

(V-10) 複数のFRPシートにより横方向補強されるコンクリートの圧縮性状に関する研究

茨城大学工学部 学生員 須田康之
 茨城大学工学部 正会員 福澤公夫
 茨城大学大学院 学生員 三井雅一
 茨城大学工学部 中村真二

1. はじめに

本研究は、特長の異なる2種類のシートを組合せることで単一の連続繊維シートでは実現できない効果（以下、ハイブリッド効果という）について実験的に検討を行うものである。実験では、同一母材内に2つの連続繊維シートを重ね合わせ巻立てる方法（以下、層間ハイブリッド巻立て方法という）と、それぞれのFRPシートを緩衝材を用いることで独立して配置させる巻立て方法（以下、独立層ハイブリッド巻立て方法という）について検討を行った。

2. 実験方法

FRPシートを巻立てたコンクリートの配合を表-1に示す。供試体には100φ×200mmの円柱供試体を使用した。細骨材には砕砂を、粗骨材には砕石を使用した。試験時におけるコンクリートの一軸圧縮強度は46.1MPaであった。使用した連続繊維シートの力学的特性を表-2に示す。表に示すように弾性係数が372GPaと高弾性を有する炭素繊維シートと、破断ひずみが2.70%と高い伸び性能を有するガラス繊維シートを用いた。巻立てを行うコンクリート表面は、サンドペーパー処理をした後、プライマー塗布を行った。巻立て方法としては、図-1に示すように炭素繊維シートとガラス繊維シートを同時に巻立て、母材であるエポキシ樹脂層を共有する層間ハイブリッドと、それぞれのFRPシート間に緩衝材を配置する独立層ハイブリッドの2種類を行った。両者とも、内側に巻立てるCFRPシートを1層として、外側のGFRPシートを3層とした。式-1の繊維拘束圧 σ_{Lf} を算出すると内側のCFRPシート1層は20.9MPa、外側のGFRPシート3層は21.9MPaとなり、内側の繊維拘束圧 σ_{Lf} と外側の繊維拘束圧 σ_{Lf} がほぼ同値となる。

$$\sigma_{Lf} = \frac{2 A_f f_t}{D h} \quad (1)$$

ここに、 D 、 h ：供試体直径、高さ（mm）
 A_f ： h あたりの繊維断面積（mm²）
 f_t ：繊維の引張強度（MPa）

表-1 コンクリートの配合

W/C[%]	s/a[%]	スランプ [cm]	空気量[%]	
55.0	41.9	8.0	4.0	
単位量[kg/m ³]				
W	C	S	G	Ad.*
170	310	767	1019	0.775

表-2 連続繊維シートの力学的特性

特性	炭素	ガラス
繊維目付 [g/m ²]	300	300
設計厚さ [mm]	0.165	0.118
引張強度 [MPa]	4028	1970
弾性係数 [GPa]	372	73
破断ひずみ* [%]	1.08	2.70

