

V-40

橋脚の新繊維（ポリアセタール）による補強について

北海道大学工学部 ○学生員 関谷 圭介
北海道大学大学院 学生員 鳥居 良寛
北海道大学大学院 正会員 上田 多門
北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

阪神淡路大震災（兵庫県南部地震 1995 年 1 月 17 日 午前 5 時 46 分 発生 M7. 2）では、多くの土木構造物が被害を受けた。前年にノースリッジ（1994 年 1 月 17 日 午前 4 時 31 分 発生 M6. 7 カリフォルニア州）で大地震が起き、高速道路高架橋が破壊されたが、日本では耐震設計の見直しがそれ程されなかった。しかし、阪神淡路大震災ではノースリッジ同様に高速道路高架橋が破壊され、自動車が押しつぶされるという悲惨な被害を受けた。さらに地震には強いといわれてきた地下構造物までも地下鉄の柱の損傷による駅の陥没などの被害があった。被害を受けた橋脚の多くは、曲げモーメントの減少に伴う主鉄筋の断落としがされていた。阪神大震災以降、そのような既存の構造物に対する耐震設計が必要となっている。すでに様々な研究が行われ、鋼版や炭素繊維シートの巻き付けによる補強、構成床版に対してはコンクリートを充填しての補強がされている。本研究では巻き付け補強用の新繊維（高強度ポリアセタール繊維シート）を用いて RC 橋脚を補強したときの補強効果を検討する。

2. 新繊維（高強度ポリアセタール繊維シート）の特徴

2. 1 新繊維の機械的特徴

ポリアセタール樹脂はじん性・剛性を兼ね備えたエンジニアリングプラスチックとして広く使用されている高分子体である。ポリアセタール繊維シートの特徴としては豊富なエネルギー吸収性能である。炭素繊維シートを用いた補強に対して 3 倍以上のエネルギー吸収量を発揮する。その他の特徴としては、引張強度が大きい、耐摩擦性・耐カット性に優れる、クリープ特性に優れる、耐油性・耐有機溶剤性に優れるなどがある。その機械的特性を炭素繊維シートと比較して、表 1、図 1 に示す。

表 1 各シートの機械的特性

Fiber	Polyacetal	Carbon
Tensile strength(Mpa)	1760	3480
Youngs' modulus(Gpa)	40	230
Elongation(%)	8	1.5
Density(g/cm ³)	1.45	1.8
Thickness(mm)	0.36351	0.11
Conductivity	No	Yes

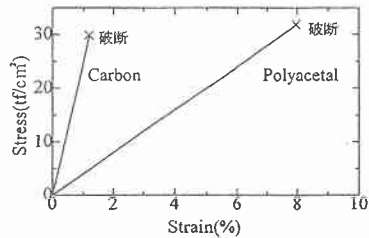


図 1 補強素材の比較

2. 2 施工上の特徴

ポリアセタール繊維シートは施工上でも大きな特徴を持っている。隅角部の面取り、プライマー・パテの塗布が不要である為、最短 1 日施工が可能である。故に地下構造物など大きな工具の使用が困難な場所や、施工時間がそれほどとれない場所での使用が期待できる。

The Effect of New Type of Continuous Fiber Sheet on Retrofit of RC Pier
Keisuke SEKIYA, Yoshihiro TORII, Tamon UEDA and Yasuhiko SATO

3. 実験概要

3. 1 使用材料

コンクリートには普通ポルトランドセメントを用い、実験日と同日に圧縮強度試験を行った。鉄筋は、軸方向鉄筋にはD 2 5を、スターラップにはD 1 0を用いた。

3. 2 実験供試体

本研究で用いた供試体は、標準的な橋脚の1／5縮小モデルであり、断面が250 mm×250 mmの正方形の鉄筋コンクリート柱である。ポリアセタール繊維シートの補強量は、基部から基部上 50 cmまでの全面貼りである。供試体の断面図、配筋図を図2、図3に示す。また、シート補強図を図4に示す。

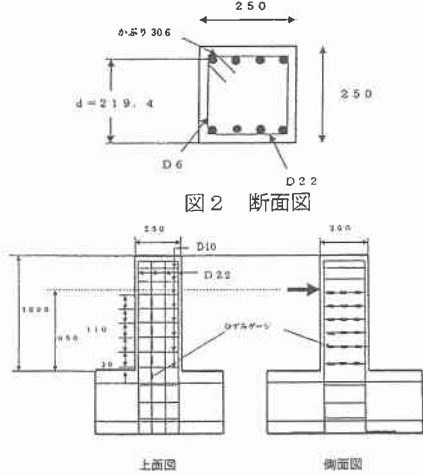


図2 断面図

図3 配筋図

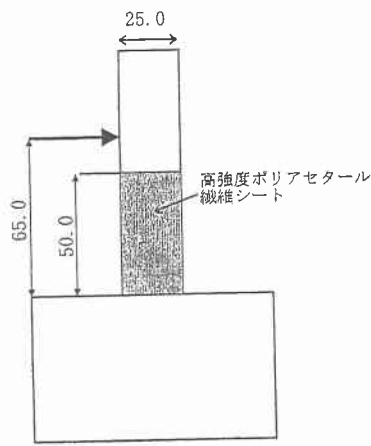


図4 シート補強図

表2 実験供試体諸元

Specimens	f_c' (MPa)	p_t (%)	p_w (%)	p_s (%)
S1	22.5	2.7	0.32	0.34

f_c' : compressive strength of concrete p_t : tensile reinforcement ratio
 p_w : stirrup ratio p_s : sheet ratio

