

鋼繊維補強モルタル吹付厚さに関する室内試験

日特建設株式会社 平田 文
 日特建設株式会社 正会員 ○ 池田 淳
 株式会社ブリヂストン 正会員 深津 章文
 株式会社ブリヂストン 正会員 高橋 雅人

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート（SFRC）は、曲げ強度、曲げタフネス、靱性などがプレーンコンクリートより優れていると言われ、優位性を生かして土木・建築の各分野に盛んにその適用が図られてきている。特に土木分野においては吹付けコンクリート（トンネル・法面）・二次覆工・舗装工事に多く使用されてきている。

法面保護工としての SFRC の期待される特性は以下にあげられるが、データが少なく、定量的な考え方が確立していない。しかし、定量的な問題が経済性に大きく影響する事も事実である。今回、室内実験を行ったので、ここに報告する。

- ① ひし形金網省略による工期の短縮
- ② 吹付け厚さの低減（普通モルタルの 70% 程度）
- ③ 剥落等の現象による安全性の確保
- ④ 吹付けコンクリートの品質の向上

本実験は、施工性・品質及び安全性が優れる 鋼繊維と、ひし形金網入りのプレーンモルタルとの強度特性による吹付厚さ算出と、法面吹付け状態を想定した厚さに硬化後整形した供試体で、強度等の比較を行い、吹付厚さの妥当性を確認した。以下にその概要を報告する。

2. 使用材料および配合

試験に使用した材料では、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は埼玉県産川砂、混和剤は高性能減水剤を使用した。鋼繊維は表-1 で示すように取扱い性及び曲げ強度特性に優れ、法面吹付にも多用されている両端フック付き鋼繊維（長さ 30mm、直径 0.80mm）を選定した。また、ひし形金網は通常用いられている、#14×50 を用いた。モルタルの配合はセメント骨材比 1:3、繊維混入率は 1.0 vol%（80kg/m³）、水セメント比を W/C=50% と固定し、設定スランプ（SF 基準）を 12cm 程度とした。

3. モルタル練混ぜ、供試体作製

モルタルの練混ぜは、可傾式練りミキサーを用い、鋼繊維の投入は分散機を使用せず手投入とした。ひし形金網は曲げ供試体の中央（想定吹付厚さの 1/2）付近に来るように設置し（写真-1 参照）周囲を締め固めた。表-2 に示す供試体サイズ及び本数、養生方法で、所定の型枠に詰め、材齢

28 日で各種の試験を行った。各試験の値はこれらの平均値である。

4. 供試体サイズおよび成形方法

試験に使用した供試体は、吹付厚さによる曲げ強度、曲げタフネスの違いによる比較するため、供試体をコンクリートカッターで、 $t=5 \cdot 7 \cdot 10 \text{ cm}$ の供試体に成形した。

表-1 鋼繊維材料

種類	30/.80CX
寸法	φ0.8×30mm
アスペクト比	37.5
製造方法・材質	鋼線切断方法
形状	両端フック付

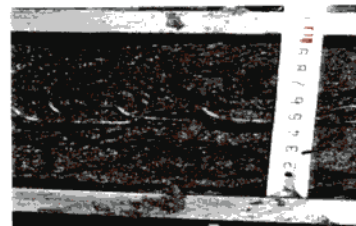


写真-1 ひし形金網設置

表-2 試験項目、形状、寸法と養生方法

試験項目	供試体の形状・寸法	材齢	本数	養生方法	備考
圧縮強度	φ 10×20 円柱	28	6	気中	SF3本、網3本
曲げ強度 タフネス	□ 10×10×40 はり	28	8	気中	SF4本、網4本
	□ 7×10×40 はり		8		SF4本、網4本
	□ 5×10×40 はり		4		SF4本

キーワード： 鋼繊維補強コンクリート、SFRC、法面保護、曲げタフネス

連絡先：〒104-0061 東京都中央区銀座八丁目 14-14 日特建設株式会社 TEL 03-3542-9298 FAX 03-3542-9117

5. 試験結果と考察

(1) 曲げ強度、曲げ靱性係数

供試体寸法 10cm×10cm×40cm の曲げ強度試験結果を表-3 に示す。試験結果をもとに SFRC での吹付厚さを算出すると、“鋼繊維補強コンクリート設計施工指針（案）”（土木学会）によれば、許容曲げ強度 σ_{ba} は以下の式 (1)、(2) により求めることとされている。

$$\sigma_{ba} \leq \sigma_{bk}/4 \cdots (1) \quad \text{ここに、} \sigma_{bk} : \text{コンクリートの設計基準曲げ強度}$$

$$\sigma_{ba} \leq \bar{\sigma}_b/2 \cdots (2) \quad \bar{\sigma}_b : \text{コンクリートの曲げ靱性係数}$$

