

炭素繊維ネットによる鉄筋コンクリートのせん断補強効果に関する研究

九州大学工学部 学生員 ○山口 芳範
九州大学大学院 学生員 李 重桓
九州大学工学部 正 員 日野 伸一
九州大学工学部 正 員 太田 俊昭 柴田 博之

1. まえがき

近年、鉄筋に代わるコンクリート補強材として炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維等の補強材が注目されている。特に炭素繊維系新素材は、その特性が鋼材に類似していることと、耐食性、非磁性、軽量等の鋼材にない特性を持っていることで鉄筋の代替補強材として期待されている。著者らは、炭素繊維ネットをコンクリート部材の補強材への適用を考えており、その基礎研究として、はり部材を対象とした曲げおよびせん断補強効果に関する研究を行ってきた¹⁾。

本報では、その延長として、炭素繊維ネットのコンクリート構造物へのせん断補強材としての適用性を試み、炭素繊維ネットを用いたコンクリートはりウェブのせん断補強効果について実験的検討を行ったものである。

2. 実験概要

供試体の形状・寸法および炭素繊維ネットのひずみ計測位置を図-1に示す。供試体は炭素繊維ネットによる補強の有無・補強角度をパラメーターとし、4種類についてそれぞれ2体ずつ作製した。はり供試体の断面諸元は、フランジ幅20cm、ウェブ幅4cm、全高40cm（有効高さ36.5cm）のI型断面、スパン2.24m、せん断スパン比2.65の単純はりである。

各供試体の炭素繊維ネット補強の比較を表-1に示す。Aタイプは補強量4枚・補強角度90°で部材のウェブ内をせん断補強したものである。また、BタイプはAタイプと補強角度が等しく、補強量2枚でせん断補強したものであり、Cタイプは補強量2枚・補強角度45°でせん断補強したものである。また、Dタイプはウェブ内がコンクリートのみの無補強である。今回、実験に用いた炭素繊維ネットの物性値を表-2に示す。

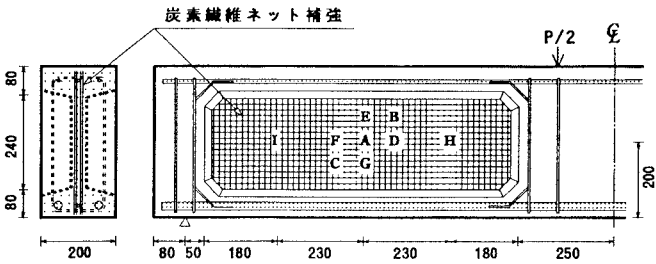
なお、実験の都合上、研究目的であるせん断補強材以外の補強材には鉄筋を用いることとし、主鉄筋にはSD345、D22およびD10、スターラップにはSR235、φ6を使用した。コンクリート配合はW/C=40%、s/a=40%であり、載荷方法は支間2.24m、載荷幅30cmの2点線載荷とし、破壊に至るまで単調増加させた。また、各荷重時における炭素繊維ネットおよび鉄筋のひずみを計測するとともに、部材のたわみ、ひび割れ進展状況の観測を行った。

表-1 各供試体のネット補強の比較

供試体の種類	補強枚数	補強角度
Aタイプ(2体)	2層(4枚)	90°
Bタイプ(2体)	1層(2枚)	90°
Cタイプ(2体)	1層(2枚)	45°
Dタイプ(2体)	無補強	—

表-2 炭素繊維ネットの物性値

	経糸方向	縦糸方向
糸間隔	1.53cm/本	1.53cm/本
引張強度	151kgf/本	134kgf/本
	169kgf/mm ²	150kgf/mm ²
引張特性	12.4tf/mm ²	12.4tf/mm ²



A～I: ひずみゲージ位置

図-1 供試体の形状・寸法(単位:mm)