* 引張強度を弾性係数で除した値

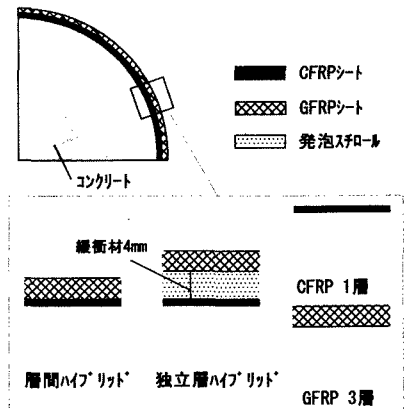


図-1 各供試体の巻立て補強方法

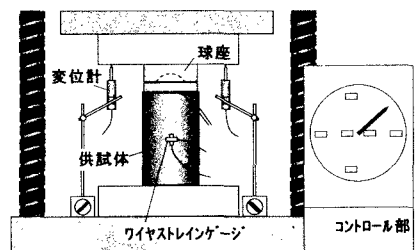


図-2 荷重方法

また、図-1に示すようにCFRPシート1層巻立ておよびGFRPシート3層巻立てを行う供試体も併せて行

キーワード：FRPシート、ハイブリッド、巻立て補強、靱性向上

連絡先：〒316-8511 日立市中成沢町4-12-1 茨城大学都市システム工学科, TEL 0294-38-5162, FAX 0294-38-5268

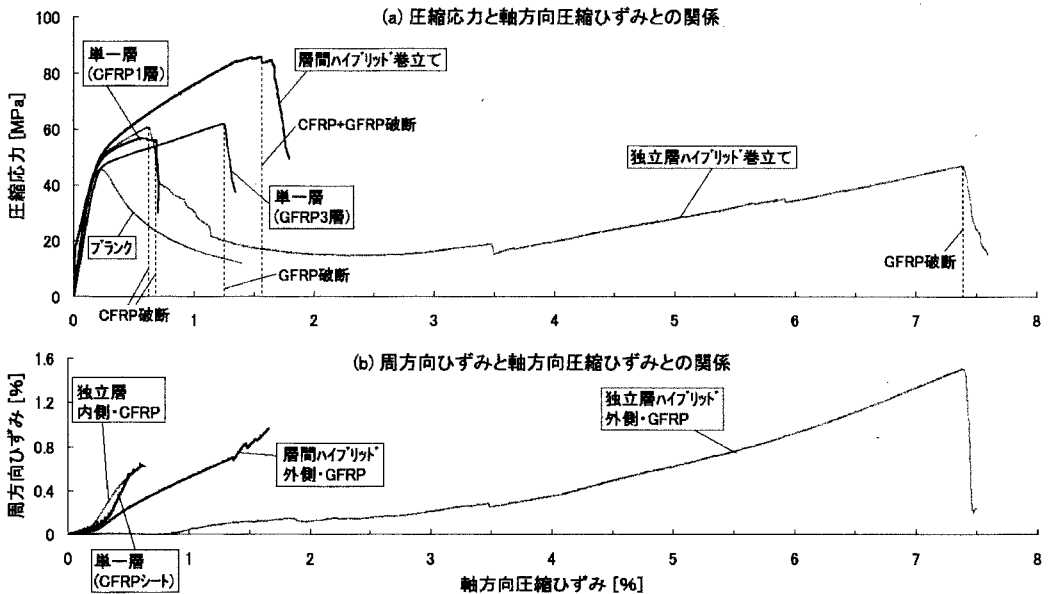


図-3 巻立て方法が圧縮性状および周方向ひずみに及ぼす影響

った。図-2に载荷方法を示す。载荷は 3MN の高剛性万能試験機にて行った。供試体側面に貼付したワイヤストレインゲージにて供試体の軸方向圧縮ひずみおよび周方向ひずみおよび変位計にて载荷板間の軸方向変位を測定した。

3. 実験結果および考察

図-3に得られた応力ひずみ関係および周方向ひずみを示す。図から分かるように、独立層ハイブリッドの供試体の圧縮性状は2つの峰部を有する曲線を示し、最初の峰部分までの曲線はCFRPシート1層による供試体とほぼ同じ曲線を示す。また、図-3(b)の両者のCFRPシートの周方向ひずみも同じ挙動を示すことから、最初の峰部まではCFRPシートのみの横拘束力が作用しているといえる。独立層ハイブリッドの供試体は内側のCFRPシートの破断後に外側のGFRPシートが拘束効果を発揮し、その結果として双峰曲線の圧縮性状を示すものと考えられる。それに対し、層間ハイブリッド巻立てを行った供試体では、圧縮強度の顕著な増加が確認される。図-3(b)のCFRPシート単一層では周方向ひずみが0.6%程度にて破断するが、GFRPシートと組み合わせることで、破断時の周方向ひずみが約1.5倍となっている。これまでにおいて、本研究と同様にCFRPシートとGFRPシートを用いて層間ハイブリッド化したFRPシートを用いて単純引張試験を行い、破断伸びがCFRPシート単体の破断伸びを上回ることが報告されているが、巻立て補強を行った場合についても同様の効果を発揮することが確認された。図-4に巻立てを行わないブランク供試体との圧縮強度および応力ひずみ曲線の面積である単位ひずみエネルギーの比を示す。この図からも、前述の巻立て方法の特徴が示される。とくに、独立層ハイブリッド巻立てではブランク供試体の7倍程度の単位ひずみエネルギーの向上が確認された。

図-4に巻立てを行わないブランク供試体との圧縮強度および応力ひずみ曲線の面積である単位ひずみエネルギーの比を示す。この図からも、前述の巻立て方法の特徴が示される。とくに、独立層ハイブリッド巻立てではブランク供試体の7倍程度の単位ひずみエネルギーの向上が確認された。

4. まとめ

炭素繊維シートとガラス繊維シートの強さをほぼ等しくして巻き立てを行った場合、層間ハイブリッド巻立て方法では、圧縮強度が顕著に増加する。それに対し、独立層ハイブリッド巻立て方法では終局圧縮ひずみが顕著に増加し、本研究の場合、7%を超える値を測定した。

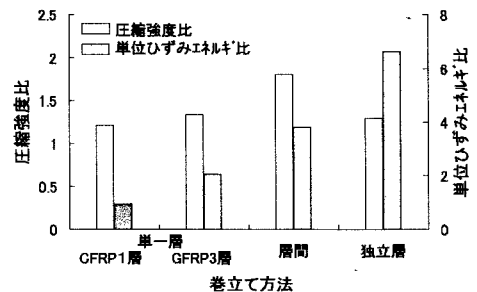


図-4 圧縮強度比および単位ひずみエネルギー比