

V-377

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)

日本道路公団 正会員 藤原 博
 日本道路公団 正会員 東田 典雅
 ㈱大林組 正会員 ○大野 了
 ㈱大林組 正会員 岡島 豊行

1. まえがき

既存の鉄筋コンクリート（RC）橋脚には、段落し部（橋脚途中で主鉄筋量を減らしている箇所）が設けられているものもあり、地震時にはこの位置で耐力不足等から危険断面となることがある。その補強工法として「RC巻立て」、「鋼板補強」などがあるが、筆者らは、炭素繊維による補強工法について研究を続けている^{1, 2, 3)}。今回その補強効果を確認するため、静的および動的載荷試験を実施したので報告する。

2. 実験概要

試験体は東名高速道路の実橋脚の約1/3 スケールの2体（No.1, No.2）とした。試験体の寸法・配筋は図-1に示すとおりである。炭素繊維による補強は、曲げ耐力・せん断耐力の向上を目的とする。曲げ補強として段落し部に炭素繊維シート（炭素繊維を1方向に敷き並べたもの）を接着・含浸樹脂で橋脚の材軸方向に貼り付ける。また、曲げ補強と同様にせん断補強として炭素繊維シートを橋脚のフープ方向に貼り付けてコンクリートを拘束させる。補強区間を図-2に示す。なお、No.1試験体は震災後を想定して段落し部および基部に損傷を受けた試験体を補修し、その上に炭素繊維シートで補強することにした。使用した材料の強度を表-1に示す。

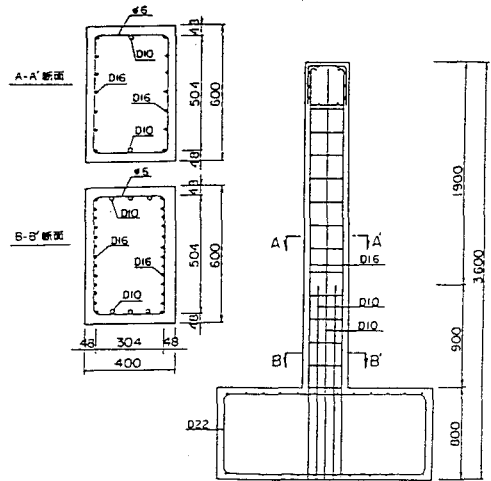


図-1 試験体寸法・配筋

載荷は、鉄筋の降伏変位 δ_y 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、No.1試験体については文献3と同様に静的載荷とした。No.2試験体についてはアクチュエーターを用いた動的載荷とし、同一変位振幅での繰り返しを10波入力した。

表-1 材料強度 (kg/cm²)

鉄筋降伏強度 (破断強度)	D16	3590 (5110)
	D10	3600 (5070)
	Φ6	3400 (4660)
コンクリート 圧縮強度	フーチング部	388
	橋脚部	286
	橋脚補強部	520
シート状CFRP引張強度 (1層175g/cm ²)		29700

3. 実験結果

実験結果の一覧を表-2に示す。また荷重～変形関係を図-3に示す。

No.1試験体：6 δ_y の1回目の正載荷時に曲げ補強下側（フーチング天端から50cm付近）のシート状CFRP（炭

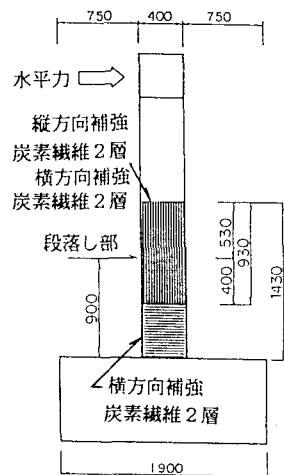


図-2 炭素繊維補強範囲

素繊維シートを含ま浸・接着樹脂で固めたもの)が破断し始め、その後主鉄筋の座屈、コンクリートの圧壊が進行し、耐力が徐々に低下した。

No.2試験体; 3δyの載荷時に段落し部からその下にかけてコンクリートがはらみだし、4δy(実験では4.5δyの変位となっている)の載荷時に段落し部付近の主鉄筋の座屈、コンクリートのはらみだしにより曲げ補強シート状CFRPの一部が破断し、耐力が低下した。そのため、荷重~変形関係も太った紡錘形から徐々にやせたS字形に変化した。No.2試験体では、No.1試験体に比べ、最大耐力が約7%ほど上昇したが靱性は若干低下している。

