

炭素繊維シートで補強した硬質木片セメント梁の曲げ試験

新日鉄住金マテリアルズ（株）コンポジット社 正会員 ○吉澤弘之
新日鉄住金マテリアルズ（株）コンポジット社 正会員 林田道弥

1. 緒言

シールドで直接切削可能な杭，セグメント等を開発するための基礎試験として，硬質木片セメント板をコアにし，表面を炭素繊維シートで補強した梁部材を作製，曲げ試験を行いその変形挙動を確認した．

2. 実験方法

図1に示すように幅100mm，長さ1800mm，厚さ約18mmの硬質木片セメント板6枚をエポキシ樹脂とネジで一体とし，梁のコアとした．繊維目付600g/m²の高強度炭素繊維シートをコアの上下面に各々3層エポキシ樹脂で接着積層し試験体とした．エポキシ樹脂を含浸した炭素繊維シートの厚みは1層あたり約1.0mmであり，炭素繊維の体積含有率は約33%であった．硬質木片セメント板と炭素繊維シートの機械的物性を表1に示す．表1の硬質木片セメント板の物性は，面内における実測値である．

この試験体をスパン1600mm，等曲げ区間300mmの4点曲げ試験に供した．スパン中央と支点上にダイヤルゲージを設置し変位を計測した．またゲージ長10mmのひずみゲージを，スパン中央の炭素繊維シート面に貼り，曲げひずみを測定した．加えてせん断区間中央のコアに±45°方向のひずみゲージを貼り，コアのせん断ひずみを測定した．載荷点には硬質ゴムと鋼板を置き，載荷点の炭素繊維シートに局所荷重が加わらないようにした．載荷は荷重制御として5kN毎に載荷を一時中断し，若干荷重を下げた状態で試験体の観察を実施した．観察終了後に載荷を再開し，載荷／観察を終局まで繰り返した．試験風景を写真1に示す．

3. 試験結果

支間中央の変位と荷重の関係を図2に示す．載荷初期の荷重と変位の関係は，コアの曲げ剛性を考慮した計算値にほぼ一致する．荷重が大きくなると，コアの曲げ剛性を無視した計算値に漸近していく．図3に荷重と炭素繊維シートひずみ（スパン中央）の関係を示す．グラフでのひずみは圧縮，引張側各2枚のひずみゲージから得られたひずみの平均値を示している．圧縮側のひずみと荷重の関係はほぼ線形で，コアの曲げ物性を考慮した計算値とほぼ一致するが，引張側はひずみが約1000μを超えるとコアの曲げ物性を考慮した計算値から外れる．炭素繊維シートは引張側，圧縮側の物性が共に線形な材料であるため，引張側の剛性低下は硬質木片セメント板の引張側にひび割れが入り，コアの曲げ剛性が低下しているためと考えられる．しかしなが

表1 材料物性等

材料	特性	繊維目付 g/m ²	設計 厚さ mm
硬質木質 セメント板	曲げ弾性係数	6.0 GPa	-
	せん断弾性係数	2.2 GPa	
	曲げ強度	12.0 MPa	-
	せん断強度	5.0 MPa	
高強度炭素繊維 シート	引張弾性係数	245 GPa	600
	引張強度	4.2 GPa	

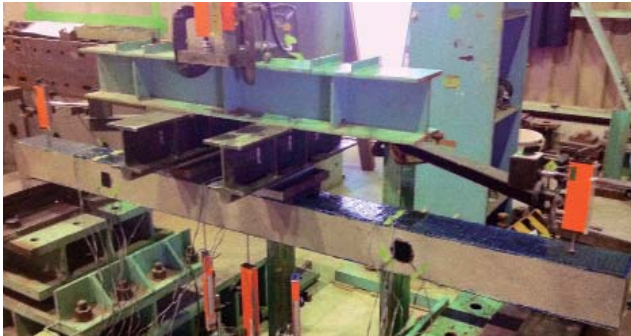


写真1 試験風景

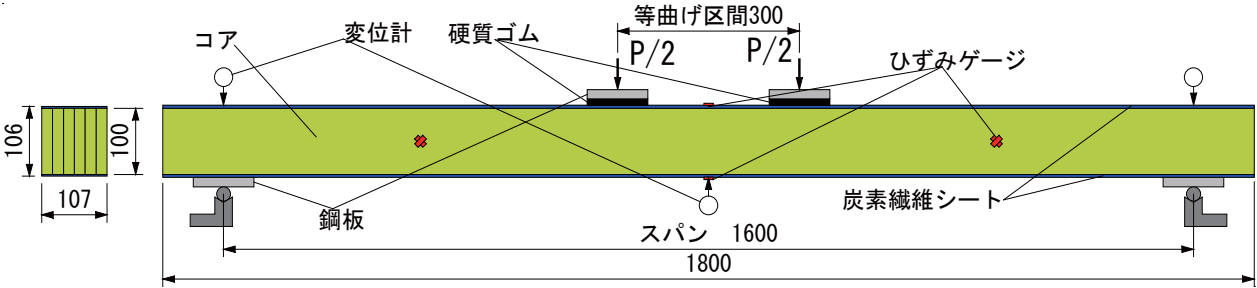


図1 試験方法概略

キーワード 炭素繊維シート，シールド，直接発進
連絡先 〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町3-8 Tel:03-5623-5557

