

19.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

LE PHUONG TUNG

1.目的

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している．また，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)は，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曲げ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．そこで本研究では，GF シートの既設コンクリート部材の曲げ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 GF シート片面貼付による曲げ補強効果検証実験を実施した．

2.内容

2.1 供試体概要

供試体の概要図を図-1，2 に，供試体の種類を表-1 に示す．供試体は，建物基礎を想定した過小鉄筋比の T 形断面はりとした．ひび割れを有する基礎を再現するため，全供試体が同様のひび割れ状況となるように予め中央部の曲げスパン内に，125mm 間隔で開口幅 0.2mm 程度となるように初期ひび割れを導入した．供試体は Type A ~ F の 6 体である．初期ひび割れ導入後，全ての供試体のひび割れにエポキシ樹脂注入によるひび割れ補修を実施した．Type A はエポキシ樹脂注入のみ，Type B ~ F はエポキシ樹脂注入後，GF シートを接着して補強した．さらに Type E，F についてはファイバーアンカー(図-3)を 450mm 間隔で 6 本設置しシートの剥離を抑制した．

荷重は，破壊に至るまで漸増または繰返し荷重を行い，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．

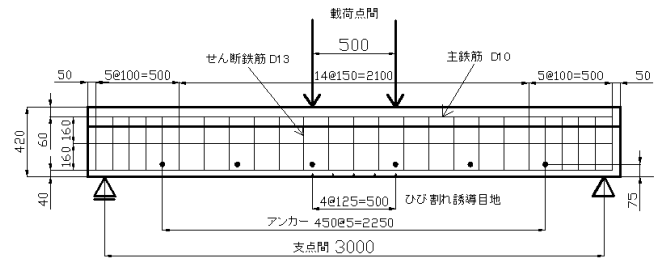


図-1 側面図

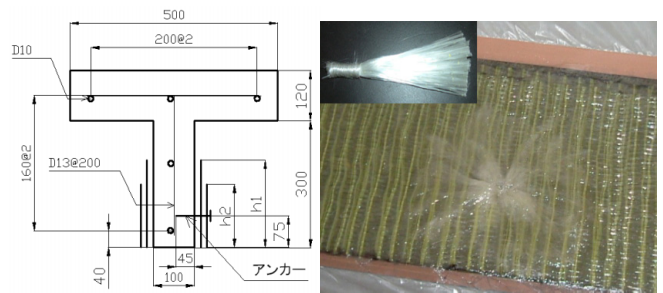


図-2 断面図

図-3 ファイバーアンカー

表-1 供試体種類

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			

表-2 材料特性値

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	荷重方法
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

19. Flexural Strengthening Effect on the cracked RC Beam by the one-side bonded GF sheets**LE PHUONG TUNG**

The deterioration of many bridges constructed in Japan during the high economic growth period of 1960's is steadily advanced. Especially, the RC slab of the existing road bridge is suffered from direct damage, which is characterized by the visible crack due to traffic load. The increase of vehicle number and sizes during recent years may intensify the damage. The extended damage is could further to take place as a result of the flexural failure of RC beam if an earthquake occur.

Presently, we focus on the use of Glass Fiber (GF) sheet (a lattice-like sheet processed using fiber glass) which is expected to have a higher effectiveness and simple method for reinforcement method. There are many studies on this subject in several foreign countries. However, there are a few researchers conducting this study field in Japan. It is commonly assumed that the GF sheet is cheaper but it has lower reinforcement efficiency due to its lower strength and elastic modulus compared with other continues fibers such as carbon and aramid. Therefore, it is necessary to understand the mechanical properties of the composite material before applying the GF sheet to the RC beam as the reinforcement material.

This study aims to confirm reinforcement effectiveness of the GF sheet. T-shaped section RC beams was used which represent cracked strip foundation beam of existing building. The GF sheet was bounded to one side of foundation. The effect of reinforcement was then experimentally examined.

2.2 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 の初期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 シートのひずみが設計破断ひずみの 2.2% 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 (I) を算定した。また、終局時におけるシートひずみの実測値に基づいて曲げ耐力 (II) を算定した(表-3)。ファイバーアンカーを設置していない Type B ~ D の実験値と計算値 (I) の比は 0.43 ~ 0.59 となり、ファイバーアンカーを設置した Type E, F の比は 0.62 ~ 0.68 といずれも過小な値を示した。

これに対し、終局時のシートひずみ(設計破断ひずみの 40% ~ 60% 相当の 0.8 ~ 1.3%) に基づく計算値 (II) では、実験値と計算値の比が 0.74 ~ 1.34 となり、計算値 (I) に比べて実験値に近い結果になった。特に、ファイバーアンカーを設置した Type E, F では、シートの終局ひずみは 1.2 ~ 1.3% で、これを用いた計算値は実験値と良く一致する結果となった。

3. 結論

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、はりの破壊形式は GF シートの剥離による剥離破壊型であること、(2) 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、また GF シート剥離進展後もシートは引張力を負担できることで、さらなる耐力向上が期待できること、(3) GF シートの剥離ひずみは設計破断ひずみの 40% ~ 60% 程度の 0.8 ~ 1.3% となり、それに基づく曲げ耐力算定値は実験値の 0.74 ~ 1.34 程度の精度で評価できることがわかった。

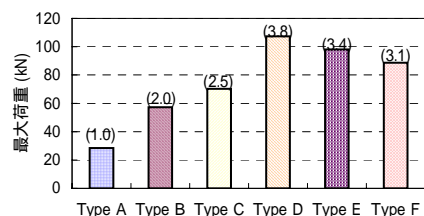


図-4 最大荷重 (※: Type A の最大荷重に対する比)

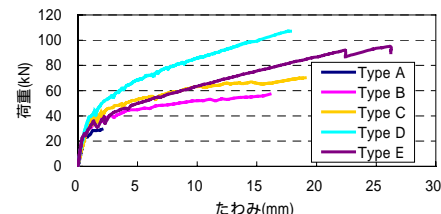


図-5 荷重 - たわみ関係

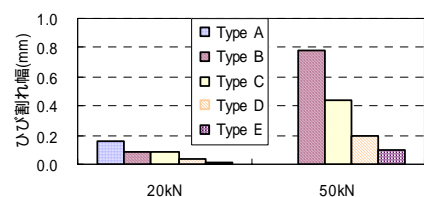


図-6 ひび割れ幅

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	シートの設計破断ひずみによる計算値 (kN) (I)		31.7	96.6	141	248	144	144
	シートひずみの実測値による計算値 (kN) (II)		—	48.6	52.4	144	93.7	86.2
実験値 / 計算値 (I)			0.9	0.59	0.5	0.43	0.68	0.62
実験値 / 計算値 (II)			—	1.18	1.34	0.74	1.05	1.03

※: Type A は上縁コンクリート圧縮破壊として計算