

炭素繊維ネットで補強したモルタル の引張性状

九州大学工学部 ○学生員 入江浩志

九州大学工学部 正 員 牧角龍憲

九州大学工学部 学生員 南 英明

1. 目的

繊維補強複合材の強度は、繊維のマトリックスへの定着（付着状態）に支配されるため、高張力繊維を効率良く用いるには定着方法の検討が必要である。連続繊維をネット状に成形した補強材の場合、縦・横繊維の交点の接合力が、定着効果に及ぶ影響は大きく、複合材の強度は、接合力に支配されるものと考えられる。

そこで本研究は、炭素繊維ネットによって補強された薄肉部材に純引張力を与え、交点の接合方法の違いにより、炭素繊維ネットの最大荷重に及ぶ影響を検討するものである。

1. 実験概要

(1) 使用材料：実験に使用したPAN系炭素繊維の力学性質を表-1に示す。モルタルは、 $W/C=34\%$ 、 $S/C=1.5$ で高性能減水剤を用いて作成し、細骨材に豊浦標準砂、セメントに早強ポルトランドセメントを用いた。

(2) 補強材及びその接合方法：素線を集束し樹脂にて直線材に成形した炭素繊維 12K, 6K, 3K (1Kは素線1000本)を用いて、縦・横繊維の各交点を (a)瞬間接着剤 TC

(b)エポキシ樹脂系接着剤 TE

(c) 糸 TF

で接合したもの、ならびに繊維単体の付着を調べるために

(d)一方向繊維のみ（横方向繊維なし） TFC

の4種類の補強材について検討した。ここで、糸は横繊維の位置保持の目的で使用し、接合力は0とみなした。また、ネットの間隔は $15 \times 15\text{mm}$ である。

(3) 供試体：実験に使用した供試体の形状及び寸法は、図-1に示す。打設は、モルタルミキサーを使用してモルタルを混練し、供試体打設約1時間後に表面仕上げを行った。養生方法は、温度 20°C 、湿度100% で24時間養生し、材令1日で試験を行った。

(4) 試験装置：図-2(a)(b)は、引張試験装置を示す。供試体にねじれを生じさせないためにロードセルに回転アタッチメントを、偏心に対してはロードセル固定上部に球面座金付ナットを使用している。

(5) 実験方法：図-2(a)の供試体取り付け部に供試体を取り付けた後、ボルトにより締付け鋼板と供試体を摩擦接合し、図-2(b)のジャッキにより引張力を加えロードセル（容量1tf）により荷重を測定した。

表-1 繊維の力学性質

素線直径(μm)
7
引張強度(kgf/mm^2)
300
弾性係数(kgf/mm^2)
23000
破断伸度(%)
1.3

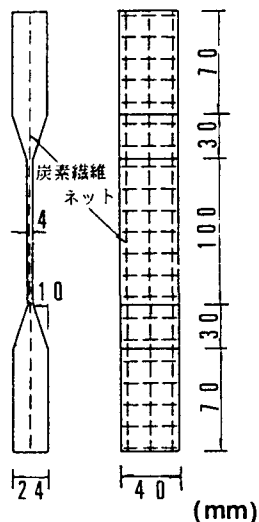


図-1 供試体の形状及び寸法

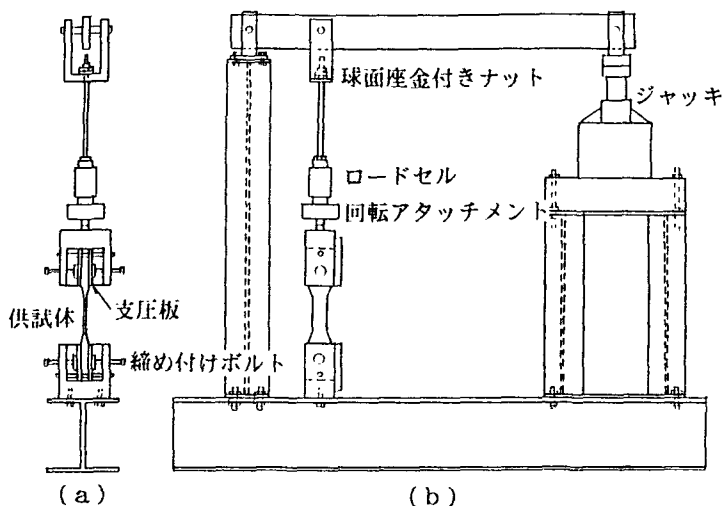


図-2 引張試験装置

Ⅲ. 実験結果と考察

表-2に繊維補強モルタルに対する繊維の体積率 V_f と破壊荷重(理論値)を示し、表-3に引張試験により得られた最大荷重及び最大荷重とその理論値との比を示す。繊維補強モルタルの引張応力 σ_c は、

$$\sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m (1 - V_f) \quad (1) \quad \sigma_c = \sigma_f V_f \text{ (ひびわれ発生以降)} \quad (2)$$

で表わされる。(1)式は複合材全断面有効に応力が作用しているとし、(2)式は炭素繊維単体の引張応力としている。破壊荷重の理論値は、炭素繊維の引張強度を用いて(2)式より求めている。

破壊状況は、12KのTE, TF, TFCの供試体ではモルタルにひびわれ発生後モルタルと炭素繊維間のすり抜けが生じ、他の供試体ではすべてモルタルにひびわれ発生後炭素繊維の破断が生じた。

素線数12Kに着目すると、TCは交点の接合力が大きいことで定着強度が高められ、他は十分に定着がされておらずすり抜けが生じている。つまり接合力はTC > TE > TFであり、最大荷重と接合力は密接な関係があると考えられる。しかし、TF・TFCの6体の最大荷重を比較すると差はみられず、交点の接合力が0であるならばネット形状を使用しても最大荷重はTFCと同等かそれを下回る。

表-2 体積率と破壊荷重(理論値)

	体積率 V_f	破壊荷重(kgf)
12K	0.87	416
6K	0.43	208
3K	0.22	104

表-3 最大荷重(実測値)と理論値との比

		12K	6K	3K
接合方法	CN	457 (1.10)	217 (1.04)	109 (1.05)
	エポキシ樹脂	380 (0.91)	213 (1.02)	118 (1.13)
	糸	312 (0.75)	192 (0.92)	110 (1.06)
	一方向	309 (0.74)	210 (1.01)	114 (1.10)

Ⅳ. まとめ

繊維補強複合材の強度は、マトリックスひびわれ発生後の繊維とマトリックス間の定着に支配される。そこで繊維をネット形状にし、ある程度の接合力を保持しているならば繊維強度を十分に生かされるものと考えられる。最後に、本実験に協力してくれた河北英彦・赤嶺雄一君に謝意を表わす。