

住友金属 中研 正会員 山川純雄

同 白川 潔

同 ○小山清一

1. ま え が き

スチールファイバーコンクリート (S.F.C.) は普通コンクリート (C.C.) に比べ、曲げ・衝撃・疲労性能にすぐれており、またひび割れ発生抑止効果の増大なども十分期待される。ここでは、これらの特徴を有する S.F.C. を道路舗装に適用し、S.F.C. の混練方法・施工方法・配合と強度・舗装版厚の設計及び寿命について、C.C. と比較・検討した結果を述べる。

2. 試験舗装概要

図 1 にコンクリート舗装版の寸法と断面及び舗装の種類を示す。試験舗装 A はファイバー量を 1.7 % vol とし、目地間隔を 5 m と 15 m の 2 種類選んだ。比較して設けた C.C. には鉄網 (6 ϕ @ 150) が配筋されている。舗装版厚は C.C. : 20 cm に対し S.F.C. : 15 cm である。試験舗装 B は舗装を 7 区間に分け、ファイバー量 : 1 % vol, 1.5 % vol, 舗装版厚 : 8 cm, 12 cm の各々 2 種類について施工し、補強筋 (D10 @ 200) が上下 2 層に挿入された舗装版厚 20 cm の RC との寿命比較を行なった。表 1 に試験舗装 A, B における路盤支持力係数、通行輪荷重を示す。

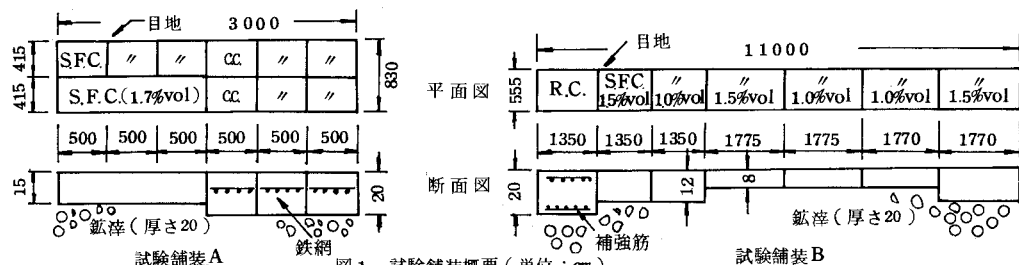


図 1. 試験舗装概要 (単位 : cm)

場所 : 当社鹿島製鉄所構内道路

3. 混練方法

S.F.C. の混練に際し問題となるのは、ファイバーをコンクリート内に一様に分散させて均一な S.F.C. を作ることである。そこで、本試験では、ファイバー投入時にファイバーを有効に、しかも能率よく分散できるファイバー分散装置 (特許申請中) を用いた。最大分散能力は 8 Hz 時 60 Kg/min であった。混練には 1.5 m³ 可傾重力式ミキサーを使用し、投入は砂・セメント・骨材・水・ファイバーの順序で 1 分間練り混ぜた後ミキサー車へ移した。混練結果は良好で、打設時にファイバーボールは全く認められなかった。

4. 施工方法

S.F.C. でも C.C. 施工時と同じ機械・器具を使って、ほぼ同様な施工が可能であった。ただ、C.C. の場合と若干異なる点は、(1) 締め固めには、内面バイブレーターの代わりに外面バイブレーターを使用する方が均質な S.F.C. が得られること。(2) スコップよりクワの方が打設作業が容易であること、などである。

5. 配合と強度

表 2 に S.F.C. 及び C.C. の配合と強度を示す。配合は以下の内容を考慮して決定したものである。

(1) 粗骨材の最大粒径は、15 mm までは S.F.C. の曲げ強度の低下はわずかであるが、25 mm となると著しく低下することから 15 mm 以下とした。

