗装版のような板状構造物には適していると考えられる。

(3) 曲げ強度に関する検討

図-3にみられるように、繊維長が長くなることによって曲げ強度が明らかに増大する。これは、繊維長が長くなることによって付着強度が増したことが主原因として考えられる。また、粗骨材最大寸法/繊維長が大きくなると、繊維長30mmあるいは40mmの場合には、曲げ強度比が低下の傾向があるが、繊維長50mmあるいは60mmと長い場合には、逆に曲げ強度比が増加する傾向がある。このことより、新ファイバーでは、配向性がより改善でき、長繊維を使用し粗骨材最大寸法を大きくすることが可能であることがわかる。

(5) 曲げタフネスに関する検討

図-4は繊維長40、50、および60mmの場合のSFRCの曲げ荷重-たわみ曲線を示したもので、この曲線と横座標軸によって囲まれた面積の大きさを表したタフネスは、繊維長が長くなるほど大きくなっていることがわかる。これは、繊維長が長くなることにより配向性や付着性が改善され、ひびわれを拘束する効果が大きくなるためと考えられる。なお、図中に記入したように曲げ強度も繊維長とともに明らかに大となっている。

(6) 乾燥収縮に関する検討

図-5より、繊維長の長い新ファイバーは、乾燥収縮を低減する上で非常に有効であることがわかる。繊維の変形を拘束する効果や配合の改善のためと考えられる。

4. まとめ

繊維長の長い新形状鋼繊維を用いたSFRCは、繊維の配向性が改善されること、粗骨材最大寸法を大きくとれること、SFRCの曲げ強度、曲げタフネスなどが増加すること、乾燥収縮がより低減されることなどが明らかになった。したがって、粗骨材最大寸法をより大きくとることが望まれる舗装用コンクリートへの利用が可能であり、今後実際の舗装版での施工試験を行う必要がある。

表-3 分散係数および配向係数

繊維長	種類	分散係数	配向係数
40	旧	0.72	0.68
40	新	0.75	0.43
50	新	0.68	0.39
60	新	0.74	0.38

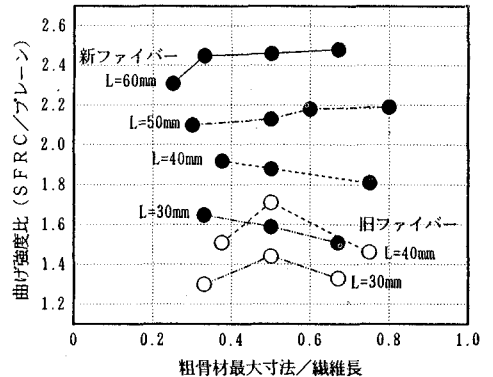


図-3 曲げ強度に及ぼす影響

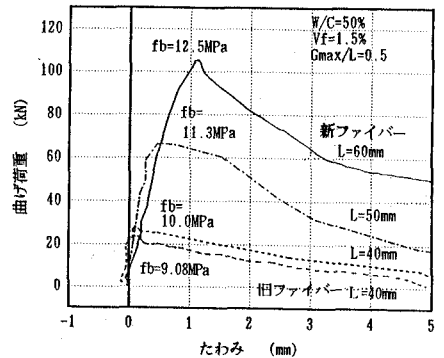


図-4 曲げタフネスに及ぼす影響

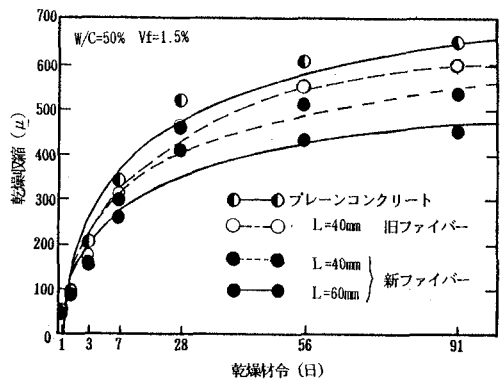


図-5 乾燥収縮に及ぼす影響