

V-366

炭素繊維シートによるRC Tげたのせん断補強効果に関する実験的研究

ショーボンド建設(株) 正会員 佐野 正 建設省土木研究所 正会員 西川 和廣
建設省土木研究所 正会員 内田 賢一 建設省土木研究所 正会員 松尾 伸二
東レ(株) 服部 明生

1. はじめに

既設RCTげたの中には車両の大型化に伴う耐力の不足、あるいはスターラップの腐食等によりせん断補強の必要な橋梁が増えつつある。これらの補強には軽くて施工性の優れている炭素繊維(CFRP)シート工法が有効と考えられる。CFRPシートによるコンクリート部材のせん断補強効果は、柱、橋脚を対象に閉鎖型に巻き付けた場合には、定式化等補強効果の把握が進んでいるのに対し、既設RCTげたを対象にCFRPシートをU字状等部分的に貼り付けた場合については、明確になっていないのが現状である。本実験では実物大規模のRCTげた供試体を用い、せん断スパンにCFRPシートをU字状に接着し、せん断補強効果の確認を行った。また、U字状に貼り付けた場合、終局状態でCFRPシートの剥離が懸念されるため、CFRPシート端部にアンカー定着を行い、せん断補強に及ぼす効果を確認した。

2. 実験方法

表-1に供試体のケースを、図-1に供試体の形状寸法を示す。No. 1は無補強供試体で、No. 2～No. 4はNo. 1を補強した供試体である。No. 2ではTげたのウェブおよび底面にCFRPシートをU字状に貼り付け、No. 3、No. 4

ではNo. 2と同様に貼り付けたCFRPシートをウェブ上端に鋼板とアンカーボルトで定着した。CFRPシートの最小補強量、および、ひび割れ観察を考慮し、目付量 $200\text{g}/\text{m}^2$ 、厚さ 0.111mm 、実引張強度 $4,100\text{N}/\text{mm}^2$ 、弾性係数 $230\text{kN}/\text{mm}^2$ の高強度タイプCFRPシートを、接着幅 100mm 、中心間隔 125mm で貼り付けた。アンカー定着は、厚さ 9mm 、幅 150mm のSS400製鋼板をM-20ボルトで、埋め込み長さ 80mm 、間隔 125mm で固定した。スターラップD10(SD295)の降伏点強度は $331\text{N}/\text{mm}^2$ で、各供試体のコンクリート圧縮強度はそれぞれ表-1の通りであった。なお、No. 3、No. 4には、けた下面の純曲げ区間とその外側 425mm の軸方向に目付 $300\text{g}/\text{m}^2$ の高強度タイプCFRPシート2層を貼り付け曲げ補強を行った。載荷は図-1に示す2点載荷で、せん断スパンけた高比 a/d は 2.5 とした。試験は静的に荷重を加え破壊に至らしめた。

3. 実験結果及び考察

実験結果一覧を表-2に示す。No. 1は $1,330\text{kN}$ でせん断破壊したが、No. 2は $1,270\text{kN}$ でCFRPシート上端部に剥離が観察され、その後斜めひび割れの進行と共にひび割れ上部のCFRPシート接着面

キーワード：せん断補強、炭素繊維(CFRP)シート、アンカー定着

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 建設省土木研究所 Tel. 0298-64-4919, Fax. 0298-64-0565

表-1 供試体ケース

供試体 No.	CFRP 補強量	アンカー定着 の有無	コンクリート圧縮 強度(N/mm^2)
1	無補強	—	27.8
2	0.8層	無し	23.0
3	0.8層	有り	27.1
4	1.6層	有り	27.3

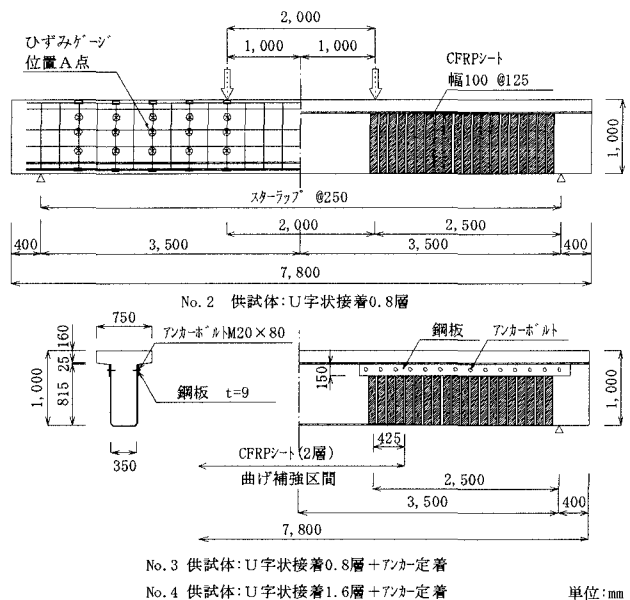


図-1 供試体の形状寸法

表-2 実験結果一覧 (kN)

供試体 No.	曲げ ひび割れ 発生荷重	斜め ひび割れ 発生荷重	スターラップ 降伏荷重	軸方向 鉄筋 降伏荷重	最大 荷重	破壊状況
1	101	491	710	—	1,330	せん断破壊
2	198	639	1,040	—	1,480	せん断破壊
3	269	636	1,130	1,570	1,830	曲げ破壊
4	293	686	1,250	1,570	1,860	曲げ破壊

