

(I - 101) き裂を有する部材の炭素繊維強化樹脂板による補強に関する基礎的研究

明星大学 学生員 遠藤 勇一
明星大学 正会員 鈴木 博之
タカラ技研 池田 圭一

1. はじめに

本研究では、き裂を有する部材を炭素繊維強化樹脂板（以下、カーボン板と呼ぶ）を用いて補強することを想定し、カーボン板によって補強されたき裂を有する鋼板の引張試験を行い、補強材としてカーボン板を用いることの可能性について実験的に検討する。

2. 試験方法

試験片形状を図 - 1 に示す。試験片に用いた鋼板の寸法は、100mm×9mm×1,000mm であり、試験片の中央には、長さ 25mm、幅 0.4mm のき裂を放電加工により設けた。標点間距離は 600mm である。き裂部の両面にカーボン板をパテ状エポキシ樹脂接着剤を用いて接着した。実験に使用したカーボン板の寸法を表 - 1 に示す。実験には、容量 1,000kN の万能試験機を使用した。

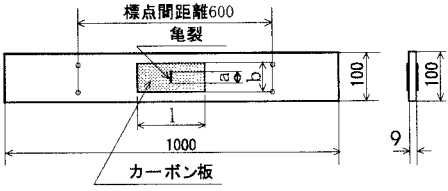


図-1 試験片形状 (mm)

表 - 1 試験片名称およびカーボン板寸法

試験片名称*	b(mm)**	l(mm)***	t (mm)****
Tc 0.0 - 0	0	0	1.5
Tc 0.4 - 2	10	100	1.5
Tc 1.0 - 2	25	100	1.5
Tc 2.0 - 2	50	100	1.5
Tc 0.4 - 6	10	300	1.5
Tc 1.0 - 6	25	300	1.5
Tc 2.0 - 6	50	300	1.5

* Tc 0.4 - 2
L = l/2a を示す
B = b/a を示す
a はき裂の長さ(25mm)、
** : b はカーボン板の幅
*** : l はカーボン板の長さ
**** : t はカーボン板の厚さ

3. 実験結果および考察

(1) 応力-ひずみ曲線

図-2 は、L=6 の場合の応力 - ひずみ曲線である。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、図中の矢印はカーボン板が剥離したところを示している。図-2 よりカーボン板の長さ L=6 の場合、カーボン板の幅が大きいほどカーボン板の剥離荷重が大きくなる傾向が見られる。また、L=2 の試験片においても L=6 の場合と同様にカーボン板の幅が大きいほどカーボン板の剥離荷重が大きくなる傾向が見られ、剥離荷重は L=6 の場合とほぼ同じであった。ただし、同じ実験を 2 回行ったところ、同一タイプの試験片でも剥離荷重が大きく異なった試験片が一体あった。これは接着状態に問題があったためであると考えられる。以上のことから、カーボン板の長さが同じであれば幅 B の広い試験片ほどカーボン板が剥離しにくいと考えられるが、カーボン板の接着状態により剥離荷重が大きく異なってしまう事も

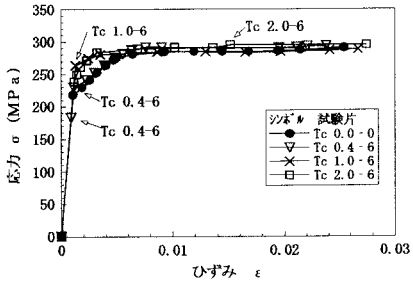


図-2 応力-ひずみ曲線 (L=6)

Key Words 炭素繊維強化樹脂板, き裂, 補強
〒191-8506 東京都日野市早稲保 2-1-1, 明星大学理工学部土木工学科, Tel 042-591-9645

あるので、カーボン板の接着にあたっては、施工に十分な配慮が必要であり、施工手順の標準化を図る必要がある。

また、図-2において、カーボン板により補強された試験片と無補強試験片の応力-ひずみ曲線に有意な差が見られない。これはカーボン板のサイズが鋼板に対して小さいため鋼板全体としての挙動にカーボン板が影響を及ぼさなかったためである。

