

I - B154 炭素繊維シートにより補強されたRCラーメン橋脚はり部材の正負繰返し載荷実験

建設省土木研究所 正会員 寺山 徹
 建設省土木研究所 正会員 運上 茂樹
 建設省沼津工事事務所 正会員 佐藤 貴志
 首都高速道路公団 正会員 山田 淳

1. はじめに 道路橋示方書・耐震設計編（平成8年12月）[1]にはRCラーメン橋脚の面内方向の地震時保有水平耐力法が新たに規定された。さらに、今後既設のRCラーメン橋脚の耐震補強を検討していく際には、本手法に準じて所定の耐震性を満足しているかどうかを照査する必要がある。

既設のRCラーメン橋脚でははりや柱部材のせん断耐力が不足する場合があります、このような部材に対してせん断破壊を防ぎ、破壊形態を曲げ破壊へと移行させるために、部材のせん断補強法の検討が求められている。柱部材では、一本柱形式の橋脚の耐震補強法として実績がある鋼板巻立て工法が信頼性がある。これに対して、はり部材では、高所作業であることやはり上面に支承が設置されていること、桁下空間で作業空間が狭いこと等から機械作業が少ない炭素繊維シート（以下CFシートと称す）によるせん断補強法が有望であると考えられている。このような背景のもとで、RCラーメン橋脚のはり部材を想定した部材に対して正負繰返し載荷実験を行い、CFシートによるせん断補強効果に関する検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験方法 表-1には、実験のケースを示す。

ケース1は無補強供試体であり、ケース2からケース6の供試体はケース1の供試体を補強した供試体である。ケース2は比較のために鋼板巻立てにより補強した供試体であり、ケース3からケース6がCFシートにより補強した供試体である。図-1には各供試体の図を示す。使用した鋼板は板厚0.8mmのSPCC材であり、CFシートは目付量175g、厚さ0.0972mmで実引張強度は25,400kgf/cm²である。また、軸方向鉄筋D22の降伏強度は3,765kgf/cm²であり、横方向鉄筋D6の降伏強度は3,862kgf/cm²であった。

実験当日の供試体のコンクリート強度をそれぞれ表-1に示している。なお、本実験はRCラーメン橋脚のはり部材を想定しているので、水平荷重だけを一定振幅変位漸増方式で載荷し、鉛直荷重は0とした。

表-1 実験ケース

実験ケース	補強の仕様	実験当日のコンクリート強度(kg・cm ²)
ケース1	無補強	240
ケース2	鋼板巻立て (t=0.8mm)	305
ケース3	CFシート4面巻き (1層)	242
ケース4	CFシート3面巻き (1層)	252
ケース5	CFシート4面巻き (4層)	289
ケース6	CFシート4面巻き (8層)・・・面積比1/2	325

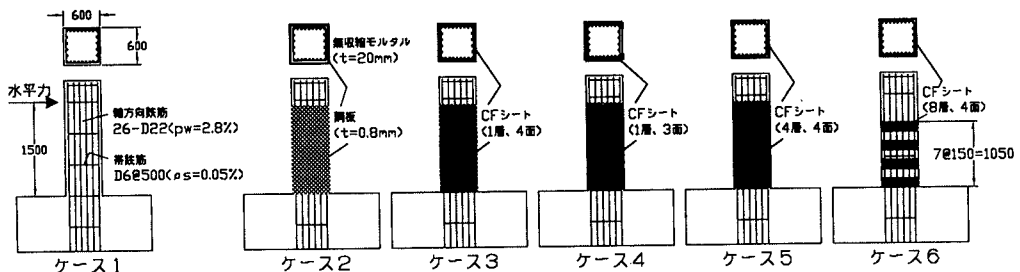


図-1 実験供試体

キーワード：耐震補強、せん断補強、炭素繊維シート、鉄筋コンクリートラーメン橋脚、繰返し載荷実験
 〒305 つくば市旭1 土木研究所耐震研究室 TEL 0298-64-4966, FAX 0298-64-4424

