

(I-100) カーボン板で補強された鋼部材の曲げ試験

明星大学 学生員 大澤幸男

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 鋼部材を補強するにあたって、炭素繊維強化樹脂板（以下、カーボン板と呼ぶ）を使用することが考えられている。カーボン板とは、炭素繊維を固化させて板状にしたものである。カーボン板を用いる利点は、軽量でエポキシ系接着剤で接着するだけであり、施工が容易で、工期が短縮でき、人件費を削減できるといった点である。しかし、鋼製梁の補強にカーボン板を適用した例は、これまで一例もないので、適用の可否を実験により確認する必要がある。そこで、本研究では、カーボン板で補強された鋼部材の曲げ試験を行い、鋼製梁の補強にカーボン板を適用することの可能性について実験的に検証する。また、適用可能な場合の留意点についても検討する。

2. 実験方法 鋼桁には、H-200mm×100mm×5.5mm×8mmを用いた。桁長は2,200mmで、支間は2,000mmとした。表-1に鋼桁の機械的性質を示す。

表-1 機械的性質

試験体の一例としてM-3試験体を図-1に示す。表-2に各試験体に貼付した補強材の寸法を示す。

		降伏点(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	伸び(%)
SS400	JIS G 3101	384	467	28

表-2 補強材の寸法

M-1は、下フランジ下面に鋼板を高力ボルトで接合した試験体である。M-2は、カーボン板を6枚積層して下フランジ下面

試験体名	補強材	補強材の幅(mm)	補強材の厚さ(mm)	補強材の長さ(mm)
M-1	鋼板	100	8.0	1,800
M-2	カーボン板	50+50=100	1.3×6=7.8	1,800
M-3	カーボン板	50+50=100	1.3×2=2.6	1,800
			1.3×2=2.6	1,200
			1.3×2=2.6	600

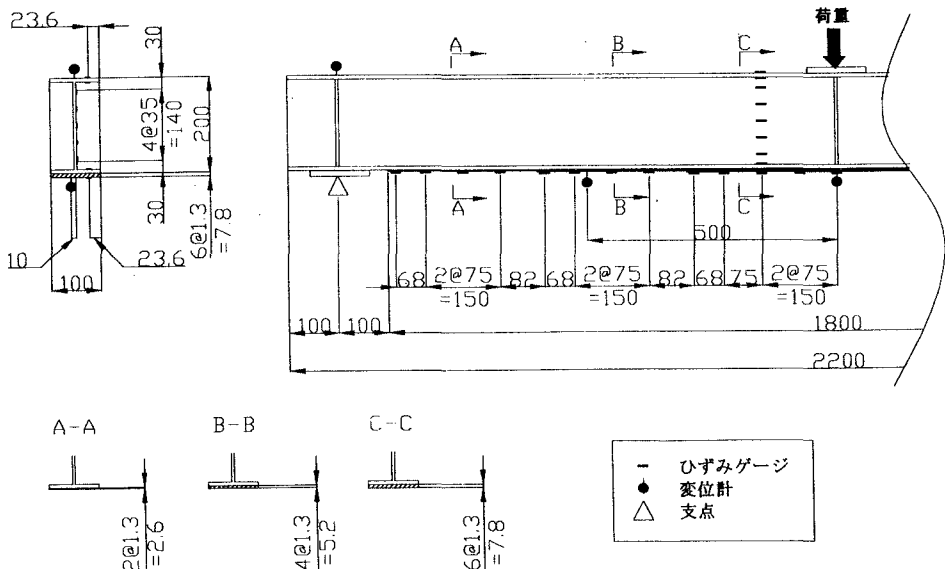


図 1 M-3 試験体

キーワード：カーボン板 補強 三点曲げ試験

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

に貼付した試験体である。カーボン板の接着には、パテ状エポキシ樹脂接着剤を用いた。接着後に測定した接着剤の厚さは平均で 0.77mm であった。支間中央で曲げモーメントが最大になること、および経済性を考慮して、M-3 は、中央から端部にいくにつれて、カーボン板を 6 枚、4 枚、2 枚と枚数を減らした試験体である。表-3 にカーボン板の機械的性質を示す。カーボン板の機械的性質はカタログによるものである。また、カーボン板の厚さの実測値は 1.3mm であった。なお、比較のために無補強の M-0 についても実験した。実験には容量 1000kN の万能試験機を使用し、載荷方法は 3 点曲げとした。載荷は確認のため 2 回行い、上フランジの応力が許容応力度に達するまで載荷した。また、各荷重段階のたわみとひずみを測定した。

