

— 施工および載荷試験について —

徳島大学 正員 河野 清
 鹿島建設 正員 〇万 木 正弘
 大阪セメント 加嶋 透

I. はじめに

鋼繊維補強コンクリート(以下SFRCと記す)の舗装への応用については、国外では試験舗装もかなり活発に行われており、良好な結果が得られているようであるが、我国においてはその実績は少ない。そこで(その1)において検討した、鋼繊維混入率1.0%volおよび1.5%volの2種類のSFRCを、大阪セメント徳島サービスステーション構内舗装に適用し、施工性を調査したのち、載荷試験により舗装版の力学的性状について検討を行った。

II. 工事概要

当舗装面積は全体で2100㎡であり、そのうち540㎡をSFRCで施工した。舗装版1区画の幅は5mであり、収縮目地(盲目地)間隔は、普通コンクリート部分で9m、SFRC部分で18mである。SFRC施工箇所には、収縮ひびわれ試験のため目地無し版(版長45m)を設けた。普通コンクリート施工部分には鉄網を使用している。路盤は厚さ20cmの粒調碎石であり、設計支持力は $K_{30} = 30 \text{ kg/cm}^2$ である。

III. 舗装版の厚さ

SFRC舗装では、優れた力学的特性を生かすことにより、版厚を薄くすることが可能であり、国内外の試験舗装の結果もこのことを証明している。しかしSFRC舗装の設計法は未だ確立されておらず、従来の舗装要綱の設計法をそのまま適用するのは疑問の点もある。ここでは、輪荷重による静的応力を考えて、舗装厚を検討した。

表-1 輪荷重応力および安全率

舗装厚 (cm)	コンクリートの 種類	最大圧力 (kg/cm ²)	設計基準強度 (kg/cm ²)	安全率
20	普通 コンクリート	19	45	2.37
16	SFRC (SF=1.0%vol)	27	65	2.41
12	SFRC (SF=1.5%vol)	40	75	1.88

設計輪荷重を5tonとし、舗装厚を普通コンクリート、鋼繊維混入率1.0、1.5%volのSFRCに対し、それぞれ20、16、12cmとした場合の縁部応力ならびに安全率を計算すると、表-1のとおりである。また、普通コンクリートSFRCの100万回繰返し疲労強度をそれぞれ52、65%とすると、対応する所要の安全率は1.92、1.54となり、各コンクリートに対する舗装厚は、表-1に示す値で十分安全と考えられる。

表-2 配合表

IV. 施工

(1) 練りませ ; 使用した配合を表-2に示す。コンクリートの練りませは、現場付近の生コンプラントを利用し、生コン車にて運搬した。ミキサは容量1.5㎡の強制攪拌式であり、バッチ量はミキサ駆動動力の過負荷を防止するため、1㎡とした。練りませ方法は、SFRCのベースとなるコンクリートを練りませた後、S、F分散機を駆動させて鋼繊維を投入する方法とした。SFRC練りませ中のミキサ駆動電流は、鋼繊維混入により1～2割増加したが、ファイバーボールもほとんどなく、練りませ効果は良好であった。練りませ時間は鋼繊維1.0%vol混入のもので平均2.5分であった。バッチ量については検討の余地があるもの、このような練りませ時間の増加はプラントのSFRC製造能力を著るしく低下させるため、大量にSFRCを施工する場合には、問題になるものと思われる。

種別	粗骨材 最大寸法 (mm)	スラング (mm)	水セメント比 (%)	粗骨材 割合 (%)	鋼繊維 混入率 (%)	単位 重量 (kg/㎡)	単位 重量 (kg/㎡)
普通 コンクリート	40	7	47.6	35.0	—	340	—
SFRC (SF=1.0%vol)	15	7	48.4	61.4	1.0	403	80
SFRC (SF=1.5%vol)	15	7	48.1	66.2	1.5	455	120

(注) 鋼繊維形状 0.21×0.60×25mm (炭素)

プラントの練りませ試験において、スラングが5cm以下の場合には、ホッパーからの排出、生コン車への積み込み時に閉塞を生ずることがあった。このことから、鋼繊維混入率1.0～1.5%volのSFRCを一般の生コンプラントで練りませる場合には、目標スラングを7cm以上にすることが望ましいものと思われる。

