

連続繊維シート緊張接着による RC 梁の補強解析

信州大学工学部 学生会員 ○高柳昌虎
 信州大学工学部 正会員 大上俊之
 信州大学工学部 正会員 小山 茂

1. はじめに

近年、既存の土木構造物が老朽化により劣化し始め、各自治体で深刻な問題となっている。老朽化する土木構造物の全てを再建するには膨大な費用と期間が必要であるため、既存の構造物に補修・補強を実施し、長寿命化させることが社会的ニーズとなっている。

様々な要因により耐力、剛性が不足した鉄筋コンクリート（RC）部材に対する補強工法としては、コンクリート増し打ち、鋼板貼り付け、連続繊維シート等の接着工法が有効とされており、施工実績も多い。しかしながら、鋼板巻立てや RC 巻立て施工は、重機を使用し、長期間の工事が必要とされる。一方、連続繊維シートによる補強方法は、鋼材の加工や組み立て時間を省略でき、コストや工期の大幅な削減が可能となる特徴を有している。

一般的な連続繊維（FRP）シートの引張強度は、異形鋼棒の降伏強度よりも 5～10 倍程度大きく、弾性係数は異形棒鋼と同程度である。このような FRP シートの高い能力を活かすために FRP シートに緊張力を与えた状態で接着する方法（緊張接着工法）があり、一部で実用化されている。

本研究では、RC 梁を対象に炭素繊維（CFRP）シートを用いた緊張接着工法について、曲げが卓越する曲げ破壊型モデル、せん断が卓越するせん断破壊型モデルの 2 種類のモデルに対して、汎用有限要素解析プログラム ANSYS を用いて弾塑性解析を実施し、補強効果について検討する。

2. 解析モデル

図 1 に曲げ破壊型の連続繊維シート接着の補強モデル、図 2 に曲げ破壊型モデルの補強を施さない場合の亀裂分布を示す。コンクリートには 8 節点 3 次元ソリッド要素、繊維シートには 4 節点シェル要素を、主鉄筋に関しては、埋め込み鉄筋要素を用いてモデル化している。表 1 にモデルの材料定数を示す。

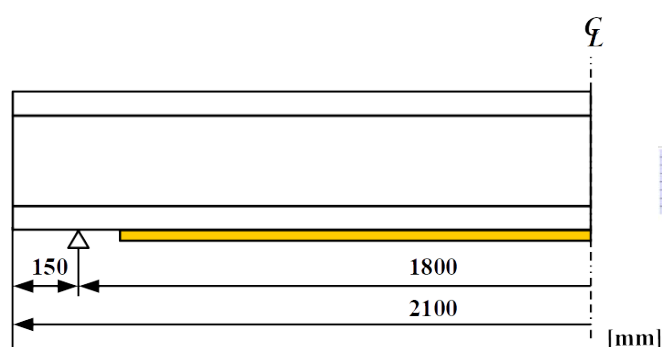


図 1 曲げ破壊型解析モデル

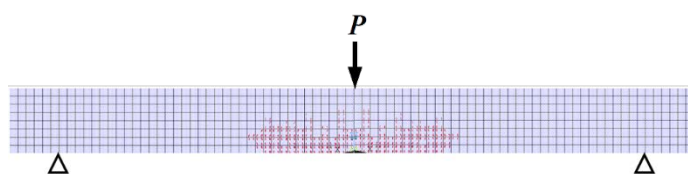


図 2 亀裂分布（曲げ破壊型モデル）

表 1 材料特性

材料	特性	特性値
コンクリート	弾性係数[GPa]	25.4
	圧縮強度[MPa]	30.2
鉄筋	弾性係数[GPa]	210.0
	引張強度[GPa]	0.42
繊維シート	弾性係数[GPa]	230.0
	引張強度[GPa]	3.2

解析は2ステップに分けて行い、第1ステップで緊張力の導入、第2ステップで梁中央に荷重を与え載荷を行った(図3参照)。緊張力の大きさはCFRPシートの引張強度の1/3の値を緊張力として、シート端部に梁軸圧縮方向への力を与えることで再現した。緊張力導入後のスパン中央部のコンクリート内部に発生した応力分布を図4に示す。梁断面下縁に圧縮応力、断面上縁に引張応力が発生しており緊張力がRC梁へ伝達しているのが確認できる。対称性より梁軸方向の1/2領域について、3点曲げ載荷による解析を行った。

