

# き裂を有する鋼部材のガラス繊維強化プラスチックによる補強

明星大学 正会員 鈴木 博之  
 明星大学大学院 学生員 岡本 陽介  
 明星大学 学生員 浅野 友之

**1. はじめに** 本研究では、軽量で、施工が容易なガラス繊維強化プラスチック（以下、GFRP と記す）をき裂を有する鋼部材に適用した時の基本的特性について実験的に検討する。

**2. 試験片形状** 試験片形状およびき裂詳細を図-1 に示す。試験片は、100mm × 9mm × 1000mm であり、試験片中央には、長さ 25mm、幅 0.4mm のき裂を設けた。また、標点間距離は 600mm とした。き裂部に貼付した GFRP 寸法を表-1、鋼板と GFRP の機械的性質を表-2 に示す。なお、GFRP の 1 枚の厚さは、1.2mm である。

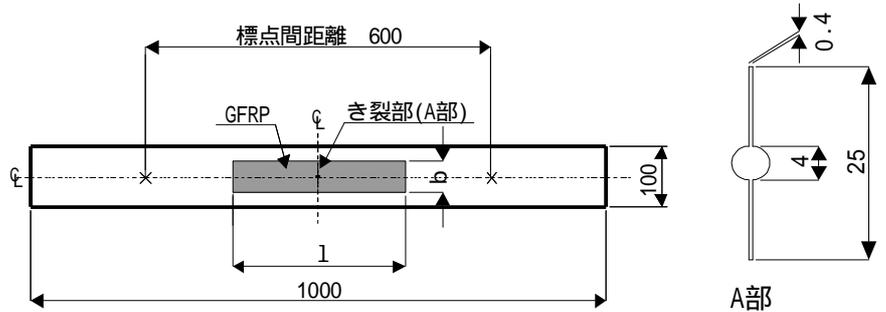


図-1 試験片形状

**3. 実験方法** 実験には、容量 500kN の万能試験機を使用し、載荷中の GFRP と鋼板のひずみを測定した。

**4. 実験結果および考察** 図-2 に GFRP の層数が  $t=1$  のときの応力-ひずみ曲線を示す。図中の矢印は GFRP が剥離したところを示している。図-2 に示した GC 110-1、GC 125-1、GC 150-1、GC 310-1 の応力-ひずみ曲線に有意な差はない。GFRP の幅が、10mm、25mm、50mm と増加しても GFRP の剥離荷重に違いは認められず、また、GFRP の長さが 300mm の場合も、100mm の場合と差はなく、いずれの試験片においても鋼板の応力が降伏点に達する前に GFRP が剥離している。したがって、いずれの試験片も降伏後の応力-ひずみ曲線は GC 000-0 と一致しており、補強試験片と無補強試験片の応力-ひずみ曲線に差はない。

表-1 試験片名称および GFRP 寸法

試験片名称	b (mm)*	l (mm)**	t (層数)***
GC 000-0	0	0	0
GC 110-1	10	100	1
GC 125-1	25	100	1
GC 150-1	50	100	1
GC 310-1	10	300	1
GC 310-2	10	300	2
GC 325-2	25	300	2
GC 350-2	50	300	2

\* : b (mm) は GFRP の幅  
 \*\* : l (mm) は GFRP の長さ  
 \*\*\* : t GFRP の層数

表-2 機械的性質

	鋼板	GFRP
弾性係数 (MPa)	$2.1 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4$
降伏点 (MPa)	299	
引張強さ (MPa)	435	201
伸び (%)	28	

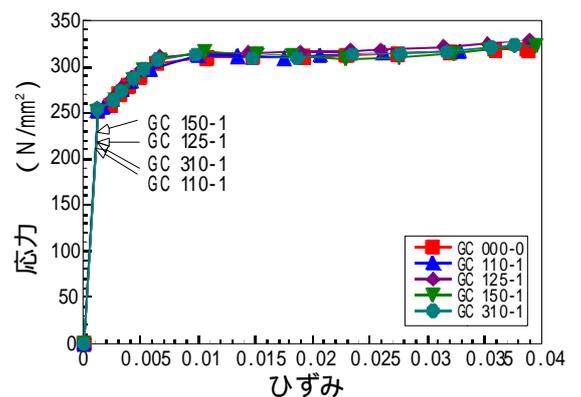


図-2 応力-ひずみ曲線

図-3 に GFRP の層数が  $t=2$  のときの応力-ひずみ曲線を示す。図-3 に示した GC 310-2、GC 325-2、GC 350-2 の応力-ひずみ曲線に有意な差はない。また、GFRP の剥離時の荷重と GFRP の幅に相関がないのは、GFRP の接着作業による影響であ

キーワード：GFRP、き裂

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1, 明星大学理工学部土木工学科 TEL/FAX:042-591-9645

ると考えられる。したがって、GFRP の接着は施工に大きく依存するので、施工する際には十分な配慮が必要である。

図-4 に GFRP の層数が  $t=1$  のときの載荷荷重 100kN の場合のき裂断面上の応力分布を示す。図-4 より、き裂先端からの距離が 3mm の位置の応力は、GC 110-1 は、GC 000-0 より最大で  $8\text{N/mm}^2$  程度低下しており、GC 125-1 の場合は最大で  $13\text{N/mm}^2$  程度、GC 310-1 の場合は最大  $12\text{N/mm}^2$  程度低下していることがわかる。また、GFRP の  $l=100\text{mm}$  と  $l=300\text{mm}$  の相違による応力低減に違いは認められない。鋼材の  $1/15$  の弾性係数しかない GFRP を 1 層き裂部に貼付することによって、き裂先端の応力を約 4.5% 低減することができ、き裂の補強材として使える可能性があるように思われる。

