

V - 167 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検討

九州大学工学部 学生員○岡 康博
九州大学工学部 正員 太田俊昭
九州大学工学部 正員 日野伸一

九州大学工学部 正員 日和田希与志
日本道路公団 正員 横山和昭

1. はじめに

格子状に配筋された連続繊維ネットは、コンクリートの版や壁などの面材に対して有用な補強材と考えられているが、著者らはこの種のネット補強された版をPC箱桁橋の軽量化ブロック構造要素材に使用することを目的とした研究を行っている。本報は、その基礎研究の一環として、せん断補強効果を明らかにするため、炭素繊維ネット（以下CFNと記す）で補強された鉄筋コンクリートはりのせん断破壊試験を行い、CFN補強のせん断耐力や変形挙動に及ぼす影響について検討を加えたものである。

2. 実験概要

図-1に実験に用いた供試体の断面諸元を示す。供試体は幅10cm、高さ20cmの矩形断面（有効高さ：15cm）で、全長は1.6mである。使用したCFNは表-1に示す物性のものであり、コンクリートの配合はW/C=40%、s/a=40%、骨材の最大寸法は15mmとし、セメントには早強ポルトランドセメントを使用した。また、軸方向鉄筋にはSD345のD19（降伏応力度3770kgf/cm²）を使用した。表-2に供試体の諸元を示す。供試体はCFN補強量の影響については、無補強（Aタイプ）と補強2層（Bタイプ）および補強4層（Cタイプ）のものを、また緯糸の有無によるせん断補強効果への影響を検討するため、緯糸なしのCFN補強4層（Dタイプ）のものをそれぞれ作製した。はり供試体の作製にあたっては、CFNのせん断耐力を通常のスターラップに準じて仮定し、いずれも最終的な破壊形式が曲げ破壊に先行してせん断破壊となるように設計した。なお、CFNは供試体の両側面で上下の軸方向鉄筋にエポキシ系接着剤を用いて貼付した。

載荷方法は、支間130cm、載荷幅55cmの2点線載荷（せん断スパン比：2.5）とし、破壊に至るまで荷重を単調に増加させ、スパン中央点のたわみ、CFNのひずみおよびコンクリートのひずみを計測するとともにひび割れの観察を行った。

3. 実験結果および考察

表-3に実験結果を示す。ここに、計算値1および2はそれぞれ土木学会コンクリート標準示方書¹⁾および日本建築学会コンクリート構造計算規準²⁾に基づく算定値である。同表より、ひび割れ発生荷重には大きな差はみられないがせん断耐力である最大荷重については補強の有無により差異が認められた。また、計算値2の上限値により最大荷重を比較的良好に評価できることが分かる。

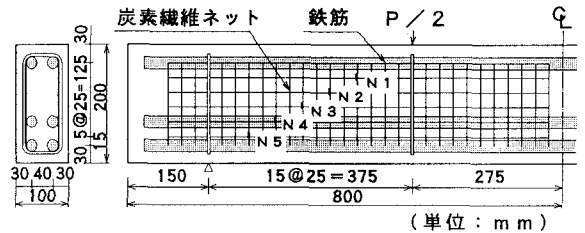


図-1 供試体の断面諸元および測定位置

表-1 炭素繊維ネットの物性

仕 様	ピッチ間隔 : 25(mm)		
	糸使い	経糸：炭素繊維 (12k)	2本
引 張 特 性		緯糸：炭素繊維 (24k)	1本
		引張強度 (kgf/mm ²)	引張弾性率 (tonf/mm ²)
	経糸：	262	19.3
	緯糸：	129	17.9
		破断ひずみ (%)	
		1.36	0.67

表-2 供試体の諸元

供試体の種類	CFNの補強条件	緯糸の有無	コンクリート圧縮強度 (kgf/cm ²)
A-1	無補強	一有	534
B-1	CFN2層	一有	534
C-1	CFN4層	一有	534
A-2	無補強	一有	589
B-2	CFN2層	一有	589
C-2	CFN4層	一有	589
A-3	無補強	一無	555
D-1	CFN4層	一無	555
D-2	CFN4層	一無	555

表-3 実験結果一覧

供試体の種類	ひび割れ発生荷重(tf)					最大荷重(tf)			破壊形式
	曲げ		せん断						
	実験値	計算値	実験値	計算値1	計算値2	実験値	計算値1	計算値2	
A-1	1.4	1.8	9.0	4.9	4.4~9.4	17.2	4.9	6.6~17.3	せん断圧縮破壊 " "
B-1	2.2	1.8	9.2	4.9	4.4~9.4	18.3	10.0	9.7~20.4	
C-1	1.2	1.8	12.4	4.9	4.4~9.4	20.5	15.1	11.0~21.7	
A-2	1.6	1.9	9.2	5.1	4.6~9.9	17.8	5.1	7.1~18.6	せん断圧縮破壊 " "
B-2	1.2	1.9	9.2	5.1	4.6~9.9	20.9	10.2	10.2~21.7	
C-2	1.4	1.9	10.8	5.1	4.6~9.9	21.9	15.3	11.5~23.1	
A-3	1.6	1.8	10.0	5.0	4.5~9.6	16.8	5.0	6.8~17.8	せん断圧縮破壊 " "
D-1	1.2	1.8	9.4	5.0	4.5~9.6	20.5	10.1	11.2~22.2	
D-2	1.2	1.8	9.2	5.0	4.5~9.6	20.5	15.2	11.2~22.2	