3. 3 荷重方法及び測定方法

供試体は、鋼製の反力壁に横向きに固定し、アクチュエーターにより正負交番荷重を載荷させた (図5)。荷重の載荷は変位制御で行った。試験機と供試体の接合部には、水平方向の変位を拘束しないようにヒンジを介した。なお、本実験では軸力を作用させていない。供試体と反力壁は300 k Nのプレストレスを2回かけP C鋼棒で固定されている。

測定は、供試体の変位と、鉄筋 (軸方向鉄筋および帯鉄筋) およびポリアセタール繊維シートのひずみである。

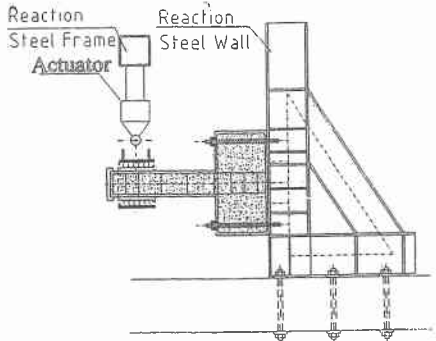


図5 荷重方法

4. 実験結果及び考察

4. 1 破壊形式及び破壊荷重

実験供試体は、曲げ降伏後に斜めひび割れの幅が大きくなり、せん断破壊を起こした。供試体は4 δ で大きく降伏荷重を下まわったがポリアセタール繊維シートは破断することなく実験は終了した。図6に荷重変位曲線を示す。供試体の軸方向鉄筋は162.5 kNで降伏しその時の降伏変位は8.9 mmであった。正載荷の2 δ にピーク荷重は191.5 kNに達し、3 δ ではコンクリートとポリアセタール繊維シートとの付着がとれ始め、159.7 kNのピーク荷重となり、4 δ では127.6 kNと大きく降伏荷重を下まわる結果になった。この結果から供試体の靱性率は3前後と考えられるが、3 δ 以降ポリアセタール繊維シートの付着のはがれが進行していったので、これが靱性率3になった原因と考えられる。

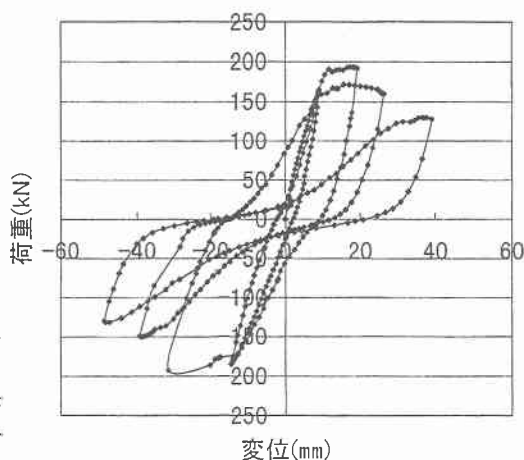


図6 荷重変位曲線

4. 2 スターラップのひずみ分布

図7は、供試体の正載荷1 δ から4 δ までにおける柱軸方向のスターラップのひずみ分布を示す。ひずみの値は各測定位置の平均を使用した。3 δ でスターラップは大きくひずみ、降伏点を超えた。4 δ でひずみが更に大きくなったのは、斜めひび割れの幅が大きくなったためと考えられる。

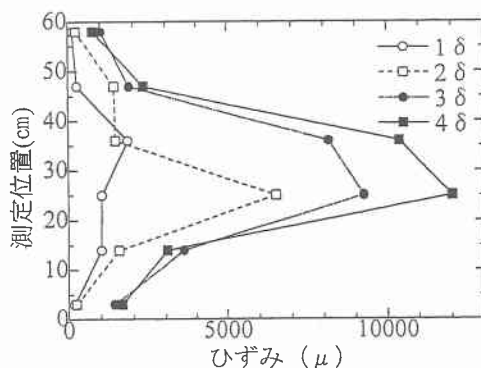


図7 スターラップの柱軸方向ひずみ分布

4. 3 ポリアセタール繊維シートのひずみ分布

図8は、供試体の正載荷による柱軸方向におけるポリアセタール繊維シートのひずみ分布を示す。ひずみの値は、斜めひび割れ上のものを使用した。3 δ でのひずみが最も大きく、9000 μ を越えている領域もあるのに対して、4 δ にはいとひずみが落ちるのはコンクリート表面とシートの付着が無くなったためである。また、シートの貼り付けに関して50 cm全面貼りを行うために25 cm幅のものを2枚使用したため、その継ぎ目である基部から25 cmの付近で最も付着が無くなり、ひずみが小さくなる原因となったと考えられる。その原因を裏付ける結果として、正載荷における基部から20.8 cmの位置の縦に並んだシートのひずみを見ると、3 δ 以降柱上縁から10cm以