積の小さい順に剥離が進行し、1,480kNでCFRPシートが剥離し、せん断破壊で終局に至った。No. 3は1,570kNで軸方向鉄筋が降伏し、1,780kNで曲げ補強用CFRPシートの局部的剥離と思われる音が観察され、載荷荷重のピーク1,830kNを経た後1,720kNで曲げ補強用CFRPシートが剥離し終局に至った。No. 4はNo. 3と同様に、1,570kNで軸方向鉄筋が降伏し、載荷荷重のピーク1,860kNを経た後1,650kNで曲げ補強用シートの剥離で終局に至った。

補強供試体の斜めひび割れ発生荷重は、目視観察の結果、無補強供試体に比べCFRPシート0.8層のとき約30%、1.6層のとき約40%とそれぞれ向上し、CFRPシート補強量との相関関係は得られたが、アンカー定着の効果はほとんど確認できなかった。

一方、補強供試体のスターラップ降伏荷重は、無補強供試体に比べCFRPシート0.8層(No. 2)で約45%、さらにアンカー定着(No. 3)すると約60%、CFRPシート1.6層とアンカー定着(No. 4)の場合約75%向上し、CFRPシート補強量およびアンカー定着両者が斜めひび割れ発生後のスターラップ降伏荷重の向上に寄与することが分かった。

補強供試体の最大荷重は、No. 1の無補強供試体に比べ、No. 2ではCFRPシート剥離に至るまで150kN(約10%)の向上が確認された。また、アンカー定着したNo. 3は曲げ補強用シートが剥離したものの、せん断破壊から曲げ破壊に移行し、約40%のせん断耐力の向上が確認された。さらに、No. 4も曲げ補強用シート剥離を伴う曲げ破壊であり、最大荷重はNo. 3と同等であった。

図-2に斜めひび割れに最も近く、大きなひずみ変化が確認された位置(図-1中のひずみゲージ位置A点)の荷重-スターラップひずみ関係を、図-3に対応する位置の荷重-CFRPシートひずみ関係を示す。図-2より各供試体のスターラップひずみは、斜めひび割れ発生後にはNo. 1, No. 2, No. 3, No. 4の順で小さくなる傾向にある。図-3よりCFRPシートの最大ひずみはNo. 2で約4,700 μ 、No. 3で約6,100 μ 、No. 4で約3,800 μ である。CFRPシートの最大ひずみは、No. 2が剥離直前、No. 3, No. 4はコンクリート面に斜めひび割れが生じているが、目視では剥離がない状態である。CFRPシートの最大ひずみを比較すると、No. 2に比べNo. 3はアンカー定着によりCFRPシートの剥離が防止され、より高い引張応力が負担できたことにより、最大ひずみも1,400 μ 程度上昇したと推定される。No. 3, No. 4供試体は曲げ破壊で最大荷重が決定されているが、補強量が2倍であるNo. 4供試体は、CFRPシートの最大ひずみがNo. 3の約60%であることから、アンカー定着が有効な範囲では、No. 3よりさらに大きいせん断耐力を発揮できる可能性があったと考えられる。

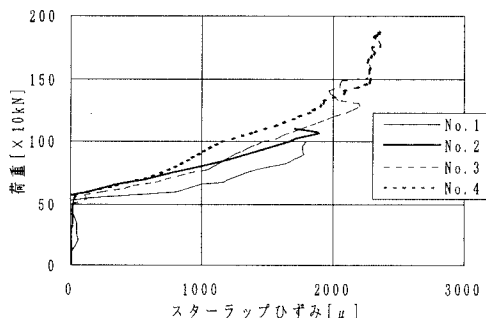


図-2 荷重-スターラップひずみ関係

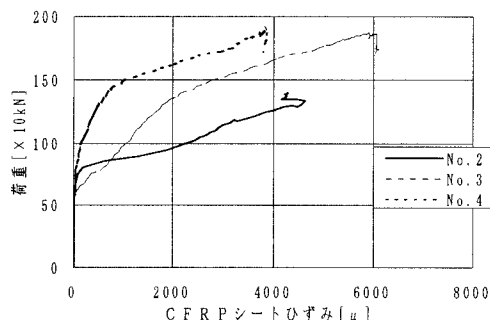


図-3 荷重-CFRPシートひずみ関係

4. まとめ

CFRPシートをU字状に貼り付けたRCTげた供試体のせん断試験の結果、以下のことが分かった。

- ①斜めひび割れ発生荷重は、CFRPシートをTげたにU字状に貼り付けることにより、0.8層の補強ではアンカー定着の有無に関係なく約30%、1.6層+アンカー定着においては約40%向上させることができた。
- ②スターラップ降伏荷重に関しては、0.8層の補強で約45%、0.8層+アンカー定着の補強で約60%、1.6層+アンカー定着の補強で約75%向上させることができた。
- ③最大荷重はCFRPシートをTげたにU字状に0.8層貼り付けることにより約10%向上したが、シート剥離を伴うせん断破壊となった。しかし、ウェブ上端に鋼板とアンカーで剥離防止を行ったTげた供試体は、少なくとも最大荷重が約40%向上し、せん断破壊から曲げ破壊に移行した。