

## CFRP スtrandシートで補強された RC 梁の疲労特性について

## Fatigue Characteristic of RC Beams Strengthen with CFRP Strand sheet

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 葛西隼平 (Junpei Kasai)  
 北海道大学大学院環境創生工学専攻 学生員 橋田直樹 (Naoki Hashida)  
 北海道大学大学院環境創生工学専攻 正員 佐藤靖彦 (Yasuhiko Sato)  
 日鉄コンポジット株式会社 正員 小林朗 (Akira Kobayashi)  
 北海学園大学工学部社会環境工学科 正員 高橋義裕 (Yoshihiro Takahashi)

## 1. まえがき

Strandシートで補強された RC 梁部材の静的な挙動は明らかにされつつあるが、疲労の挙動は良く知られていない。疲労の挙動を明らかにするとともに、200万回の疲労荷重をかけた後の残存耐力を調べることで、Strandシートによる補強の疲労に対する有効性を示す。

## 2. 実験概要

## 2.1 実験供試体

本実験で用意した RC 梁は、全長 2200mm、幅 200mm、高さ 300mm、有効高さ 250mm の矩形断面梁である。目標圧縮強度を 35MPa として 2 体打設した。またシートには CFRP Strandシートを用いた。

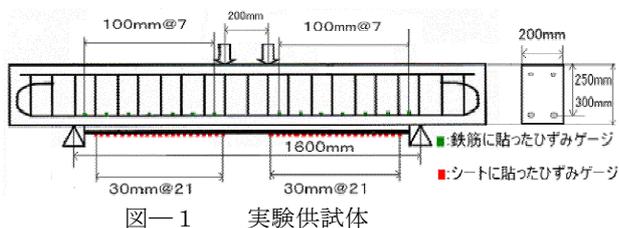


図-1 実験供試体

## 2.2 試験方法と測定項目

本実験ではアクチュエーターを使用し、供試体中央に 2 点集中荷重（載荷点間距離 200mm、支点間距離 1600mm）を作用させる。1 層補強、2 層補強共に上限荷重を 90kN・下限荷重を 10kN として 6Hz の正弦波を作用させた。このときの上限荷重は、鉄筋の作用応力が 180N/mm<sup>2</sup> となるように決定した。

供試体は静的試験用、疲労試験用につきそれぞれ 1 層補強、2 層補強の計 4 体作製した。主鉄筋とシートに図-1 の様にひずみゲージをはりひずみを測定した。また、載荷点と支点において変位を計測した。

## 2.3 CFRP Strandシートの施工

シートは、梁部材下面のコンクリート表面をディスクサンダーで削った後に専用の接着剤を塗布しシートを押し付けて接着した。このときに接着剤はシートの隙間を通りシートを取り囲んで硬化する。そのためシートの隙間から空気が容易に排出され、接着界面に気泡を巻き込むことがない。

## 3. 実験結果

## 3.1 ひび割れ進展の様子と破壊形式

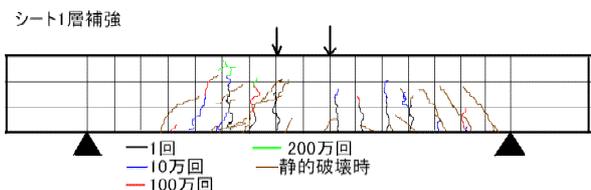


図-2 1層補強ひび割れ進展図

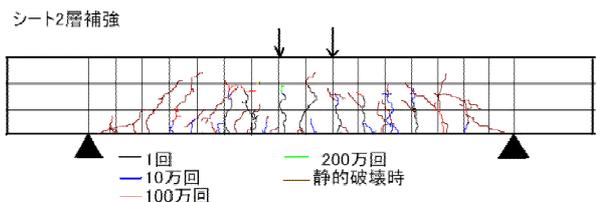


図-3 2層補強ひび割れ進展図

CFRP Strandシート 1 層で補強したはりには、図-2 の様にひび割れが進展した後に曲げ破壊を起こした。シート端部付近からのシートのはく離も見られた。また 2 層で補強したはりも、図-3 の様にひび割れが進展した後に曲げ破壊を起こした。1 層補強同様にシート端部付近からのシートのはく離が見られた。このときの最大荷重は、1 層補強では 250kN、2 層補強では 260kN であった。

## 3.2 荷重—変位の関係

図-4、図-5 に 1 層補強と 2 層補強の場合の荷重と載荷点の変位の関係を示す。

1 層補強、2 層補強ともに載荷回数が増加するにつれ変位が大きくなっている。最大荷重は、静的試験の 1 層補強が 278kN、2 層補強が 315kN であり、疲労試験の 1 層補強が 250kN、2 層補強が 260kN であった。疲労荷重を受けると若干耐力が低下するが、大きく劣るものではないことからこの補強方法が有効であると判断する。

