

連続炭素繊維で補強した薄肉部材の曲げ性状

九州大学 正員 牧角龍憲

1. ま え が き

本研究は、炭素繊維補強コンクリートにおける繊維補強部そのものの力学性状を把握するために、厚さ3～6mmの連続繊維補強モルタルの曲げ性状について検討したものである。また、サンドイッチ構造による軽量高强度コンクリートにおける薄肉部材の可能性についても検討したものである。

2. 実験概要

供試体の断面寸法を図-1に、その外観を写真-1に示す。供試体の形状は、肉厚が薄い場合でもモーメントと変形の関係が把握しやすいように、高さによってある程度の曲げ剛性をもたせた形状とした。また、載荷部と支座位には補剛材を取り付け、フランジとウェブの接合部にはエポキシ樹脂を塗布して補強した。

繊維補強材は、連続炭素繊維(引張強度 300kgf/mm², 弾性係数 23000kgf/mm²)を、樹脂を用いて網目間隔7.5mmのネット状(交角90°)に成形したものであり、繊維材1本の断面積は0.00231cm²(径7μmの素線6000本)である。マトリックスはモルタルで、標準砂と高性能減水剤を用いてW/C=34%とした。

曲げ試験は、スパン50cmの2点集中載荷(載荷点間隔10cm)で行い、各位置におけるひずみを測定した。それに先立って薄肉供試体(厚さ2mm、ネット2層)の引張試験を行い、ひずみ測定点の検討を行った。

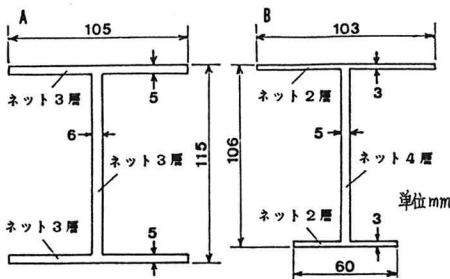


図-1 供試体の形状寸法

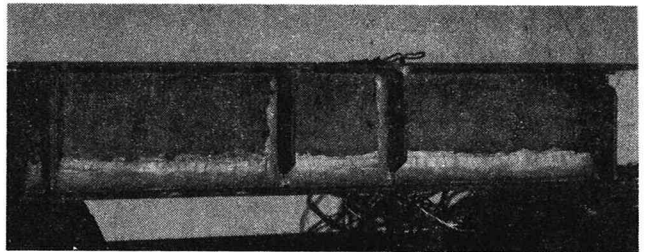


写真-1 供試体の外観

3. 結果および考察

繊維補強モルタルの弾性係数 E_c は、繊維、モルタルの弾性係数をそれぞれ E_f 、 E_m とし、繊維体積率を V_f ならびに補強効率を α ($0 \leq \alpha \leq 1$)とすると、

$$E_c = \alpha V_f E_f + E_m (1 - V_f) \quad (1)$$

$$E_c = \alpha V_f E_f \quad (\text{ひびわれ以後}) \quad (2)$$

ここでは、作用応力方向に配向された繊維の体積率を V_f として検討した。

図-2に、引張試験の測定結果を示す。ゲージ位置によって測定値は大きくばらつき、薄肉部材では繊維の存在がひずみに顕著に影響することがわかる。このうち、ゲージ1の測定値は、2体ともほぼ同じ挙動

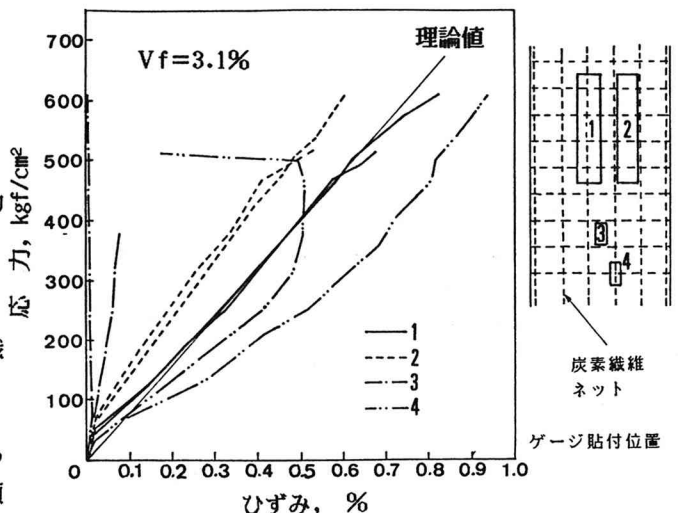


図-2 直接引張下の応力とひずみの関係

を示し、かつ(2)式で $\alpha=1$ として算定した値とほぼ一致した。
これから、曲げ試験ではゲージ1の貼付方法を用いた。

曲げ試験時の断面内のひずみ分布を図-3に示す。いずれもほぼ直線的な分布を示しており、引張縁ひずみが0.5%に達する近傍でも十分な一体性を有していると考えられる。

次に、圧縮縁および引張縁における荷重-ひずみの関係を、それぞれ図-4、図-5に示す。図中の理論値は、ひびわれ発生以前では全断面有効とし、発生以後では、モルタルの引張強度を無視して、 $\alpha=1$ として算定したものである。

