

RC補強用連続繊維シート定着用治具の提案

遠藤典男^{*1}・野口俊輔^{*2}

Proposition to Jig Fixing on Continuous Sheet to Reinforcement RC

ENDO H Norio and NOGUCHI Syunsuke

Generally, membrane sheets are given to geometrical stiffness as well as their own stiffness by acting tensile stress. Adhering sheets to RC-beam, their stiffness are improved and even if cyclic loads acting on reinforced RC, adhered sheets are maintained execution state by applying Jig of setting tensile stress. Therefore in this research, proposing Jig of setting tensile stress and method of setting tensile stress, and evaluating stress state of setting tensile stress in sheets.

キーワード：長繊維補強，引張応力導入，治具，アラミド繊維シート

1. 緒 論

鉄筋コンクリート表面に高強度のアラミド繊維シートを接着し構造物を補強する手法は，施工が容易かつ耐震補強効果が大きいと，現在橋梁の橋脚，集合住宅の柱部などに対して多くの実績があり，今後も施工数が増大する可能性が大である．一方，RC-T形はりの主桁，あるいは床版などは車輛の通行による繰り返し荷重が作用することになり，この影響により，接着したシートの剥離が生じ，十分な補強効果が継続しないという問題も指摘されている．

一般に薄膜状のシートは引張応力を作用させることにより，シート自身の剛性に加え幾何剛性が付与されることになる．このため，RCへシートを接着するに際して，引張応力を作用させることにより先述の幾何剛性がRCはりに付与されるとともに，引張応力を導入するための治具を導入することにより，繰り返し荷重に対する部材とシートの接着力の向上が期待できる．このため本文では，シートに引張応力を導入するための治具の提案，および引張応力の導入方法に関する提起と，引張応力を導入した際のシートの応力状態を評価するものである．

コンクリートに予め応力を作用させる手法として

は，プレストレストコンクリートが挙げられるが，これははり軸方向に圧縮応力を作用させ，外力の作用により発生する引張応力（曲げモーメントに起因する曲げ応力）が相殺されることで，コンクリートに圧縮応力が作用する部分を多くする，すなわちコンクリートの有効断面積を大きくすることが一般的である．

一方，本文で提起する手法では，はり軸直角方向一周方向へシートを接着すると同時に，シートに引張応力を作用させることから，はりの支配断面力である曲げモーメントより生じる曲げ応力とは独立しており，外力が作用した際にも初期応力が保持されることになる．また，シートに引張応力を導入するための治具を用いることにより，繰り返し荷重による剥離に対する抵抗性も向上すると考えられる．治具に関しては経済性，施工性を鑑み現在一般に流通している簡単な工具であるクランプ（シートの定着に際しては鋼材も使用）とターンバックル（引張応力の導入）とを溶接したものを試作しており，その有効性と問題点について言及している．

2. 使用材料

本研究で使用したアラミド繊維シートは前田工業株式製のCT714であり，その材料特性を表1に示す．ここで，目付け量とは単位面積あたりのシートの重さであり，材質が同一であれば目付け量が大きくなると保障耐力も大きくなる．また，一般に繊維シートの種類は高強度の繊維が織り込まれる方向（1方向シート，2

*1 環境都市工学科准教授

*2 前橋工科大学（平成19年度卒業研究生）

原稿受付 2008年5月20日

方向シート),織り方(グリッド,平織り,3本模写等),繊維の材質,等で大別されるが,本研究では曲げモーメントによる引張応力が発生する方向と予めシートに作用させる引張応力の方向が垂直であることから,2方向アラミド繊維シートを用いた.

次に,シートを巻き付ける際のはりに関しては,本研究の目的がシートに引張応力を導入するための治具の提案,および引張応力の導入方法に関する提起と,引張応力を導入した際のシートの応力状態を評価するものであることから,RC製のはりはいずれ,木材を組み合わせ接着した全長910mm,断面寸法が115mm×180mmのはりを用いた(後述の写真2参照).木材表面は,引張力導入時において,シートが滑らかに移動できるよう,かんなど紙やすりにより十分平滑となるよう仕上げた.また,先述した理由から,シートとはりの接着は行っていないことを付記する.

3. 治具の試作とシートへの引張力の導入

写真1に試作した治具を示す.同写真において,治具左部はターンバックルであり,右部はクランプであり,両者の端部を溶接した.図1に,はりへシートを定着させた状態を示す.定着方法を概説すると,まず,シートを定着長よりもやや長めに裁断した後,クランプにより所定の位置で固定する.この後,同図に示す有孔金属板にターンバックルのフックを掛け,はり断面の両側面からターンバックルの胴部を回転させ,引張力を与えた.