図-3は、昨年度実施した切欠き (T_n) の場合の剥離荷重と、今回のき裂 (T_c) の場合の剥離荷重を比較したものである。図の縦軸はカーボン板が剥離した時の荷重を鋼板総断面積で除した応力であり、横軸はその時の標点間距離 600mm におけるひずみである。図-3より、 $L=6$ で降伏点を超えてもカーボン板が剥離しないためには、き裂の場合は $B=2.0$ 以上必要であり、切欠きの場合は $B=1.0$ 以上必要であることがわかる。したがって、切欠きの方がき裂よりもカーボン板が剥離しにくいと言える。

(2) き裂断面上の応力分布

図-4および図-5は、それぞれ $L=6$ および $L=2$ の場合のき裂断面上の荷重軸方向の応力分布である。図-4において、 $T_c0.4-6$ と無補強試験片 $T_c0.0-0$ を比較すると、 $T_c0.4-6$ のき裂先端の応力が、無補強試験片に比べ 50MPa 程度低下している。また、カーボン板の幅 B が広いほど、き裂断面上の応力の低減効果が大きくなる傾向が見られる。

図-5において、 $T_c0.4-2$ と無補強試験片 $T_c0.0-0$ を比較すると、 $T_c0.4-2$ のき裂先端の応力が、無補強試験片に比べ 50MPa 程度低下している。この値は、カーボン板の幅が同じでカーボン板の長さが異なる図-4の $T_c0.4-6$ と同じであり、カーボン板の長さ $L=2$ と $L=6$ の相違による、き裂断面上の応力低下の差は認められないと言える。

(3) 層間せん断力

図-6は、鋼板とカーボン板間に生じる層間せん断力である。図の横軸はカーボン板中央からの距離であり、縦軸は鋼板とカーボン板間に生じる層間せん断力である¹⁾。図-6より層間せん断力はカーボン板端部と中央部で大きい事がわかる。このことから、カーボン板の剥離は、カーボン板端部または中央部から生じたものと判断できる。

4. まとめ

き裂を有する部材にカーボン板を貼付する事により、き裂断面上の荷重軸方向の応力分布を低減する効果が認められた。また、カーボン板の接着面積が十分あれば、鋼板の降伏点を超えてもカーボン板は剥離しなかった。よって、カーボン板は、き裂を有する部材の補強材となり得る可能性が有ると言える。ただし、カーボン板の接着性能にはバラツキが生じていたので、カーボン板の接着にあたっては施工に十分な配慮が必要であり、施工手順の標準化を図る必要があると言える。

参考文献 鈴木, 末澤, 金子: 炭素繊維強化樹脂板による鋼板切欠き部材の補強効果,

第 26 回関東支部研究発表会講演概要集 I-46, P90~91

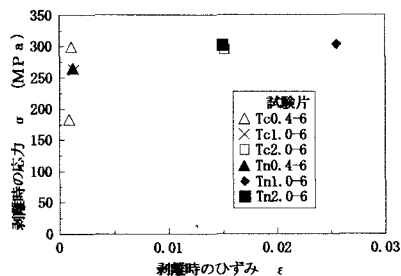


図-3 カーボン板剥離時の応力-ひずみ

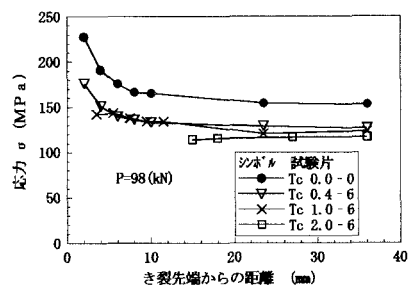


図-4 き裂断面上の応力分布 ($L=6$)

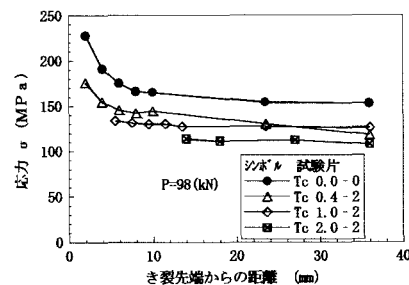


図-5 き裂断面上の応力分布 ($L=2$)

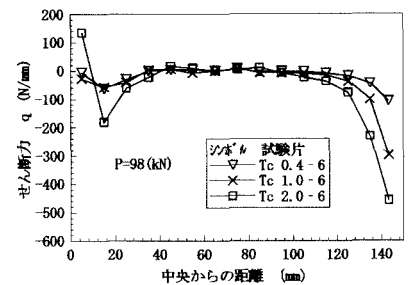


図-6 層間せん断力 ($L=6$)