

V-49 鋼繊維補強コンクリートの吹付けへの応用に関する基礎実験

榎間組 技術研究所 正会員 竹中 恒夫

榎間組 技術研究所 正会員 中内 博司

1. まえがき

鋼繊維補強コンクリート（以下、SFR Cという）を掘削直後のトンネルの一次ライニングに吹付けて施工することは良く知られている。しかし、SFR Cは普通コンクリートや鉄筋コンクリートに比べ材料が高価であるため、膨張性地山など大きな地圧の作用するような場所に適用されているにすぎない。

筆者らは打設コンクリートにおいて普通コンクリートの弱点にSFR Cを局部的に利用したコンクリートの強度特性について報告したが、今回、SFR Cを吹付け施工に用いると鋼繊維が二次元ランダム状態で分散し、地圧の作用方向に対し有効に働くことを利用し、普通コンクリートとSFR Cの組合せによる強度特性について検討を行った。

2. 実験概要

使用した鋼繊維は $\phi 0.5\text{mm}$ 、長さ 30mm のインデント加工で、鋼繊維混入率は 1% とした。普通コンクリートとSFR Cの組合せを図-1に示し、吹付けコンクリートの配合を表-1に示す。

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は鬼怒川産川砂（比重2.48、 $FM=2.62$ ）、粗骨材は今市産碎石（比重2.61）、減水剤はボジリス $\text{AC}70$ 、急結剤はセメント鉱物系の粉体をセメント重量の 5% 用いた。SFR Cは流動化剤を添加してスランプの調整を行って吹付け施工した。

使用した吹付け機を写真-1に示す。

供試体は $70\times 70\times 20\text{cm}$ のコア箱を壁面にたてかけ、これに普通コンクリートあるいはSFR Cを直接吹付け、材令14日で $10\times 10\times 40\text{cm}$ に切り出し、材令28日で曲げ試験（JIS A 1106）および二面せん断試験を行った。なお、曲げ試験時、供試体中央点のたわみ量を測定した。

SFR Cの供試体中に含まれる鋼繊維の分散を調べるために、曲げ試験後の供試体を切り出し、 2cm 間隔の要素内に含まれる鋼繊維本数を数え、山王²⁾によって提案された分散係数を求めた。あわせて、鋼繊維の配向をX線写真により調査した。

3. 鋼繊維の分散

(1) 鋼繊維の分散

層状に吹付けたSFR Cの分散係数 α は $0.63\sim 0.7$ の範囲を示した。一方、SFR Cを両側に吹付けた供試体では $\alpha=0.58$ を示し、分散状態も他に比べ悪い傾向となった。これは、供試体作製時、写真-2に示すように所定の吹付け厚さを正確に確保することが困難であったことによ

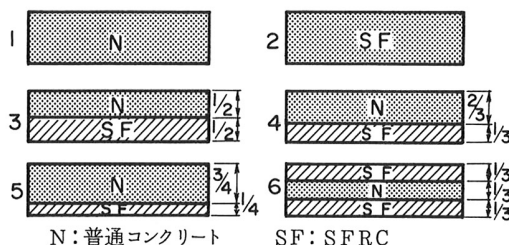


図-1 供試体の組合せ

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	SL. (cm)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
				C	W	S	G
13	8±2	50	70	420	210	1102	483

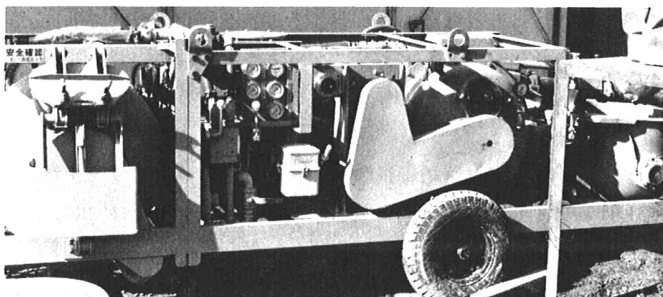


写真-1 吹付け機械

るものと思われる。

(2) 強度

曲げおよびせん断強度の試験結果を図-2に示す。

供試体№2は普通コンクリートに比べ曲げ強度で約1.4倍、せん断強度で約1.7倍を示したが、SFRCの吹付け厚さが薄くなるに従って曲げおよびせん断強度も低下する傾向を示す。