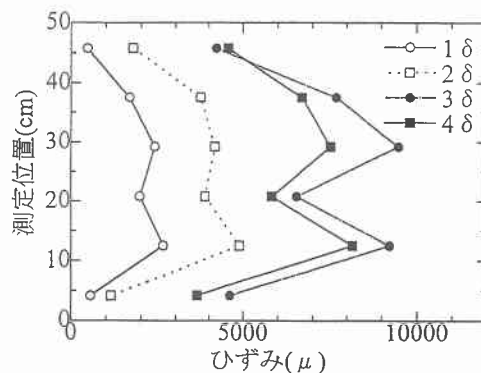


図8 シートの柱軸方向ひずみ分布

下でのひずみゲージの測定値が 6000μ から 7000μ とほぼ同値を示した（図9は、各 δ における載荷方向のひずみ分布を示している。シートのひずみは基部からの距離が 20.8 cm の位置のものを選んだ。）。これはコンクリート表面とシートの付着がなくなった範囲で受け持つ力が分散され、ほぼ同値のひずみを示したと考えられる。

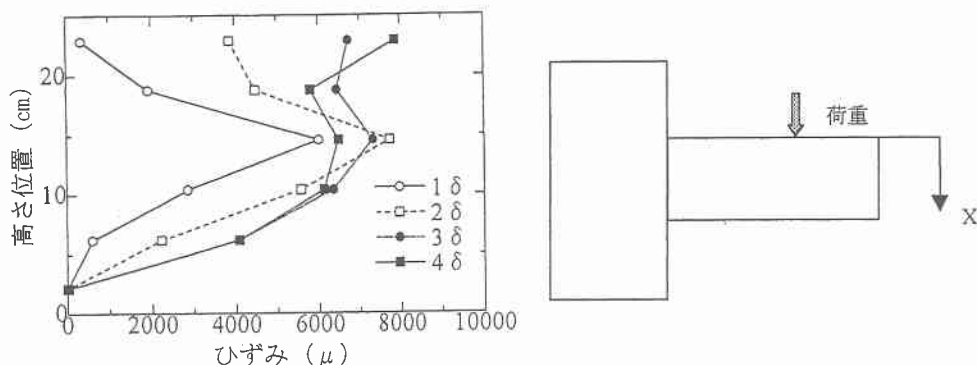


図9 正載荷におけるシートの載荷方向ひずみ分布（基部から 20.8 cm ）

4. 4 分担せん断力の変化

図10は供試体の各 δ ごとの分担せん断力を示したものである。スターラップ、シートの分担せん断力 V_s 、 V_{pfs} は破壊に支配的なひび割れ付近のひずみの値から求めている。斜めひび割れが拡大したと考えられる 3δ からコンクリートの分担せん断力 V_c が急激に減少して、スターラップは降伏し V_s は一定の値を示し、 V_{pfs} の値は増加している。シートの付着が保てば、 V_{pfs} の値ももう少し増加し、靱性率も大きくなり得たと考えられる。

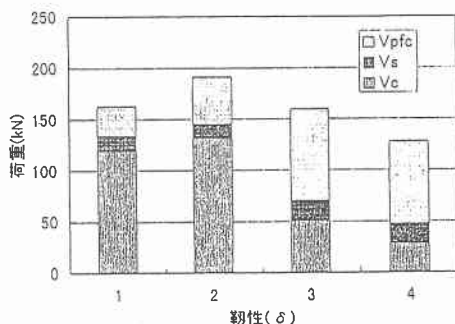


図10 分担せん断力

5. まとめ

- (1) 今回の実験では供試体を1体しか作製出来なかったので、高強度ポリアセタール繊維シートが補強剤として使用出来る可能性があるのかどうかは詳しく立証できなかったが、炭素繊維シートやアラミドシートにはない利点として、破断ひずみが大きいため、破断しづらい点は見ることが出来た。
- (2) 3δ を過ぎた地点からシートの付着が取れたが、もし付着が取れなければ、さらなる靱性の向上の可能性が考えられる。

参考文献

- (1) 大橋 考暁：RC橋脚に巻き付けた新繊維の補強効果について、北海道大学卒業論文 1999.3
- (2) 土木学会 鋼構造委員会・構造工学委員会・コンクリート委員会：橋脚等の耐震補強の現状と課題—合成構造化による耐震補強— 1997.6