

炭素繊維シートで補強した RC 梁の非線形解析

武蔵工業大学 学生会員 大熊 正人
 武蔵工業大学 青戸 拓起
 武蔵工業大学 学生会員 中塚 博元
 武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道

1. はじめに

本研究は、炭素繊維シートで補強された RC 梁を対象として、荷重実験および材料非線形解析結果を行い、その解析結果と比較検討を行う。材料非線形解析には、ファイバー要素を用い、材料非線形挙動を詳細に考慮する。

2. 解析対象

解析対象を表 1 及び図 1 に示す。試験体は、スパン 1800mm、断面 150mm×200mm(下 D13×2, 上 D6×2)、荷点から支点までの距離が 800mm の、2 点荷重試験体である。試験体 F-1 は無補強で、試験体 F-2 は 1 枚、試験体 F-3 は 2 枚、それぞれ炭素繊維シートを試験体下面に接着した。3 体の試験体は、すべて曲げ破壊型となるよう設計した。なお、実験値は、シートの剥離が顕著になり、不安定となった時点で終了とした。

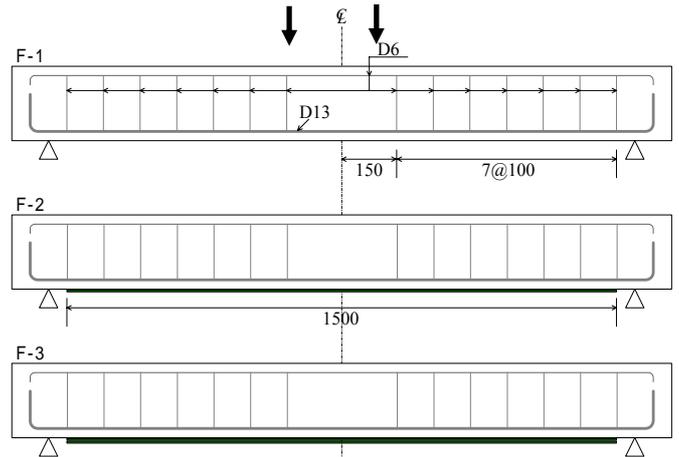


図 1 試験体

3. 解析結果

各試験体の荷重-変位関係を図 2～図 4 に示す。図 3、4 については、炭素繊維シートのひずみ(実験結果)も併せて示している。初期勾配について、すべての試験体において解析値と実験値はよく一致している。試験体 F-1 では、解析値が 8.0kN ほど下回っているが、試験体 F-2 及び試験体 F-3 では、解析値とほぼ同等か、上回る傾向である。また、解析値は、いずれも圧縮コンクリートが終局 ($\epsilon_{cu}=0.0035$) に達している。表 1 に各荷重を整理した。

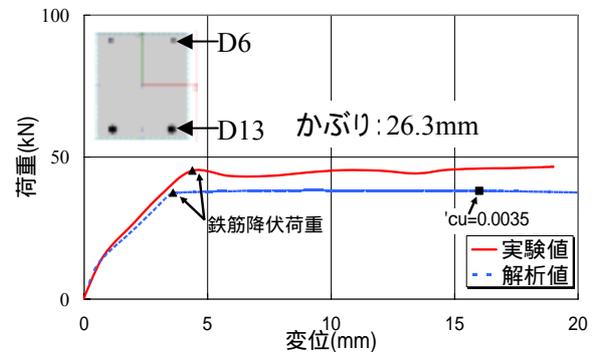


図 2 P- δ 曲線(F-1)

また、試験体 F-2 及び試験体 F-3 について、式(1)より算出したひずみを、図 3、4 に併せて示している。

$$f_f = \sqrt{\frac{2G_f \cdot E_f}{n_f \cdot t_f}} / E_f \tag{1}$$

ここで、 f_f :シート剥離ひずみ t_f :シート 1 枚の厚さ(mm)、 G_f :界面剥離破壊エネルギー(N/mm) n_f :シートの枚数、 E_f :シートのヤング係数(N/mm²)である。そのひずみの荷重(実験値)(シート剥離荷重と定義する)を読み取ると、試験体 F-2 では 56.9kN、試験体 F-3 では 74.2kN となる(表 1)。

表 1 荷重一覧

試験体名		F-1	F-2	F-3
鉄筋降伏荷重(kN)	実験値	45.2	50.1	58.3
	解析値	37.4	43.4	50.9
シート剥離荷重(kN)	実験値	-	56.9	74.2
	解析値	-	59.6	80.0
最大荷重(kN)	実験値	46.7	67.9	83.5
	解析値	38.3	73.7	88.0

荷重変位関係において、このシート剥離荷重を超えると、解析値が実験値を上回る。この傾向は、試験体 F-2、F-3 とともに確認できる。解析値は、常に平面保持を仮定した解析手法から得られた結果であるが、シート剥離荷重付近までは、その仮定が十分成立しているといえる。また、そのシート

Keywords : 炭素繊維シート 曲げ補強 非線形解析

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学工学部都市工学科 03-3703-3111

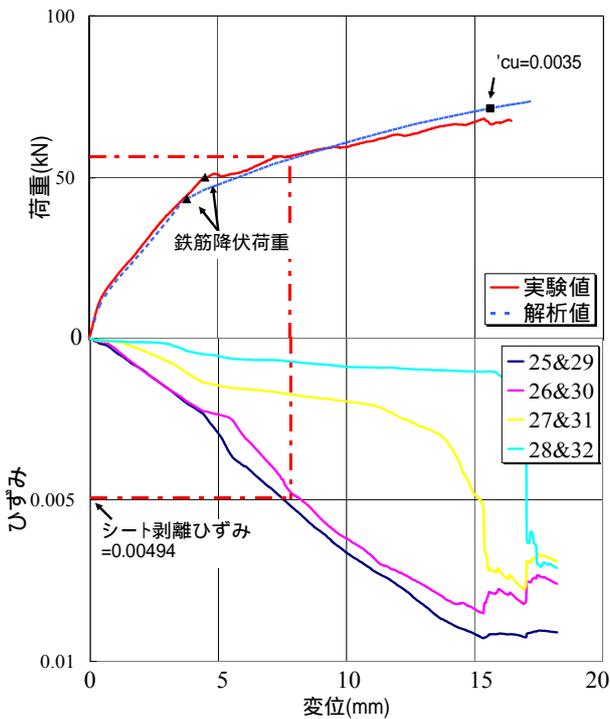


図3 荷重-変位曲線及びひずみ変位曲線(F-2)

