

炭素繊維強化樹脂板（カ - ボン板）による鋼橋の補強

八千代エンジニアリング(株)	正会員	佐々木克尚
八千代エンジニアリング(株)		板垣一也
八千代エンジニアリング(株)		渡邊憲市
明星大学	正会員	鈴木博之

1. はじめに 本報告は、設計活荷重の変更に伴う鋼橋の補強工事に炭素繊維強化樹脂板(以下、カーボン板と呼ぶ)を採用するための基礎的検討の概要である。

カ - ボン板の長所は、軽量であること、接着剤での接合であるため施工が容易であること、などが挙げられる。その一方で既存の鋼橋にカ - ボン板を適用した事例がなく、補強の効果や耐久性などについて不明確なところがあり、また設計手法についても明確に確立されていない。

本研究ではこれらの未確認事項を解明することを目的とした検証実験を行い、設計手法の確立、さらには実施採用に向けた諸検討を行った。

2. 実験 実験に使用した供試体は既設橋の部材を考慮してH-200mm×100mm×5.5mm×8mmのH形鋼を使用した。カ - ボン板は下フランジにパテ状エポキシ樹脂接着剤を使用して接着した。実験に使用したカ - ボン板の厚さは1枚1.2mmである。実橋ではカ - ボン板を数枚重ね合わせて使用することを予定しているため、供試体についても同様にカ - ボン板を数枚重ね合わせて接合した。実験はカ - ボン板の補強の効果、さらには設計への運用方法を順を追って解明するため2回に分けて実験を行った。

(1) カarbon板の補強効果の確認実験

第1回目の実験として鋼桁の補強材にカ - ボン板を使用した場合、効果があるか否かの確認を行った。また、そのことを判断するための基準として「無補強の場合」「鋼板により補強された場合」を比較の対照として考え、次の供試体を作成した。荷重載荷方法は3点曲げとした。

供試体1：無補強

供試体2：鋼板(t = 8mm)による補強(ボルト接合)

供試体3：カ - ボン板(7.2mm=6層×1.2mm)による補強

実験の結果、供試体2と供試体3の発生応力は、図1に示すように、ほぼ同程度であった。そしていずれの発生応力も無補強の供試体1の発生応力を下回っていた。このことからカ - ボン板は補強材としての効果があることがわかる。また、その程度も鋼板による補強と同程度であるといえる。

(2) 補修設計のための確認実験

カ - ボン板による補強の特徴は、接着剤によりカ - ボン板を接合することにある。第2回目の実験は接着剤が存在することによる発生応力への影響、さらにはカ - ボン板の総数が補強効果に与える影響を明確にすることを主目的とした。そのため第2回目実験の供試体は、図2に示すように、カ - ボン板の重ね合わせ枚数を第1回目実験の6枚から12枚へと変更し、供試体を作成した。

図-3は支間中央から150mmの位置における荷重49kNの時の応力分布を示したものである。図中の理論値を求めるにあたり、断面係数は、カーボン板を含んだ全高さで断面二次モーメントを算出して求めた。図-3において、鋼桁の上Flg.上面から下Flg.下面までの応力は、理論値と実験値が概ね同じ値を示している。このことより鋼部材域では理論上考えられる発生応力と実際に発生する応力が一致すると言える。

3. 実用設計に向けて 鋼橋にカ - ボン板を使用して補強を行うと、発生応力を低減できることが本実験を通して明らかになった。そこで、今後設計を進めるにあたり、設計の方針を次のように考えた。

キ - ワ - ド：カ - ボン板、補強、鋼桁

連絡先：〒980-0021 仙台市青葉区中央1-6-18 TEL022-261-8344 FAX022-267-2451

(1) 鋼部材域においては理論値と実験値がほぼ同じ値である。そのため鋼部材域においては設計断面力を断面係数で除す方法で応力を算出することが出来る。この時、応力を算出する際の断面二次モーメントの値は、部材断面をカ-ボン板を含んだ部材として考える(図 4 参照)。

(2) 許容応力度に対しては鋼部材で判定を行う。すなわち、図 5 に示すように、発生応力が最も大きくなる母材下Flg.下面に発生する応力に対して判定する。カ-ボン板の許容引張応力度は示方書で規定されていない。しかしながら、カ-ボン板の引張強度は鋼の約5倍であるため、実運用上、鋼部材で示方書に規定されている許容値を満足していればカ-ボン板の安全性に影響はないと考えられる。

4. 今後に向けて 一般的に橋梁の補強を行う際には、交通供用や現地施工条件など様々な制約を受ける。従来工法である鋼板による補強は、溶接の場合は荷重や振動の問題があり、またボルト接合の場合は施工時間の長期化による周辺交通への影響などの課題点を抱えている。一方、カ-ボン板による補強は材料が軽量であることや接合方法の容易さにより、種々の制約を受ける補強工事においては非常に優れた施工法であると言える。

