

加圧を受ける連続繊維シートとコンクリートの付着力に対する目付量の効果

Effect of the bond strength by unit weight of continuou fiber sheet with applying pressure

北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 ○学生員 栗田幸治 (Koji Kurita)
 北海道大学工学部土木工学科 岡野裕樹 (Hiroki Okano)
 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 正員 志村和紀 (Kazunori Shimura)
 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 正員 堀口 敬 (Takashi Horiguchi)
 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 フェロー 佐伯 昇 (Noboru Saeki)

1. はじめに

近年軽量かつ高強度という優れた特性を有する連続繊維シートが、コンクリート構造物の補強部材として使用される¹⁾ようになってきている。この高強度特性をより十分に活かすために、連続繊維シートとコンクリート表面との付着力の向上が図られる必要がある。その一方法としてコンクリート面上に連続繊維シートを接着し、その後加圧し続けることにより、コンクリートとの付着力の向上を図った。本論文は、加圧することにより付着力が向上することを示し、特に連続繊維シートの目付量が付着力に及ぼす効果を述べたものである。

2. 試験方法

2. 1 供試体

付着力試験として図-1に示す一軸引張試験供試体を製作した。供試体中央に埋め込み配置した D19 鉄筋を引っ張ることにより、コンクリートと連続繊維シートとの付着力を試験する構造のものである。鉄筋は定着側と試験側との間で切断されている。

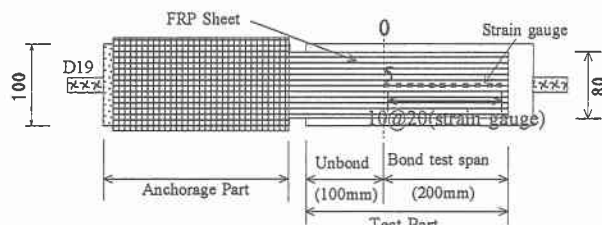


図-1 一軸引張供試体

付着力試験に用いた連続繊維シートは3種類であり、全て一方向アラミド連続繊維シートである。その諸元を表-1に示す。付着力試験を行った連続繊維シートの幅は80mmであり、接着長は200mm一定である。

定着側は連続繊維シートを巻き付け、剥離破壊が試験側に限定されるよう補強を行い、エポキシ樹脂接着剤による接着後、1週間の養生を行い試験を行った。

2. 2 付着力試験

図-2の加圧装置を付着力試験の試験区間に設置し、所定の加圧力 (0,80,120,(160) kN/m²) を載荷し、表-1に示す3種類の目付量について付着力試験を行った。加圧装置の詳細については既発表の研究²⁾に述べられている。試験は変位制御にて引張載荷を行い、変位速度は

表-1 アラミド連続繊維シート諸元

No.	目付量(g/m ²)	厚さ(mm)	弾性係数(kN/mm ²)
1	243	0.175	89
2	530	0.381	82
3	726	0.522	81

0.5mm/min とし、連続繊維シート表面中央軸線上 (鉄筋軸上) に 5mm 長の箔ゲージを、接着貼り始め位置 (図-1の0位置) から 5mm の位置より 20mm ピッチで貼り付け、連続繊維シートのひずみ分布の測定も併せて行っている。

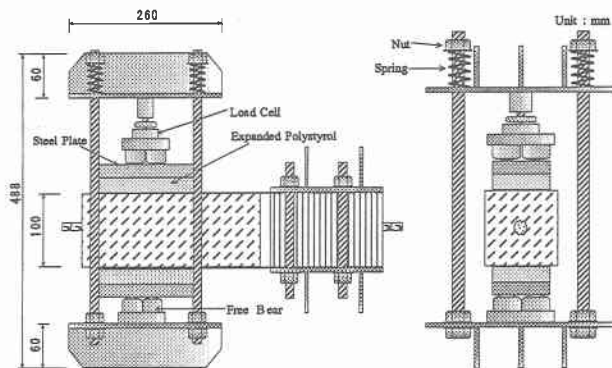


図-2 加圧載荷装置

3. 試験結果と考察

試験による破壊形式は、全てコンクリート表層部の剥離破壊であった。

3. 1 連続繊維シートのひずみ分布

加圧力を載荷していない状態の供試体に引張荷重 20kN が作用している時の、目付量 243g/m² と 726g/m² のひずみ分布を図-3に示す。目付量が増加することによって、ひずみの生じている領域の長さすなわち、有効付着長が大きくなっていることが分かる。目付量の大小が有効付着長の変化をもたらす原因として次のことが考えられる。目付量 726g/m² に比して小さい目付量 243g/m² では、接着剤であるエポキシ樹脂マトリックス中に占める繊維量が少ないため応力の伝達が十分に行われず、またコンクリートと連続繊維シートとの弾性係数の差は目付量の小さい 243g/m² のものの方が大きく、接着界面のせん断ひずみは弾性係数の相違によって生じている³⁾こ