計算値1：コンクリート標準示方書¹⁾

$$\text{せん断ひび割れ荷重} : P_{cr} = 2 \times 0.9 \times \sqrt{f'_c} \times \sqrt{100/d} \times \sqrt{100A_s/bd} \quad (1)$$

$$\text{せん断破壊荷重} : P_{yd} = P_{cr} + 2A_w f_{wy} (\sin \alpha + \cos \alpha) z/s \quad (2)$$

計算値2：日本建築学会²⁾

$$\text{せん断ひび割れ荷重} : P_{crmin} = 2 \times 0.77 \tau_{cb} j = 2 \times \left\{ \frac{0.065 k_c (500 + f'_c)}{M/Qd + 1.7} \right\} b j \quad (3)$$

$$P_{crmax} = 2 \times 1.65 \tau_{cb} j \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{せん断破壊荷重} : P_{umin} &= 2 \times \left\{ 0.8 \tau_{u(pw=0)} + 2.7 \sqrt{p_w f_y} \right\} b j \\ &= 2 \times \left\{ \frac{0.092 k_u k_o (180 + f'_c)}{M/Qd + 0.12} + 2.7 \sqrt{p_w f_y} \right\} b j \quad (5) \end{aligned}$$

$$P_{umax} = 2 \times \left\{ 2.10 \tau_{u(pw=0)} + 2.7 \sqrt{p_w f_y} \right\} b j \quad (6)$$

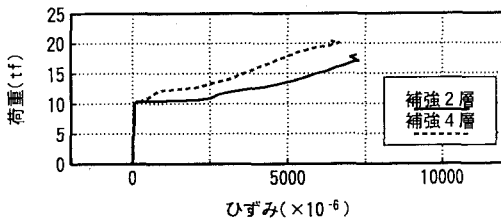


図-2 荷重-ひずみ曲線(N4)

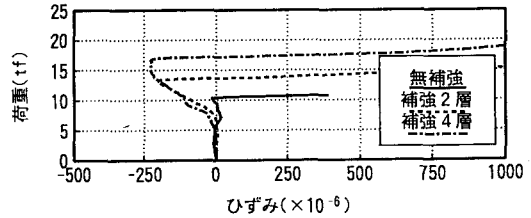


図-3 荷重-ひずみ曲線(C3)

図-2、図-3にCFN(N4)およびウェブ中央点におけるコンクリートの荷重-ひずみ曲線を示す。図-2よりコンクリートに斜めひび割れが発生した後、CFNによりせん断応力が負担され、補強量が2倍になることでCFNのひずみはほぼ半減されていることが分かる。しかしながら、CFNは破壊ひずみ(1.4%)には達しておらずコンクリートとの間にすべりが生じていると考えられる。

次に、CFNによるせん断耐力の増加量を検討するために、B、C、Dタイプの最大荷重からAタイプの最大荷重を引いた値を図-4に示す。同図よりCFNの繊維量の増加に伴いせん断耐力が増加することが分かる。また、計算値1および2についてCFNに生じる最大ひずみを用いることで実験値を比較よく評価できることが分かる。なお、経糸の有無によるせん断耐力向上効果については大きな差異は認められなかった。

4. まとめ

本研究の結果、1)CFNを鉄筋コンクリートはりのせん断補強材として適用することにより、はりのせん断耐力の向上およびひび割れ進展の抑制が可能なこと、2)C

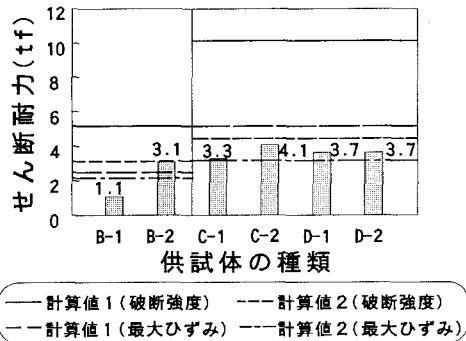


図-4 CFNによるせん断耐力の増加量

FNのせん断耐力は土木学会式および日本建築学会式を用いることでよく評価できること、3)CFNによるせん断耐力は緯糸のない経糸だけのものと差異が認められないことなどの知見が得られた。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート標準示方書設計編，平成3年
- 2)日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，1991