カ-ボン板は多くの長所を有し、今後が期待される新素材であるが、設計手法の確立という課題点の他に疲労や耐久性に関する項目が課題点として考えられる。このことについては、今後実験室における疲労試験を行い、また現地における実橋試験も合わせて予定している。それらの実験が終了し、カ-ボン板補強による課題点が全て解決された上で鋼桁へのカ-ボン板補強の本採用を決定したいと考える。

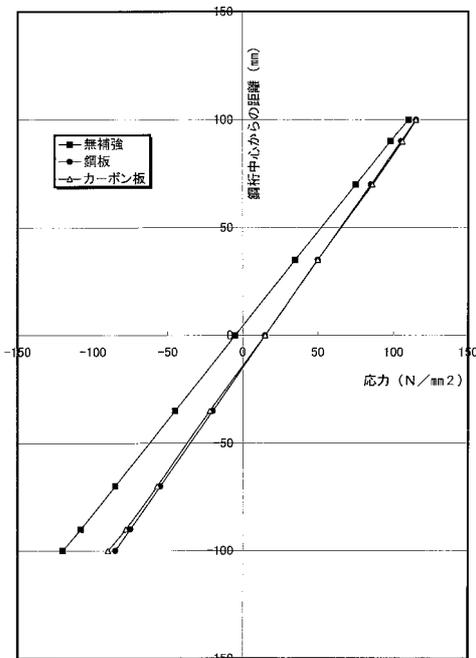


図 - 1 第1回実験結果

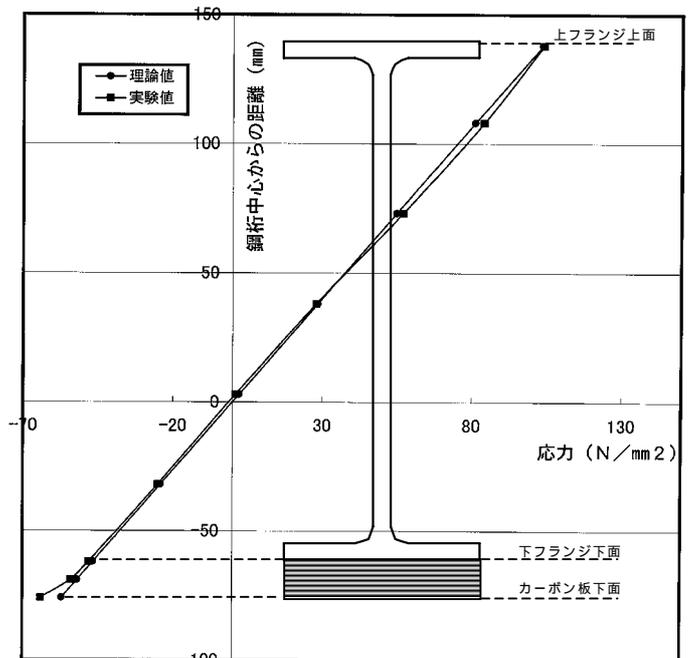


図 - 3 第2回実験結果

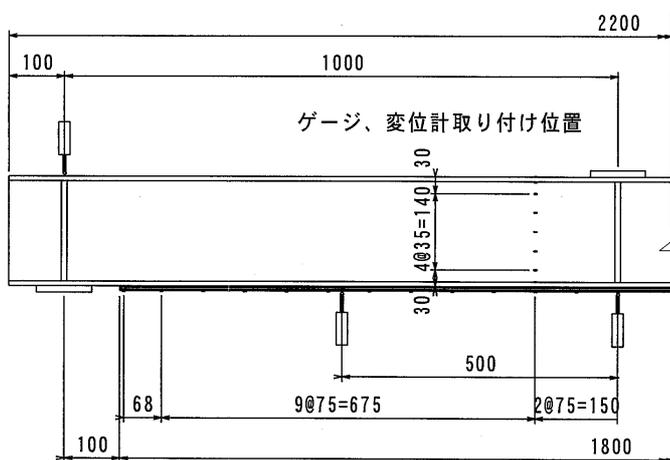


図 - 2 ゲージ・変位計取付位置

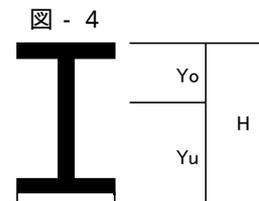
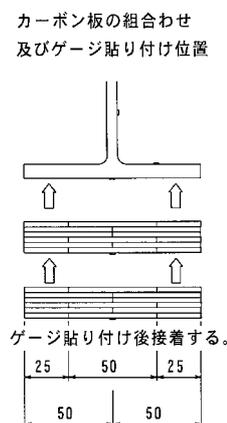


図 - 5 下フランジで応力算出