

V-93 鉄筋とFRPを用いた合成梁の曲げひびわれ性状について

東洋建設(株)総合技術研究所 正会員 末岡 英二
 運輸省港湾技術研究所 正会員 清宮 理
 運輸省港湾技術研究所 正会員 山田 昌郎
 (財)沿岸開発技術研究所 正会員 鹿籠 雅純

1. はじめに

鉄筋コンクリートの港湾、海洋構造物は厳しい腐食環境下におかれるため、鉄筋腐食対策が課題となっている。また、海上での工事は気象海象によりいろいろな制約を受けるため、工期短縮および省力化が望まれている。これらのニーズへの対応として、耐食性に優れた繊維強化プラスチック (FRP) を格子状の補強材として用いたプレキャストのコンクリート製凹形型枠を作製し、現地で型枠内部の鉄筋コンクリートと一体化させ、合成梁として機能させることを考えた。本研究はこの合成梁の基本的な力学的性状の把握と設計法の整備を目的とし、梁試験体での曲げ載荷試験を行った。本稿では、その結果の一部である曲げひびわれ性状について述べる。

2. 実験概要

2.1 試験体

実験ケースを表-1に、試験体の概要を図-1に示す。試験体はFRPを補強材に用いたプレキャストの凹形型枠(設計基準強度 $f_{28}=240 \text{ kgf/cm}^2$)、および凹形型枠と中詰めコンクリート(以後、中詰めRC)からなる矩形断面の合成梁である。凹形型枠と中詰めRCの境界面は骨材の洗い出しを行ったものと、さらに鋼製のスタッドを境界面に20cm間隔で配置し、付着補強を施したものの2種類とした。FRPは、紐状の炭素繊維にエポキシ樹脂を含浸させたものを交互に重ね合わせて硬化させ、格子状に成形したものであり、その強度特性を表-2に示す。

2.2 試験方法

試験は2点載荷($a/d=3.15$)で、ひびわれ発生時および破壊予想荷重の1/2程度で一旦除荷した後、破壊まで静的載荷し、載荷荷重、鉄筋およびFRPのひずみ量、ひびわれ幅等について、ロードセル、ひずみゲージ、 π ゲージを用いて計測した。

3. 実験結果および考察

曲げひびわれは図-2に示すように、20cm間隔で設けたFRPの格子点付近から発生し、中詰め

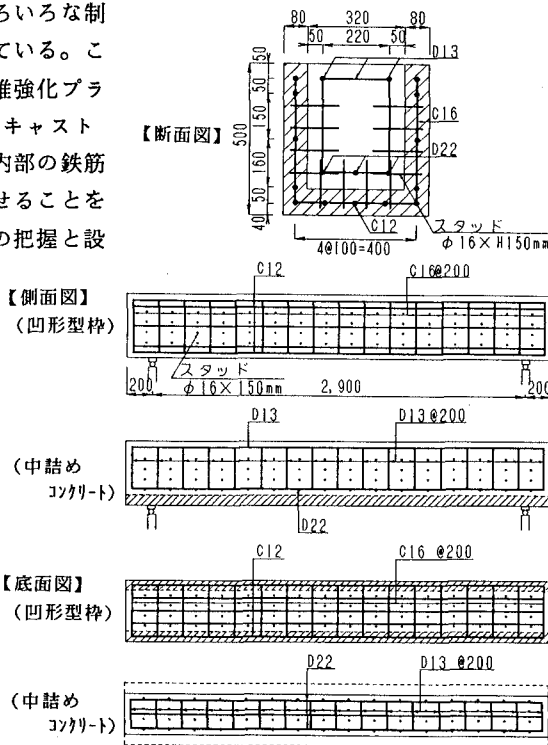


図-1 試験体(ケース3)の概要

表-1 実験ケース

ケース NO.	試験体仕様		予定破壊形式
	中詰め鉄筋コンクリート	スタッド	
1	無	無	曲げ
2	有	無	曲げ
3	有	有	曲げ

表-2 FRPの特性

FRP筋の呼び名	1本当りの断面積 (mm ²)	引張強度 ×10 ⁴ (kgf/cm ²)	伸び (%)	弾性係数 ×10 ⁵ (kgf/cm ²)
C-10	39.6	1.68	1.8	9.82
C-12	55.4	1.58	1.9	8.24
C-16	102.8	1.59	1.8	9.14

RC部分にまで達していたことがわかった。試験体は鉄筋の降伏後、載荷点付近のコンクリートが圧壊したが、FRPの破断はみられず、いずれの合成梁も凹形型枠と中詰めRCの明瞭な剝離やずれは認められなかった。曲げひびわれ幅とFRPのひずみ量、あるいは鉄筋のひずみ量の関係を実験値から求め、コンクリート標準示方書¹⁾における曲げひびわれ幅の算定値と比較したものをそれぞれ図-3、図-4に示す。ただし、算定の際コンクリートの乾燥収縮やクリープの影響は考慮しなかつた。

