

V-401 各種織り込み方法による炭素繊維ネット補強材の引張特性に及ぼす影響

九州大学工学部 学生員○南英明
九州大学工学部 正会員 牧角龍憲
大阪ガス㈱ 岡田慎一郎

1. まえがき

炭素繊維等の新素材をコンクリート補強材として用いる場合、確実な定着が得られる形態に成形する必要があり、その一つとして、著者らは、炭素繊維をネット（格子）状に成形した補強材（以下、ネット補強材と称する）の適用を試みている。

この繊維をネット状に成形する場合、縦横線を交互にからめる“もしゃ織り”、縦線のみをからめる“からみ織り”ならびに縦横線をそのまま交差させる“平織り”などの数通りの成形方法があり、これらは、繊維素材の織り込み加工や樹脂含浸過程などがそれぞれ異なっており、その差異はネット補強材の力学特性に影響を及ぼすことが考えられる。

そこで、本研究では、前述の3通りの方法で成形したネット補強材で補強したモルタルの引張試験を行い、その強度および変形性状における成形方法による差異について検討した。

2. 実験概要

ネット補強材：本実験で用いた炭素繊維はピッチ系（Hi-grade）連続繊維で、径 $10\mu\text{m}$ の素線を2000本（2K）集束した線材を単位として、断面積は 0.14mm^2 、弾性係数 18tf/mm^2 であり、その一方方向 0° プリプレグ積層板の引張強度は 165kgf/mm^2 である。ネット補強材は、繊維集束線を各織り込み方法でメッシュ間隔 $15\times 15\text{mm}$ に織り込み、それをエポキシ樹脂（ビスフェノールA、硬化剤ジシアジアミド）に含浸して作製した（含浸率43%）。織り込み方法は、次の3通りである（写真1～写真3）。

これら織り込み方法の他に、横線の素線数を半分に、あるいは素材をビニロン繊維にそれぞれ変えてもしゃ織りしたネット補強材についても検討した。表-1に、試験に供したネット補強材の条件を示す。表中の P_{cal} は、各ネットの引張破壊荷重理論値である。

引張供試体および試験方法：供試体は、図-1に示す形状寸法とした。モルタルの配合は、 $W/C=34\%$ 、 $s/c=1.5$ で、豊浦標準砂を用い、材令7日で試験に供した。

表-1 炭素繊維ネット構成

供試体No.	織り込み方法	縦繊維(K) ×本数	横繊維(K) ×本数	P_{cal} (kgf)
1	もしゃ	4×3	4×3	420
2	もしゃ	4×3	2×3	420
3	からみ	4×2	4×1	281
4	平織り	4×3	4×3	420
5	平織り	2×3	2×3	211
6	もしゃ	4×3	2×3	420

（注）繊維1Kは、素線1000本

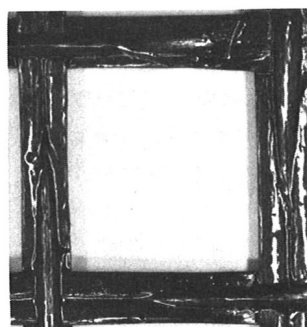


写真-1 もしゃ織り

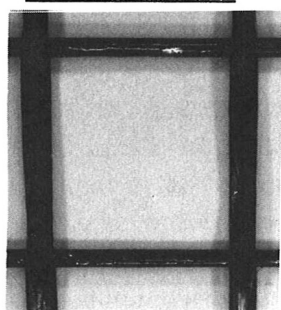


写真-2 からみ織り

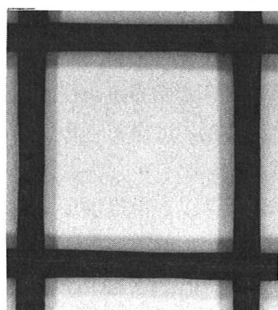
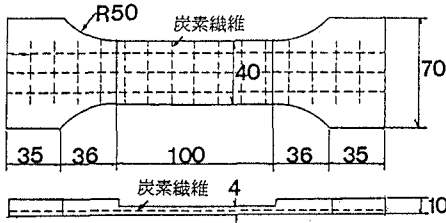


