

明星大学 正会員 鈴木 博之

明星大学 学生員 〇茶野木 晶

明星大学 学生員 宮崎 栄市

1. はじめに

本研究では、ガラス繊維強化プラスチック(以下 GFRP と呼ぶ)板を GFRP 板により接合した継手、鋼板を GFRP 板で接合した継手、および切欠き部あるいはき裂部を GFRP 板で補強した鋼板の引張試験を行い、GFRP 板の鋼構造物への適用の可能性について実験的に検討した。

2. 試験方法

試験片形状を図-1 および図-2 に示す。継手試験片に用いた鋼板は、2Pl-100mm×9mm×500mm、切欠きおよびき裂試験片に用いた鋼板は、1Pl-100mm×9mm×1,000mm である。また、切欠き試験片の中央には、長さ 25mm、先端半径 2mm の切欠きを、き裂試験片の中央には、長さ 25mm、幅 0.4mm のき裂を設け、切欠き部あるいはき裂部の両面に GFRP 板をパテ状エポキシアクリレート樹脂接着剤で接着した。切欠き試験片には GFRP 板を 1 層補強したものと 2 層補強したものを用意し、き裂試験片には GFRP 板を 2 層補強したものを用意した。実験に使用した GFRP 板の寸法を表-1 に示す。

3. 実験結果および考察

(1) 応力-ひずみ曲線

切欠き試験片の応力-ひずみ曲線を図-3 に示す。図の縦軸は、荷重を鋼板の総断面積で除した応力であり、横軸は標点間距離 600mm におけるひずみである。また、図中の矢印は GFRP 板が剥離したところを示している。図-3 において、Gn2.0-2-1 と Gn0.0-0-0 の応力-ひずみ曲線に有意な差は認められない。また、GFRP 板の幅が狭い Gn0.4-2-1, Gn1.0-2-1, Gn0.4-2-2 および Gn1.0-2-2 と Gn0.0-0-0 の応力-ひずみ曲線にも有意な差は認められなかった。ところが、Gn2.0-2-2 の場合は、GFRP 板が剥離するまで Gn0.0-0-0 より約 40MPa の応力の上昇が認められる。したがって、 $B=2.0$, $L=2$ の場合は GFRP 板を多層に貼付することによって高い補強効果を得る可能性があることがわかる。また、本実験の範囲において GFRP 板の補強効果は幅 B に依存し、GFRP の剥離荷重は、GFRP 板の幅 B が大きいほど大きくなる傾向が見られた。

き裂試験片の場合、Gc2.0-2-2 に補強効果がいくらか認められたが、切欠き試験片のときほど著しくはなく、

Key Word ガラス繊維強化プラスチック, 継手, き裂, 切欠き, 補強

〒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

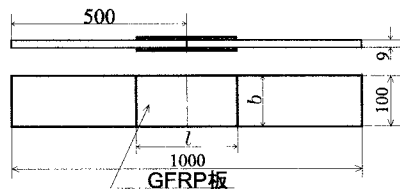


図-1 継手試験片形状(mm)

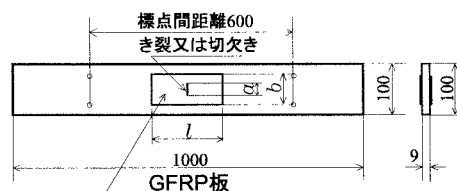


図-2 き裂又は切欠き試験片形状(mm)

表-1 GFRP板寸法

試験片名称	GFRP板寸法(mm)			
	b**	l***	t****	
継手	Gj100a	100	100	1
	Gj200a	100	200	1
	Gj300a	100	300	1
	Gj400a	100	400	1
切欠き	Gn0.0-0-0	-	-	-
	Gn0.4-2-1	10	100	1
	Gn1.0-2-1	25	100	1
	Gn2.0-2-1	50	100	1
	Gn0.4-2-2	10	100	1.5
	Gn1.0-2-2	25	100	1.5
き裂	Gc2.0-2-2	50	100	1.5
	Gc0.0-0-0	-	-	-
	Gc0.4-2-2	10	100	1.5
	Gc1.0-2-2	25	100	1.5
	Gc2.0-2-2	50	100	1.5

*: Gn0.4-2-2

→ GFRP 板貼付枚数

→ $L=l/2a$ を示す→ $B=b/a$ を示す

a は切欠きおよびき裂の長さ(25mm)

** : b は GFRP 板の幅

*** : l は GFRP 板の長さ

**** : t は GFRP 板の厚さ

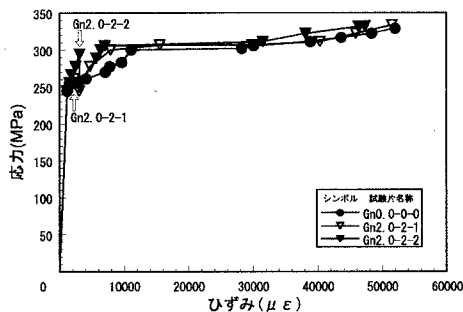


図-3 Gnシリーズ応力-ひずみ曲線

→ GFRP 板の幅 B が大きいほど大きくなる傾向が見られた。

その他のき裂試験片と Gc0.0-0-0 の応力-ひずみ曲線には有意な差は認められなかった。これは、き裂試験片の応力集中が切欠き試験片の応力集中に比べて大きいためであると推測される。また、き裂試験片の実験結果においても、GFRP 板の幅 B が大きいほど GFRP 板の剥離荷重が大きくなる傾向が見られた。