ここで,シートを直接クランプで固定すると,固定した位置においてシートは局部的に引張応力が増大すると考えられるため,図2に示す固定方法を適用した.すなわち,長方形断面(12mm×16mm)を有する金属製の棒にシートを一重に巻いた後,上下両面に金属板(3mm×16mm)を設置した後クランプで固定した.これにより引張応力導入部以外の部分においても,十分引張応力を作用させることが可能となると考えた.

4. 引張応力導入状況の検証

シートの引張応力導入状況を検証するにあたり,まずターンバックルの弾性係数を測定した.これはターンバックルの胴部を回転させシートへ引張力を導入するため,胴部分のヤング係数を算出することによりシートへ作用させる引張力が既知となると考えたためである.ヤング係数の算出は,胴部を長方形断面となるようやすりで形成し断面積を測定した後,ひずみゲージを接着し,フックに荷重を作用させ,ひずみを計測した.荷重増分に伴う応力増分とひずみ増分より,各の増分毎のヤング係数が算出されるが,これらを平

表1 アラミド繊維シートの物理的特性

構造	2方向平織り
保障耐力	100 (kN/m)
目付け量	180 (g/m ²)
引張弾性係数	2060 (N/mm ²)
設計厚さ	0.062 (mm)

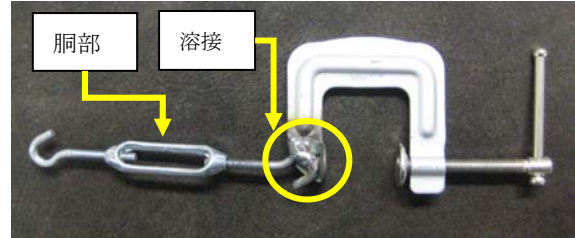


写真1 試作した治具

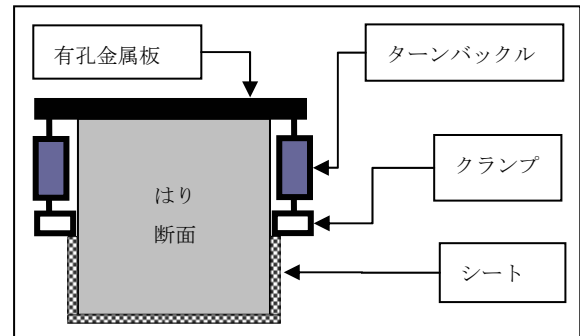


図1 治具によるシートの定着

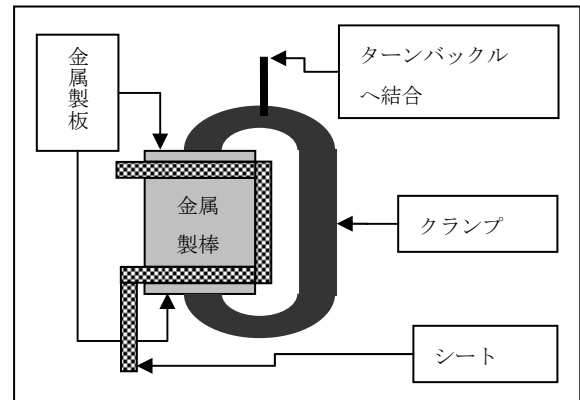


図2 クランプによるシート固定の詳細



写真2 治具によるシートの定着状態

均した値を、ターンバックルのヤング係数として使用した。上述の実験で得られたターンバックルの胴部のヤング係数は $3.75 \times 10^7 \text{N/mm}^2$ となった。

図3にターンバックルの応力と、シートの引張応力の関係を示す。ここで、シートのひずみは、治具を設置した断面と同一断面において、はり底部に接着したゲージによりひずみを計測した。ターンバックルの応力は先に得られた胴部のヤング係数と測定したひずみの積により算出し、またシートの引張応力は表1に示すアラミド繊維シートの引張弾性係数とシートに接着し計測したひずみの積により算出した。

ターンバックルに作用させた応力が 60N/mm^2 程度までの低応力状態においては、ターンバックルの応力の 150%~200%程度の応力がシートに作用しているのに対し、 60N/mm^2 を超えるとシートに作用する応力は 70N/mm^2 程度で最大となり、以降の応力増加はなかった。これは、写真2に示すように、ターンバックルにより大きな引張力を作用させることにより、はり上部の有孔金属板に弾性変形（曲げ変形）を生じてしまったことが要因である。すなわち金属板の曲げ耐力がシートの引張強度に比し小さく、金属板のフックを掛けた両端の孔の間隔が、はりの幅よりも広いため、はり断面の端部を支点に曲げ変形が生じてしまったことにより、シートに引張力が伝達しなかったためである。したがって、今後はり上部の金属板と治具の固定部の間隔をはりの幅と同一にする必要があり、また各々の固定部をより堅固なものにする必要がある。