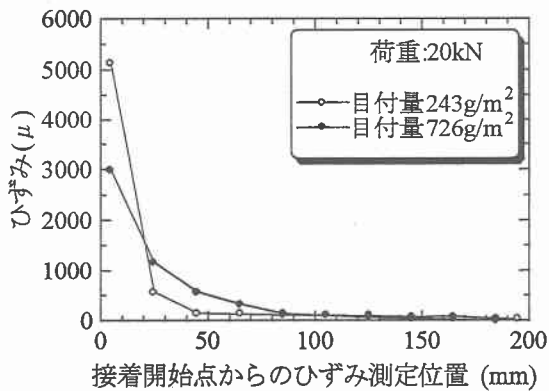


図-3 荷重20kN時におけるひずみ分布

とを考慮すると、差の大きい目付量 243g/m^2 のものの方が、引張作用端（図-3における0mm位置）に応力集中を受けやすい状況にあり、これらによりがひずみの分布領域が小さくなっているものと考えられる。

加圧力に従い有効付着長が大きくなることは、既に報告した²⁾。このことは今回の試験においても目付量の小さい 243g/m^2 のものに関しては認められた。しかし目付量 530 、 726g/m^2 においては、加圧力による有効付着長の顕著な増加が見られない一方、これらのものは最大ひずみ（図-3の0mm位置のひずみ）が加圧力を載荷することにより減少していった。このことは目付量 243g/m^2 のものに対しては見られないものである。

これらについては十分解明されていないが、最大ひずみが減少することはエポキシ樹脂と連続繊維シートに複合則が成立することと、加圧力を考慮することによりある程度説明可能である。

3.2 付着力

図-4に付着力と加圧力との関係を示す。本実験範囲内にある目付量に関しては、加圧力に比例して付着力が向上しており、その増加割合（図-4における直線の傾き）は同程度であり、目付量の大小には依存していないことが分かる。更に加圧力を与えることによる連続繊維シートとコンクリートとの付着力は、接着長に関係なく加圧力により向上する²⁾ことが分かっており、目付量にもよらないことから、加圧力は連続繊維シートの物理的な大きさによらず加圧力の大きさに比例して付着力の向上を与えるものと言える。

付着力の向上の理由として、加圧力によって増加する有効付着長が考えられる。しかし、目付量 530 、 726g/m^2 のものは加圧力による有効付着長の増加は見られないに関わらず付着力の向上はなされている。これは前節で述べた加圧力による最大ひずみの低下が要因の一端と考えられる。

図-5に付着力と連続繊維シートの引張剛性との関係を示す。引張剛性の増加に従い比例的に付着力が向上することが予想されたが、引張剛性の平方根に比例する関係が得られた。引張剛性に対し付着力が正比例して向上しない理由として、コンクリートと連続繊維シートの弾性係数の違いによって生じる応力集中の程度が異なるためと考えられる。

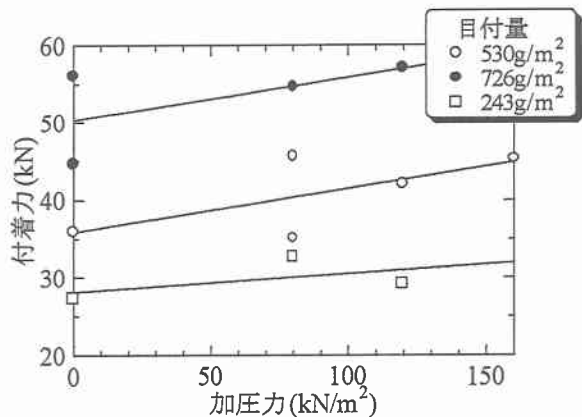
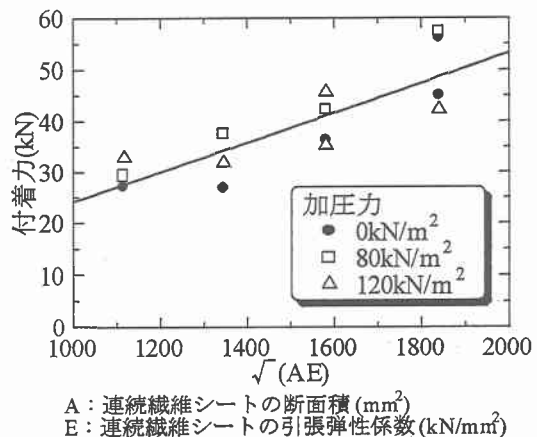


図-4 付着力-加圧力関係



A: 連続繊維シートの断面積 (mm^2)
E: 連続繊維シートの引張弾性係数 (kN/mm^2)

図-5 付着力-引張剛性関係

4. まとめ

以上から本試験にて、次の知見を得た。

- 1) 加圧力は連続繊維シートの目付量や接着長などの物理的な大きさに関係なくコンクリートとの付着力を向上させる。
- 2) 有効付着長は目付量 243g/m^2 のものでは、加圧力に比例して増大するが、少なくとも目付量 530g/m^2 以上のものでは加圧力による変化は見みられない。
- 3) 付着力は引張剛性の平方根に比例しており、加圧力の大きさには関係ない。

謝辞

連続繊維シートおよび接着剤の提供をして下さった、シヨーボンド建設(株)江口和雄氏、帝人(株)伊吹英昭氏、日本アラミド(有)高木氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) JCI 北海道支部：土木技術会コンクリート研究委員会 No.143、新素材によるコンクリート構造物の補修・補強についての講習会、1995.3
- 2) 栗田幸治・志村和紀・堀口敬・佐伯昇：連続繊維シートの付着力向上に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.22, No.3, pp.307-312, 2000
- 3) 宮入裕夫：複合材料入門、裳華房、1997