図-5 に GFRP の層数が  $t=2$  のときの載荷荷重 100kN の場合のき裂断面上の応力分布を示す。図-5 より、き裂先端からの距離が 3mm の位置の応力は、GC 310-2 は GC 000-0 より最大で  $18\text{N/mm}^2$  程度低下しており、GC 325-2 の場合は最大で  $20\text{N/mm}^2$  程度低下していることがわかる。GFRP を 2 層き裂部に貼付することによって、き裂先端の応力は約 12.2% 低減したことになる。そこで、GFRP の層数による効果を比較をする。図-4 の GC310-1 と図-5 の GC 310-2 では、GC310-1 より GC 310-2 の方がき裂先端からの距離が 3mm の位置の応力が  $6\text{N/mm}^2$  程度低下している。したがって、GFRP を多層に貼付することにより応力低減効果が高くなることが期待できる。

図-6 は、鋼板と GFRP の間に生じる層間せん断力である。図の横軸は GFRP き裂中央からの距離であり、縦軸は鋼板と GFRP 間のせん断力である。層間せん断力は、中央からの距離が  $30\text{mm} \sim 110\text{mm}$  においては、ほぼ 0 であり、中央部と先端部で大きくなっているが、GFRP の中央部の方が先端部より層間せん断力が大きく GFRP は中央から剥離したものと推察できる。

**5. まとめ** 本実験では、長さ  $25\text{mm}$ 、幅  $0.4\text{mm}$  のき裂を有する鋼板の補強材に GFRP を用いることの可能性を検討するために、引張試験を行った。得られた知見は以下の通りである。

1. き裂を有する鋼板に GFRP を貼付することにより、き裂先端近傍の応力を低減する効果が認められた。
2. GFRP を多層に貼付することにより、より一層の補強効果が期待できる。
3. GFRP の長さ  $l=100\text{mm}$  と  $l=300\text{mm}$  の相違による応力の低減効果に違いは認められなかった。
4. GFRP は鋼板が降伏する前に剥離してしまうことがわかった。したがって、大変形を伴う破壊に対する補強には適さないが、疲労のように大きな変形を伴わない破壊の補強には有用であると考えられる。

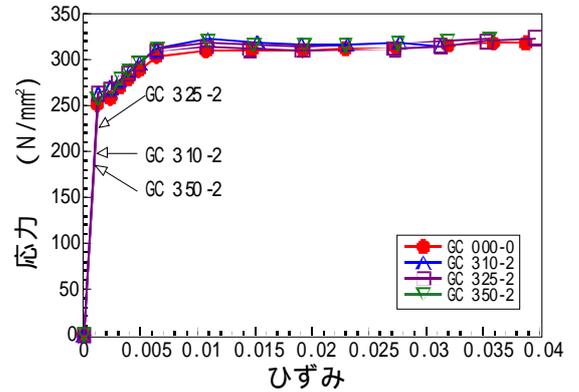


図-3 応力-ひずみ曲線

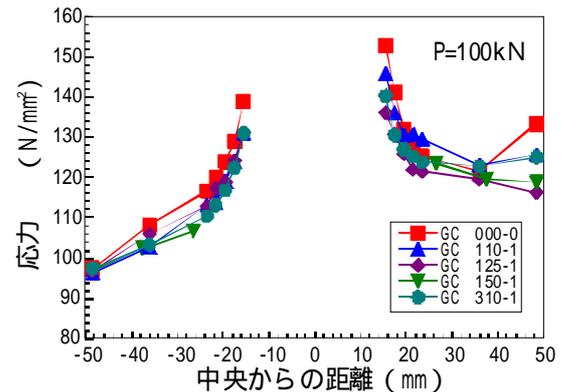


図-4 き裂断面上の応力分布

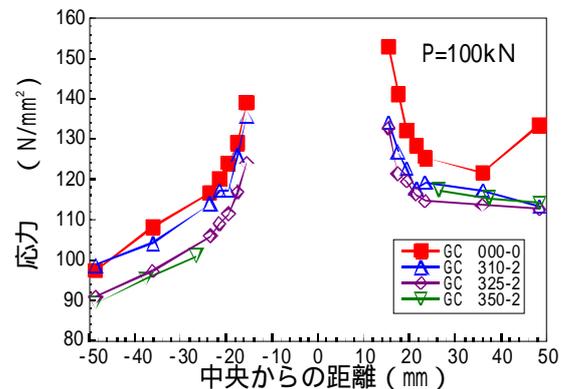


図-5 き裂断面上の応力分布

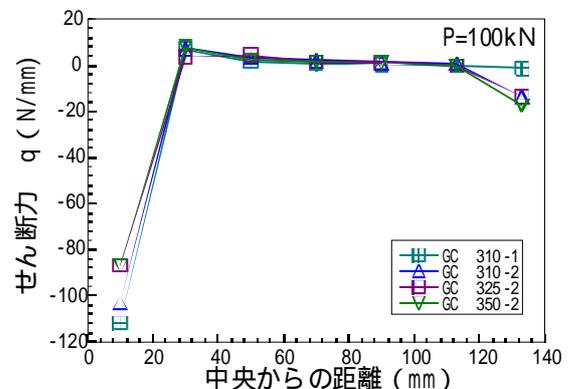


図-6 層間せん断力