

ガラス繊維シートを用いた可撓性プレキャストコンクリート製品の接合法の開発

高松高専専攻科 学生会員 ○谷川 幸平
 高松高専 正会員 長友 克寛
 高松高専 松原 三郎
 日本興業 正会員 右近 雄大

1. はじめに プレキャストコンクリート(以下、PCaと記す)製地下構造物は、生活基盤を支える重要な役割を担っている場合が多く、大地震時の地盤変位にも耐えられるような可撓性をもつことが求められる。コンクリート構造物は変形剛性が大きいため、その際に要求される変形量はその大半を接合部の変形で実現させることが必要になる。しかし、一般に良く用いられる鋼製接合具や炭素繊維シート等は高剛性、高価格であり、一方、ゴム製接合具は低剛性ではあるが低強度であり施工性等の面でも問題点を有している。

このような背景のもと、本研究では低剛性、高強度かつ耐久性材料であるガラス繊維シート(以下、GFSと記す)に注目した。そして、これをPCa製品の接合に使用した場合の接合法を提案すると共に、実際の引張および曲げ性能試験を通して実用化に向けての可能性について検討したものである。

2. GFSの特性 今回使用したGFSは、幅約5 mm、厚さ約1 mmの束を平行に並べ、その裏に斜めのガラス繊維を貼付したものである。図-1に、GFSの引張試験時における応力 σ_G -歪 ε_G 曲線の一例を示す。試験体は5束のGFSの両端をエポキシ樹脂系接着剤で鋼板に貼付したものである。応力 σ_G が約50 MPa以上になると、 σ_G - ε_G 関係はほぼ直線的になる。この直線の勾配を弾性係数 E_G とすると約 2.6×10^4 N/mm²となった。同図には、载荷途中の $\sigma_G \approx 200$ MPa時において5回の繰返し载荷を行った際の挙動も示している。繰返し载荷時にもほぼ直線的な挙動を示したが、その勾配は約 3.6×10^4 N/mm²であり、 E_G よりも大きくなった。

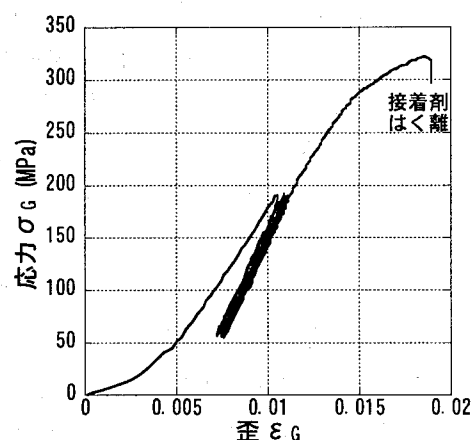


図-1 GFSの応力 σ_G -歪 ε_G 曲線

3. 試験体 図-2に、実験で用いた曲げ試験体の形状・寸法を示す。試験体は、長さ500 mm×高さ200 mm×幅100 mmのコンクリート直方体2つをGFSで接合したものである。GFS直線部の長さは500 mmとした。曲げひび割れの進展を抑えるためにD19の鉄筋を2本配置した。

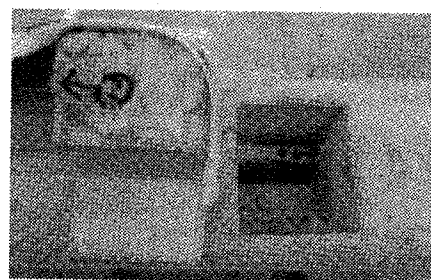


写真-1 GFS貼付ブロックおよびポケット

4. 検討した各種接合法 表-1に、本研究で検討した3つの接合法とその特徴を示す。以下では、最も良好な結果の得られた③の方法について考察する。これは、写真-1に示すようにコンクリートブロックに4束または10束のGFSを貼付し、接合する直方体に予め設けていたポケットにそのブロックを差し込む方法である。ただし、4束の場合、GFSが斜めに引っ張られることで片側から順に破断してしまった。そのため、以下では10束の結果について述べる。