表-3 カーボン板の機械的性質

引張強度	1950 (N/mm ²)
引張弾性率	1.93×10^5 (N/mm ²)

3. 実験結果及び考察

無補強の M-0 と補強した M-1、M-2、M-3 の荷重-たわみ曲線を図-2 に示す。1 回目の載荷と 2 回目の載荷に有意な差は無かったので、1 回目のデータを使用した(以下、図-3、4 も同様)。この図より、荷重が 49kN の時の M-1~3 のたわみが M-0 より 0.3~0.5mm 程度小さいが、M-1 と M-2、M-3 に有意な差は認められない。比較のため、各試験体の 49kN の時のたわみの理論値を求めたところ、M-0 の実験値と理論値は良い一致を示していた。

一方、M-1、M-2、M-3 についてはたわみが M-0 より 0.3~0.5mm 程度小さく、実験結果と良い一致を示していたが、たわみの大きさは実験結果と必ずしも良い一致を示していなかった。これは、接着剤の影響ではないかと考えられる。以上のように、カーボン板は補強材として有効に作用しており、たわみを減じる効果があることがわかる。

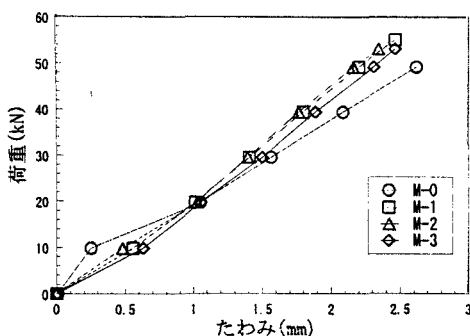


図-2 荷重-たわみ曲線の比較

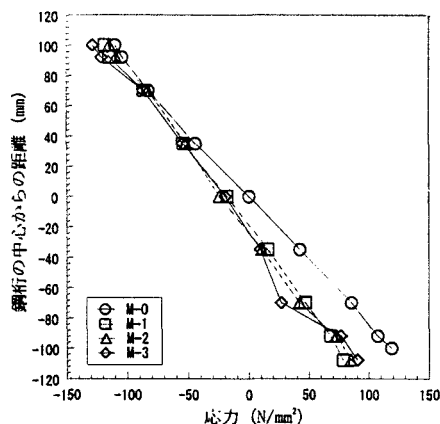


図-3 応力分布

荷重が 49kN の時の各試験体の中央から 150mm 離れた断面における応力分布を図-3 に示す。この図より、補強した M-1、M-2、M-3 の方が無補強の M-0 より、試験体最下縁で 30~40N/mm² 程度小さいが、M-1 と M-2、M-3 に有意な差は認められない。また、各試験体の 49kN の時の応力分布の理論値を求めたところ、M-1~3 の応力が M-0 より、試験体最下縁で 50N/mm² 程度小さく実験結果と同じような結果であった。以上のように、カーボン板による補強は鋼板による補強と同じ効果があることがわかる。

補強材下面に貼付したひずみゲージから求めた、荷重 49kN の時の試験体長手方向の応力分布を図-4 に示す。M-0 は無補強なので、この図には示していない。この図より、M-1 と M-2、M-3 に有意な差が無いことがわかる。

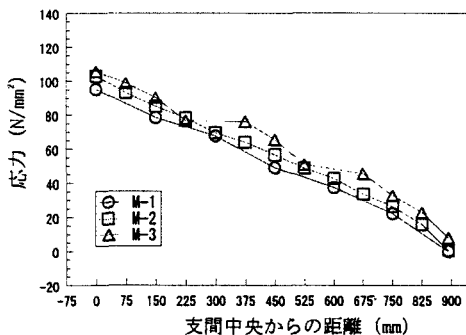


図-4 試験体下面の応力

4. まとめ
カーボン板は鋼製梁の補強に適用できる可能性が大きいことが確認できた。また、M-2 と M-3 に有意な差は認められなかったため、適用にあたっては中央から端部にいくにつれて、カーボン板の枚数を減らして適用してもよいことがわかった。