

載荷履歴を有する RC 梁の AFRP シート緊張接着曲げ補強後の静載荷実験

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○青坂 真也
 三井住友建設（株） フェロー 三上 浩

室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介
 室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光
 室蘭工業大学大学院 学生会員 AbdelAziz M.Aly

1. はじめに

本研究では、既設 RC 構造物における AFRP シート緊張接着工法の確立を目的に、事前載荷を行いひび割れや残留変位等の損傷を与えた RC 梁を対象に、AFRP シート緊張接着による曲げ補強効果が無補強および無緊張 AFRP シート曲げ補強の場合と比較する形で検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

表－1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は、無補強試験体の他、事前載荷レベルが異なる 2 種類の RC 梁に対し、AFRP シートを無緊張および緊張接着した全 5 体である。表中、試験体名の第 1 項目の英文字 L に付随する数値は事前載荷レベルを示し、第 2 項目の英文字 T に付随する数値は AFRP シート（保証耐力 1,176 kN/m）に対する目標導入緊張率（%）を示している。本研究では事前載荷をそれぞれ主鉄筋降伏時（レベル 1）および主鉄筋降伏時と終局時（上縁コンクリート圧壊）の中間変位時点まで載荷する（レベル 2）を設定した。

図－1 には、本実験に用いた試験体の形状寸法、配筋状況および補強概要を示している。

緊張接着用シートの接着は、まず樹脂を含浸・硬化させた AFRP シートに油圧ジャッキを用いて緊張力を導入

表－1 試験体一覧

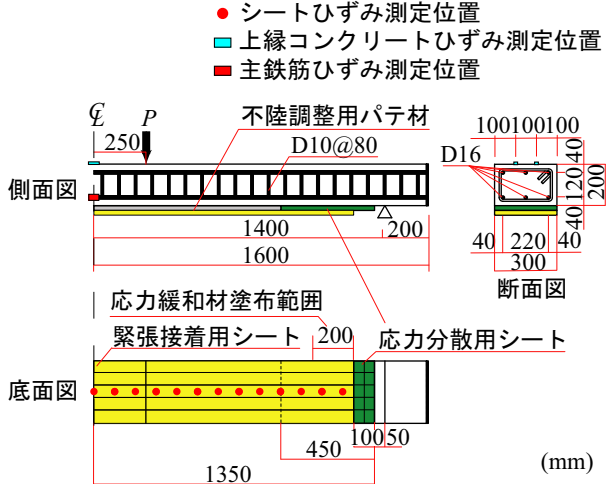
試験体名	事前載荷レベル	目標導入緊張率*	実測導入緊張率*	実測初期導入ひずみ(μ)
N	-	無補強	-	-
L1-T0	レベル 1	0 %	0 %	0
L1-T40		40 % (141)	36.5% (129)	6,205
L2-T0	レベル 2	0 %	0 %	0
L2-T40		40 % (141)	39.6% (140)	6,732

* () 内は導入緊張力 (kN)

表－2 AFRP シートの力学的特性値 (公称値)

繊維目付量 (g/m ²)	保証耐力 (kN/m)	厚さ (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	破断ひずみ (%)
830*	1,176	0.572	2.06	118	1.75
435/435**	588/588	0.286/0.286			

*: 緊張接着用シート **: 応力分散用シート



図－1 試験体の形状寸法、配筋状況および補強概要

表－3 事前載荷時における実験結果

試験体名	変位 (mm)	主鉄筋ひずみ (μ)	上縁コンクリートひずみ (μ)
L1-T0	2.6	312	-118
L1-T40	2.2	285	-75
L2-T0	13.8	7,664	-1,081
L2-T40	13.7	2,256	-1,048

した状態で RC 梁に接着し、樹脂硬化後にジャッキを解放して梁に緊張力を導入する形で行った。ジャッキ解放時に緊張接着用シート両端部に生じる応力集中を梁軸方向のみならず梁幅方向にも分散させるため無緊張の 2 方向 AFRP シート（応力分散用シート）を緊張接着用シート端部周辺のコンクリート面に接着し、かつ導入時の応力勾配を緩和するために応力緩和材を接着樹脂の代替として用いることとした。

表－2 には AFRP シートの力学的特性値を示している。また、実験時のコンクリートの圧縮強度は 31.6 MPa、主鉄筋の降伏強度は 392 MPa であった。

3. 実験結果および考察

3.1 事前載荷時における実験結果

表－3 には、事前載荷における除荷後の実験結果を一覧にして示している。表より、事前載荷レベル 2 の変位、各ひずみは、事前載荷レベル 1 の結果よりも全般的に大

キーワード：載荷履歴、AFRP シート、緊張接着、曲げ剛性

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 工学研究科 くらし環境系領域 TEL 0143-46-5226 FAX 0143-46-5227

