

躯体の一部を補強した壁式 RC 部材の交番載荷試験

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○佐々木 尚美
正会員 山根 大
佐川 洋亮

1. はじめに

RC 橋脚の耐震補強において、破壊形態をせん断破壊型から曲げ破壊型に移行させるためには、例えば RC 巻き立て工法では、せん断補強鉄筋を配置し、躯体基部から天端までを補強する必要がある。よって、補強工事を行う場合、土留め等の仮設や支障物の撤去・復旧による工事費の増大や河川内においては巻き立てによる河積阻害率の増大等が懸念される。そこで、補強区間を一部の区間に限定することで、工事費のコストダウンや河積阻害率の低減を図ることを目指した。本稿では、既設の壁式 RC 橋脚（以下、既設橋脚という）を想定し、部分的な補強によるせん断耐力の向上効果を確認することを目的に、柱状試験体を用いた正負交番載荷試験を実施した内容について報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体諸元

試験体の諸元を表－1に、試験体概要図を図－1に示す。試験体は、無補強試験体（No.1）を基準試験体とし、補強材を RC とした RC 巻き試験体（No.2）および補強材を炭素繊維とした炭素繊維試験体（No.3）の計3体とした。No.1 試験体は、確実にせん断破壊させるため、耐力比を 0.51 程度に設定した。No.2 試験体は、No.1 試験体と同諸元の試験体の上部から、せん断スパンの 1/3 程度の範囲を RC で補強したものである。No.3 試験体は、No.2 試験体のせん断補強鉄筋量と同じ補強量の炭素繊維シートにより補強した試験体である。

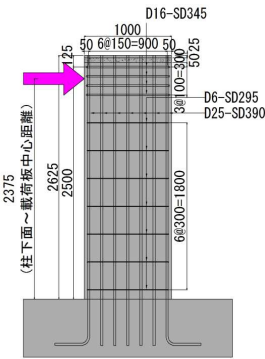
(2) 載荷方法

載荷は、既設橋脚の軸力より算出した軸方向圧縮応力度（0.58N/mm²）を与えた状態での変位制御による交番載荷とした。水平荷重載荷位置は、柱下面から載荷板中心距離 2375mm（せん断スパン比 2.5）とし、載荷ステップは、部材変形角 1/400, 1/300, 1/200, 1/100, 1/75 および主鉄筋降伏時とし、載荷位置での水平変位として与えた。なお、各サイクルでの繰り返し回数は3回とした。

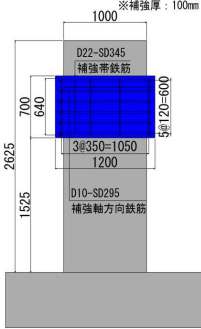
3. 実験結果

(1) 損傷状況

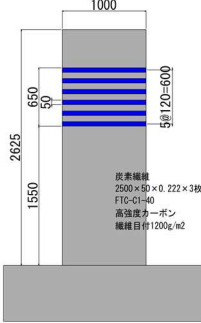
各試験体の最大荷重時付近の損傷状況を図－2に示す。No.1 試験体は、載荷に伴い曲げひび割れが発生し、曲げひび割れの一部が載荷点から載荷点の反対側の基部を結ぶ斜めひび割れへ進展し、斜めひび割れのひび割れ幅が大きくなり、荷重が急激に低下し破壊した。No.2 試験体は、無補強部上端から基部へ伸びる斜めひび割れが拡大し、無補強区間の半分の高さ付近で斜めひび割れが交差した。載荷の進捗に伴い、無補強部にお



(a) No.1 試験体



(b) No.2 試験体



(c) No.3 試験体

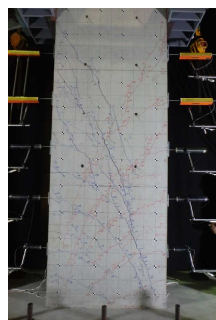
図－1 試験体概要図

表－1 試験体の諸元

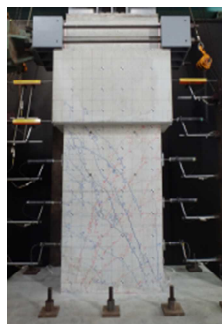
試験体	断面幅 B (mm)	断面高 D (mm)	有効高 d (mm)	せん断 スパン la (mm)	せん断 スパン 比	軸力 N (N/mm ²)	引張 鉄筋比 Pc (%)	躯体帯 鉄筋比 Pw (%)	躯体 軸鉄筋 降伏強度 (N/mm ²)	躯体 帯鉄筋 降伏強度 (N/mm ²)	補強 帯鉄筋 降伏強度 (N/mm ²)	補強 炭素繊維 引張強度 (N/mm ²)	躯体コンクリート 圧縮強度 fcd (N/mm ²)	補強コンクリート 圧縮強度 fcds (N/mm ²)
No.1(無補強)	250	1000	950	2375	2.5	0.58	0.640	0.084	408	370	—	—	15.8	—
No.2(RC巻き)	250	1000	950	2375	2.5	0.58	0.640	0.084	408	370	389	—	20.1	24.6
No.3(炭素繊維)	250	1000	950	2375	2.5	0.58	0.640	0.084	408	370	—	3400	20.8	—

