

CFRP 補強材を用いた既設 RC 床版の下面補強に関する実験的研究

北武コンサルタント株式会社

正会員

○笠井 尚樹

日鉄コンポジット株式会社

正会員

小林 朗

三菱樹脂株式会社

正会員

加藤 貴久

独立行政法人土木研究所

寒地土木研究所

正会員

三田村 浩

大阪工業大学

正会員

松井 繁之

1.はじめに

本研究では、45 年前に架設された鋼鈹桁橋の RC 床版をモデルに床版試験体を製作し、2 種類の異なる形態の CFRP 補強材を下面補強に用いた場合の、疲労特性に関して輪荷重走行試験を実施して検討を行った。

2.検討概要

2.1 供試体

(1)実験床版の諸元

実験用床版は、昭和 31 年鋼道路橋設計示方書に準拠して設計されており、床版厚は 160mm で鉄筋には丸鋼が使用されている。供試体の配筋詳細を図 1 に示す。

(2)供試体の種類と補強方法

実験用床版は、以下の 3 体とした。

No1 は、補強を行わない基準の供試体。

No2 は、図 2 に示すように 25cm 幅の CFRP ストランド型炭素繊維シートを 10cm の間隔を空けて格子状に下面に接着した補強供試体。

No3 は、図 3 に示すように 10cm 幅の CFRP プレートを中心間隔で 30cm ～ 45cm の間隔で格子状に下面に接着した補強供試体である。

2.2 実験方法

実験には、クランク式の輪荷重走行試験機を用いた。供試体は支持桁上に丸鋼を介して 2 辺単純支持し、走行方向の端部は横梁により 2 辺弾性支持とした。スパン中央の幅 500mm の載荷板上を、走行方向に 2000mm の範囲で鉄輪を往復させて載荷した。

No1 は、120kN-10 万回、130kN-10 万回、150kN-10 万回、170kN-10 万回、200kN-10 万回の載荷プログラムとし、床版が破壊するまで繰返し載荷した。

No2、No3 は補強後、120kN-10 万回、130kN-10 万回、150kN-10 万回、170kN-28 万回、200kN-35 万回の荷重漸増載荷を行った。

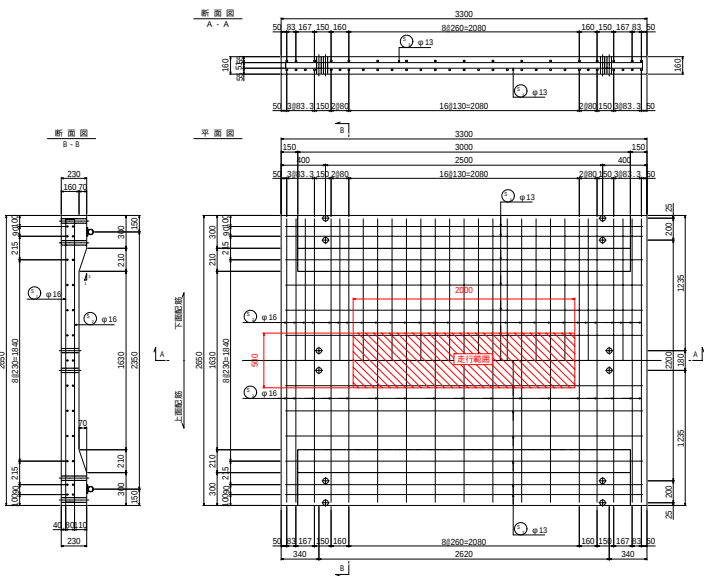


図 1 供試体配筋図

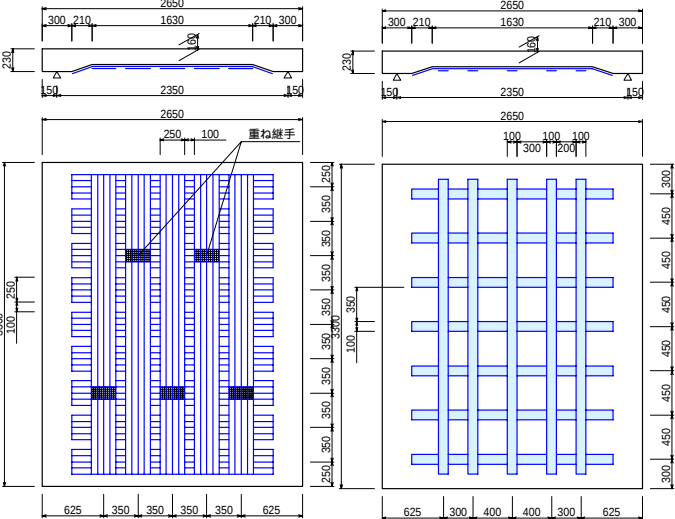


図 2 No2 補強概要図

図 3 No3 補強概要図

表 1 CFRP 補強材の材料特性

	単位	No.2	No.3
CFRPのヤング係数	Ecf kN/mm ²	259	170
CFRPの厚さ	tcf mm	0.333	1.200
CFRPの幅	bcf mm	250	100
補強部材の単位幅	B mm	350	450
補強部材の単位幅あたりの引張剛性	EA kN/mm ²	61.6	45.3
CFRPの単位長さ	bo mm	1	1
付着面積	Acf mm ²	250	100
CFRPの単位幅当りの引張剛性	EAcf kN/mm ²	86.2	204.0

キーワード RC 床版、CFRP 補強材、輪荷重走行試験、疲労耐久性

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通り 7 丁目 北武コンサルタント株式会社 TEL 011-851-3181

