

高弾性 CFRP ロッドで補強されたコンクリート床版の疲労耐久性に関する研究

三菱化学産資株式会社 正会員 ○久部 修弘
 株式会社ピーエス三菱 白水 祐一
 同上 正会員 久野 公德
 山口大学工学部 正会員 浜田 純夫

1. はじめに

近年、車両の大型化や交通量の増加による道路橋床版の損傷が課題となっている。支間部の補強工法は、炭素繊維接着工法等による研究が進んでいるが、張出し部分等の補強方法については研究事例が少ないのが現状である。本研究は、道路橋 RC 床版の上面（張出し部、支点部）を補強する工法の一つである CFRP ロッド埋設工法の疲労耐久性について評価を試みたものである。本工法は、床版上面の防水層更新時等に補強効果を損なわない様、薄肉樹脂モルタル層に CFRP 補強材を埋設する事を特徴とした工法であるが、既存床版と樹脂モルタル層、樹脂モルタルと CFRP ロッドといった力学的特性の異なる構成材料間の付着耐久性を確認する必要がある。

そこで、補強を行った RC 床版を輪荷重走行実験に供し、補強層にくり返しの引張力や圧縮力が作用した場合の付着性状や補強効果について検討を行った。さらに、疲労試験後に静的載荷試験を行い、疲労試験後の破壊性状も確認した。

2. 試験体及び実験方法

試験体の断面形状を図-1 に示す。試験体の断面は、TL-20 で設計された張出し床版付根部（S47 年建設 鋼桁 RC 床版）と同等厚さとし、各試験体は 1 m 幅の一方方向版とした。配筋量及び補強量は、T 荷重 = 100kN が載荷された場合、部材の発生応力が一般に補強後の目標とされる発生応力（引張鉄筋応力で $140\text{N}/\text{mm}^2$ 程度）となる様に設定した。

CFRP ロッドは、直径 8ϕ 、引張弾性率 $437\text{kN}/\text{mm}^2$ のものを使用し、配置方法は溝切埋設型と全削埋設型の 2 種類とした。溝切埋設型は $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ の溝を作成し、その中に樹脂モルタルと共に CFRP ロッドを配し、全削埋設型は路面切削機を用いて試験体表面を所定の厚さ切削し、 20mm の樹脂モルタル層の中に CFRP ロッドを配した。これらの試験体（No.2、No.3 試験体）は、補強層に引張力が作用するものであるが、補強層に圧縮力が作用した場合の剥離の有無を確認する為の試験体（No.4 試験体）も製作した。試験体種類を表-1 に示す。

試験方法を図-2 に示す。載荷は、試験体 4 体を横に並べ支間中央に輪荷重を載荷させる事で、4 体の疲労試験が一度に行える様にした。載荷回数は、100kN の輪荷重で 15 万回とし、その後さらに、150kN で 5 万回の載荷を行った。

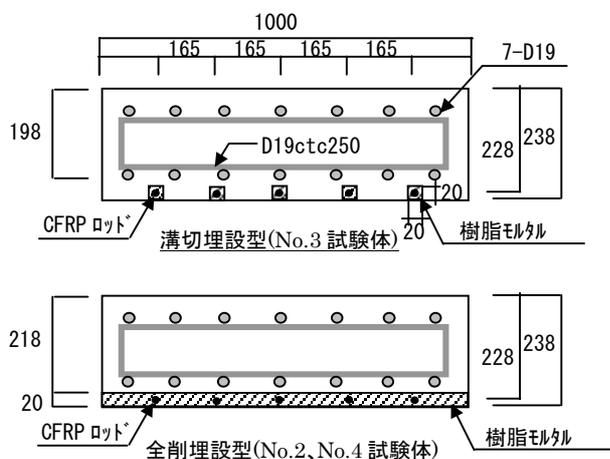


図-1 試験体断面形状

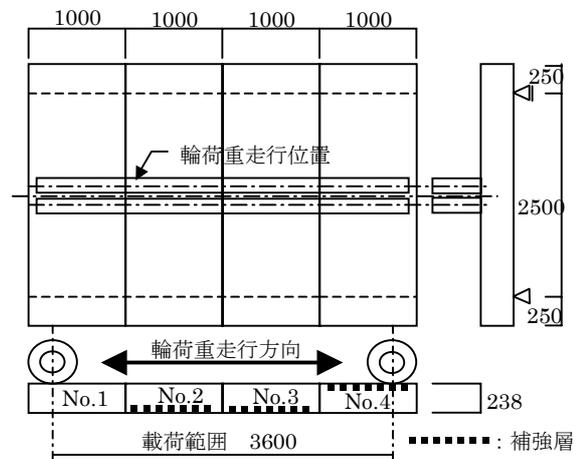


図-2 試験方法

キーワード CFRP, ロッド, 炭素繊維, 床版, 上面補強, 輪荷重走行試験, 疲労

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 三菱化学産資 (株) TEL03-5293-6639

3. 輪荷重走行実験結果及び考察

各試験体の床版中央活荷重たわみ及び走行回数との関係を図-3 に示す。いずれの試験体も疲労破壊まで至らなかったが、補強試験体のたわみ量は無補強試験体と同様、走行回数全域にわたって安定した挙動を示した。輪荷重走行試験後の打音検査では、引張側及び圧縮側の樹脂モルタル層の剥離は見られなかった。又、CFRP ロッド埋設方法の違いによる床版たわみへの影響も特に見られなかった。