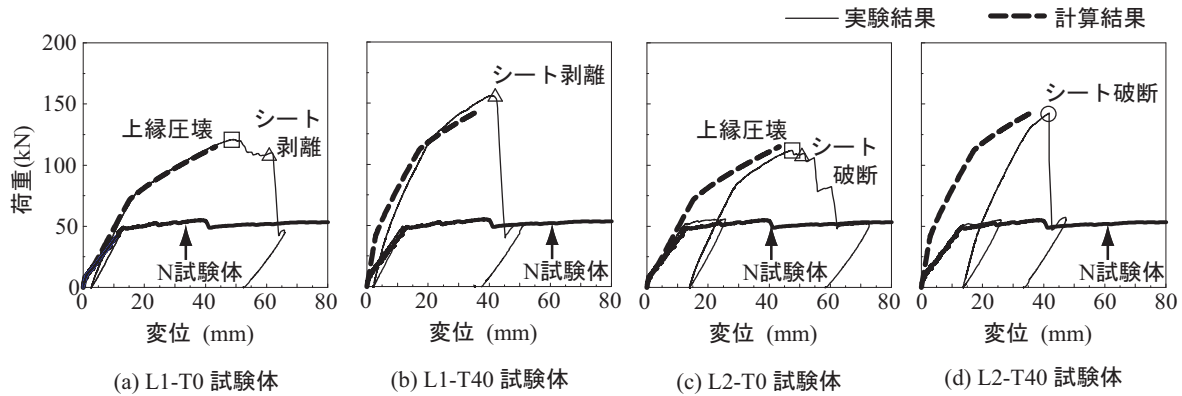


図-2 各試験体の荷重-変位関係

きいことが分かる。特に、主鉄筋の残留ひずみは降伏ひずみ ($1,960 \mu$) を上回り、上縁コンクリートには $1,000 \mu$ 程度の圧縮ひずみが残留している。

3.2 荷重-変位関係

図-2には、事前荷重および補強後の荷重時における各補強試験体の荷重-変位関係を事前荷重時の残留変位を考慮する形で、無補強試験体の結果と比較して示している。また、補強試験体に関する計算結果も併せて示している。計算結果は、コンクリート標準示方書に準拠して断面分割法により算出したものである。なお、計算には事前荷重の影響を考慮していない。図より、事前荷重レベルによらずシート補強によってRC梁の曲げ剛性、降伏および最大荷重が向上していることが分かる。また、これらの効果は緊張接着した試験体においてより顕著に示されている。補強試験体の実験結果を計算結果と比較すると、初期勾配、ひび割れ発生後の勾配(第2勾配)および主鉄筋降伏後の勾配(第3勾配)がほぼ対応していることが分かる。

3.3 緊張接着用シートの軸方向ひずみ分布

図-3には、計算終局変位時における緊張接着用シートの軸方向ひずみ分布の実験結果を計算結果と比較して示している。なお、初期導入ひずみは考慮していない。計算結果は、シートとコンクリートの完全付着を仮定して算出した断面分割法の結果に基づいて求めている。なお、実験結果の終局変位が計算結果よりも小さい場合には、実測終局変位時の結果を用いて比較している。

図より、L1-T0試験体、L2-T40試験体において実験結果は計算結果とほぼ対応していることが分かる。このことより、事前荷重レベルや緊張力導入の有無によらずAFRPシートとコンクリートの付着は、終局時まで十分に確保されていることが明らかになった。

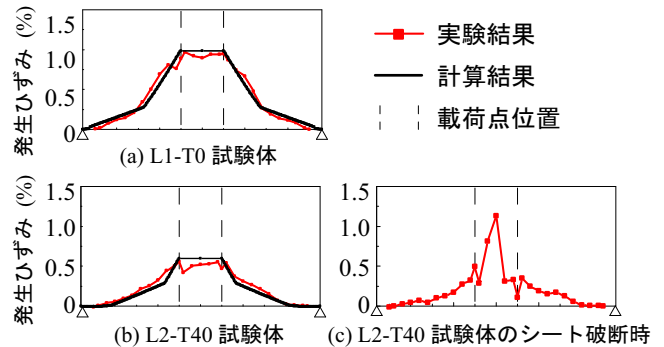


図-3 終局変位時における緊張接着用シートの軸方向ひずみ分布性状

なお、L2-T40試験体では終局時において等曲げ区間のひずみが $5,000 \mu$ (初期導入ひずみを加えると $12,000 \mu$) 程度であるにもかかわらず、シート破断に至っている。これは、図-3(c)に示しているように、最大荷重到達直後において等曲げ区間に局所的に大きなひずみが発生していることから、事前荷重時に発生したひび割れがシートの破断に影響を及ぼしているものと推察される。

4. まとめ

- 1) AFRPシートをRC梁下面に緊張接着することにより、荷重履歴を有するRC梁の曲げ剛性を大きく改善可能である。また、曲げ剛性の改善効果は、事前荷重レベルによらずほぼ同様である。
- 2) RC梁に大きな残留変位が発生する荷重履歴を与えた場合においても、緊張接着用シートとコンクリートの付着は終局時まで十分に確保されている。
- 3) AFRPシートが無緊張の場合には、事前荷重時に生じた上縁コンクリートの残留ひずみの影響により、早期に圧縮破壊を生じる傾向にある。一方、緊張接着することで、事前荷重時に生じたひび割れの開口や発生が抑制され、圧縮の残留ひずみも軽減される。