曲げひびわれ幅の実験値は、FRPのひずみ量やかぶり等から算定式で求めた値とほぼ一致し、鉄筋を考慮すると実験値に比較し

て算定値の方がかなり大きくなった。すなわち、鉄筋をFRPの内側に配置した合成梁において、その両者が十分離れていれば(今回の実験では13cm)、FRPのみでひびわれ幅を算定すれば良く、その時FRPを等価な断面積の丸鋼に置き換えれば、安全側となった。また、ひびわれ発生荷重を全断面を有効として凹形型枠コンクリートの曲げ強度の実測値から求めると、表-3に示すように実験値は計算値の約1/2であった。その主な原因としては、曲げひびわれが主にFRPの格子点から発生していることから、辻らの実験²⁾と同様FRP格子部への応力集中があったことが考えられる。また、コンクリート標準示方書に示される等価応力ブロックを用いた約合式から求めた耐荷力の計算値は実験値と良く一致し、凹形型枠と中詰めRCは外力に対して一体となって抵抗することがわかった。

4. 結論

- (1) 曲げひびわれは主に試験体下端のFRPの格子点付近から生じ、その発生荷重は全断面を有効としてコンクリートの曲げ強度から求めた計算値の1/2であった。
- (2) 曲げひびわれ幅の算定はコンクリート標準示方書の算定式で、FRPを等価な断面積の丸鋼に置き換えて、中詰めの鉄筋コンクリートの主鉄筋を無視して計算すれば、安全側に算定できる。

謝辞 本研究は「繊維系素材(FRP)を用いた港湾構造物の研究開発に関する研究会」(運輸省港湾技術研究所、運輸省第四港湾建設局、(財)沿岸開発技術センター、五洋建設(株)、東亜建設工業(株)、東洋建設(株)、リソソル建設(株)、ドール建設(株)、(株)ドール、(株)富士ドール)の共同研究の一環として行った。本研究を行うにあたり御協力と御指導を賜った関教授(早稲田大学)、大即助教授(東工大)および関係者に感謝の意を表します。

参考文献 (1)土木学会:コンクリート標準示方書(平成3年版)設計編(2)辻, 関島, 中島, 斎藤:格子状FRPで補強したコンクリートはりの力学的性状と加減圧による改善効果, コンクリート工学論文集, Vol. 2, No. 1, pp. 85~94, 1991

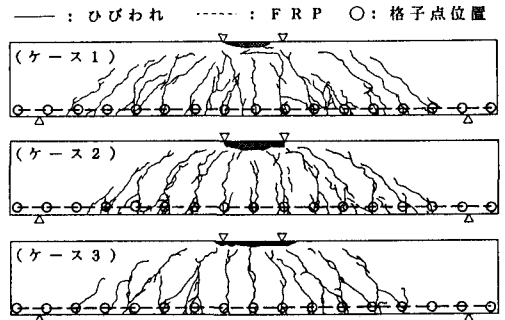


図-2 ひびわれ発生状況

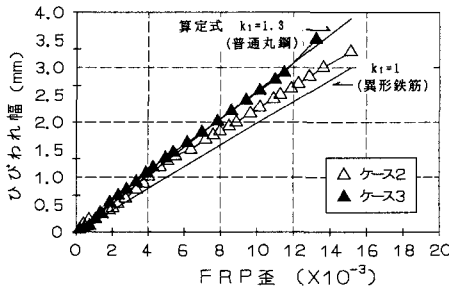


図-3 曲げひびわれ幅とFRPのひずみ量の関係

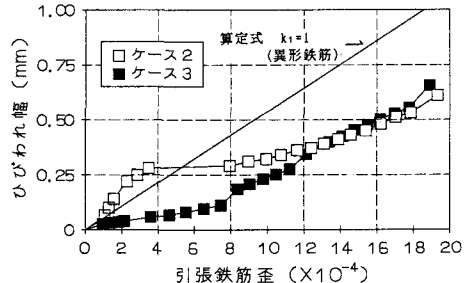


図-4 曲げひびわれ幅と鉄筋のひずみ量の関係

表-3 実験値と計算値の比較

実験 ケース	ひびわれ発生 荷重 (tonf)		耐荷力 (tonf)	
	実験値	計算値	実験値	計算値
1	4.6	9.2	25.7	27.9
2	8.0	15.7	53.8	52.8
3	7.5	15.7	51.6	52.8