

側面接着されたAFRPシート曲げ補強RC梁の耐荷性状に関する数値解析

室蘭工業大学 学生員 ○山田 真司
室蘭工業大学 学生員 張 広鋒

室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
室蘭工業大学 正 員 小室 雅人

1. はじめに

本研究では、側面接着されたアラミド繊維シート (AFRPs) 曲げ補強 RC 梁の耐荷性状や破壊挙動を適切に評価可能な解析手法を検討することを目的として、著者らが過去に提案した解析手法¹⁾に基づき、曲げ補強シートの剥離を制御するために側面に接着されたAFRPsの接着高さの異なるAFRPシート曲げ補強RC梁に関する3次元弾塑性解析を試み、実験結果と比較することによりその妥当性について検討を行った。

2. 試験体概要

試験体は側面接着高さのみを変化させた全4体であり、試験体名は側面貼りを示すSと側面接着高さ (mm) を用いてS0/40/90/120とした。図-1には、試験体の概要図をS90試験体を例に示している。各試験体には、底面に目付量415 g/m²、幅130 mmのAFRPsを梁中央部から左右にそれぞれ1,271 mmの範囲に2層貼り付けている。側面には目付量200 g/m²のシート1層を等せん断力区間の載荷点から長さ771 mmの範囲に貼り付けている。表-1および表-2には、それぞれ実験時に実施した各材料の力学的特性値を一覧にして示している。

3. 数値解析モデル

図-2には、要素分割図の一例として、S0試験体に関する要素分割状況を示している。解析モデルは、RC梁の対称性を考慮してスパンおよび断面方向に2等分した1/4モデルである。また、全試験体の側面接着シートを除いた部分の要素分割状況は便宜的にS0試験体と同様とし、

側面接着シートは図中の灰色部にそれぞれ所定の高さまで配置している。

4. 材料構成則および接触面要素に適用したモデル

コンクリートの構成則は、圧縮側に対しては、材料試験結果から得られた圧縮強度 f'_c を用い、3,500 μ までは土木学会コンクリート標準示方書に基づいて定式化し、3,500 μ 以後は初期弾性係数の1/20倍で0.2 f'_c まで線形軟化するモデルとした。一方、引張側に関しては線形軟化モデルを適用している。鉄筋要素には塑性硬化係数を考慮した弾塑性体モデルを適用した。また、AFRPsには引張強度に達した時点で破断したと見なされるモデルを適用している¹⁾。

本数値解析では、過去の研究¹⁾と同様、予めコンクリート部、コンクリート-鉄筋間、コンクリート-底面シート間にそれぞれDiscrete Crackingモデル、Bond-slipモデル、剥離モデルの3種類の応力-相対変位関係を配置し、

表-1 コンクリートおよび鉄筋の力学的特性値一覧

材料	圧縮強度 f'_c (MPa)	引張強度 f_t (MPa)	降伏強度 f_y (MPa)	弾性係数 E (GPa)	ポアソン比 ν
コンクリート	34.3	2.67	-	29.0	0.2
鉄筋	-	-	362	206	0.3

表-2 AFRPsの力学的特性値（公称値）

繊維目付量 (g/m ²)	厚さ t_f (mm)	引張強度 σ_f (GPa)	弾性係数 E_f (GPa)	破断歪 (%)
200	0.138	2.06	118	1.75
415	0.286			

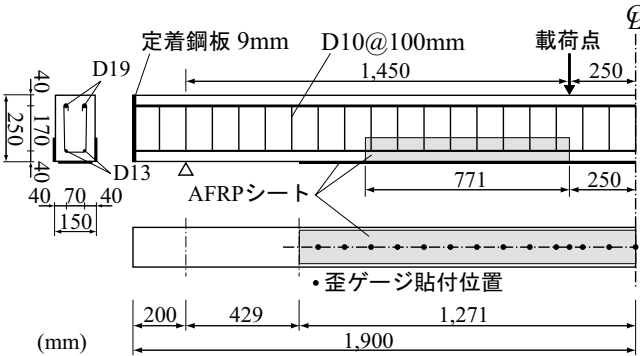


図-1 試験体の概要図の一例 (S90 試験体)

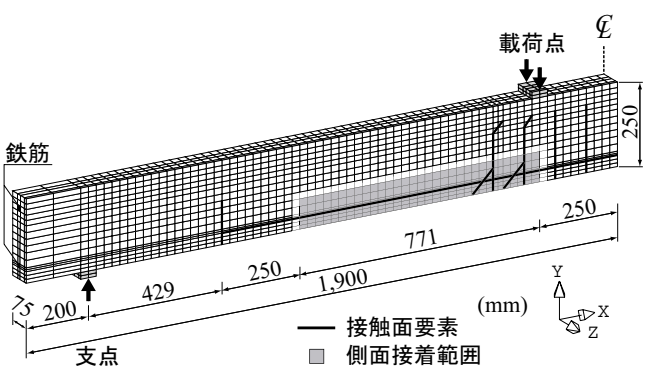
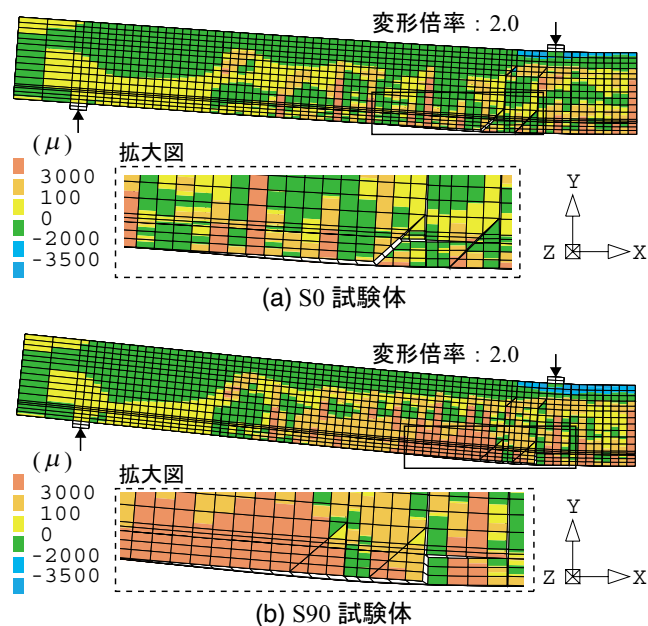


