

CFRP プレートを用いた床版の疲労耐久性向上に関する研究

三菱樹脂(株) 正会員 ○加藤 貴久

三菱樹脂(株) 正会員 久部 修弘

土木研究所寒地土木研究所 正会員 三田村 浩

1. 目的

CFRP プレート（炭素繊維強化プラスチック板）補強工法を道路橋の床版補強に適用した場合には、炭素繊維シート工法で同等の補強を施した場合よりも、格子間隔を拡げることが可能となり、橋面からの浸透水が床版内に滞水することの防止やひび割れ点検等維持管理性の向上等のメリットが期待できる。本研究では、16cmの鉄筋コンクリート床版を対象とし、高強度型 CFRP プレートを用いて補強した後に輪荷重走行試験を行い、H20 年度研究成果¹⁾と比較して、特に主鉄筋方向の CFRP プレート補強量を増加させることがより延命効果の高い補強仕様となり得るかの確認を目的とする実験的検討を行った。

2. 試験体及び試験方法

図-1 に試験体図を示す。試験体は、寸法 2650mm×3300mm とし、支間長 2350mm、ハンチ有りの鉄筋コンクリート床版とした。床版厚みは、S30 年～40 年代に多く施工され、補修補強が必要とされる厚さ 160mm とした。試験体の輪荷重走行試験時のコンクリート強度は、圧縮強度 45.27N/mm²、ヤング係数 26.2kN/mm²であった。図-2 に CFRP プレート配置と歪ゲージ位置を示す。補強は、高強度 CFRP プレート（幅 100mm、厚さ 1.2mm、ヤング係数 170kN/mm²、引張強度 2,400N/mm²）を用い、その配置間隔を主筋と配力筋方向共に 330mm（EA=62kN/mm）とした。写真-1 にハンチ部分の施工状況を示す。ハンチ部は、施工性を考慮し、EA が CFRP プレートと同等となる高強度炭素繊維シート（幅 125mm、厚み 0.333mm、ヤング係数 245kN/mm²、引張強度 3400N/mm²）を 2 層積層、配置間隔 330mm（EA=62kN/mm）、CFRP プレートとの定着長 200mm とした。载荷は、クランク式の輪荷重試験機を用い、図-1 に示すスパン中央部の幅 300mm、長さ 2000mm の载荷用敷鉄板上に鉄輪を往復させた。予備载荷として、無補強状態で 120kN、130kN をそれぞれ 10 万回、150kN を 2 千回、合計 20.2 万回走行させ、活荷重たわみ 3.97mm、劣化度 0.53 程度まで载荷し、その後、ひび割れ幅 1mm 以上にのみエポキシ樹脂注入を施した後に CFRP プレートによる補強を施した。

3. 輪荷重走行試験結果及び考察

図-3 に補強試験体に载荷時の走行回数と活荷重たわみの関係を示す。図には、H20 年度研究成果¹⁾である無補強、CFRP

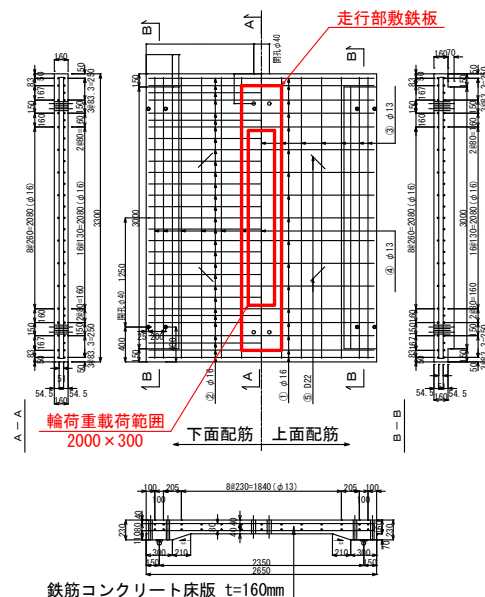


図-1 試験体

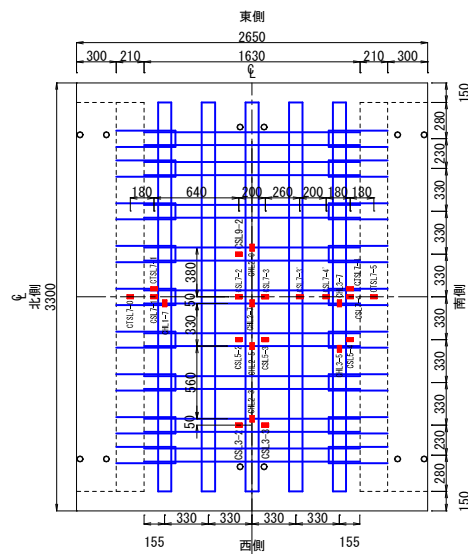


図-2 CFRP プレート配置と歪ゲージ位置

キーワード CFRP プレート、疲労耐久性、輪荷重試験、炭素繊維、RC 床版

連絡先 〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町 1-2-2 三菱樹脂(株) TEL 03-3279-3089