写真-3 平織り



図－1 供試体形状および寸法(mm)

引張試験は、変位速度 0.1mm/分 の漸増载荷で行い、供試体中央部に貼付した測長60mmのひずみゲージを用いて変形を測定した。

3. 実験結果・考察

破壊荷重：いずれの供試体においても、破断に至るまでネット補強材のすり抜けは認められず、ネットが引張破断した。その破壊荷重を表－2に示す。

表中の補強効率は、一方向ブリブレグ積層板強度から求めた破壊荷重理論値に対する実験値の比であり、織り込み加工後のネット成形品としての強度比といえる。もしや織りおよびからみ織りの各ネット補強材の補強効率は、それぞれ 0.93、0.94 と高く、また、3体のばらつきは小さかった。これに対して、平織りのネット補強材の値は、0.76～0.98とばらつき、平均値も他に比べて低かった。また、横線比及び横線素材を変えたネット補強材の値は、それぞれ 0.87、0.86 であった。

変形性状：図－2及び図－3に、各条件において大ひずみまで測定された変形性状の一例を示す。図では、織り込み方法により集束線数が異なることを考慮して、補強材繊維の応力を用いている。また、図中の破線は、一方向ブリブレグ積層板の応力－ひずみ曲線である。図にみられるように、いずれの場合も、70～80×10⁻⁴のひずみ（それ以上はゲージ破断で測定不能）までひずみの急増はなく、破線にほぼ近似することが認められる。図－2は、各織り込み方法による供試体を比較して示すものであるが、もしや織りの供試体 No.1 と平織りの供試体 No.5 の性状がほぼ同じであることがわかる。また、図－3は、他の条件の供試体の性状を示すが、いずれの変形性状にも顕著な違いは認められないことがわかる。

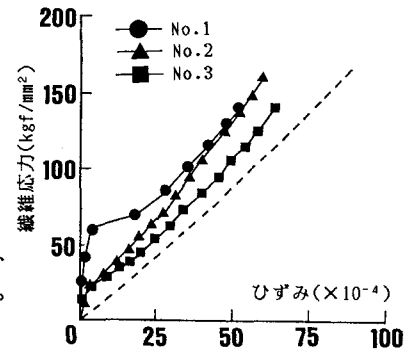
ネット横線の素線数及び素材の影響：前述のように、変形性状に顕著な違いが認められないこと、繊維の破断による破壊であることなどから、いずれも確実な定着が得られているといえる。また、補強効率についても極端な低下は認められなかった。

以上のことから、炭素繊維ネットの織り込み方法による補強効率は、からみ織り>もしや織り>平織りとなり、コンクリート補強材としてからみ織り、もしや織りで成形したネットの適用性が高いと考えられる。

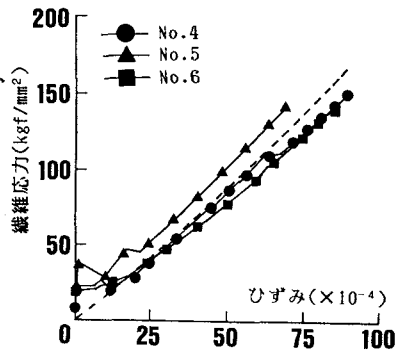
ネット形状および素線数を変化させた供試体においてもネットを破断させるための定着効果が得られ、また、炭素繊維以外の安価な新素材の利用が可能と考えられる。

表－2 引張試験一覧

供試体No	P _{exp} (kgf)	P _{exp} /P _{cal}	補強効率α
1	389	0.93	0.93
	398	0.95	
	382	0.91	
2	367	0.87	0.87
	360	0.86	
	370	0.88	
3	270	0.96	0.94
	264	0.94	
	260	0.93	
4	341	0.81	0.79
	321	0.76	
	338	0.80	
5	206	0.98	0.85
	174	0.82	
	160	0.76	
6	356	0.85	0.86
	338	0.80	
	390	0.93	



図－2 荷重－ひずみ(No.1～3)



図－3 荷重－ひずみ(No.4～6)