

V-354

炭素繊維により耐震補強された
既存RC橋脚の靱性率

日本道路公団 正会員 ○松田 哲夫
日本道路公団 村山 陽
(株)大林組 正会員 大野 了
(株)大林組 正会員 小畠 克朗

1. まえがき

既存鉄筋コンクリート(RC)橋脚の主鉄筋段落し部の耐震補強として、「炭素繊維による補強工法」の開発を実施している^{1,2)}。本報は、前報²⁾の妥当性を再確認するため行った実験および靱性率の解析方法について述べる。

2. 実験概要

試験体は、実橋脚の約1/3スケールの2体(No.1, No.2)とし、橋脚高さの約1/3の断面に段落し部を設けた。試験体の形状寸法および配筋を図-1に示す。

炭素繊維による段落し部曲げ補強については、前報²⁾に示した設計方針に基づき、補強量を炭素繊維シート(炭素繊維を一方方向に敷き並べたもの)2枚、補強範囲を段落し部の上45cm, 下40cmとした。

せん断補強についても同様に、前報に従い、補強量を算出すれば、炭素繊維シート1枚となるが、No.1試験体では、コンクリートの拘束力を考慮し、2枚の補強量を、No.2試験体には、算出通り、1枚の補強量とした。補強範囲については、両試験体とも基部から段落し部の上45cmまでとした。使用した材料の強度を表-1に示す。

また、載荷は、鉄筋の降伏変位 δy の整数倍の変位振幅で変位制御による水平正負交番載荷とした。

3. 実験結果

実験結果の一覧を表-2に示す。また、荷重～変形関係包絡線を図-2に示す。なお、実験結果を比較するため、文献¹⁾で実施した無補強の実験結果もあわせて示す。無補強の試験体では、段落し部の主鉄筋が降伏し、 $3\delta y$ のサイクルで、かぶりコンクリートが剥落し、圧縮鉄筋の屈服とともに荷重が急激に低下した。一方、No.1およびNo.2試験体では、どちらも $5\delta y$ のサイクルで、

橋脚基部のシート状CFRP(炭素繊維シートを含浸・接着樹脂で固めたもの)が、破断するとともに、かぶりコンクリートが剥落し、圧縮鉄筋の屈服により荷重が徐々に低下した。段落し部は、基部の主鉄筋が降伏した後、主鉄筋が降伏するが、炭素繊維による補強効果により、健全な状態を保持していた。また、No.1試験体とNo.2試験体とを比較すると、耐力やエネルギー吸収量などの構造性能には、顕著な差は見られないが、基部のせん断補強用炭素繊維量が多い前者のシート状CFRPのひずみ量が後者の約1/2となっている。

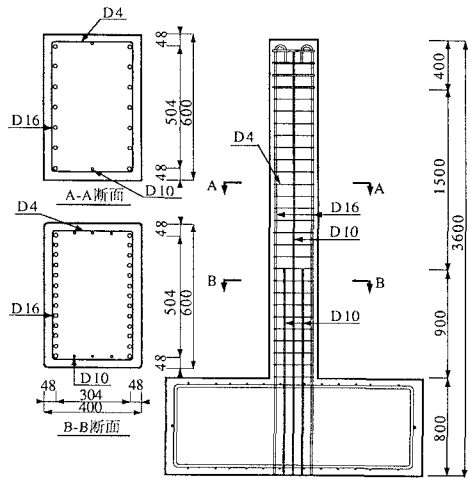


図-1 試験体形状寸法および配筋

表-1 材料強度(kgf/cm²)

鉄筋降伏強度 (破断強度)	D 16	3767(5478)
	D 10	3733(5547)
	D 4	2496(3720)
コンクリート 圧縮強度	フーチング部	320
	橋脚部	330
シート状CFRP引張強度 (1層175g/m ²)		27850

表-2 実験結果一覧

(単位: 荷重 tf, 変位 mm)