筋方向で 1.06 倍補強量を増やしているため、活荷重たわみは多少小さい傾向となったものの、260kNでの 1000 回走行時点で大きくなり、载荷は合計走行回数 88.23 万回での押し抜きせん断破壊により終了した。本試験体は、170kN 走行回数まで剥離は見られず、200kN 1 万回走行終了後に橋軸直角方向のプレートで僅かに剥離が確認され、载荷回数が増加するに従い剥離箇所が漸増したが、200kN 38 万回走行終了時点での剥離範囲は、H20 年度研究成果¹⁾に比べて少ない状況であった。また、ハンチ部分が破壊の起点となることはなかった。表-1 に CFRP プレートによる延命効果を示す。繰返し変動荷重に対してマイナー則が適用できる²⁾として、各荷重ステップ P_i での载荷回数 n_i から一定の評価荷重 P_0 に対する载荷回数に換算する式(1)で累積等価载荷回数 N_{eq} を算定した。

$$N_{eq} = \sum_{i=1,j} \left(n_i \cdot \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{0.07835} \right) \quad (1)$$

図-4 に示した S-N 関係の推定線は、連続繊維シートで補強された床版押し抜きせん断耐力 (P'_{sx}) 評価式²⁾より算出した。図には、これまでに行われた炭素繊維シート全面、格子貼り補強したデータ及び高弾性 CFRP プレート(幅 50mm, 厚さ 1.2mm)格子貼り疲労試験結果もプロットしている。本補強試験体と過去実験した CFRP プレート補強試験体は、概ね連続繊維シートで得た評価式の上にあることが窺える。

4. まとめ

①橋軸、橋軸直角方向共に CFRP プレート補強量を $EA=62\text{kN/mm}$ として格子接着補強することで概ね 30 倍程度の延命効果が得られると考えられる。

②CFRP プレートで格子補強した床版は、連続繊維シートで補強された床版の押し抜きせん断耐力評価式を用いて可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤貴久, 久部修弘, 松井繁之, 三田村浩: CFRP プレートを用了床版の疲労耐久性向上に関する研究, コンクリート工学年次論文集, vol. 32, No. 2, pp1309-1314, 2010.7
- 2) 松井繁之編著; 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版株式会社, 2007 年 10 月 2 日発行, pp. 213-250

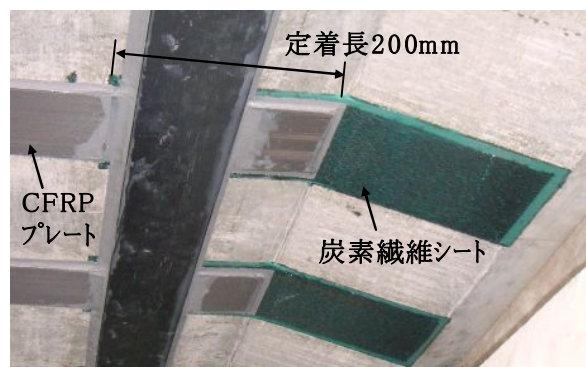


写真-1 ハンチ部分の施工状況

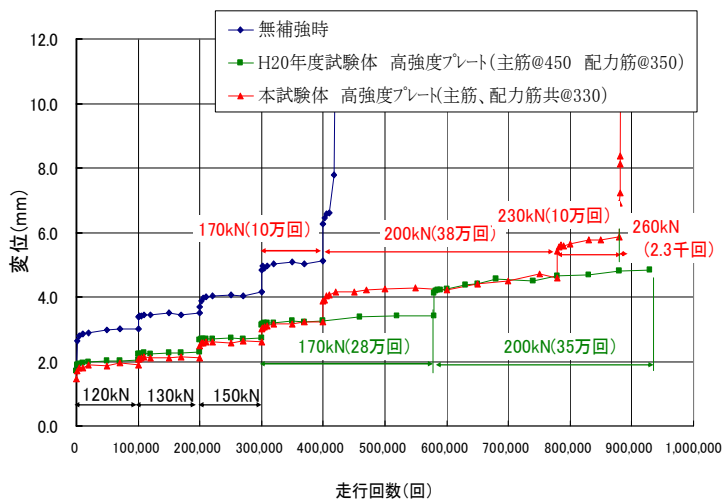


図-3 走行回数と活荷重たわみの関係 (中央载荷)

表-1 CFRP プレートによる延命効果

破壊走行回数	無補強	H20 年度 補強試験体	本試験体
実験時(回)	418,200	930,000	882,000
150kN 換算時 (回)	1,326,085	15,200,850	41,007,731
延命効果	1.0	> 11.5	30.9

※H20 年度補強試験体は、200kN 35 万回走行時で破壊前で载荷終了

※本試験体は、260kN 2 千回走行時の合計走行回数

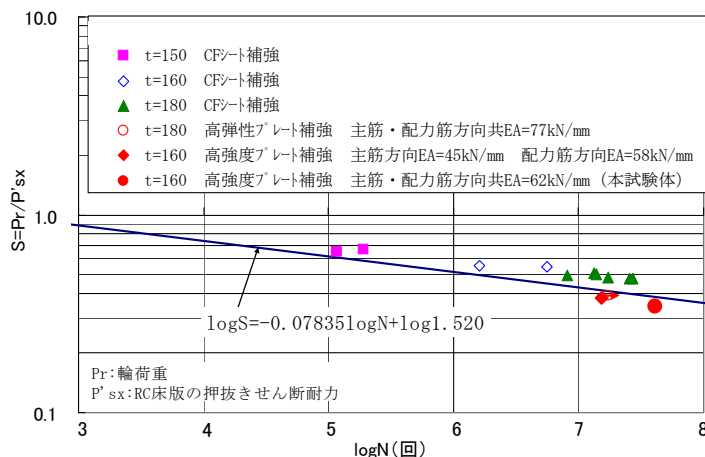


図-4 連続繊維シート評価