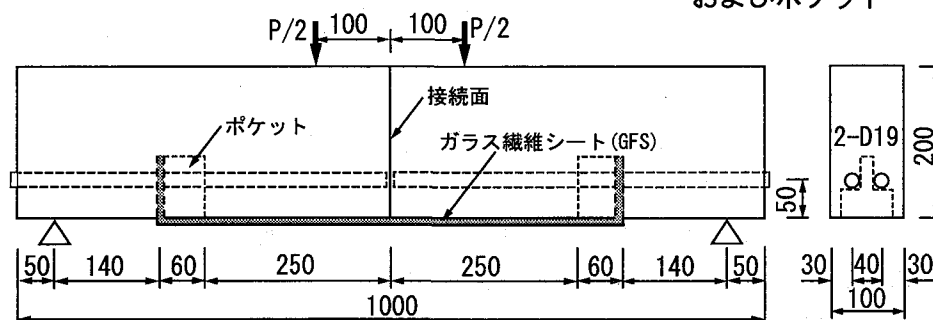


図-2 試験体形状・寸法 (単位: mm)

5. 曲げ試験

5. 1 载荷・測定方法

図-2に示す2つのコンクリート直方体に間隔200 mmの対称2点荷重を加え、曲げ試験を実施した。主な計測項目は、試

表-1 検討した各接合法の長所・短所

	接合法	長所	短所
①	予め製品に六角ボルトを埋め込んでおき、製品設置時にシートを巻きつけた鋼板をナットで固定する方法	・作業が比較的容易であり、シートの張力調整も可能である。	・シートの表面が平滑であるため引張力の作用によってシートが滑り、抜け出してしまう。
②	予め製品にポケットを設けておき、製品設置時にポケットにコンクリート製くさびを用いてシートを押し込み、上からモルタルを充てんする方法	・シートを直接埋め込むため作業時間が短い。	・シートが十分緊張できない。 ・シートが滑り、抜け出してしまう。 ・ポケットの角でシートが切れ易い。
③	予めコンクリートブロックにシートを貼付し、それを製品のポケットにはめ込む方法	・シートが滑り、抜け出すことはない。 ・ポケットにブロックを差し込むだけでよいので施工そのものは簡易である。 ・ブロックの隙間にフィラーを入れることによってシートの張力ある程度調整することが可能である。	・ブロックが小さい場合にはポケット内で回転変位してしまうため、ブロックにすれ止めの鋼製突起をつける必要がある。 ・ブロックの一面(上面)のみにシートを貼付する場合、ブロック表面のモルタル部分のはく離で破壊してしまう。 ・ブロックの二面以上にシートを巻きつけて貼付する場合、シートの貼付に技術を要する。

験体のたわみ δ 、接続面下縁の開口変位 w 、およびコンクリート圧縮歪 ε_c の3つである。

5. 2 実験結果 図-3および図-4に、試験体の荷重 P -たわみ δ 曲線および荷重 P -開口変位 w 曲線をそれぞれ示す。荷重が $P \approx 2$ kN以上になると、両曲線とも直線的になる。荷重が $P \approx 2$ kNより低い範囲で両曲線の勾配が小さいのは、GFSの弛みによるものである。両図中には、 $P=5$ kNと $P=2.5$ kNとの間で5回の繰返し载荷を行った際の挙動も示している。繰返し载荷時にもほぼ直線的な挙動を示すが、その勾配は処女载荷時の曲線の勾配よりも大きい。

図-5に曲げ試験から求めたGFSの応力 σ_g -歪 ε_g 曲線を示す。ここに σ_g は、応力中心間隔距離をはり高さの0.9倍と仮定し、力のモーメントのつり合い式よりGFSに作用する引張力 T を算出し、さらにこの T を断面積 50 mm^2 で除して求めた。一方 ε_g は、開口変位 w をGFSの長さ 500 mm で除して求めた。処女载荷時および繰返し载荷時の勾配を求めると、それぞれ $2.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $5.3 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ となった。処女载荷時の勾配は図-1の引張試験で求めた勾配 E_g と近い値になっている。なお、はり上縁のコンクリート圧縮歪 ε_c' は最大で約 220μ に達していた。コンクリートの弾性係数を $E_c=25 \text{ GPa}$ とすると、圧縮応力は $\sigma_c'=5.5 \text{ MPa}$ となった。

