

普通セメントに低収縮型早強性混和材を配合したSFRC舗装による鋼床版との付着強度

鹿島道路株式会社 正会員 ○一瀬八洋 日本大学 正会員 阿部 忠
鹿島道路株式会社 正会員 山下雄史

1. はじめに

近年、道路橋鋼床版は、交通量の増大や過積載の走行による疲労損傷が生じている。鋼床版の疲労損傷には、鋼繊維を配合した鋼繊維補強コンクリート(SFRC)を用いて、鋼床版の局部変形および局部応力の低減を図る SFRC 上面補強法が採用されている。しかし、超速硬セメントを用いた場合は、費用が膨大となり経済的損失が生じると同時に可使時間が短いことから熟練した高度な技術が必要となる。本研究では、常時入手が可能である早強セメントおよび普通セメントに低収縮型早強性混和材および鋼繊維を配合し、材齢が 24 時間程度で道示に規定するコンクリートの圧縮強度 24N/mm^2 以上を確保し、かつ比較的安価なセメントを用いた鋼床版の舗装材および補強材として新たな SFRC 材を提案し、その実用性を検証する。また、鋼床版の SFRC 舗装において、本提案する SFRC 材を用いて、鋼床版上面に接着剤を塗布し、40mm 厚の SFRC 舗装を施し、輪荷重走行疲労実験を行ない、本提案する SFRC 舗装材を用いた接着剤塗布型 SFRC 舗装法における鋼床版の応力低減効果および耐疲労性を検証する。

2. 使用材料

(1) 鋼床板 鋼床板の鋼材には SS400 を用いる。なお、鋼材の材料特性値はミルシートより、降伏強度が 341N/mm^2 、引張強度が 462N/mm^2 、ヤング係数は 200kN/mm^2 である。

(2) SFRC補強材および本提案するSFRC舗装材 本提案する鋼床板の舗装および補強材は、早強セメントおよび普通セメントに乾燥収縮による微細なひび割れを抑制させるために低収縮型早強性混和材および鋼繊維を配合した SFRC である。配合条件は、材齢 24 ～ 36 時間で SFRC の圧縮強度を 30N/mm^2 を確保できる配合とした。ここで、配合条件を表-1に示す。また、凝結時間、圧縮強度および静弾性係数を表-2に示す。

早強セメントを用いた SFRC は、凝結開始時間は 535 分、凝結終結時間は 645 分であり、かなり遅い時間となり、施工性に優れている。SFRC の圧縮強度は材齢 30 時間で 44.4N/mm^2 である。静弾性係数は材齢 30 時間で 25.6kN/mm^2 である。また、普通セメントを用いた SFRC の凝結開始時間は 565 分、凝結終結時間は 700 分であり、超速硬セメントに比してかなり遅い時間となる。SFRC の圧縮強度は、材齢 30 時間で 31.9N/mm^2 である。また、静弾性係数は材齢 30 時間で 23.7kN/mm^2 である。

キーワード：鋼床版、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、SFRC 舗装、引張強度
連絡先 〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

表-1 SFRCの示方配合

セメント種類	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						S.P (%)	備 考				
			W	C	S	G	SF	AD						
普通	38	57.9	174	358	937	686	100	100	1.2	凝結試験用				
				358	937	686	—	100	1.2					
早強								358	936	686	100	100	1.4	凝結試験用
								358	936	686	—	100	1.4	

表-2 凝結時間および圧縮強度

材 齢	早強セメント		普通セメント	
	圧縮強度	静弾性係数	圧縮強度	静弾性係数
12 時間	2.09 N/mm^2		1.56 N/mm^2	
24 時間	36.1 N/mm^2	23.4 kN/mm^2	24.6 N/mm^2	21.1 kN/mm^2
30 時間	44.4 N/mm^2	25.6 kN/mm^2	31.9 N/mm^2	23.7 kN/mm^2
36 時間	50.6 N/mm^2	26.6 kN/mm^2	36.8 N/mm^2	23.8 kN/mm^2
4 日	69.8 N/mm^2	33.1 kN/mm^2	60.1 N/mm^2	31.8 kN/mm^2

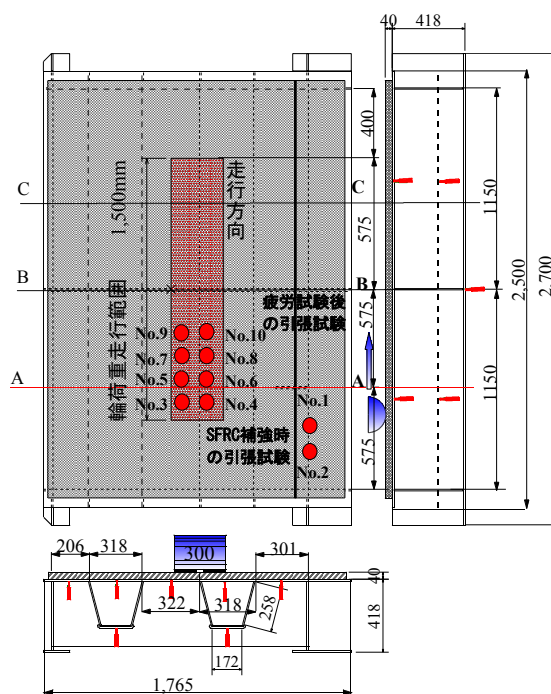


図-1 供試体寸法

(3) 防錆剤および使用接着剤と付着強度 本実験においては室内実験であることからデッキプレートに発錆は生じないが、実施工を考慮してデッキプレート全面に防錆剤を塗布する。その後、防錆剤上面に土木用高耐久型エポキシ樹脂接着剤（以下、接着剤とする）を平均 1.0mm 厚で塗布する。接着剤の付着強度は 3.7N/mm^2 である。

