

P C 桁のせん断補強に関する実験的研究
(吹付けモルタルおよび炭素繊維強化材)

名城大学 フェロー会員 泉 満明
日本ピーエス 正会員 高 棹 紘一
○名城大学 学生会員 栗原 勇樹

1. まえがき

最近における構造物の老朽化、設計荷重の増大により、桁や床版に応力超過が生じている。そのため補修・補強が必要となり、施工或使用材料の性能を考えその補強に各種の材料が使用されてきている。

本研究では、補強材に炭素繊維シート C F S (Carbon Fiber Sheet) および炭素繊維格子筋 C R (Carbon Fiber Grid Reinforcement) を使用する。補強材の特性として、引張強度に優れ、軽量でかつ腐食への耐久力が高いことが挙げられる。実験は無補強および補強材で補強した供試体のせん断破壊実験を行った。実験結果からせん断補強効果を検討し、合理的なせん断補強工法開発のための基礎研究である。

2. 供試体および実験方法

2-1 供試体

本研究に使用する供試体を図-1 に示す。S-0 は無補強、S-CFS は炭素繊維シート補強、S-CR は炭素繊維格子筋および吹付けモルタル増厚補強を示す。

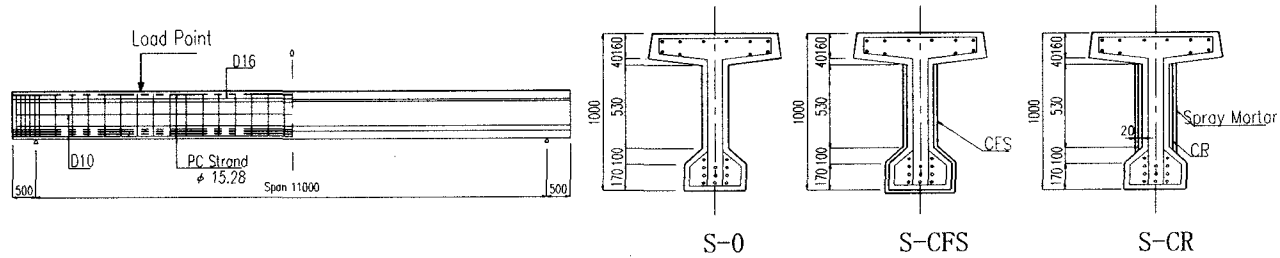


図-1 供試体側面図および断面図

2-2 実験方法

供試体 3 本を使用し、1 本は無補強で残りの 2 本は両端に異なった補強(CFS, CR)をして、各供試体片側で図-2 に示す方法で載荷を行った。無補強の 1 回目 (S-0-1) 以外はせん断破壊するまで載荷した。補強方法を表-1、材料特性を表-2 に示す。

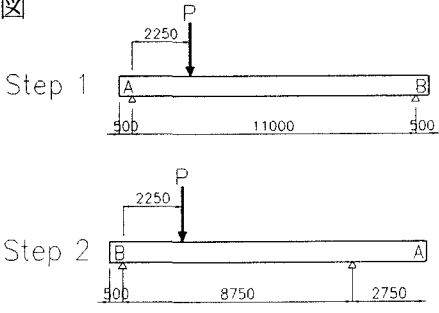


図-2 載荷方法

表-1 補強方法

供試体	載荷	補強
S-0-1	Step 1	
S-0-2	Step 2	
S-CR4-1	Step 1	CR4 (M8 アンカー)
S-CR6-1	Step 2	吹付けモルタル
		CR6 (M8 アンカー)
S-CFS-1	Step 1	CFS
S-CR6-2	Step 2	CR6 (リベットアンカー)
S-CR6-2	Step 2	吹付けモルタル

表-2 材料特性 (N/mm²)

せん断補強鉄筋 D10 (SD295A)	降伏強度	引張強度	
	388	522	
P C 鋼材 (φ 15.28mm)	降伏強度	引張強度	弾性係数
	1813	1971	195000
コンクリート	圧縮強度	曲げ強度	弾性係数
	81.4	9.65	42400
炭素繊維シート C F S	引張強度	弾性係数	
	4520	234000	
炭素繊維格子筋 C R 4 (A=6.6mm ²)	引張強度	弾性係数	
	1644	111300	
炭素繊維格子筋 C R 6 (A=17.5mm ²)	引張強度	弾性係数	
	1651	110800	

