

コンクリートに接着したFRPシートの有効付着長に関する研究

名城大学 学生会員 ○田中 竜蔵, 大嶋 翔志
名城大学 正会員 岩下健太郎

1. 目的

FRPシートをコンクリート表面に接着する補修・補強技術は広く活用されている。FRPシートの接着長（補強長+定着長）を決定するうえでの根拠となる有効付着長については、多くの知見があり、その算定式は種々提案されている。本研究では、3種類のFRPシート（CFRPシート、GFRPシート、BFRPシート（バサルト繊維を使用））を対象として両面付着試験を実施し、代表的な有効付着長の算定式に入力することで、それぞれの算定精度を評価した。

2. FRPシートの有効付着長

FRPシートの有効付着長(L_e)とは、接着されているFRPシートの長手方向に有効に応力を伝達できる長さを意味する。そして、その算定方法としては、FRPシートとコンクリートの付着試験を実施したうえで、1)せん断応力分布図を作成して伝達長を読み取る方法、2)平均付着応力を定義して算定する方法、3)FRPシートの引張弾性率と厚みから算定する方法が代表的である。図1はFRPシートに生じるせん断応力分布図のイメージである。せん断応力はひび割れの近傍において卓越し、ある一定長さ以上離れると急速に小さくなる。吉澤らの研究¹⁾ではひび割れ近傍に生じる全荷重のうち97%の荷重を伝達している部分の長さとして定義している。最大せん断応力が3%となる区間までを有効付着長としている。一方、有効付着長までの範囲でせん断応力を平均化し、矩形に見積もり、その平均応力を 0.45N/mm^2 程度と定めて有効付着長を算定する方法もある。しかし、この手法を用いると、せん断応力分布の形状を誤認してしまうこともあるため、本研究では検討対象としないこととする。その他、FRPシートの断面剛性(引

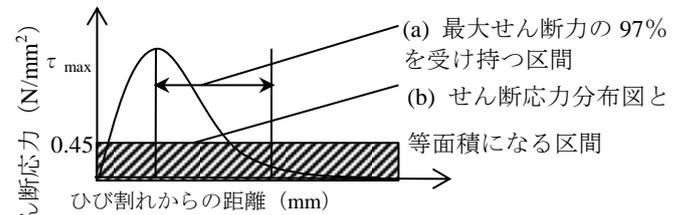


図1 有効付着長のイメージ図

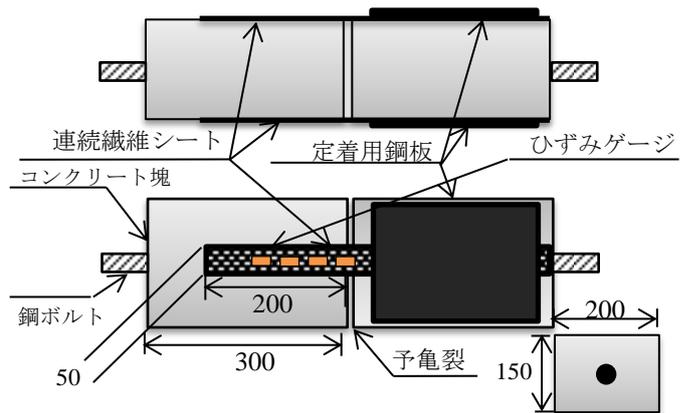


図2 供試体形状寸法

張弾性率×厚み)を用いて算定する手法が提案されている。式(1)、(2)にNakabaら²⁾とNiuら³⁾の提案式をそれぞれ示す。

$$L_e = \frac{1.493 \sqrt{E_{FRP} t_{FRP}}}{f'_c{}^{0.095}} \quad (1)$$

$$L_e = 15 + 5 \times \left(\frac{E_{FRP} t_{FRP}}{25.53} - 1 \right) \quad (2)$$

ここで、 L_e は有効付着長、 E_{FRP} はFRPシートの引張弾性率、 t_{FRP} はシートの厚さ、 f'_c はコンクリートの圧縮強度である。

3. 実験方法

土木学会の指針⁴⁾を参照して行った。ただし、寸法効果を考慮して、コンクリート塊の形状寸法は指針より大きくして行った(図2)。鋼ボルトを通じて引張り力を伝達し、ひび割れを模擬した箇所(予亀裂)にせん断応力が集中し、その近傍でFRPシートの

表1 FRPシート物性値

繊維	種類	目付量	層数	接着幅	シート公称厚さ	引張強度	弾性率	断面剛性	伸び率
CFRP	クロス	200 (g/m ²)	2	50	0.111mm	3400KN	240GPa	26640N・mm	1.5%
GFRP	クロス	50 (g/m ²)	13.5	50	0.27mm	2100KN	73GPa	19710N・mm	3.0%
BFRP	クロス	400 (g/m ²)	2.7	50	0.192mm	2400KN	91GPa	17472N・mm	4.0%