3. 供試体寸法および作製

(1) 鋼床版の寸法 鋼床版を構成する鋼材の寸法は、デッキプレートは幅 1,765mm、全長 2,500mm、厚さ 12mm を用いる。また、U リブは幅 318mm、高さ

250mm, 厚さ 8mm を用いる。主げたは I 形断面とし、主げた間隔を 1,465mm とする。U リブは主げた G1 から 206mm の位置, また G2 げたから 301mm の位置に接合する。ここで、鋼床版の概略寸法を図-1に示す。

(2) SFRC舗装による供試体作製法 供試体は「橋梁補修設計マニュアル」¹⁾に準拠した補強法で供試体を製作する。

4. 実験方法

(1) 輪荷重走行疲労実験方法 輪荷重走行疲労実験は、供試体端部の横リブから 400mm の位置を起点に 1,500mm 走行し、元の位置まで折り返す 1 往復を走行する。

1) 鋼床版 舗装前の鋼床版は荷重 50kN で 40,000 回走行し、疲労損傷を与える。疲労損傷を与えた後、荷重 100kN で 1 往復走行させる。

2) 接着剤塗布型SFRC舗装 鋼床版に 40,000 回走行の疲労を与えた後、デッキプレート上面に接着剤を塗布して普通セメントを用いた SFRC を舗装して、輪荷重走行疲労実験を行った。なお、荷重 100kN, 120kN, 140kN および 150kN で 20,000 回走行後ごとに、SFRC の引張強度試験(建研式引張試験)を実施する。建研式引張試験の位置を図-1に併記する。

(2) 建研式引張試験 材齢 36 時間後の鋼床版と SFRC 舗装との界面の付着強度を確認するために、建研式引張試験を行い、舗装後の付着強度を計測する。ここで、建研式引張試験の概略を図-2に示す。試験方法は SFRC 上面に電動ドリルを設置し、φ100mm で鋼床版デッキプレートの位置まで切り込みを入れる。次に、コアの上面に接着剤を塗布し、鋼製治具を圧着し、養生を行う。接着剤が硬化したのち、油圧式接着力試験機を用いて、載荷速度 1.0N/cm²/sec で引張強度試験を実施する。

疲労実験開始前の G2 げた上面から 2 箇所(No.1, 2)に切り込みを入れた。切り込み径は 99.30mm, 99.40mm である。建研式引張試験による G2 げた上面の SFRC の付着強度は平均 2.59N/mm² である。SFRC 上面増厚舗装における付着強度の基準値 1.0N/mm² 以上²⁾が確認されている。

荷重 50kN で 40,000 回、荷重 100kN で 20,000 回走行後の引張強度の平均は 1.91N/mm² である。次に、荷重 120kN で 20,000 回走行後後の No.5, 6 の位置の引張強度の平均は 1.69N/mm² である。荷重 140kN で 20,000 回走行後の No.7, 8 の位置の引張強度の平均は 1.68N/mm² である。次に、150kN で 20,000 回走行後の No.9, 10 の位置の引張強度の平均は 1.71N/mm² であり、いずれも付着強度の基準 1.0N/mm² 以上である。破壊状況は図-3に示すように SFRC 舗装内 2mm ~ 5mm 付近で引張破壊した。一部に接着剤も見られるが SFRC 舗装施工時に舗装内に浸透したものと考えられる。

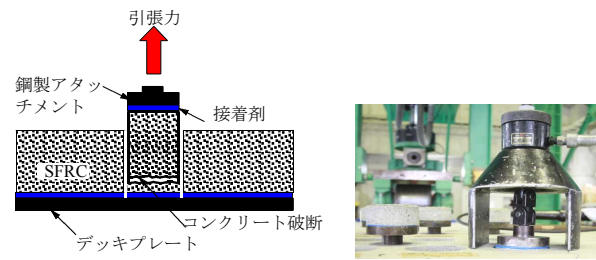


図-2 建研式引張試験方法



図-3 建研式引張試験による破壊面

5. まとめ

(1) 本提案する劣化した鋼床版の SFRC 舗装材として早強および普通セメントを用いた場合に乾燥収縮による微細ひび割れの抑制を図るために低収縮型早強性混和材を配合した SFRC は、凝結時間が十分確保できることから施工性が良い。また、環境温度にもよるが材齢 30 時間程度で 30N/mm² の圧縮強度が確保できる材料であり、一般道路の鋼床版の舗装材および補強材としての性能が十分確保された材料である。

(2) 鋼床版の SFRC 舗装において、鋼床版と SFRC 舗装との界面にエポキシ系接着剤を塗布した場合の建研式引張試験による付着強度の平均は 2.59N/mm² であり、荷重 150kN で 20,000 回走行後付着強度の平均は 1.71N/mm² であった。引張試験においては SFRC で引張破壊している。よって、本実験の範囲内では接着面ではなく離破壊は見られず、付着性も良いことが確認できた。

参考文献：

- 1) (社)建設コンサルタンツ協会近畿支部公共土木施設の維持管理に関する研究委員会道路分科会橋梁WG ②(補修・舗装)：2. 橋梁補修設計マニュアル(案), 2012.7.
- 2) 独立行政法人土木研究所, (株)横河ブリッジ, (株)NIPPO, 鹿島道路(株), 大成ロテック(株)：鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その2・3・4) 報告書-SFRC 舗装した既設鋼床版の舗装に関する設計・施工マニュアル(案)-, 共同研究報告書, 第395号, 2009.10.