キーワード 壁式橋脚, せん断耐力, 部分補強, 交番載荷試験

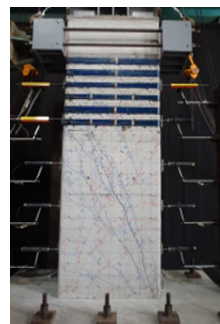
連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31 階 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL03-6276-1251



(a) 無補強試験体 (No.1)

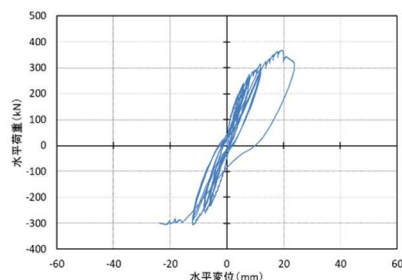


(b) RC 巻き試験体 (No.2)

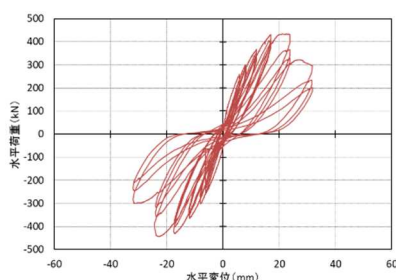


(c) 炭素繊維試験体 (No.3)

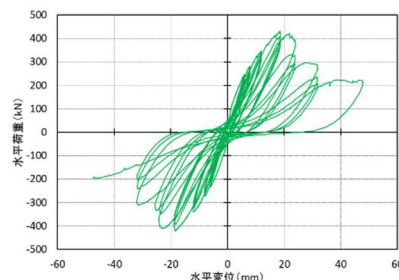
図-2 最大荷重時付近の損傷状況



(a) 無補強試験体 (No.1)



(b) RC 巻き試験体 (No.2)



(c) 炭素繊維試験体 (No.3)

図-3 荷重変位曲線

る内部コンクリートの損傷が大きくなり、荷重が低下して無補強部で破壊した。補強部は、補強部下端より高さ 250mm 付近までひび割れが分散して発生していたが、それより上側にひび割れの発生はみられなかった。No.3 試験体は、No.2 試験体とほぼ同様の破壊性状を示した。また、炭素繊維には大きな損傷は見られなかったが、コンクリートとの付着切れ（剥離）を生じていた。

(2) 破壊形態

各試験体の荷重変位曲線を図-3に示す。No.1 試験体は、最大荷重に達した後、急激に荷重が低下し破壊したこと、主鉄筋のひずみは降伏ひずみに達していなかったこと、および損傷状況からせん断破壊と判断した。最大荷重は正負の平均値で 337.2kN であった。

No.2, No.3 試験体は、主鉄筋が降伏ひずみに達した後、最大荷重に至り、荷重が低下した。損傷状況および主鉄筋のひずみが降伏ひずみに達していたことから、降伏後のせん断破壊型と判断した。No.2, No.3 試験体の最大荷重は、それぞれ 438.8 kN, 426.0kN であり、無補強試験体よりも最大荷重は増加した。No.2, No.3 試験体では、せん断破壊線が補強部より下で発生していることから、補強により見かけのせん断スパンが短くなり耐力が向上したものを考えられる。

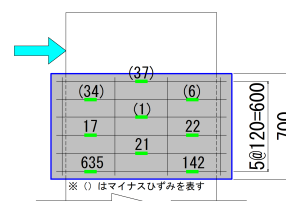
(3) 補強部材のひずみ

最大荷重時における No.2 のせん断補強鉄筋および、No.3 試験体の炭素繊維のひずみの値を図-4に示す。ひずみは、補強部の下部で大きい値となっていたが、いずれの試験体においても、補強部材は降伏および破断ひずみには達していなかった。

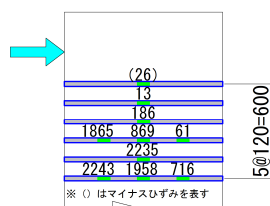
4. まとめ

今回実施した試験の範囲内で得られた知見を以下に示す。

- ・ 躯体上部の一部を部分的に補強した試験体は、無補強試験体よりも、最大荷重が大きくなり、せん断耐力を向上させることができた。
- ・ RC 巻きで補強した試験体および炭素繊維で補強した試験体の結果には大きな違いは見られず、同様の補強効果があることを確認した。



(a) No.2 試験体



(b) No.3 試験体

図-4 補強部材のひずみ