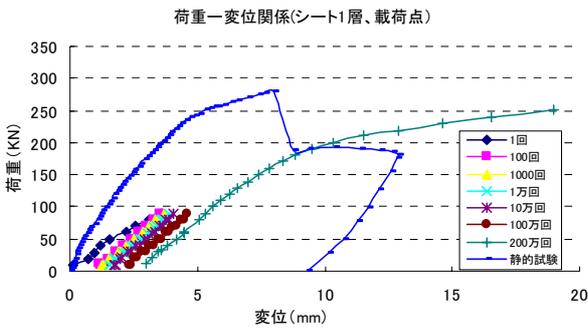


図-4 荷重と載荷点の変位 (1層補強)

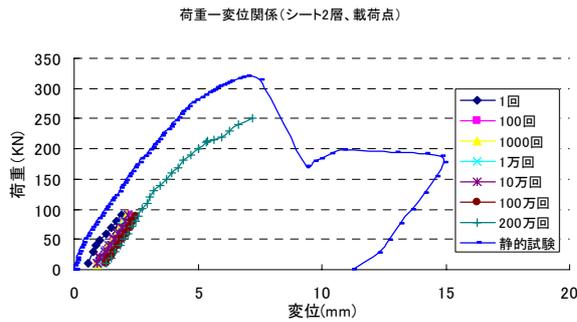


図-5 荷重と載荷点の変位 (2層補強)

### 3. 3 シートのひずみ分布

図-6、図-7に1層補強、2層補強それぞれの上限荷重時のシートのひずみ分布を示す。

1層補強、2層補強ともに載荷回数が増加するとひずみが大きくなっている。

1層補強よりも2層補強のひずみが小さいことが見て取れる。

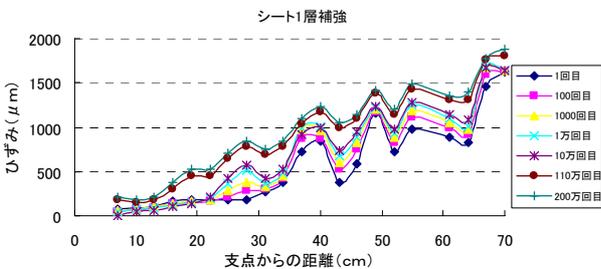


図-6 上限荷重時のシートのひずみ分布(1層)

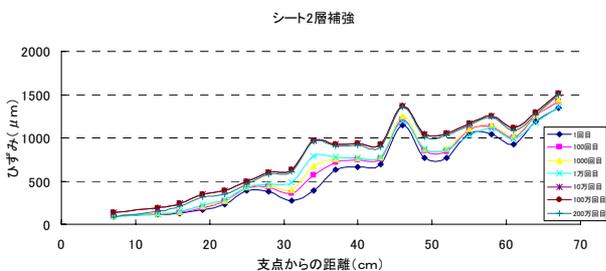


図-7 上限荷重時のシートのひずみ分布(2層)

### 3. 4 シートの付着応力

図-8、図-9に1層補強、2層補強のシートの付着応力を示す。

1層補強の方が2層補強よりもシートの付着応力が大きい。またシート端部からシート中央部に移るにつれ付着応力も大きくなる。

1層補強、2層補強ともに載荷回数の増加とともに付着応力が低下する領域と増加する領域があり、シートがはく離して付着応力を受け持つ部分が移動しているのではないかと考えられる。

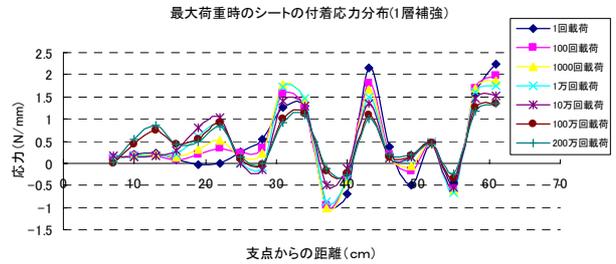


図-8 シートの付着応力分布 (1層補強)

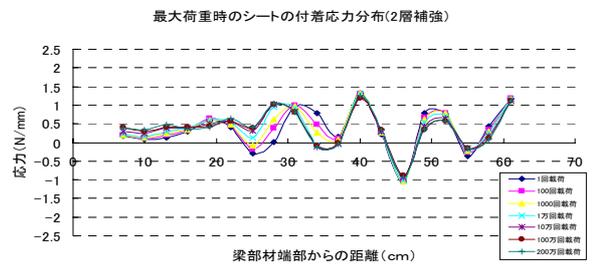


図-9 シートの付着応力分布 (2層補強)

### 4. まとめ

(1) CFRP スtrandシートにより補強した RC はりの鉄筋の最大作用応力を  $180\text{N/mm}^2$  とした疲労試験を行い、1層補強の場合も2層補強の場合も200万回の繰返し回数を経験しても破壊しないことを確認した。

(2) 疲労試験後の静的載荷試験における破壊形式は、1層補強、2層補強ともに曲げ破壊であり、シート端部付近でシートのはく離が見られた。

(3) 1層補強、2層補強ともに200万回載荷後も十分な耐力を有しており、CFRP スtrandシートによる補強効果は十分なものであった。

### 5. 参考文献

小林朗、佐藤靖彦、高橋義裕、立石昌洋：FRP スtrandシートの材料特性と RC 梁の曲げ補強効果に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.30,No3,2008