

ガラス繊維シートの側面接着による RC はりの曲げ補強効果

九州大学 学生会員 ○LE PHUONG TUNG 小林憲治
九州大学大学院 正会員 日野伸一 貝沼重信 山口浩平
(株)SF エンジニアリング 正会員 Basem Abdullah

1. まえがき

現在, RC 部材の補強に, 高強度かつ高弾性である炭素繊維シートやアラミド繊維シートを, 樹脂によって接着する補強工法が多く用いられている. 繊維シート接着による RC 部材補強工法は, 施工が簡便で工期が短い等, 施工性に優れた特性を有するほか, 繊維の目付け量や積層数の増減により柔軟な補強設計が可能である. 一方, ガラス繊維シート(以下 GF シート) 炭素繊維シートやアラミド繊維シートに比べ, 材料単価が大幅に安価であるにも関わらず, ヤング係数が過小なため補強効率が劣るとして, わが国ではあまり補強実績がないのが現状である¹⁾. そこで本研究では, GF シートの既設コンクリート部材補強への適用を目的として, ひび割れ損傷を有する既設建物布基礎を対象とした T 形断面 RC はりを作製して, GF シートの側面接着補強工を行い, その補強効果を実験的に検討したものである.

2. 実験概要

図-1,2 に供試体の側面図および断面図を示す. 供試体はスパン 3000mm, 高さ 420mm の T 形断面 RC はりであり, 地盤の不同沈下によって基礎に生じる曲げ作用を 4 点曲げ試験を実施することにより再現した. また, ひび割れを有する基礎を再現するため, ひび割れ誘導目地付きの健全な供試体に载荷を行い, 各タイプ同様となるようなスパン中央にひび割れ損傷を与えた. 補強施工は, 発生したひび割れにエポキシ樹脂を注入し, GF シート貼付およびファイバーアンカー(図-3)の取付を実施した. 表-1 に示すように GF シートの枚数, 貼付位置およびファイバーアンカーの有無をパラメーターとした TypeA~F の 6 種類の供試体を作成した. 供試体の材料特性値を表-2 に示す.

载荷は, 破壊に至るまで漸増または繰返し载荷を行い, コンクリート・鉄筋・GF シートのひずみ, ひび割れ幅およびスパン中央部でのたわみを計測した.

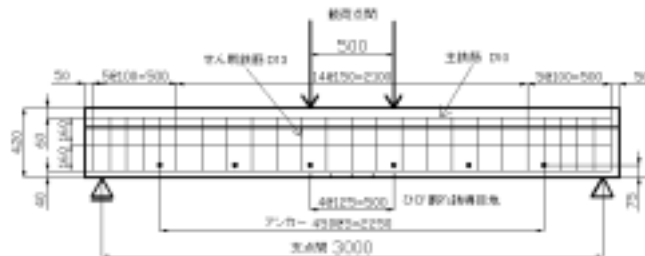


図-1 側面図

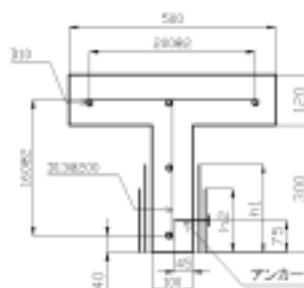


図-2 断面図



図-3 ファイバーアンカー

表-1 供試体種類

Type	貼付位置	層数	1 層目 高さ(h1)	2 層目 高さ(h2)	ファイバー アンカー	载荷方法
A	無	無	無	無	無	漸増
B	片面	1	300mm	無	無	漸増
C	片面	2	300mm	150mm	無	漸増
D	両面对称	4	300mm	150mm	無	漸増
E	片面	2	200mm	200mm	有	漸増
F	片面	2	200mm	200mm	有	繰返し

表-2 材料特性値

エポキシ 樹脂	引張強度 N/mm ²	72	鉄筋 (SD 295A)	降伏強度 N/mm ²	364
	破断伸び %	5		設計強度 N/mm ²	140
	弾性係数 kN/mm ²	3.2		弾性係数 kN/mm ²	200
GF シート (Tyfo SEH-51)	厚さ (1 枚)mm	1.3	コンク リート	圧縮強度 N/mm ²	45.6
	引張強度 N/mm ²	575		引張強度 N/mm ²	3.22
	弾性係数 kN/mm ²	26		弾性係数 kN/mm ²	34.6
	目付け量 g/m ²	915			
	破断伸び %	2.2			