3. 実験結果および考察

3.1 破壊性状

無補強の No1 は、200kN に荷重を増加させた直後にたわみが急増し、200kN-1.82 万回載荷時に活荷重たわみが 11.15mm に増加して押抜きせん断により破壊した。

No2 および No3 は 無補強の No1 が破壊に至った 200kN 載荷時でも破壊にいたらなかった。

3.2 走行回数とたわみの関係

走行回数とたわみの関係を図 4 に示す。供試体 No1 が、200kN 載荷時に破壊に至ったのに対して、No2 および No3 はともに、200kN の繰り返し載荷時には破壊に至らず、安定した変位を維持しており、本実験の範囲内では補強効果を有する結果となった。

No2 および No3 の CFRP 補強材は、概ね同等の引張剛性 (EA) を有しており、CFRP 補強材がコンクリートと十分に付着している状態では、たわみに大きな差異が無いことから、両者とも RC 床版として同等の剛性を有していると考えられる。

3.3 鉄筋および CFRP 補強材のひずみの変化

図 5 には床版下面中央の走行直角方向の鉄筋および CFRP 補強材のひずみと走行回数の関係を示す。No2 および No3 とともに CFRP 補強材は、同じ荷重レベルの鉄筋ひずみより大きなひずみが発生しており、CFRP 補強材が応力を負担していることが分かる。なお、荷重 200kN に荷重ステップを上げた後 No2 および No3 とともに、CFRP 補強材のひずみに減少傾向がみられ、付着劣化が徐々に進行しているものと考えられる。

3.4 付着特性の影響

No2 および No3 の付着応力を図 6 および図 7 に示す。CFRP の付着応力度に着目すると、No3 は No2 に比べて約 2 倍の応力が発生している。これは、No3 は No2 に比べて、CFRP 補強材と母材の接着面に大きな力が作用していることを表している。なお、図 7 に示す「200kN-25 万回」の付着応力度が、「200kN-0 万回」の付着応力度よりも低下していることは、「200kN-25 万回」載荷時には、CFRP 補強材と母材の間で付着破壊が生じているものと考えられる。

4. まとめ

本検討では、異なる形態の CFRP 材料を RC 床版の下面補強に用いて輪荷重走行試験によって疲労特性の検討を行った。以下に、明らかになった事項を示す。

(1) 本検討で用いた CFRP 材料では、無補強供試体に

比べて、疲労寿命が増加し、補強効果を有する結果となった。

(2) 補強量・補強範囲の設定にあたっては、以下の事項に留意する必要がある。

- ・補強部材の単位幅あたりの CFRP 補強材の引張剛性が同一であれば、CFRP 補強部材の、剛性や鉄筋ひずみは、ほぼ同一の挙動を示す。
- ・補強部材の単位幅あたりの CFRP 補強材の引張剛性が同一であっても、CFRP 補強材単位幅あたりの引張剛性(EAcf)が大きいほど、CFRP 補強材とコンクリート間の付着応力度が大きくなる傾向にある。

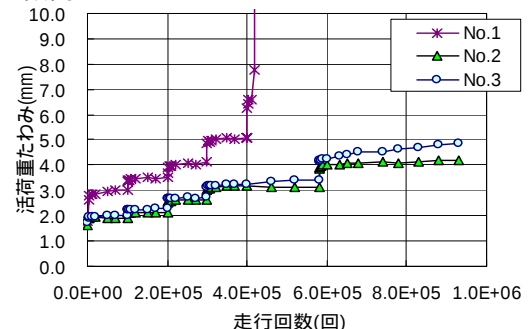


図 4 走行回数とたわみの関係

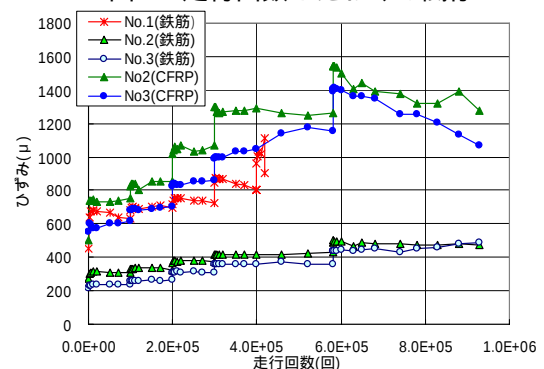


図 5 走行回数とひずみの関係

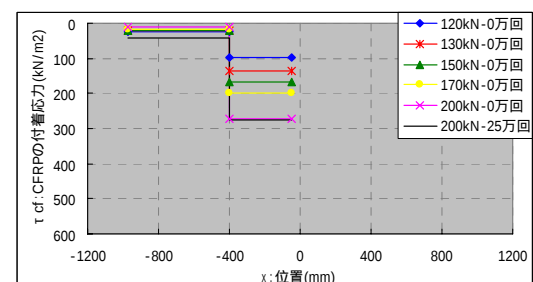


図 6 CFRP の付着応力度 (No2)

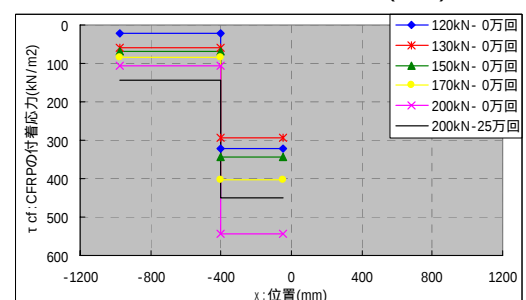


図 7 CFRP の付着応力度 (No3)