3. 実験結果

3-1 ひび割れ・破壊せん断力

ひび割れおよび破壊せん断力を表-3に示す。無補強供試体S-0はS-0-1が破壊まで至っていないのでS-0-2を基準とした。表からせん断ひび割れおよび破壊に対しては無補強供試体にくらべ5~19%程度の補強効果が認められる。

3-2 破壊性状

各供試体まず曲げひび割れが発生し、その後荷重の増加と共に突然斜めひび割れが発生する。さらに荷重が増加するにつれ斜めひび割れ幅が広がりひび割れの数も増加し写真-1に示すように破壊に至った。

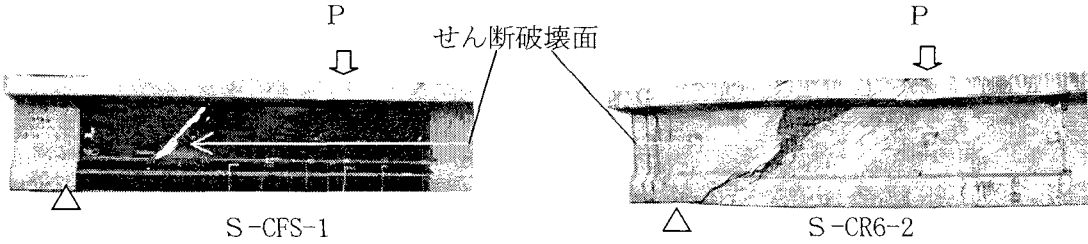


写真-1 供試体の破壊状況

表-3 ひび割れ・破壊せん断力および補強効果

供試体	斜めひび割れ		破壊	
	せん断力 (kN)	補強効果	せん断力 (kN)	補強効果
S-0	698	—	910	—
S-CFS-1	779	1.12	994	1.09
S-CR4-1	732	1.05	954	1.05
S-CR6-1	773	1.11	1070	1.18
S-CR6-2	802	1.15	1084	1.19

3-3 補強算定式の提案

土木学会のせん断耐力式は、コンクリート、鉄筋が受け持つせん断耐力 V_c 、 V_s の和 $V=V_c+V_s$ で表される。補強したコンクリート部材のせん断耐力式を、炭素繊維シートが受け持つせん断耐力 V_{CFS} 、炭素繊維格子筋が受け持つせん断耐力 V_{CR} を加えた $V=V_c+V_s+V_{CFS}+V_{CR}$ として、 V_{CFS} (1式)および V_{CR} (2式)を提案する。 V_{CFS} 、 V_{CR} は、補強材を鉄筋に換算したものである。

$$V_{CFS} = t \cdot f_{wy} \cdot j \cdot d \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \times \frac{E_s \cdot \sigma_{CFS}}{E_{CFS} \cdot \sigma_s} \times \eta \quad (1)$$

$$V_{CR} = \frac{A_{CR} \cdot f_{wy} \cdot j \cdot d \cdot (\sin \alpha_s + \cos \alpha_s)}{S} \times \frac{E_s \cdot \sigma_{CR}}{E_{CR} \cdot \sigma_s} \times \eta \quad (2)$$

(t :炭素繊維シートの厚さ、 A_{CR} :炭素繊維格子筋の断面積)

補強したコンクリート部材のせん断耐力 V を算定し、実験値と比較すると、算定値は土木学会式で V_c 、 V_s は一定であり、 V_{CFS} 、 V_{CR} について実験値と一致させるため、有効係数 η を乗ずることによって調整しこの検討結果を表-4に示す。

表-4 有効係数

供試体	有効係数 η
S-CFS-1	0.71
S-CR4-1	0.72
S-CR6-1	0.38
S-CR6-2	0.38

4. 結論

斜めひび割れ発生せん断力は無補強供試体に対し、CFS供試体で81kN、CR供試体で34~104kNほど大きくなり、吹付けモルタルおよび炭素繊維シートによるひびわれ抵抗による補強効果が見られ、破壊せん断力はCFS供試体で84kN、CR供試体で44~174kNほど大きくなり補強材による補強効果があったと言える。

補強提案式については、今回の研究では補強桁における補強材のせん断耐力を推定できるが、実験供試体の本数が少なく、これを結論とすることはできず実用的な算定式の誘導が望まれる。

この実験的研究について日鉄コンポジットの関係者の方々にご協力を頂きました謝意を表します。

参考文献

泉 満明・濱岡 弘二・小林 朗・船野 浩司：炭素繊維によるPC桁のせん断補強効果に関する実験的研究, 第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集