

## 柔軟層を付与した炭素繊維シート巻き立て補強 RC 橋脚のじん性能

北海道大学大学院 学生会員 松本 浩嗣  
 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 関谷 圭介  
 北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦  
 北海道大学大学院 正会員 上田 多門

### 1. はじめに

連続繊維シートによる巻き立て補強は、既設 RC 橋脚の耐震性能を向上させるものとして広く用いられている工法である。本研究では連続繊維シートとして炭素繊維シート(以下 CFS)を用い、CFS に柔軟層を介して用いた巻き立て補強した橋脚の正負交番繰返し試験を通じて、柔軟層がじん性能に与える影響について明らかにする。

### 2. 実験概要

実験供試体は標準的な RC 橋脚の 1/5 スケールモデルとした。補強を必要とする橋脚を想定して、せん断補強筋比を小さくしている。各供試体間のパラメーターには柔軟層の有無、シート補強量、帯鉄筋量をとった。さらに、シート無補強供試体を 1 体加え、合計 7 体供試体を用意した。供試体配筋図、CFS 配置図をそれぞれ Fig.1, Fig.2 に、各供試体の諸元を Table1 に、CFS、柔軟層の物性値を Table2 に示す。

供試体を横向きに設置し、正負交番の繰返し荷重を行った。降伏変位の定義は最外縁に位置する軸方向鉄筋の降伏時の変位  $y$  とし、その時の荷重を降伏荷重とする。1  $y$  で 3 回正負繰返した後、2  $y$ 、3  $y$  と測定荷重が降伏荷重を下回り終局を迎えるまで荷重を行った。測定項目としては荷重、変位の他に軸方向鉄筋、せん断補強筋、CFS のひずみをひずみゲージで測定した。

### 3. 実験結果と考察

各供試体の荷重 - 変位包絡曲線を着目変数別に Fig.3 に示す。無補強 S0 は降伏後すぐに耐力の低下が見られ、載荷点付近において斜めひび割れを確認したことから、せん断破壊と認められた。他の供試体についてはいずれも、CFS 破断後の急激な耐力低下による終局が見られた。また、柔軟層を用いたときのじん性能率は用いないときと

Table1 Detail of the specimens

Specimen	S0	S1	S2	S3	SS1	SS2	SS3
$f_c'$ (%)	31.8	29.4	29.1	30.3	37.0	35.2	32.3
$s$ (%)	0.21	0.21	0.21	0.57	0.21	0.21	0.57
$c_{FS}$ (%)	0	0.088	0.176	0.088	0.088	0.176	0.088
Main bar	D19	D19	D19	D19	D19	D19	D19
Hoop bar	D6	D6	D6	D10	D6	D6	D10
Sheets (plies)	0	1	2	1	1	2	1
Soft layer	×	×	×	×			

$f_c'$  : Compression strength of concrete  
 $s$  : Hoop bar ratio to concrete  
 $c_{FS}$  : CFS ratio to concrete

Table2 Mechanical properties of CFS and soft layer

Material	Tensile strength (Mpa)	Elastic modulus (Mpa)	Thickness (mm)
CFS	3480	230	0.111
Soft layer	1.7	1	0.5

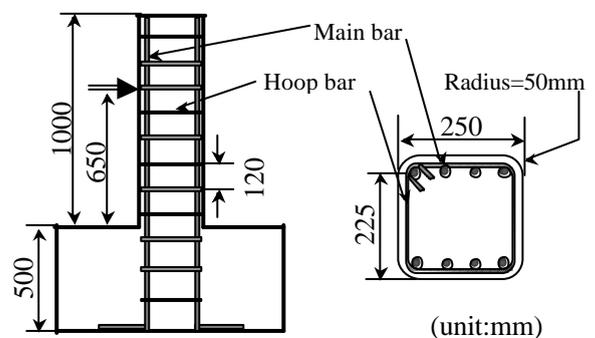


Fig.1 Steel arrangement

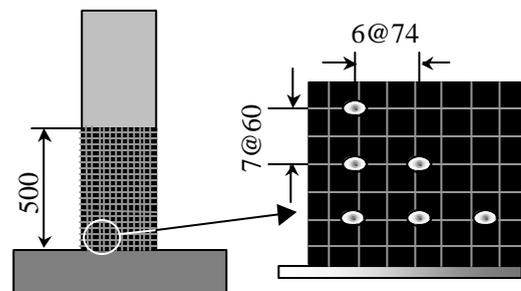


Fig.2 CFS arrangement and gage location

キーワード 柔軟層, CFS, せん断補強, じん性能

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL 011-706-6220 FAX 011-707-6582

