

## 鋼床版上の SFRC 補強の負曲げ対策とその効果

施工技術総合研究所 正会員 ○荻野 啓 小野 秀一  
 首都高速道路 正会員 牛越 裕幸  
 琉球大学 正会員 下里 哲弘  
 鹿島道路 正会員 児玉 孝喜

### 1. 目的と概要

鋼床版のデッキプレートとトラフリップ溶接部から生じる疲労き裂に対する補強工法として、デッキプレート上面に鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）を敷設する工法が提案されている<sup>1)</sup>。一方本工法では、特に負曲げ域におけるSFRCにひび割れが発生した場合の、補強効果の低下が懸念されている。そこで本試験では、SFRCに負曲げ対策としての補強筋を配置した試験体を用い、曲げ疲労試験を行った。試験パラメーターは、補強筋の有無および種類とし、SFRCのひび割れ・剥離の進展に与える影響を調査した。

### 2. 試験体概要

試験体は表1に示す通り、デッキプレートを想定した板厚12mmの鋼板上に、厚さ50mm（橋面舗装の基層厚）の補強材2種類（SFRC、CO：鋼繊維のない超速硬コンクリート）を敷設し、補強筋の種類をパラメーターとして5体を調査対象とした。試験体の外形寸法を図1に示す。デッキプレート上面に敷設した補強材の仕様は、既設鋼床版における時間的制約下での施工を考慮して超速硬タイプのセメントを使用し、デッキプレート上面にはエポキシ系接着剤を塗布して、補強層とデッキプレートの一体化を図った。SFRCの計画配合を表2に示す。使用する補強筋は、補強筋として一般的な網筋（径6mm）および、網筋に替わる材料として、腐食の問題が無く引張強度が高いCFRP（炭素繊維強化プラスチック）を選定した。補強筋の仕様を表3に示す。

表1 試験体の種類

NO.	試験体	補強材	補強筋	備考
①	SFRC-10C1	SFRC (鋼繊維補強コンクリート)	10番CFRP	材齢長
②	SFRC-10C2		10番CFRP	材齢短
③	SFRC-6S		6mm網筋	—
④	SFRC-N		無し	—
⑤	CO-N	CO(超速硬コンクリート)	無し	—

表2 SFRCの計画配合

祖骨材 Gmax (mm)	スランプ <sup>°</sup> (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
					水 W	セメント C	砂 S	砂利 G	鋼繊維 SF
13	5±1.5	3±1.5	40	50.1	168	420	840	875	100

表3 補強筋の仕様

筋材	寸法 (mm)	メッシュサイズ (mm)	公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
10番CFRP	7.0(H)×5.6(W)	100×100	39.2	1400	100
6mm網筋	公称径6mm	100×100	31.7	440~600	205

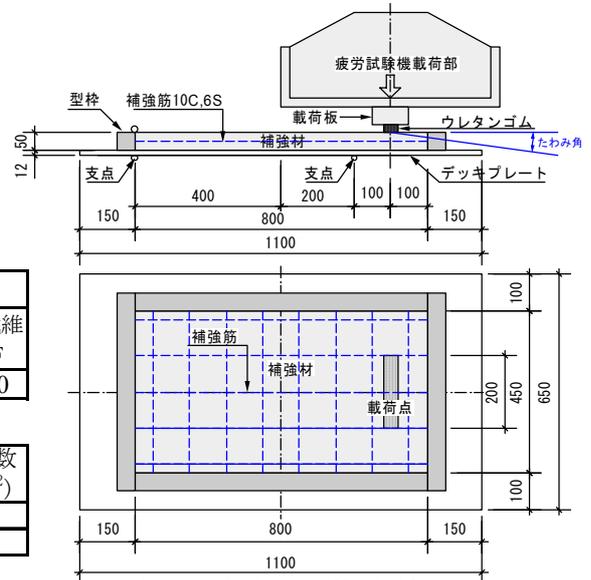


図1 試験体の外形寸法

### 3. 試験要領

疲労試験機を用いた荷重方法は、図1に示すように2点支持の1点荷重（試験体支点部が負曲げ最大位置）とし、所定の荷重で100万回を目安に繰り返し荷重を行う曲げ疲労試験とした。荷重条件は、負曲げ最大位置の補強材表面ひずみが200 $\mu$ となる荷重とし、別途実施した実橋をモデル化したFEM解析において、主桁ウェブ上や横リブ上の負曲げ領域に発生する補強材表面ひずみと同等とした。疲労試験中は、補強材のひび割れ調査を行い、ひび割れおよび剥離の発生を監視した。また、疲労試験の開始前、ひび割れ検出時、終了時には、静的荷重試験を実施し、試験体各部のひずみや変位を計測した。

キーワード 鋼床版, 鋼繊維補強コンクリート, 負曲げ, 疲労

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵3154 (社) 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

4. 疲労試験結果

(1) ひび割れ, 剥離

試験体ごとの疲労試験回数, ひび割れ検出時回数, 剥離の有無について表4に示す. 補強筋を配置した試験体 NO. ①~NO.③では, 疲労試験開始後に負曲げ最大位置にひび割れが発生し, 即貫通を確認した. その後繰り返し数の増加に伴い, 試験体 NO.②, NO.③では, ひび割れ本数が増加した. 一方補強筋を配置しない試験体 NO.④, NO.⑤では, 疲労試験前の静的載荷試験時にひび割れが発生した. また, 鋼繊維を含まない試験体 NO.⑤では, 疲労試験開始直後から剥離が発生し, 剥離範囲が徐々に広がると共に, 貫通ひび割れ位置の補強剤表面に段差が発生した. 試験体のひび割れ発生状況を図2に示す.