(2) 細骨材率 40~55 % で、S.F. を 1~2 % 混入すると、C.C. よりスランプは非常に低くなり、ワーカビリ

表 1. 試験舗装の路盤条件と使用条件

	試験舗装 A	試験舗装 B
路盤支持力係数 (Kg/cm ²)	40.8~ 45.3	72~84
通行輪荷重 (Ton)	20.8	8

表 2. 配合と強度※

試験 舗装	コンク リートの 種類	スチール ファイバ ー量 (% vol)	粗骨材 の大き さ (mm)	スラン プ (cm)	水セメ ント比 w/c (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 量 (Kg/m ³)					(5) 曲げ 強度 (Kg/cm ²)	引張 強度 (Kg/cm ²)	圧縮 強度 (Kg/cm ²)
							W	(1) C	(2) S	(3) G	(4) スチール ファイバー			
A	C.C.	0	25	5	55	42	160	291	816	1107	0	45.6	22.2	322
	S.F.C.	1.7	15	8	48	70	223	465	1115	480	133	69.7	40.3	440
B	R.C.	0	25	5	57	37.9	144	253	764	1258	0	38.8	22.4	308
	S.F.C.	1.0	15	11	61	72.0	219	359	1232	480	78	54.2 (28.8)	32.8 (28.8)	330
	S.F.C.	1.5	15	8	61	71.8	219	359	1219	480	118	49.3 (28.8)	34.2 (28.8)	343
	S.F.C.	1.5	15	4	79	72.7	222	281	1274	480	118	45.5 (28.8)	31.8 (28.8)	214

(1) 普通ポルトランドセメント (2) 陸砂

(3) 豆砂利(但し粒径25mmは高炉砕石) (4) 試験舗装A:フラットファイバー(0.21t×0.6w×25ℓmm)

(5) ()内はひび割れ発生時の強度 " B:異形ファイバー(0.25t×0.55w×25ℓmm)

※養生方法:採取後テーパープライベーターで20秒間締め固めた後24時間型枠中で空中に放置し、以後20℃±3℃の水中で27日間養生

チーも悪化する。そこで、細骨材率を60%~80%の中で5%ずつ変化させ、そのときのスランプ及びワーカビリティを調べた。その結果、細骨材率60%の場合でも施工できないことはないが、最も粘性のよい、しかも施工性のすぐれた細骨材率は70%であることがわかった。このときのスランプは8cmである。

(3) 細骨材率が高い場合、コンクリート自体の曲げ強度を45Kg/cm²以上とし、ワーカビリティのすぐれたS.F.C.を得るためにはセメント量を多くしなければならない。そのため、試験舗装Aではセメント量を465Kgとした。これに対し試験舗装Bでは、ファイバーの補強効果は弱いマトリクスほど有利という複合材料の理論から、経済性をも加味して、セメント量を減少した水セメント比の高い貧配合とした。

(4) ファイバー量がコンクリート舗装版の強度及び寿命に与える影響を調べるため、混入率を1.7%volから1.5%vol, 1.0%volとした。

各種配合における強度は表2のとうりである。セメント量を減少すると、圧縮強度は著しく低下するが曲げ強度は余り低下していない。しかし、舗装版厚を薄くするには曲げ強度の高いS.F.C.が必要であり、そのためにはセメント量を多くする方がよいと思われる。

6. 舗装版厚と寿命

S.F.C.の場合、C.C.に比べ曲げ強度が増加するだけでなく、疲労強度・エネルギー吸収能力が大幅に増加する。そこで、本試験では舗装版厚を次のように考えて設計した。S.F.C.の疲労強度は 2×10^6 回正負繰返し载荷を受ける場合、ファイバー混入率2%volにおいて曲げひび割れ発生強度の73%に低下する(文献(1)より)。この疲労強度を基準にし、舗装版の許容曲げ応力 σ_{ba} を次式のように定めた。

$$\sigma_{ba} = 0.7 \sigma_{bcr} \quad (\text{ここに, } \sigma_{bcr} : \text{ひび割れ発生強度})$$

この値から岩間の実験式により舗装版厚を計算した。

試験舗装Aでは、版の発生応力が σ_{ba} 以内におさまるように15cmとしたが、図2に示すようにC.C.より5cm薄いにもかかわらずひび割れ発生はほとんどなく、寿命の増大が認められた。BではさらにS.F.C.舗装版厚と寿命との関係調べるために、発生応力が σ_{ba} 以上 σ_{bcr} 以下の範囲内におさまる12cmと、 σ_{bcr} 以上の応力が発生する8cmの2種類選んだ。結果は良好で、1ヶ月使用後、舗装版の乾燥収縮割れ及び輪荷重によるひび割れ発生は全く認められていない。

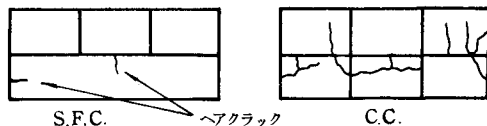


図2. 1年1ヶ月経過後の舗装Aのひび割れ発生状況

参考文献(1) State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete.

By ACI COMMITTEE 544

JOURNAL OF ACI Nov. 1973 PP 730~P 744