

損傷を受けた RC 梁の AFRP シート曲げ補強効果に関する数値解析的検討

苦小牧市役所
室蘭工業大学大学院

正会員
正会員

○西鳥羽侑一
小室 雅人

室蘭工業大学大学院
室蘭工業大学大学院

フェロー
正会員

岸 徳光
栗橋 祐介

1. はじめに

FRP シート補強に関する研究事例の多くは、実験、数値解析に関わらず、新設の構造物を対象に検討している。そのため、本来シート補強を対象としている損傷した RC 部材への補強効果を適切に評価することは難しい。このような観点から、本研究では損傷を有する RC 梁に AFRP シート(以下、シート)曲げ補強を施した場合のシート補強効果を適切に評価可能な数値解析手法を確立するための検討を行った。

2. 解析概要

2.1 試験体概要

表-1 には、本数値解析の対象である鉄筋径、シート層数、事前载荷レベルがそれぞれ異なる全 12 ケースの試験体一覧を示している。事前载荷レベルは、レベル 0 で载荷なし、レベル 1 では主鉄筋降伏までの载荷、レベル 2 では残留変位が 10 mm 程度となるように载荷を行った。図-1 には、試験体の寸法図を示す。なお、試験体のコンクリート強度は、29.5 MPa である。また、本研究に用いたシートは目付量が 415 g/m² の一方向シートである。

2.2 解析モデル

図-2 には、数値解析に用いた要素分割を示している。数値解析は、試験体の対称性を考慮した 1/4 モデルを用いて行った。鉄筋等の配置状況は実験と同様としている。また、接触面要素の配置およびモデル化は、既往の研究成果¹⁾に基づき設定した。

表-1 試験体一覧

試験体名	鉄筋径	シート層数	事前载荷レベル
A-S2L0	D13	2	0
A-S2L1			1
A-S2L2			2
B-S1L0	D16	1	0
B-S1L1			1
B-S1L2			2
B-S2L0		2	0
B-S2L1			1
B-S2L2			2
C-S1L0	D19	1	0
C-S1L1			1
C-S1L2			2

2.3 材料構成則

図-3 には、数値解析に用いたコンクリートの材料構成則を示している。鉄筋は塑性硬化係数 H' を 1 % とした等方弾塑性モデルを、FRP シートについては引張強度に達した時点で破断するモデルを用いている。

3. 数値解析結果

図-4 には、実験結果と数値解析結果の荷重変位関係をシートの終局性状と併せて示している。図から、解析結果の初期剛性や、鉄筋降伏後の剛性勾配は実験結果とほぼ対応していることが分かる。シート層数 1 層の場合において、载荷履歴を有する 4 ケースは、実験の場合には剥離による終局であったのに対して、解析結果は破断により終局に至っている。これは、鉄筋降伏以後の剛性低下部において、実験結果の場合にはコンクリートが上縁が圧壊し、その後シート剥離に至っているのに対して、解析の場合には上縁圧壊状態を適切に再現できていないことによるものと考えられる。従って、提案の解析手法

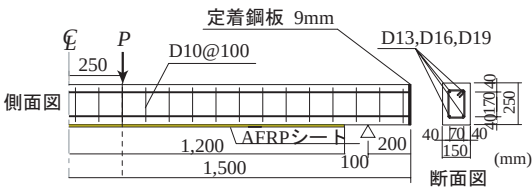


図-1 試験体寸法

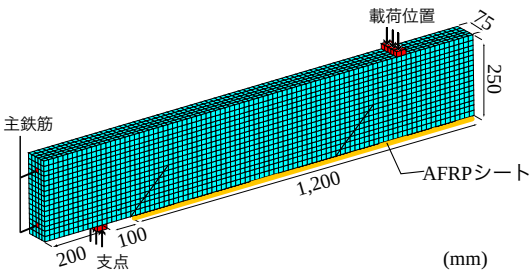


図-2 要素分割状況

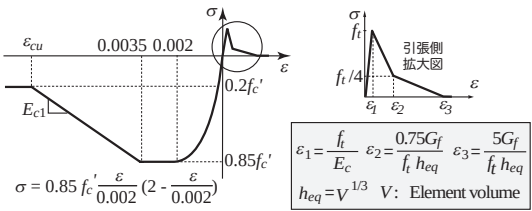


図-3 コンクリート材料構成則

キーワード：RC 梁，FRP シート，3 次元有限要素法解析，非線形数値解析，事前载荷
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 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