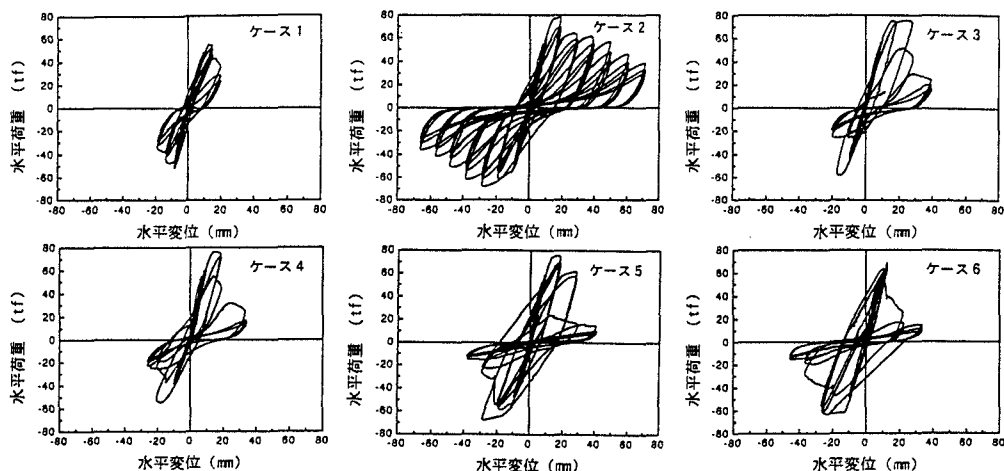


図-2 水平荷重－水平変位関係

3. 実験結果 各供試体の水平荷重－水平変位関係を図-2に示す。無補強であるケース1はせん断破壊となった。鋼板で補強しているケース2は供試体躯体は最終的にせん断破壊を生じたが、全体の挙動としては極端に脆性的な破壊ではなかった。これに対して、CFシートで補強しているケース3からケース6はすべてCFシートの破断とともに脆性的なせん断破壊が生じた。CFシートの補強層数を多くしたケース5および6でも水平変位の増大とともに脆性的なせん断破壊が生じた。図-3は、ケース2、3、5の各供試体の供試体基部から600mmの高さでの鋼板もしくはCFシートの周方向（せん断方向）のひずみを示す。ケース2では水平変位が30mmになるとともに20000 μ を超えるひずみが生じた。これに対して、ケース3では水平変位が20mmで5000 μ 、ケース5では水平変位が30mmで2000 μ 程度の最大ひずみが計測された。ひずみの値がこの程度であっても、ケース3、5ともに水平変位30mmではCFシートが破断し供試体はせん断破壊を生じた。これはCFシートが鋼板に比較して損傷が局所化するため、1箇所のひずみが極端に大きくなり破断に至るためであると考えられる。各供試体の曲げ耐力およびせん断耐力を道路橋示方書[1]にしたがって算出した結果を図-4に示す。ここで、CFシートの設計上の強度と引張強度との比である有効率は2/3および1/2と仮定した。ケース1から4ではせん断耐力が曲げ耐力よりも小さく、解析上はせん断破壊が生じる計算結果となり、実験結果と整合している。これに対して、ケース5および6ではCFシートの有効率を1/2と仮定しても、計算上はせん断耐力が曲げ耐力よりも大きくなり、曲げ破壊となることが予想される計算結果となったが、これは実験での破壊形態とは整合していない。本実験からは、CFシートの設計上の有効率は1/2以下とすることが適切であることがわかった。

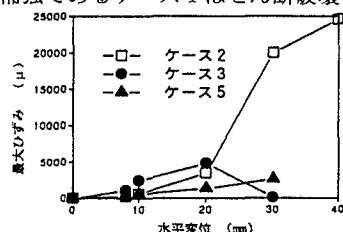


図-3 周方向のひずみ

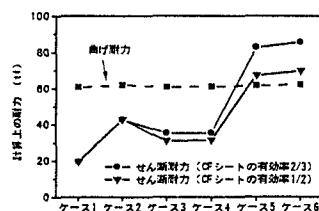


図-4 計算上の耐力

4. まとめ 本実験の結果、次のような結論が得られた。

①鋼板によるせん断補強を行った場合は、たとえ破壊形態がせん断破壊となったとしても、極端に脆性的な破壊とはならないことが確認された。②CFシートによるせん断補強を行って部材の破壊形態を曲げ破壊に移行させることを期待する場合は、CFシートの設計上の強度を決める際の実効率をよく検討する必要がある。本実験からは有効率は1/2以下にする必要があることがわかった。なお、本研究は(社)日本道路協会橋梁委員会震災対策特別分科会補強WGにおける活動の一部として行われた。

5. 参考資料 [1]日本道路協会、道路橋示方書・同解説・V耐震設計編、平成8年12月