(2)切欠きおよびき裂断面上のひずみ分布

荷重 200kN 時の切欠き断面上のひずみ分布を図-4 に示す。Gn0.4-2-1, Gn0.4-2-2, および Gn1.0-2-1 と Gn0.0-0-0 を比較すると、これらの試験片の切欠き先端のひずみは Gn0.0-0-0 に比べ 1,400 μ 程度低減している。また、Gn1.0-2-2 と Gn0.0-0-0 を比較すると、Gn1.0-2-2 の切欠き先端のひずみは Gn0.0-0-0 に比べ 2,350 μ 程度低減している。したがって、B=1.0, L=2 の場合は、GFRP 板を多層に貼付することによって、高い補強効果を得る可能性があることがわかる。

き裂試験片の場合、GFRP 板を 2 層補強しても Gc0.0-0-0 のき裂先端のひずみに比べて有意な低減は認められなかった。これは、き裂は切欠きと比較して応力集中が大きいこと、GFRP の弾性係数が鋼板の弾性係数より小さいことなどに起因するものと考えられる。

(3)層間せん断力

鋼板を GFRP 板で接合した継手試験片の、鋼板と GFRP 板との間に生じる層間せん断力を図-5 に示す。図の横軸は GFRP 板中央からの距離、縦軸は鋼板と GFRP 板間に生じる層間せん断力である。図-5 において、層間せん断力は GFRP 板の中央部が大きく、GFRP 板中央から 32.25mm 以上離れたと、ほぼ 0 となっている。また、切欠き試験片、き裂試験片においても同様の結果が得られた。したがって、GFRP 板の剥離は、GFRP 板中央部から生じたものと判断できる。

(4)接着強度

鋼板を GFRP 板で接合した継手試験片における GFRP 板の長さおよび接着強度、剥離荷重および最大荷重の関係を図-6 に示す。横軸は GFRP 板の長さ、縦軸は接着強度および剥離荷重または最大荷重である。接着強度とは、層間せん断力がほぼ 0 である領域を除いた部分の面積で GFRP 板が剥離する直前の荷重を除いたものである。この図より、GFRP 板の長さが 300mm 以上の時の最大荷重に差がないことがわかる。また、接着強度は本研究の範囲において少なくとも 4.7MPa 以上であることがわかる。

4. まとめ

切欠きおよびき裂試験片における GFRP 板の補強効果は、切欠きおよびき裂先端の応力集中の大きさに依存することがわかった。また、切欠き試験片に GFRP 板を貼付することにより、切欠き先端のひずみを低減する効果が認められたが、き裂試験片の場合には、き裂先端のひずみを低減する効果は見られなかった。切欠き試験片の場合、GFRP 板を多層に貼付することにより、補強効果の向上が認められた。よって GFRP 板は鋼構造物への適用の可能性があると見える。しかし、GFRP 板は、小規模降伏から全断面降伏に移行するまでに剥離を起こしてしまうことが明らかになり、今後はこの点について検討する必要がある。

本実験に使用した GFRP 板は、サンコーテクノ(株)に提供していただいた。記して謝意とする。

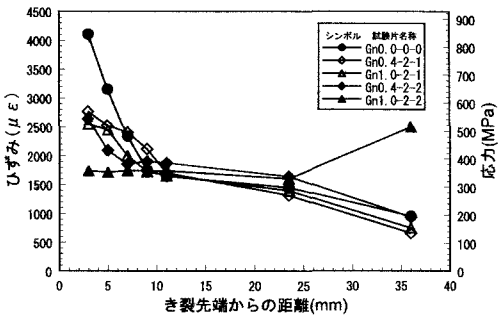


図-4 切欠き断面上ひずみ分布

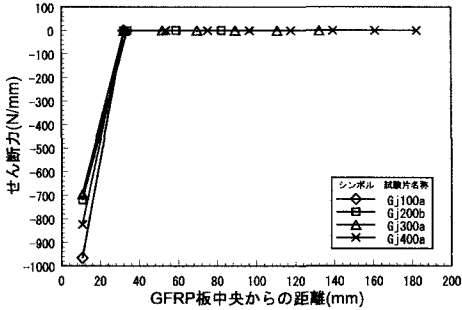


図-5 層間せん断力

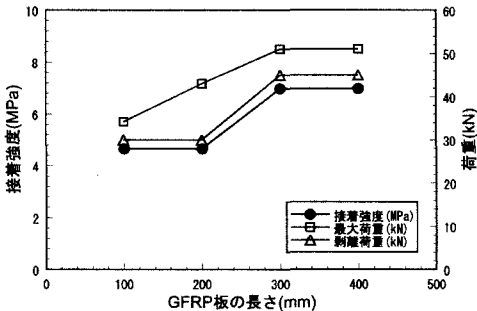


図-6 接着強度、剥離荷重および最大荷重