輪荷重走行試験中の1万回以降の試験体断面活荷重ひずみ分布を図-4 に示す。ひび割れ発生後の補強試験体の断面ひずみ分布は試験前後とも直線上の分布を示し、中立軸の移動もほとんど見られなかった。従って、この結果からも輪荷重走行実験後に、既存床版と補強層が一体性を保持している事が確認された。

次に、100kN 一定荷重を行った場合の補強部分の疲労耐久性を試算する。本試験は一方向版を使用したの、コンクリートの曲げ引張の疲労強度を算出する次式¹⁾を用いる。

$$f_{rd} = k_{1f} f_d (1 - \log N / K) \dots (1)$$

ここに、 $f_{rd} = 150\text{kN}$ (15万回以降荷重)

$k_{1f} = 1.0$ (引張及び曲げ引張の場合)

$N = 50000$

$K = 10$ (湿潤状態の場合)

これにより、150kN の荷重による50000回の時点で付着破壊する静的破壊荷重は $f_d = 283\text{kN}$ となるので、この f_d を用いて100kN 時の破壊回数を算出すると、 $N \approx 2 \times 10^6$ 程度となる。従って、100kN の輪荷重が作用する場合、本補強工法は十分な疲労耐久性を有していると推察される。

4. 静的載荷結果及び考察

輪荷重走行試験後に実施した静的曲げ試験結果を図-5 に示す。載荷は4点曲げ(3等分点)とした。引張側を補強した試験体 (No. 2, No. 3) はどちらもCFRP ロッドの破断で最大耐力が決定し、疲労試験後も十分な補強効果を有している事が確認された。

圧縮側に補強層を設けたNO. 4 試験体は、引張側鉄筋が降伏するまでCFRP ロッドの圧縮ひずみは弾性域にあり、樹脂モルタルの浮き等も見られなかった。従って、補強層を圧縮域まで伸長した場合でも補強層の損傷等はないと考えられる。

5. まとめ

①疲労試験から静的載荷による破壊に至るまで引張側、圧縮側の補強層と床版コンクリートとの一体性は確保されていた。

②CFRP ロッドと樹脂モルタルで構成される薄肉補強層は、100kN 程度の輪荷重走行に対して十分な耐久性が期待でき

表-1 試験体種類

番号	補強材配置	埋設方法	補強量
No. 1	なし	—	—
No. 2	引張側	全削埋設	8φ×5本
No. 3		溝切埋設	8φ×5本
No. 4	圧縮側	全削埋設	8φ×3本

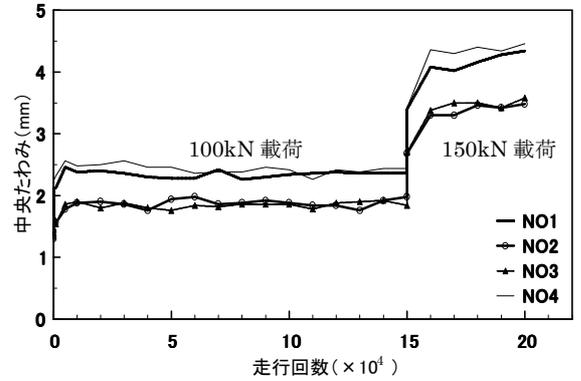


図-3 走行回数—床版中央活荷重たわみ

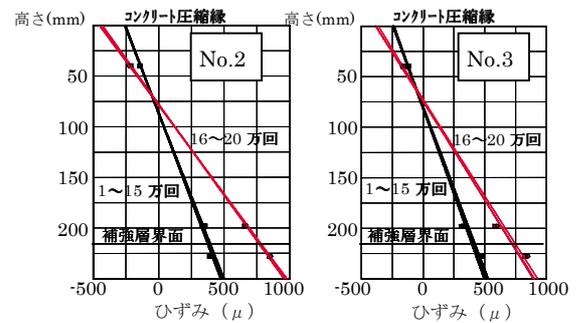


図-4 試験体断面活荷重ひずみ

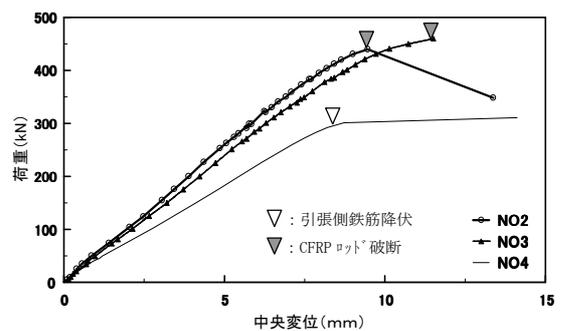


図-5 静的曲げ試験結果

と考えられる。

【謝辞】

本実験を行うにあたりご協力頂いた山口大学工学部社会建設工学科の兼行技官はじめ学生の皆様、(株)ピーエス三菱久留米工場の皆様に謝意を表します。

6. 参考文献

1) (社)土木学会：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]，丸善，2002.3