図-3～図-4において荷重が $P \approx 16$ kNで頭打ちになっているのは、GFSを貼付したコンクリートブロックのせん断破壊によるものである。写真-2(a)のようにGFSをブロックに対してL字型に2面、または同(b)のようにコの字型に3面貼付してみたが、両者共にブロックはせん断破壊を起こした。ただし、GFS自体は破断しておらず、ブロックが破壊しなければ荷重 P および開口変位 w は更に大きくできるものと考えられる。

6. まとめ GFSを2個のコンクリートブロックに貼付した接合具を作製し、これを2個のPCa製品に予め設けたポケットに差込むことでPCa製品同士を接合する方法について検討した。その結果、このブロックがせん断破壊が生じないような形状・寸法および補強法を確立すれば、PCa製品に可撓性を付与できる可能性の高いことが明らかとなった。

謝辞 本研究の一部は財団法人南海育英会平成18年度教育研究振興助成の補助を得て実施したものである。また、ガラス繊維シートは福井ファイバーテックよりご提供頂いた。ここに、関係各位に謝意を表します。

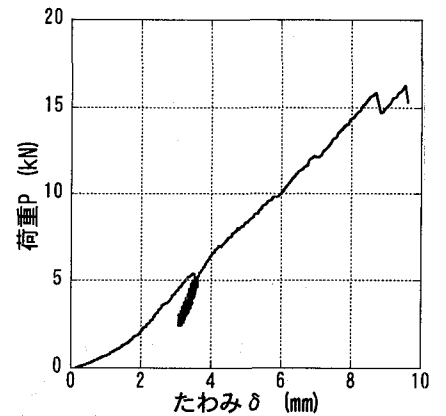


図-3 荷重 P -たわみ δ 曲線

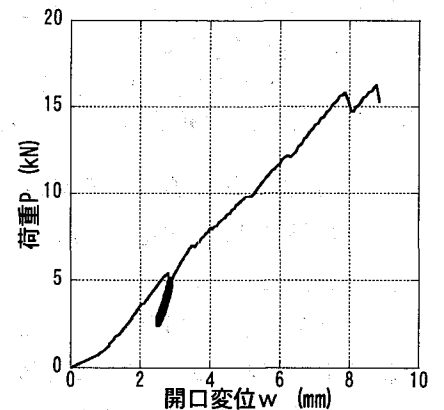


図-4 荷重 P -開口変位 w 曲線

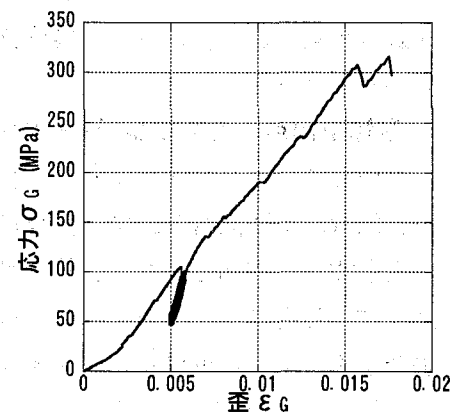
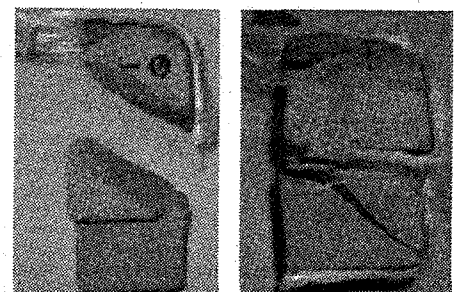


図-5 応力 σ_g -歪 ε_g 曲線



(a) GFS 2面貼付 (b) GFS 3面貼付
写真-2 ブロック破壊の状況