表-3 曲げ強度試験結果に基づく吹付厚さ算出

	曲げ強度 σ_{bk} N/mm ²	曲げ靱性係数 $\bar{\sigma}_b$ N/mm ²	σ_{ba} N/mm ²	許容最大モーメント N・mm	吹付厚さ mm
ひし型金網	2.68	0.86	0.67	111,667	100
SFRC	5.08	4.11	2.05		58

※ σ_{ba} はそれぞれ式(1),(2)の大きい値を用いた。

表-3 に示すように、ひし形金網を許容値とし、吹付厚さ $t=10\text{cm}$ の許容最大モーメントを求めると、SFRC にて満足できる吹付厚さは、バラツキを考慮して 7cm 程度と設定することが可能と考えられる。

図-1 に示すように、曲げ強度、曲げ靱性係数は厚さで補正するため吹付厚さによる差が生じない。よって、曲げタフネスによって評価することとする。

(2) 曲げタフネス

曲げタフネスは、載荷点のたわみ（中央点たわみを測定）が 2mm（スパンの 1/150）となるまでの 荷重-変形曲線で囲まれた面積となる。

図-2 に示すように、ひし形金網入りプレーンモルタル ($t=7\text{cm}, 10\text{cm}$) 吹付と SFRC ($t=7\text{cm}, 5\text{cm}$) の吹付厚さによる曲げタフネスの違いを比較すると、プレーン 10cm と SFRC 7cm (プレーンモルタルの 70%)、プレーン 7cm と SFRC 5cm とともに SFRC のタフネス値が大きくなっている。

図-3 に示すように、荷重-変形曲線において、ひし形金網とプレーンモルタルと比較すると最大荷重まで同様な曲線を示し、その後荷重がひし形金網へ移行して行くが、間もなく破断面ではモルタルが縁切れてしまい金網だけが延びていく。

SFRC ($t=7\text{cm}$) と比較すると、最大荷重後、低下も少なくたわみ量が 2mm になるまで荷重維持し、吹付厚さが 70% ではあるが約 2 倍のタフネス値を確保している。

6. まとめ

本実験で得られた知見をまとめると以下の通りとなる。

- ①. SFRC は、普通モルタルの 70% 程度の吹付厚さで同等以上の靱性能を有する。
- ②. ひし形金網は、曲げ強度には影響せず、クラックの分散そして剥離、脱落の防止に寄与している。
- ③. SFRC はクラックの発生抑制、分散そして剥離、脱落の防止に寄与し、ラス網（ひし形金網）設置工を省略できる。

参考文献

- 1) 鋼繊維補強コンクリート設計施工指針（案） 土木学会
- 2) 鋼繊維補強コンクリート設計施工マニュアル（法面保護施工編） 社団法人 鋼材倶楽部 編
- 3) 繊維補強コンクリート ―特性と応用―

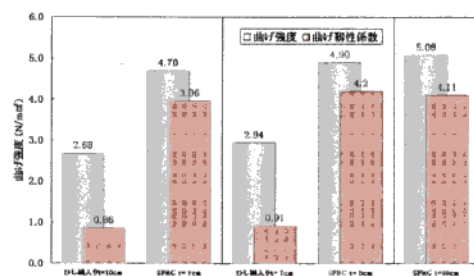


図-1 曲げ強度、曲げ靱性係数

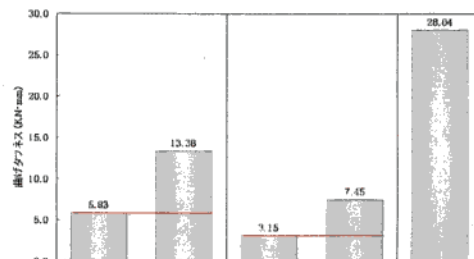


図-2 曲げタフネス

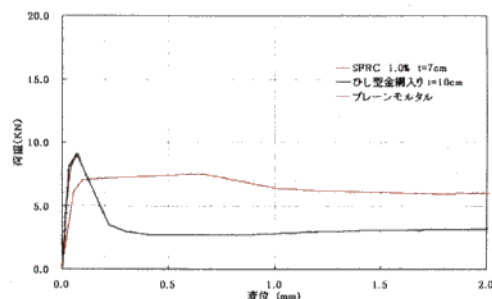


図-3 荷重-変形曲線