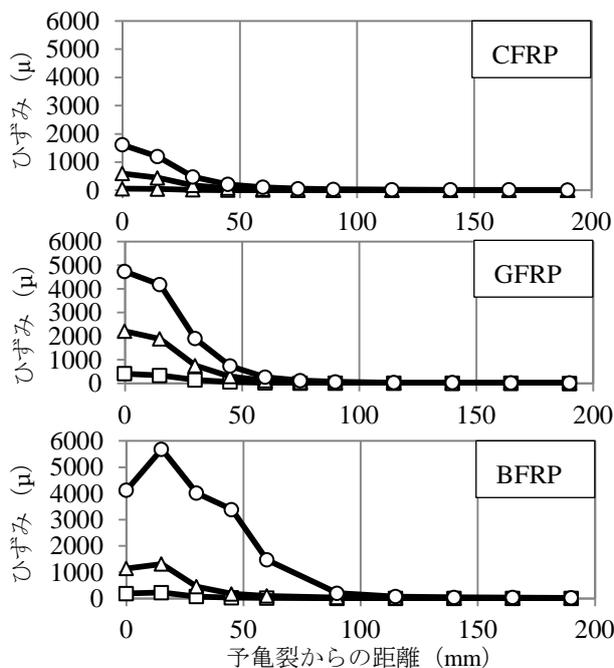


図2 FRPシートのひずみ分布

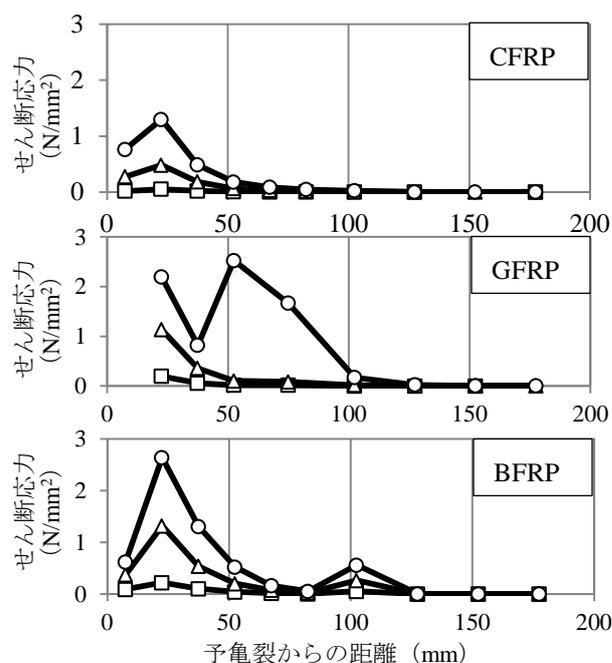


図3 せん断応力分布

剥離が発生する機構となっている。それぞれのFRPシートで目付量が異なるため、積層数を調整して断面剛性がある程度同程度となるようにした。物性値を表1に示す。供試体はコンクリート塊を付け合わせる形であり、表面をディスクサンダーで平らに削り、プライマーを塗布後、12時間程度経過してからFRPシートをエポキシ樹脂で含浸させるとともに、コンクリート塊と接着した。そして、さらに3日養生後にひずみゲージを約15mm間隔で設置し、2000KN万能試験機を用いて実験を行った。

4. 結果と考察

FRPシートの種類ごとにひずみ分布とせん断応力分布を図2、図3に示す。荷重増加に従い予亀裂近傍のひずみが増大し、予亀裂から65mm~80mmの位置ではひずみ、せん断応力ともかなり小さくなっている。実験はFRPシートの幅方向に偏心したためと考えられる早期破断で終了したため、それまでのひずみ分布について取り纏めた。せん断応力の算出にあたっては、計測した分布ひずみにより各計測点間のひずみ差($\Delta\epsilon$)を求め、FRPシートの引張弾性率と厚みを乗じてせん断応力を算出した。図3から最大せん断応力の97%を受け持つ長さを目算するとともに、式(1)、(2)により算定した L_e を図4に示す。実験値から目算した L_e と算定した値を比較して、いずれの算定値も実験値より1.7倍から2.5倍大きい値である。有効付着長は補強設計時のFRPシ

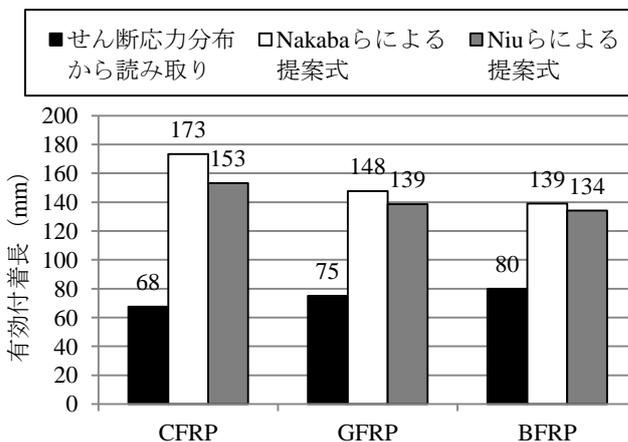


図4 有効付着長の比較

ートの定着長を決めるうえでの基準となるものである。よって、前述の提案式による算定値は、実際の1.7~2.5倍安全側に評価していることがわかった。

5. まとめ

本研究で取り扱った物性の異なる3種類のFRPシートについて、有効付着長を既存の提案式である程度評価できるが、実際の1.7~2.5倍安全側に評価していることがわかった。

参考文献

- 1) 吉澤他, 連続繊維シートとコンクリートの付着挙動に関する検討, 土木学会論文集, No.662/V-49, 105-119, 2000
- 2) K. Nakaba et. al., ACI Structural Journal, V. 98, No. 3, pp. 359-367, 2001.
- 3) H. Niu et. al., Journal of Structure Engineering Vol.46
- 4) 土木学会, コンクリートライブラリー101, 2000