4. 変形モード

試験体側面に配置した変位計より作図した変形モードを図-4 (No.4試験体)と図-5 (No.5試験体)に示す。

No.1試験体; 段落し部が良好に補強することができたため、基部を危険断面とすることができた。6δyの載荷時には、基部のコンクリートがはらみだし、主鉄筋が座屈したため、圧縮側で局所的な変形が突出している。

No.2試験体; 2δyの載荷までは、基部での曲がり大きい。3δy以降、段落し部ではらみが生じ、主鉄筋が座屈してコンクリートを押し出したため段落し部での曲がりが大きくなった。

5. まとめ

1) 静的載荷試験の結果、炭素繊維シートによる曲げ補強の効果として橋脚の破壊位置を段落し部から基部へ移行することが確認された。また、せん断補強の効果としてコンクリートおよび主鉄筋を拘束し、高い靱性を保有させることが確認された。

2) 動的載荷試験の結果、静的載荷試験体と比較してひずみ速度の影響により最大耐力が上昇したが、靱性は若干低下した。これは、鉄筋のひずみ速度効果の影響により、基部の最大耐力が上昇し段落し部に想定以上の荷重が加わったこと、載荷回数が静的載荷に比べはるかに多いことに起因すると考えられるので、今後補強量、補強範囲についてさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 多久和他「RC橋脚の補強効果について」土木学会第45回年次学術講演会
- 2) 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)」土木学会第45回年次学術講演会
- 3) 岡島・勝俣他「炭素繊維による既存RC橋脚の耐震補強(その2載荷実験)」土木学会第45回年次学術講演会

表-2 実験結果

	降伏			終局		
	荷重 (ton)	変位 (mm)	CF (micro)	荷重 (ton)	変位 (mm)	CF (micro)
基本試験体	10.4	20.6	—	11.5	61.7	—
No.1	10.0	22.3	195 (3634)	11.7	111.7	4384 (6580)
No.2	9.8	25.0	265 (2380)	11.6	90.2	9435 (12399)

*基本試験体は、無補強の試験体であり、文献1)の結果である。
 *CF (micro) は材軸方向シート状CFRPの引張ひずみを示す。
 () 内は、フープ方向のひずみを示す。
 *終局状態の定義は、コンクリートが圧壊した時点または主鉄筋の座屈によりかぶりコンクリートがはらみだし炭素繊維が破断した時点とする。

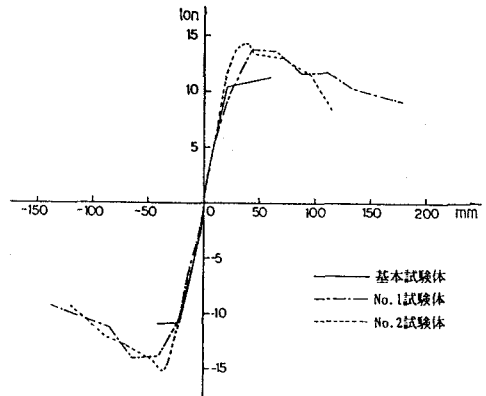


図-3 荷重~変形関係

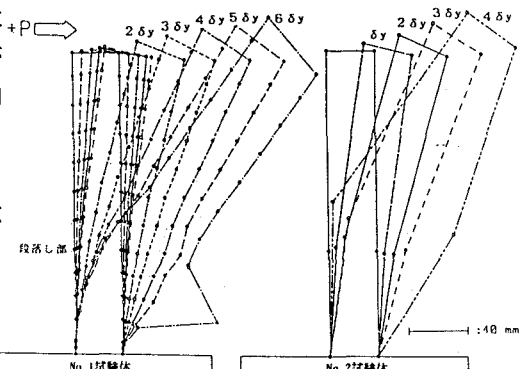


図-4 変形モード

図-5 変形モード