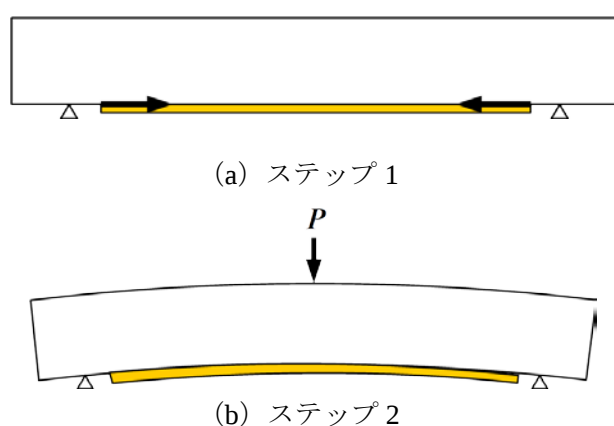


図3 解析の流れ

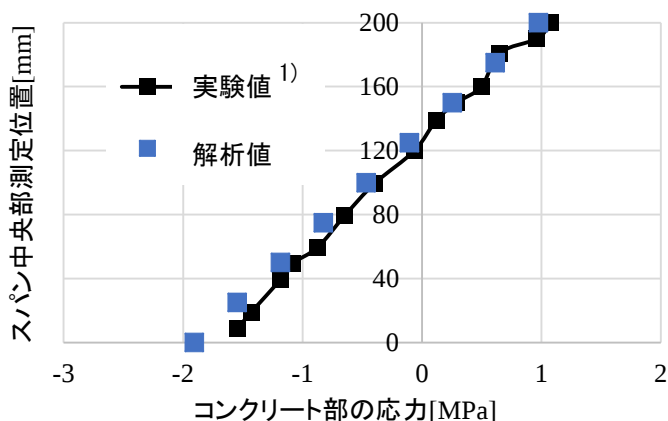


図4 コンクリート内部の応力分布

4. 解析結果

曲げ破壊モデルに対して底面にシートを貼付して補強した場合の載荷点での荷重－鉛直変位曲線を図5に示す。緊張力を作用させた場合(緊張梁)、作用させない場合(無緊張梁)及び無補強の3つのモデルにおける解析を実施した。無補強の場合と比べて無緊張梁、緊張梁ともに耐荷力の向上及び変位の抑制が確認できる。緊張梁は無緊張梁に比べて変位抑制の効果がより大きく確認できる。繊維シートの長さを変えた場合の補強効果の違いや他の補強パターン、せん断破壊型の梁に対する補強効果の解析結果については当日発表する予定である。

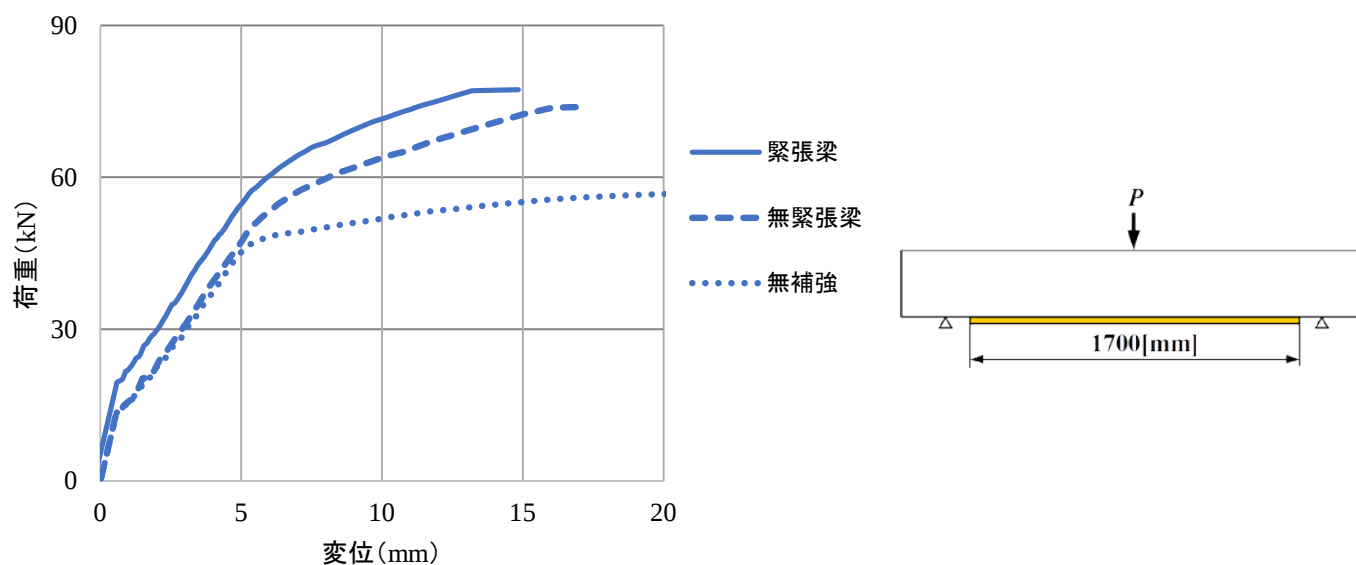


図5 荷重－鉛直変位曲線

参考文献

1) 呉 智深, 松崎智優, 福沢公夫, 神田 健: CFRPシート緊張接着による鉄筋コンクリート曲げ部材の補強効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 No. 641/V-46, 153-165, 2000.2