

九州大学大学院 学生員 ○山口芳範
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 黒田一郎
第一復建(株) 正 員 李 重桓

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、ガラス繊維等の新素材が注目を集めている。なかでも、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、軽量等の鋼材にはない特性を持っていることから鉄筋の代替補強材として期待されている。

著者らは、配筋の省力化と定着性に優れた格子状連続繊維補強材(以下、炭素繊維ネットと称する)をコンクリート構造物のせん断補強材として適用することを目的とし^{1) 2)}、それ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。あわせて要素内に挿入された鋼材等の補強材の影響を簡易に評価し得る埋め込み鉄筋モデルを適用した非線形有限要素解析を行い実験結果と比較することにより、その有用性について検討を加えた。

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とし、4タイプ、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形断面、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°でウェブ内をせん断補強したものである。BタイプはAタイプと補強角度が等しく、補強量を2枚としたものであり、Cタイプは補強量2枚・補強角度45°としたものである。また、Dタイプは以上の3種類との比較用の腹部無補強のものである。本実験に用いた炭素繊維ネットの物性値を表-2に示す。なお本実験では、せん断補強材に注目するため、それ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、 $\phi 6$ を使用した。コンクリート配合は、 $W/C=40\%$ 、 $s/a=40\%$ とし載荷方法は支間2.24m、載荷幅30cmの2点線載荷とし、破壊に至るまで静的に漸増載荷した。また、各荷重において、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。

3. 結果および考察

表-3に終局耐力の計算値¹⁾と実験値の比較を示す。破壊形式は、Aタイプでは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確認された。B、Cタイプの破壊形式は、いずれも、ウェブ内のせん断補強に用いた炭素繊維ネットの素線が破断することによる斜引張破壊であった。また、Dタイプの破壊形式は、腹部内へのひび割れ発生後、載荷点および支点付近のひび割れによる斜引張破壊であった。Dタイプと他のタイプの

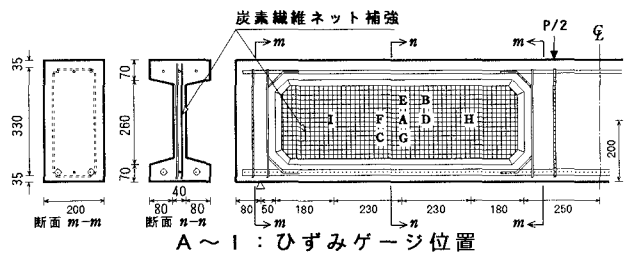


図-1 供試体の形状・寸法(単位:mm)

表-1 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層(4枚)	90°
Bタイプ	1層(2枚)	90°
Cタイプ	1層(2枚)	45°
Dタイプ	無補強	—

表-2 炭素繊維ネットの物性値

	経糸方向	緯糸方向
糸間隔	15.3mm/本	15.3mm/本
引張強度	151kgf/本	134kgf/本
	169kgf/mm ²	150kgf/mm ²
引張特性	12.4tf/mm ²	13.4tf/mm ²

比較から炭素繊維ネットのせん断補強効果が認められた。

図-2に破壊時のひび割れ分布を示す。Dタイプと他のタイプの比較から炭素繊維ネットによるひび割れ分散効果が確認された。しかし、その補強量・補強角度による顕著な差異は見られなかった。

図-3にスパン中央点の荷重-たわみ関係の一例を示す。図より、炭素繊維ネットで補強されたはりのじん性向上とともに、FEM解析値が実験値を良く追跡できていることがわかる。

図-4に炭素繊維ネットの荷重-ひずみ関係の一例を示す。図より斜めひび割れ発生後、炭素繊維ネットの経糸のひずみが急激に増加し始め、終局時には破断している。また、FEM解析値は実験の挙動を定性的には比較的良く捉えていると言えるものの、局所的な定量評価にはやや問題があると言える。

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)	実験値 計算値	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	8.3	2.33	"
D-2	361	22.9	3.6	22.2	8.4	2.33	"

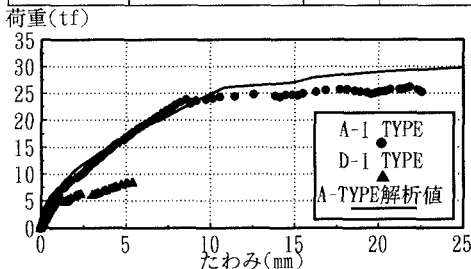


図-3 スパン中央点の荷重-たわみ関係

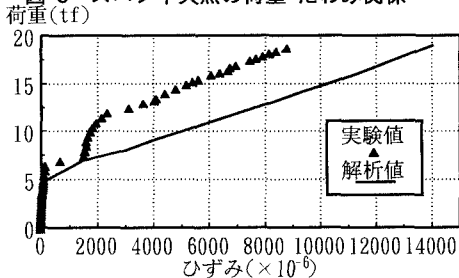
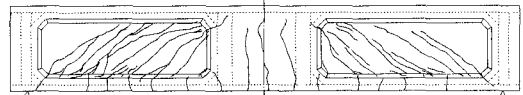
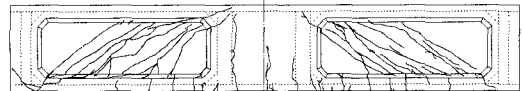


図-4 炭素繊維ネットの経糸の荷重-ひずみ関係
(ゲージ位置：Cタイプ-C)

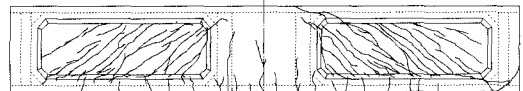
A-1 破壊荷重(26.3tf)



B-1 破壊荷重(20.5tf)



C-1 破壊荷重(19.7tf)



D-1 破壊荷重(8.4tf)

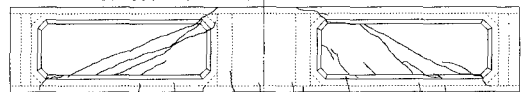


図-2 破壊時のひび割れ分布

【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，土木学会第49回年次学術講演概要集，1994
- 2) 日野伸一他：炭素繊維ネットによる鉄筋コンクリートはりのせん断補強効果に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，vol. 12，1995
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書(設計編)，1991