図4はターンバックルの引張応力とはり底部のシートのひずみの関係である。シートを固定する治具との間においても十分に引張応力が作用しているかを検証するため、治具を設置した同一断面におけるシートのひずみを測定したゲージ1と、治具と治具の中間のシートのひずみを測定したゲージ2を比較した。写真4にシートに接着したひずみゲージと治具の設置場所を示す。同写真中のゲージ1とゲージ2の間隔は 50mm であり、治具と治具の間隔は 100mm とした。本実験では治具設置間隔が 100mm と小さいため、引張力が小さい間は治具の中間のゲージ2のひずみのほうが、引張力を作用させる2つの治具の影響を受け大きなひずみ、すなわち大きな引張応力が作用した。引張応力が約 45N/mm^2 程度を超えると、治具と同一断面のゲージ1のひずみのほうが大きくなり、同一断面上に配置した治具による引張力の影響が大きくなる。引張応力が 60N/mm^2 を超えると、ゲージ1, 2のひずみとも減少しており、前述した金属板の曲げ変形の影響と考えられる。

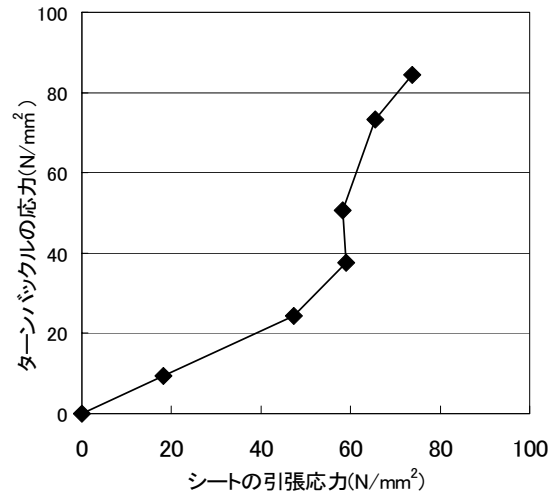


図3 ターンバックルとシートの応力



写真3 はり上部の有孔金属板の変形（曲げ変形）状態

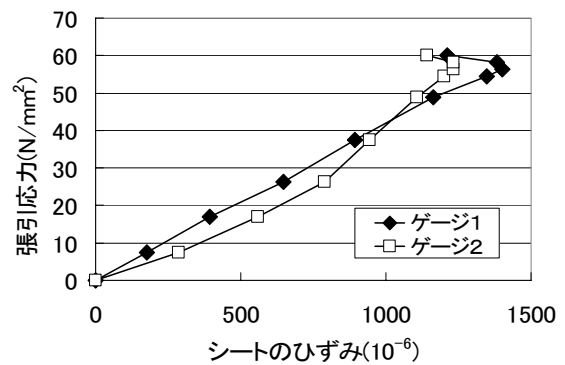


図4 シートの応力-ひずみ関係

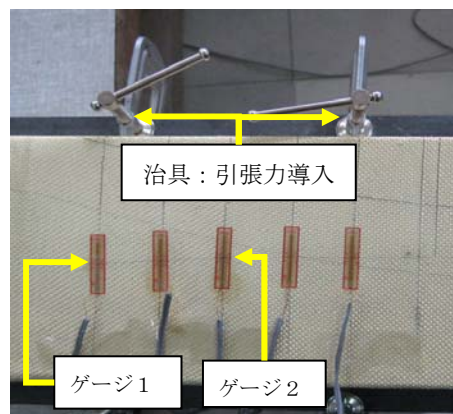


写真4 シートへのひずみゲージ接着状態

5. 結 論

今回提案した治具とシートの固定方法により、治具と同一面内のシート、および治具と治具の中間のシートにおいても十分な引張力を作用させることができた。シートへ導入する引張応力の大きさに関しては、既往の研究成果より $20 \sim 30 \text{ N/mm}^2$ を想定しており、本文で検証したシートの引張応力の範囲においては治具の溶接部、治具とシートの固定部ともに不具合はなかった。一方、断面上部において設定した金属板に関しては、はりの断面形状、金属板と治具の固定方法など、種々改良する必要があることがわかった。なお、本文では触れていないが、シートへの引張力導入に起因し発生するコンクリートのフープ応力、およびフープ応力と曲げ応力の合成応力に対しては未検討なため、今後の課題としたい。

参 考 文 献

- 1) 中田，山川，森下，舛田：緊張アラミド繊維ベルトを用いた拘束コンクリート柱の圧縮性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.2，pp.127-132，(2003.6)
- 2) 栗橋，岸，三上，張：引張剛性の等しい各種 FRP シートを接着した RC 梁の曲げ耐荷性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No2，pp.1429-1434，(2002.6)
- 3) 遠藤典男，良川一斗：周方向応力作用下の RC ばりの破壊挙動に関する考察，長野工業高等専門学校紀要，第 41 号，pp.27-30 (2007.6)
- 4) 張，岸，三上，小室：下縁かぶり厚さの異なる FRP シート曲げ補強 RC 梁の耐荷性状に関する数値解析，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No2，pp.1795-1800，(2003.6)