図-2 要素分割図の一例 (S0 試験体)

キーワード：RC 梁, FPR シート, 側面接着, 耐荷性状, 非線形解析

連絡先：〒 050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227



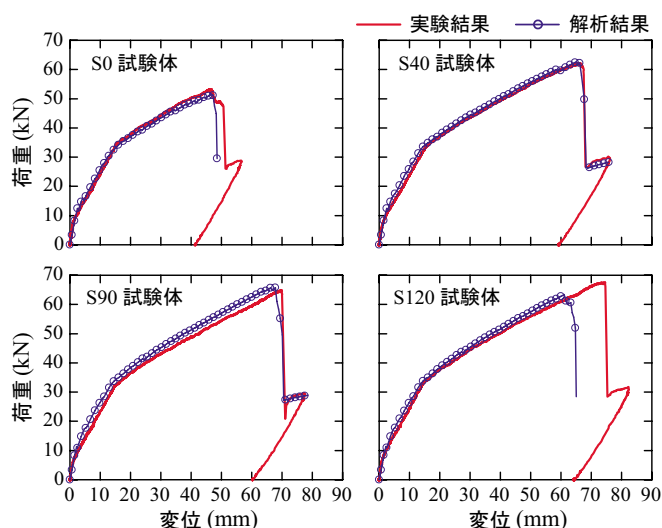
図－3 軸方向歪分布および変形図

ひび割れの開口，主鉄筋のすべりおよびシートの剥離をモデル化している．なお，側面接着シートとコンクリート間にも接触面要素を配置し，剥離モデルを適用することにより，側面シートの剥離を再現している．

5. 数値解析結果および考察

図－3には，一例として S0 試験体と S90 試験体に関する解析結果のシート全面剥離直前における変形状況およびコンクリートの軸方向歪コンター図を示している．(a) 図の S0 試験体の結果より，斜めひび割れ先端部からピーリング作用によってシートの剥離が開始し，支点側に向かって進行している状況が分かる．なお，実験時においても類似した挙動を確認している．(b) 図の S90 試験体に関しては，実験・解析結果とも，明瞭な斜めひび割れが現れず，等せん断力区間の荷重点近傍における曲げ離散ひび割れが大きく開口し，せん断力の作用によってその部分が下方に押し出されることに伴うピーリング作用によって，シート剥離が発生している様子が見られる．S40 試験体と S120 試験体に関しても，実験結果と解析結果が大略同様の挙動を示していることから，解析結果は実験結果を大略再現可能であるものと考えられる．

図－4には，各試験体における荷重－変位関係に関する解析結果を実験結果と比較して示している．側面接着なしの S0 試験体や側面接着ありの S40/S90 試験体に関する比較図より，解析結果は荷重初期から曲げ補強シートの全面剥離によって終局に至るまで実験結果とよく一致していることが分かる．一方，S120 試験体に関しては，解析結果は実験結果を下回った状態で終局に至っていることが分かる．これは，実験時には一方向シートを梁高



図－4 荷重－変位関係

さ方向に貼り付けているために，側面接着範囲内における曲げひび割れの発生が著しくは抑制されていないのに対して，数値解析ではシートを等方材料と仮定していること，および，他の試験体と比較してシートの補強高さが高いことから，等せん断力区間におけるひび割れの分散が抑制され，実験結果以上に離散ひび割れ部にひび割れが集中し，ピーリングによるシート剥離が早期に発生したものと推察される．

また，S0 試験体と側面接着を有する他の 3 試験体と比較すると，側面接着することによって最大荷重および最大荷重時変位が大きくなる傾向にあり，側面接着シートの剥離抑制効果が期待できることが数値解析的にも確認できた．

6. まとめ

- (1) 本研究で提案した解析手法を用いることにより，側面に接着した AFRPs の接着高さにかかわらず，実験結果の荷重－変位関係およびシートの剥離挙動を大略再現可能であるものと考えられる．
- (2) 本研究の範囲内では，AFRPs を側面接着することにより，曲げ補強シートのみを接着する場合よりも最大荷重や最大荷重時変位が向上し，側面接着した AFRPs の剥離抑制効果が期待できることが数値解析的にも明らかになった．
- (3) しかしながら，より適切に実験結果を再現するためには，解析において AFRPs を異方材料として取り扱うべきであるものと考えられる．

参考文献

- 1) 岸 徳光，三上 浩，張 広鋒：FRP シート曲げ補強 RC 梁に関するシートの剥離挙動解析，土木学会論文集，No.725 / V-58, pp.255 - 272, 2003