試験体名	鉄筋降伏時		最大荷重時		終局A ¹⁾ 時		終局B ²⁾ 時		終局C ³⁾ 時	
	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位
基準試験体	11.3	22.7	11.7	68.1	10.0	67.8 (3 δ_y)	10.0	67.8 (3 δ_y)	8.3	68.1 (3 δ_y)
No.1試験体	13.1	26.3	14.0	52.6	12.4	128.1 (5 δ_y)	12.4	128.1 (5 δ_y)	11.0	157.1 (6 δ_y)
No.2試験体	13.0	27.9	13.5	52.6	12.2	131.3 (5 δ_y)	12.2	131.3 (5 δ_y)	10.8	156.4 (6 δ_y)

- 1) 荷重が鉄筋降伏耐力以下に低下したサイクルのピーク荷重
- 2) 主鉄筋の座屈により荷重が低下したサイクルのピーク荷重
- 3) 荷重が最大耐力の85%以下に低下したサイクルのピーク荷重

4. 解析結果

解析は、「道路橋示方書・同解説V耐震設計編」に準拠し、塑性ヒンジの影響も考慮して実施した。橋脚基部(破壊位置)では、せん断補強用シート状CFRPがコンクリートを拘束しており、終局ひずみ(ϵ_{cu})の増大が期待できる³⁾。そこで、本解析では、コンクリートの ϵ_{cu} をパラメータとし、解析結果と実験結果を比較検討した。

解析結果とNo.1試験体の荷重～変位関係包絡線を図-3に示す。解析結果を実験結果と比較すると、諸荷重と鉄筋降伏変位は近似している。解析で求めた終局変位(δ_u)は、コンクリートの ϵ_{cu} が増大するに従って大きくなっており、靱性率(μ)は3.3~5.8である。

一方、実験による靱性率は、終局A時 $\mu=5$ (No.1試験体, No.2試験体)、終局C時 $\mu=6$ (No.1試験体, No.2試験体)であり、前者は、 $\epsilon_{cu}=0.06\%$ として、また、後者は、 $\epsilon_{cu}=0.07\%$ として、それぞれ求めた値に近似している。

5. まとめ

今までの研究によって、段落し部を有するRC橋脚の炭素繊維による耐震補強の設計・施工法が確立できた。今後、実橋における試験施工を実施する予定である。

[参考文献]

- 1) 小島・勝俣他「炭素繊維による既存RC橋脚の耐震補強(その1 補強方法)(その2 載荷実験)」土木学会第45回年次学術講演会
- 2) 松田・東田他「炭素繊維によるRC橋脚の耐震補強効果について(その1 載荷実験)(その2 設計法)」土木学会第46回年次学術講演会
- 3) 大野・山本他「炭素繊維を巻き付けて拘束したコンクリートの圧縮性状」土木学会第47回年次学術講演会

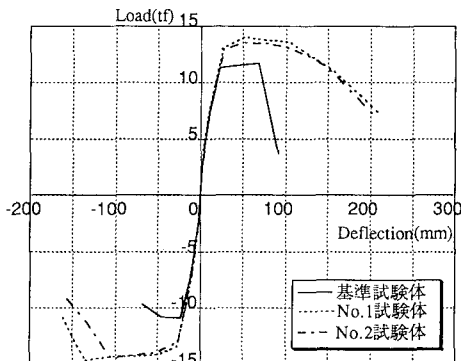


図-2 荷重～変形関係包絡線

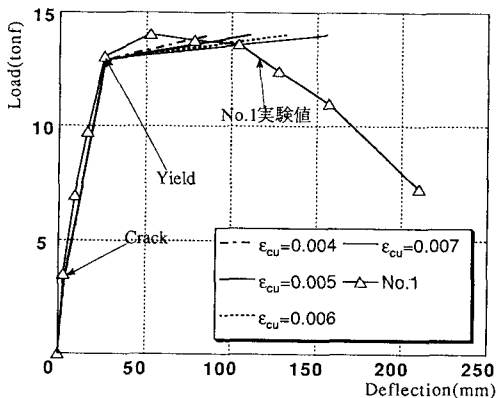


図-3 荷重～変形関係包絡線(解析値)