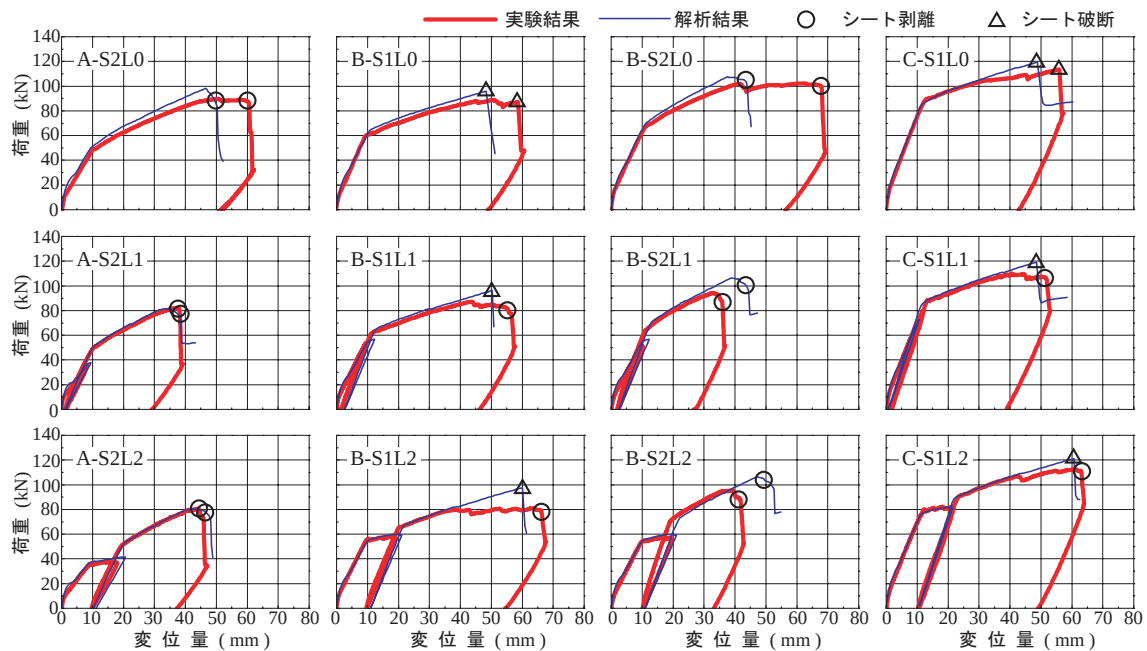
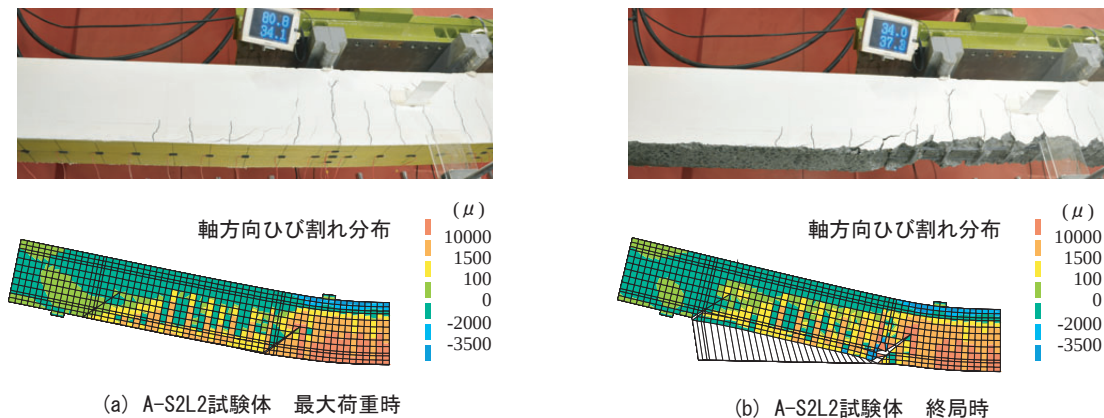


図-4 荷重変位曲線に関する解析および実験結果の比較図



(a) A-S2L2試験体 最大荷重時

(b) A-S2L2試験体 終局時

図-5 A-S2L2 試験体に関する解析および実験結果の比較図

はコンクリートが圧壊に至るまでは適切に再現可能であるものと推察される。シート層数2層の場合は、実験においては、荷重履歴を有する A/B-S2 両試験体は、無損傷の試験体に比べて最大荷重が低下する結果となっている。それに対して数値解析結果は、A-S2 試験体では最大荷重が低下するものの、B-S2 試験体の場合には、最大荷重は低下していないことが分かる。これは、数値解析において、B-S2 試験体では、A-S2 試験体に比べ、主鉄筋の分担する応力割合が大きいことにより、シート剛性の試験体に及ぼす影響は小さくなるためと推察される。

図-5には、A-S2L2 試験体における最大荷重時と終局時における実験時の写真と、解析における軸方向ひずみ分布のコンター図および破壊状況を示している。最大荷重到達時について見ると、数値解析結果は実験結果のひび割れ性状を大略再現していることが見て取れる。また、かぶりコンクリート部に斜めひび割れが発生・開口し、ピーリング作用によってその先端がシートを押し下げ、シート剥離の傾向を示していることも確認できる。終局

時を見てみると、実験時には、ピーリング作用が進展し、シートはコンクリートを引き剥がしながら剥離している状況が見て取れる。数値解析においては、斜めひび割れが最大荷重時に比べより明確に開口し、シートは斜めひび割れ先端部から支点側に向かって剥離していることが分かる。これらのことから、提案の手法を適用することにより、ピーリング作用によるシート剥離に至る過程を大略再現可能であるといえる。

4. まとめ

本提案の数値解析手法を用いることによって、損傷を有している AFRP シート曲げ補強 RC 梁に AFRP シート曲げ補強を施した場合の最大耐力や破壊挙動等を概ね再現し評価可能であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 張 広鋒, 岸 徳光, 三上 浩: 離散ひび割れ配置モデルの FRP シート曲げ補強 RC 梁に関する数値解析への適用性, 構造工学論文集, 土木学会, 51A, 2005.3, 1037-1048