3. 試験結果および考察

(1) 最大荷重

各タイプの最大荷重を無補強 Type A の最大荷重を基準としてそれぞれ相対比較した (図-4)。GF シートの補強量に伴い最大荷重が増加することが確認できた。Type E,F は、ファイバーアンカーによる GF シートの剥離抑制効果により、Type C と同程度の補強量にも関わらず最大荷重がそれぞれ Type C の 1.40, 1.26 倍増加した。

(2) たわみ量およびひび割れ幅

スパン中央の荷重-たわみ関係を図-5 に示す。同図より、GF シート補強による最大荷重および靱性の向上が確認できた。図-6 に荷重 20kN, 50kN 時の各タイプのひび割れ幅を示す。図中のひび割れ幅は、ひび割れ導入載荷時のひび割れ発生箇所におけるひび割れ幅である。ファイバーアンカーがない Type A,B,C,D のひび割れ幅を比較すると補強量が大きいほどひび割れ抑制効果が高いことが確認できた。

また6本のファイバーアンカーにより GF シートの剥離を抑制した Type E とファイバーアンカーのないタイプを比較すると、Type E は、補強量が最も大きい Type D より高いひび割れ抑制効果を示した。

(3) 設計耐力

本実験で GF シートの剥離は、曲げ耐力に大きく影響することが確認された。ここでは、Type A については、上縁コンクリートひずみが終局ひずみに達した時を終局状態とし、Type B~F については、最下端 GF シートのひずみが破断ひずみ 22000 μ に達した時を終局状態とし、それまでは完全合成断面として挙動することを想定して曲げ耐力を算出した (表-3)。ファイバーアンカーを設置しない Type B,C,D の実験値と計算値の比は 0.43~0.59 であった。計算値が実験値より大きい原因は、計算では耐力に大きく影響する GF シートの剥離を考慮していないためである。

ファイバーアンカーを設置した Type E,F はファイバーアンカーによる GF シートの剥離抑制効果によって、実験値と計算値の比は 0.62~0.68 となった。

4. まとめ

ひび割れを有する T 形断面 RC はりを対象として、GF シートの側面接着による曲げ補強効果を実験的に検証した結果、(1) はりの曲げ耐力および靱性を大幅に向上できること、(2) その曲げ耐力は、GF シートの引張破断を仮定した耐力算定値の 0.4~0.7 評価されること、(3) ファイバーアンカーの設置により GF シートの剥離を抑制し、さらなる耐力向上が期待できることがわかった。

GF シートの剥離が終局耐力を支配していることから、今後は、GF シートの剥離を考慮した合理的な補強設計法を検討する必要がある。

参考文献：1)土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，2000 年 7 月

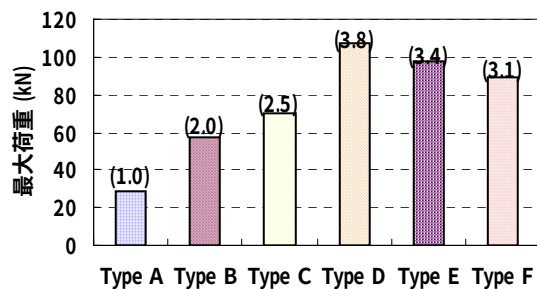


図-4 最大荷重 (*): Type A の最大荷重に対する比

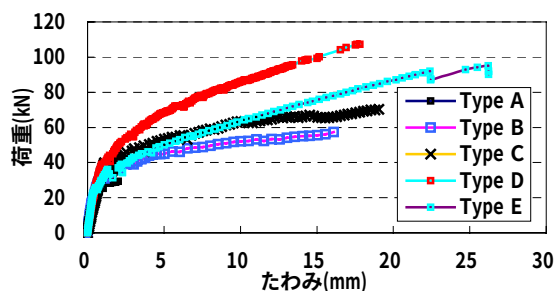


図-5 荷重-たわみ関係

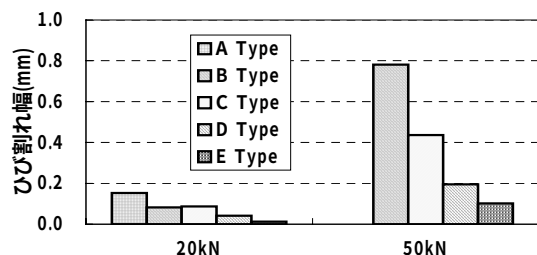


図-6 ひび割れ幅

表-3 曲げ耐力 (実験値と計算値)

	Type	A	B	C	D	E	F
実験値	最大荷重(kN)	28.5	57.3	70.2	107	98.1	88.7
計算値	完全合成断面(kN) (GF シート破断)	31.7	96.6	141	248	144	144
実験値 / 計算値		0.90	0.59	0.50	0.43	0.68	0.62