(2) 敷きならし、締固め、仕上げ ; 生コン車からコンクリートを直接路盤上に荷おろし、手作業により敷きならし、締固め、表面仕上げを行った。使用した機械はすべて一般舗装用のものである。スランピング7~8mのSFRCは、モルタル分が多くプラスチックであるため、普通コンクリートより施工性は良好である。さらに鉄鋼を使用しないこと、目地数を減少できることなどから、SFRCの方が施工能率は上がるように思われる。

今回の施工においては、一般の道路舗装と同様にコンクリートを成形した後あまり時間を置かずに平たん仕上げを行ったが、スランピングが7~8mであったためその後もブリージングが認められた。寒い時期の施工であったため、プラスチックシュリンageジひびわれは発生しなかったが、夏期など蒸発の激しい季節では、仕上げ時期を検討する必要がある。ブリージングが長く続くことから、粗面仕上げ時期は多少遅くなる。

(3) 生コン車への鋼繊維投入 ; プラントでSFRCを練りませる場合、前述のように能率が著るしく低下することから、現場で生コン車に鋼繊維を直接混入して練りませる方法につき、実験検討を行った。

実験には、表-3に示すように容量2mおよび6mの生コン車を用いた(コンクリート量はそれぞれ1および5m)。2m車を用いた場合には、鋼繊維の分散は比較的良好であったが、6m車では、生コン車から始めに排出されたSFRCと終りに排出されたものとで鋼繊維混入率がそれぞれ1.5、0.9%volとかなり異なる結果が得られた。これは、6m車の場合、鋼繊維投入中にドラムを高速回転できなかったこと、鋼繊維を分散機を用いて直接生コン車ホッパーに投入したため、ドラムの奥の方まで散布できなかったことなどによるものと思われる。今後は、鋼繊維投入方法、高速回転可能な積載量などについて検討する必要がある。なお鋼繊維投入速度は16kg/分であった。ドラムの回転速度から考えて、この程度の混入速度が限度と思われる。

表-3 鋼繊維直接混入実験

ミキサー車容量 (m ³)		2	6
実容量 (m ³)		1	5
分散機容量(kg/min)		20	50
アジテーターの回転		連続高速	中速、高速の繰返し
鋼 繊 維 混 入 率 (%vol)	排出初期 コンクリート	—	1.5
	排出中期 コンクリート	—	1.0
	排出終期 コンクリート	—	0.9*

V. 載荷試験

当舗装版の安全性をチェックし、一般道路舗装にSFRCを適用する場合の版厚検討資料を得るために、セメントを積載して後輪荷重を1tonにしたトラックを舗装版各部に載せ、静的載荷試験を行った。

結果を表-4に示す。各舗装版に発生した最大応力に対して安全率を計算すると、普通コンクリート、鋼繊維混入率1.0、1.5%volのSFRCに対しそれぞれ3.2、2.3、1.8となり、いずれも100万回繰返しに対する安全率を満足している。

版厚が16、20cmの場合、実測値はすべて計算値より小さく、かつ縁部において最大となることから、舗装要綱で採用されている縁部公式は版厚設計に十分使用しうるものと思われる。しかし版厚が12cmの場合の実測値は中央部において最も大きく、しかもその値はWestergaardの中央公式による値より大きくなっている。版厚を薄くした場合の設計公式については、今後検討していく必要がある。また版厚を薄くした場合、版内応力は大きくなり、その影響範囲は狭くなる。その結果、路盤内応力は大きくなり、場合によっては路盤にポンピング作用や圧密沈下などの起ることも考えられる。SFRC舗装における適正路盤厚や支持力については、今後舗装版厚や強度を含めて検討する必要がある。

表-4 輪荷重応力

載荷種類	版厚 (cm)	実測値 (kg/cm ²)	計算値 (kg/cm ²)
縁部	12	36.8	47.9
	16	29.0	34.5
	20	13.9	25.2
中央部	12	41.6	34.8
	16	14.2	24.8
	20	12.4	17.3
隅角部	12	23.4	40.1
	16	11.1	27.3
	20	3.1	22.3

VI. おわりに

本報告はSFRCの舗装への応用実験のうち、施工ならびに静的載荷試験について述べた。舗装版の強度応力や乾燥収縮、ひびわれ進展すりへり抵抗などについては測定を継続しており、これらの長期測定結果を合わせて、SFRC舗装に関して総合的に検討して行く予定である。