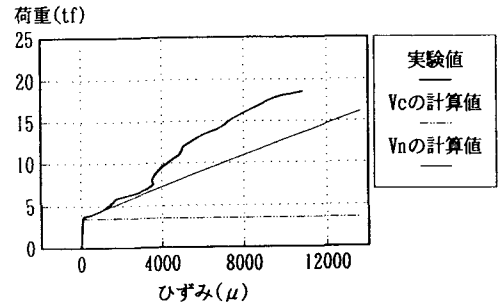
3. 結果および考察

図-2に炭素繊維ネット縦系の荷重-ひずみ曲線を示す。炭素繊維ネットひずみは斜めひび割れ発生後、急激に増加し始め、終局時における炭素繊維ネットの縦系のひずみは破断ひずみに達している。コンクリート標準示方書²⁾に基づいて算定したコンクリートおよび炭素繊維ネットのせん断耐力 V_c および V_n を付記し、実験値と比較した。図-3に終局時における各タイプのひび割れ状況を示す。Dタイプ(無補強)と他のタイプの比較より、炭素繊維ネットのせん断補強による斜めひび割れ分散効果が確認された。しかし、炭素繊維ネットの補強量・補強角度の違いによるひび割れ分布の顕著な差異は見られなかった。

表-3に終局耐力の比較一覧を示す。

破壊形式ではAタイプの場合、主鉄筋の降伏による曲げ破壊およびウェブ内のコンクリートの圧壊によるせん断圧縮破壊³⁾を呈し、炭素繊維ネットによるせん断補強効果が十分であることが示された。B、Cタイプの破壊形式は、炭素繊維ネットの素線が破断ひずみに達し、終局時にウェブ内のせん断補強に用いた炭素繊維ネット素線の破断による斜引張破壊であった。また、Dタイプの破壊形式は初期ひび割れ発生後、急激に部材のたわみの増加とともに、載荷点付近のひび割れによる斜引張破壊³⁾であった。

また、せん断補強鉄筋を対象としたコンクリート標準示方書の算定方法²⁾を用いて実験値と比較した。実験値と計算値との比較により、炭素繊維ネットのせん断耐力を、せん断補強鉄筋に対するコンクリート標準示方書の算定方法を用いて定量的に評価できると言える。



(C-1 供試体のゲージ位置A)

図-2 炭素繊維ネットの縦系の荷重-ひずみ曲線

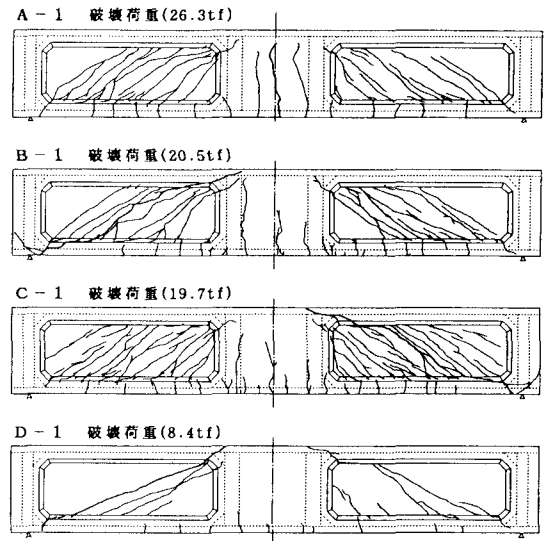


図-3 破壊時におけるひび割れ分布

表-3 終局耐力一覧

供試体 名	コンクリート 強度(kgf/cm ²)	計算値(tf)			実験値 (tf)	実 計	破壊 形式
		曲げ	斜引張	せん断圧縮			
A-1	468	23.3	29.0	25.3	26.3	1.13	曲げ破壊
A-2	353	22.9	28.6	21.9	23.0	1.05	せん断圧縮破壊
B-1	357	22.9	16.2	22.1	20.5	1.27	斜引張破壊
B-2	262	22.8	15.9	18.9	19.5	1.23	//
C-1	298	22.9	16.1	20.2	19.7	1.22	//
C-2	262	22.8	15.9	18.9	18.9	1.19	//
D-1	350	22.9	3.6	21.9	8.4	2.33	//
D-2	361	22.9	3.6	22.2	8.3	2.33	//

【参考文献】

- 1) 太田俊昭他:炭素繊維ネットで補強された薄壁付きフレーム部材の力学性状、土木学会年講1994
- 2) 土木学会:コンクリート標準示方書設計編、平成3年
- 3) F・レオンハルト、E・マヒ:レオンハルトのコンクリート講座① ”鉄筋コンクリートの設計”、鹿島出版会