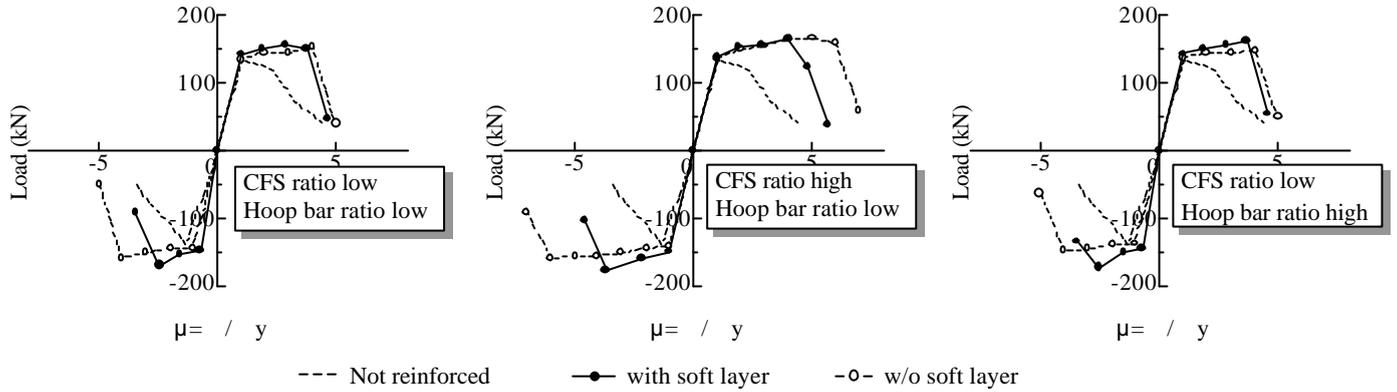


Fig.3 Load-displacement envelope curve

比べて同等かそれ以下であるという結果が得られた。供試体 S2,SS2 における破断時の CFS のひずみ分布を Fig.4 に示す。CFS の破断ひずみは 10,000 ~ 15,000  $\mu$  であり、S2 については CFS が破断ひずみに達していることが分かる。一方、SS2 についてはひずみが分散され、ひずみ勾配がなだらかになるという柔軟層の効果は認められたものの、最大ひずみが約 5,500  $\mu$  と、破断ひずみに達していないことが分かる。

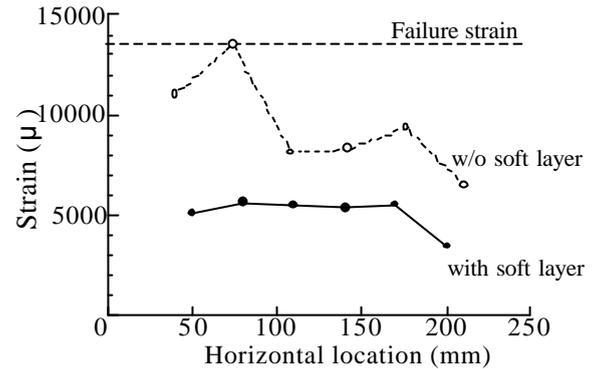


Fig.4 CFS strain when CFS fail (S2,SS2)

柔軟層を用いた供試体 SS2 の破壊様相を Fig.5 に示す。Fig.5 のように、柔軟層を用いた供試体 SS1 ~ SS3 は柔軟層を用いていないものと比べて、CFS の破断が隅角部で多く起きている傾向にあることが分かった。そこで SS3 について隅角部中央の CFS にひずみゲージを配し、その挙動を調べた。その結果を Fig.6 に示す。せん断ひび割れの拡大に伴って CFS には引張応力が作用するはずなのにもかかわらず、Fig.6 からは圧縮応力が作用していることが伺える。これは、隅角部付近で CFS のずれ込みによって曲げ応力が発生していることを意味する。すなわち、樹脂によって硬化した CFS がせん断面側にずれ込もうとすることによって曲げ応力が発生する。



Fig.5 SS2 failure aspect

4. 結論

- ) CFS 巻き立て補強に柔軟層を用いると、CFS の応力分布がなだらかになる。
- ) CFS 巻き立て補強橋脚に柔軟層を用いると、CFS のずれ込みが大きくなることによって応力集中が増大する。
- ) 今回のように面取り半径 50mm, CFS 総厚 0.111mm, 断面寸法 250mm 程度の条件下では、柔軟層を用いると隅角部における破断がせん断ひび割れを跨ぐ位置よりも早期に起こる可能性が高く、じん性率の向上は期待できない。
- ) 柔軟層の効果については、面取り半径や CFS 総厚等の条件を変えて実験を行って検討する余地がある。

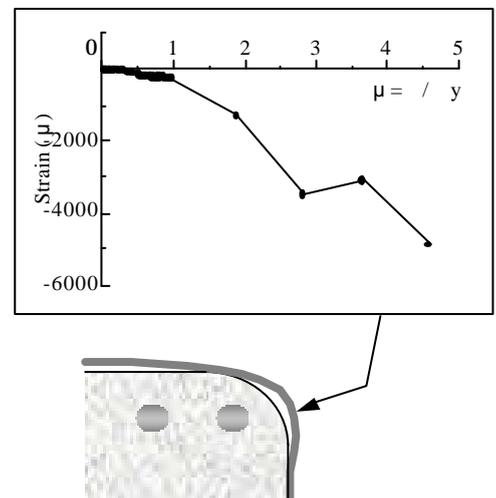


Fig.6 CFS strain behavior at corner