圧縮縁ひずみは、荷重にほぼ比例して増加しており、極端な剛性の低下は認められない。一方、引張縁ひずみでは、ひびわれ発生による変曲点が存在するが、発生以後の増加は0.5%程度のひずみに至るまでほぼ直線的であった。また、いずれも理論値にほぼ近似している。

これらのことから、ネット状の連続炭素繊維による補強は、その効率が高いとともに、かなりの引張ひずみに至るまで、弾性的性質を保持させるものと考えられる。

しかしながら、供試体はいずれも写真-2に示すように、ウェブの斜圧縮破壊(座屈)しており、これに対する有効な補強方法の確立が薄肉部材の活用を計る際重要となる。

最後に、炭素繊維ネットを提供して頂いた新日鐵(株)安波氏、および実験補助者の徳留氏に謝意を表します。

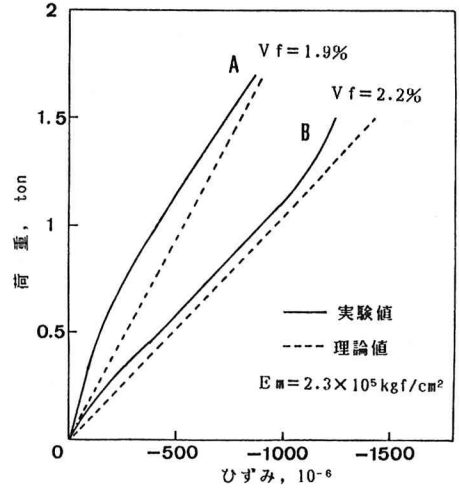


図-4 荷重-ひずみ曲線(圧縮縁)

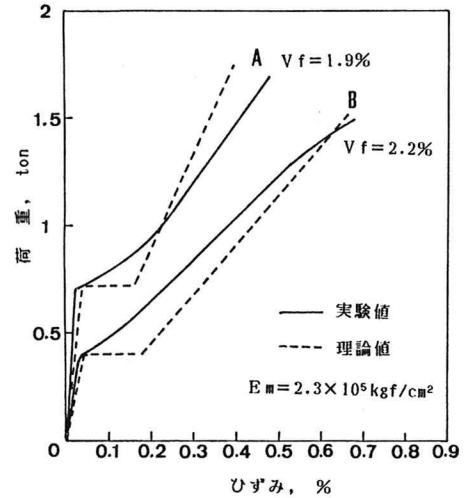


図-5 荷重-ひずみ曲線(引張縁)

図-3

断面内の
ひずみ分布

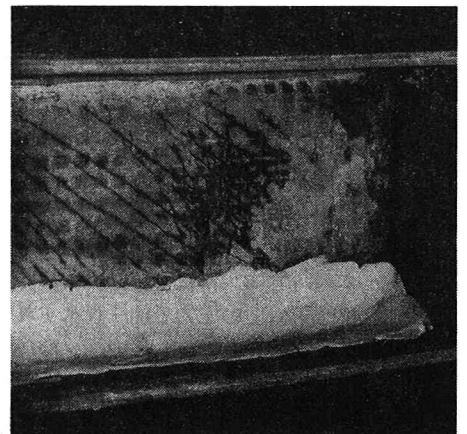
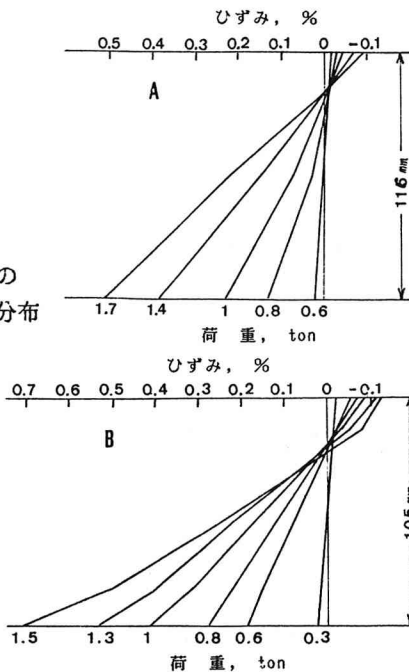


写真-2 ウェブの斜圧縮破壊