表4 疲労試験結果概要

NO.	試験体	補強筋	荷重 (kN)	回数 (万回)	ひび割れ検出時回数(万回)	剥離	備考
①	SFRC-10C1	10番CFRP	28	189	20	-	材齢長
②	SFRC-10C2		28	184	0.1, 60	-	材齢短
③	SFRC-6S	6mm網筋	28	93	0.4, 6	-	-
④	SFRC-N	無し	28	75	0(静的載荷), 0.3, 0.5	-	-
⑤	CO-N	無し	28	40	0(静的載荷)	有り	-

(2) ひび割れ幅, たわみ角の推移

ひび割れ検出時および疲労試験終了時のひび割れ幅および, 変位から算出したたわみ角を図3に示す. 補強筋を配置した試験体 NO. ①~NO.③では, ひび割れ発生から疲労試験終了に至るまで, 計測値の変化が抑制されている.

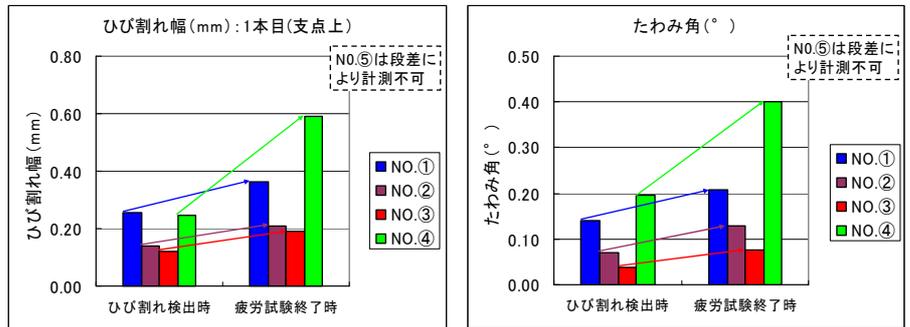


図3 ひび割れ幅, たわみ角の推移

5. まとめ

①疲労試験の結果, 補強筋 (CFRP および網筋) の配置により, ひび割れ発生後のひび割れ幅, たわみ角の変化が抑制できた. 従って, 今後実橋においても, 主桁上などの橋梁全長におよぶ負曲げ領域では, ひび割れ幅の抑制や万が一の飛散防止のため, 補強筋を配置することが望ましい. 特に, 補強筋が錆びないことや, 1層構造でかぶり確保しやすいことから, CFRP が有効であると考えられる.

②負曲げ領域に生じるひび割れは, まず負曲げ最大位置に発生し, その後繰り返し数の増加に伴い増加すると考えられる. また, 補強筋を設置したケースについては, ひび割れ発生位置が補強筋設置位置の近傍であることから, ひび割れが補強筋に沿って発生する可能性がある.

③補強材とデッキプレートの剥離は, SFRC 試験体では発生しなかったことから, SFRC に含まれる鋼繊維および補強材とデッキプレートの界面に塗布した接着剤の両方が, 剥離防止に効果的であると考えられる.

謝辞: 本研究は首都高速道路内に設置された鋼構造委員会 (委員長, 法政大学森教授) の審議を受けながら実施した. 委員各位に感謝の意を表すると共に, 試験体製作において協力頂いた鹿島道路に謝意を表する.

参考文献

1) 小野, 下里, 増井, 町田, 三木: 既設鋼床版の疲労性能向上を目的とした補強検討, 土木学会論文集 No.801/I-73, pp.213-226, 2005.10

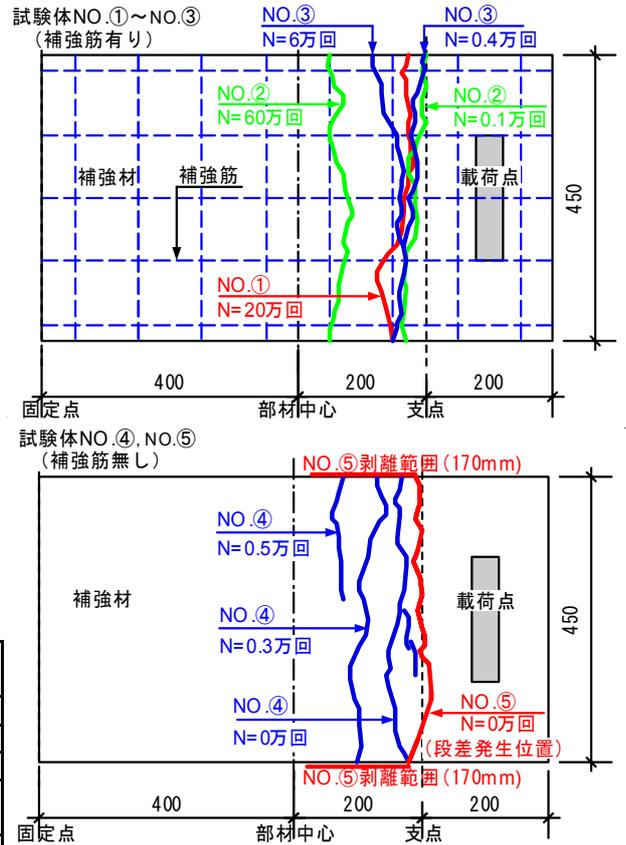


図2 ひび割れ発生状況