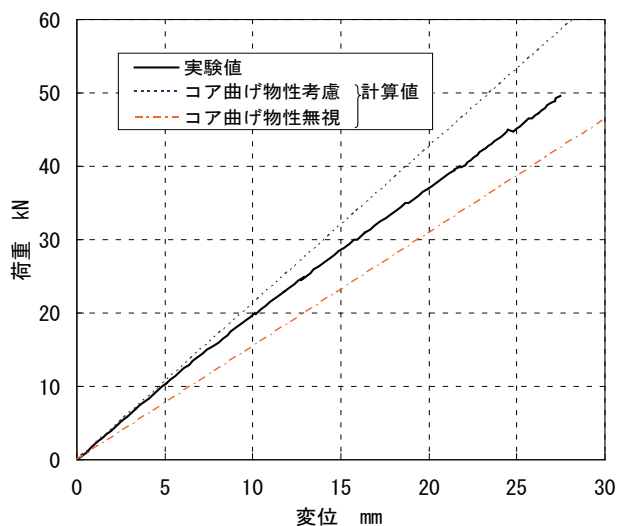


図2 荷重-変位(スパン中央)の関係

ら目視による観察では、終局時までコアにひび割れは認められなかった。これはコア中の木質補強材と炭素繊維シートのひび割れ分散効果により、コアに引張ひび割れが多数発生したためひび割れ幅が細くなり、肉眼で観察することができなかったものと推定される。

図4にスパン中央におけるシートひずみと圧縮端からの距離の関係を示す。中立軸は載荷初期には梁断面のほぼ中央位置にあるが、荷重が増加すると圧縮側に移動していくことが確認できる。

供試体は荷重が約50kNの際に終局を迎え、破壊は写真2に示すように等曲げ区間内の圧縮側で生じた。終局時の圧縮端のひずみは図3に示すように約4700 μ であった。このひずみの値は一般的なモルタルの終局時の値より大きいいため、コア中の木質補強材がモルタルの圧壊を防いでいるものと考えられる。

梁部材の最終破壊は圧縮端のひずみが大きくなり、硬質木片セメント板が保持力を失ったため、圧縮側の炭素繊維シートが局所座屈が発生し、それに伴い圧縮側の炭素繊維シートが硬質木材より剥離し、圧縮荷重がコアに集中したため硬質木片セメント板が圧壊したものと推定される。

以上の実験値と計算値との比較等から、炭素繊維シートが曲げにより発生する引張/圧縮力を分担し、コアがせん断力のみを分担すると考え、適切に炭素繊維シートとコアの許容応力度を設定すれば、梁の設計が可能であると考えられる。

せん断区間における終局時のせん断ひずみは約1100 μ で、この値から計算されるせん断による変位は約0.7mmであり、終局時の変位27.5mm(図2参照)に比べ十分に小さい。このためせん断力が卓越しない梁部材等では、ほとんどせん断による変位は考慮する必要が無く、コアの曲げ剛性を無視して炭素繊維シートの物性のみを考慮した曲げによるたわみを算出すれば、変形を安全側に評価することができると考えられる。

4. 今後の方針

CFRP 補強硬質セメント梁の曲げ試験結果は予測と一致することが確認されたので、今後本梁と鋼材の継ぎ手等を検討して実案件に応用していきたい。

参考文献;難波, 渋沢, 渡辺:硬質木片セメント板の構造材料としての性能評価(その1 基準強度, 基準弾性係数と, 使用環境による影響の評価), 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp. 51-52, 2001年9月。

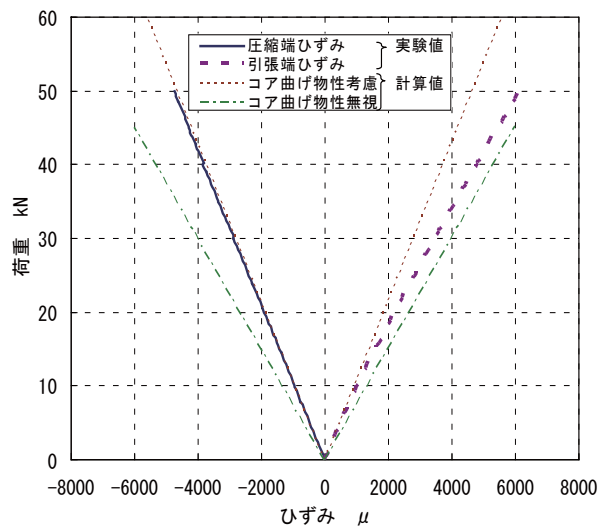


図3 荷重-炭素繊維シートのひずみ(スパン中央)

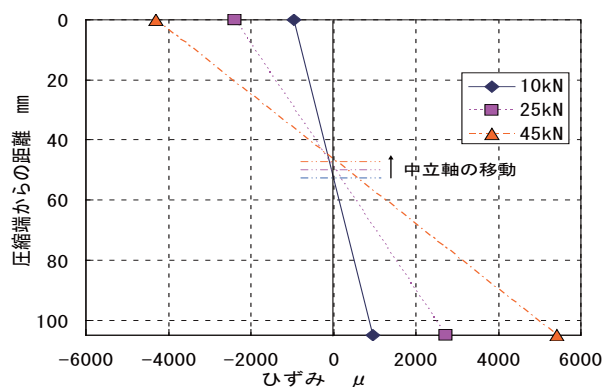


図4 炭素繊維シートのひずみと中立軸の関係

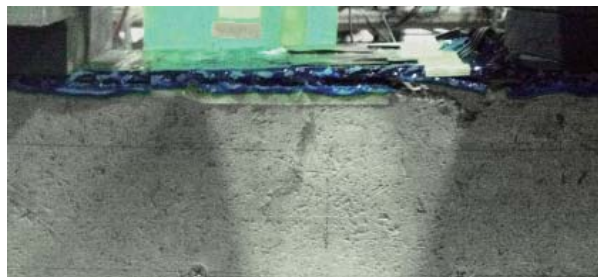


写真2 破壊部位拡大