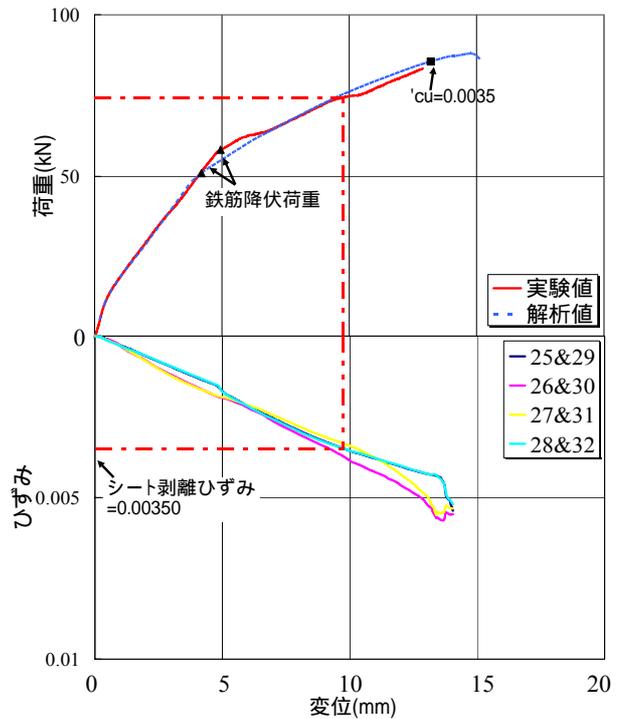


図4 荷重-変位曲線及びひずみ変位曲線(F-3)

剥離荷重を境に、解析値が実験値と乖離し始めているのは、実験でのシート付着強度が適当であったともいえる。

図5に鉄筋降伏荷重について、図6に最大荷重について、実験値と解析値の比較を示す。試験体F-1は解析値の方が小さいが、試験体F-2、F-3は、解析値の方が大きい。実験値に対する比率は、試験体F-1は84.1%、試験体F-2、F-3はそれぞれ108.5%、105.4%となった。実験ではシート剥離後に最大荷重を迎えるが、解析値はシート剥離の影響を考慮せずに解析しているため、実験値を上回る最大荷重が発生したものと考える。なお、解析値の最大荷重は、いずれも圧縮コンクリートが終局($\epsilon'_{cu}=0.0035$)に達した後の、値である。

また、実験値・解析値ともに試験体F-1<試験体F-2<試験体F-3となった。よって、炭素繊維シートの枚数(補強量)が多いほど、終局耐力が向上し、補強効果が確認できた。

4.まとめ

- ・荷重変位関係について、実験値と解析値を比較した。
- ・シート補強された2つの試験体について、シート剥離荷重を算出した。シート剥離荷重に達するまでは、解析値は実験値をよく再現できた。シート剥離荷重を超えると、解析値は実験値を上回る傾向が、両試験体とも確認できた。
- ・補強量が多いほど、終局耐力が向上した。

謝辞: 本研究で用いた炭素繊維シートは、日鉄コンポジット株式会社小林朗氏から提供していただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 株式会社フォーラムエイト: UC-win/F-RAME(3D)電子マニュアル
- 2) 土木学会: 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針, コンクリートライブラリー101, p21-22, 2000
- 3) 坏陽平, 内田俊也: 炭素繊維シート補強によるRC梁の力学的特性, 武蔵工業大学都市基盤工学科平成18年度卒業論文, 2007

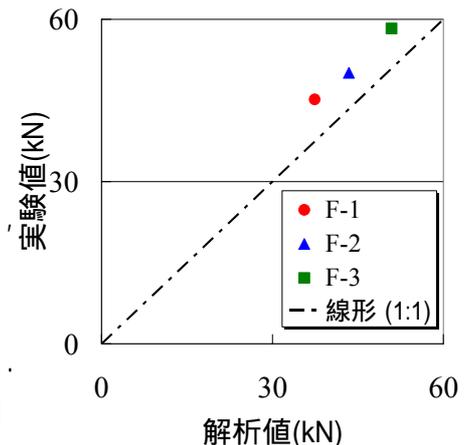


図5 鉄筋降伏荷重

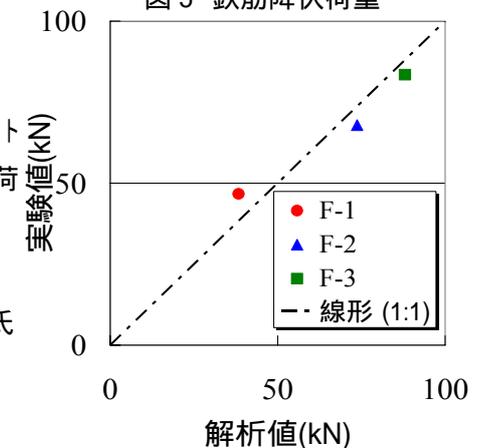


図6 最大荷重