一方、SFRCを普通コンクリートに対し、サンドイッチ状にしたものはほぼ曲げ側に全体の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{2}$ SFRCを吹付けたものと同様な強度を示した。

トンネルでは正負の曲げが作用するため、片側のみSFRCを用いることはSFRCの特性を十分生かすことが困難と思われる。また、SFRCは普通コンクリートに比べ材料が高価であるため、経済性を考慮するとSFRCを普通コンクリートでサンドイッチ状とする方法も考えられる。

(3) 曲げ靱性

曲げ試験時の供試体中央の荷重とたわみ量の測定の一例を図-3に示す。

最大荷重後のたわみ量はSFRCの層厚が一般に薄くなるにしたがって荷重の低下割合が大きくなっている。

SFRCの靱性は普通コンクリートに比べ非常に大きく、SFRCの層厚が薄くても鋼繊維による補強効果が大きい。トンネルの吹付けコンクリート施工が増加している現在、アーチ部のコンクリートのはく離による危険を防止する方法として、SFRCを薄く施工することで安全性が確保できると思われる。

4. まとめ

SFRCを吹付けコンクリートに応用する場合、鋼繊維の補強効果は、SFRCのみで行う方が強度および靱性とも最も優れているが、経済性などを考慮すると、普通コンクリートとSFRCをサンドイッチ状に施工する方法も有効と思われる。

5. あとがき

吹付けコンクリートにSFRCを用いる場合、強度のみならず経済性や安全性も考える必要がある。

今回の実験では普通コンクリートとSFRCの組合せについて吹付けコンクリートで検討を行ったが、鋼繊維混入率や鋼繊維の種類を変えた場合の検討も必要と思われる。

最後に、本実験に際しご協力いただいた極東開発工業(株)、ボゾリス物産(株)、(株)神戸製鋼所および竹本油脂(株)の関係各位に感謝いたします。

参考文献 1) 中内博司, 松垣光威, 竹内恒夫: 鋼繊維補強コンクリートの層状変化による強度特性, 第1回コンクリート工学年次講演会講演論文集, 1979, 2) 山王博之, 小林一輔: 鋼繊維補強コンクリートの引張強度に及ぼす繊維の分散と配向の影響, 生産研究, vol.28, №9, 1976.9

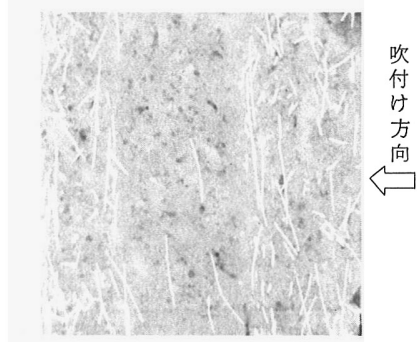


写真-2 X線写真

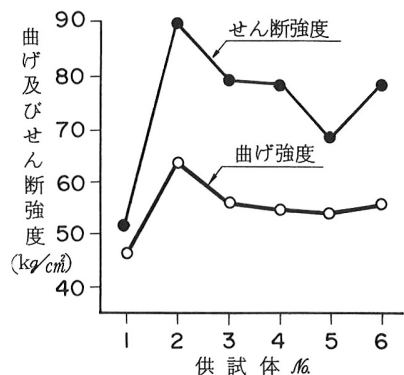


図-2 供試体№6と曲げ及びせん断強度

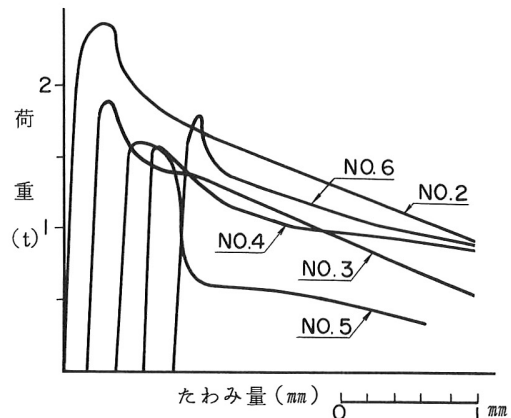


図-3 曲げ荷重-たわみ曲線の一例