

## VI-95

## 格子状FRP筋のコンクリート製防衝板への適用

清水建設株式会社 ○正会員 辰巳 勲  
 清水建設株式会社 正会員 関島 謙蔵  
 清水建設株式会社 阿部 久雄  
 清水建設株式会社 久保 睦男

## 1. まえがき

栈橋等の港湾施設は、常に厳しい海洋環境下に設置されている。この為、塩害対策の配慮が必要となるが、主構造部分以外の二次部材については、必ずしも十分の対応が、取られていない場合がある。この度、栈橋下側への小型船舶潜り込み防止工としてコンクリート製防衝板を、既設の栈橋に設置することが計画された。

そこで、耐食性に優れた鉄筋代替材料として開発された、格子状の繊維強化プラスチック（FRP）筋の適用を考えた。

本報告では、格子状FRP筋及びエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用したコンクリートはりの曲げ試験を行い、両者の曲げ性状を比較検討し、防衝板への適用に至った経緯を述べる。

## 2. コンクリートはりの曲げ試験

設置する防衝板は、－1.2m栈橋の陸側に係留する小型船舶の波浪による動揺時の接触力を対象荷重としている。この力は通常はゴム防舷材で受ける形式となっているが、異常時に板に直接作用するケースを考え必要がある。

## 2.1 使用材料及び試験体

試験体は設置する板厚と長さを同一とし、図-2のように補強筋を配置した。

使用した格子状FRP筋は、ガラス繊維束をビニルエステル樹脂に含浸させながら主筋間隔17.5cm、配力筋間隔20cmの格子状に成形したものである。エポキシ樹脂塗装鉄筋は異形鉄筋D19(SD30A)を使用した。両者の力学的特性を表-1及び図-1に示す。

試験体は格子状FRP筋及びエポキシ樹脂塗装鉄筋を上下2段に配置したコンクリートはりであり、各々1体ずつ製作した。

コンクリートには早強ポルトランドセメントを使用し、粗骨材の最大寸法は25mmとした。材令7日の圧縮強度平均161kg/cm<sup>2</sup>であった。

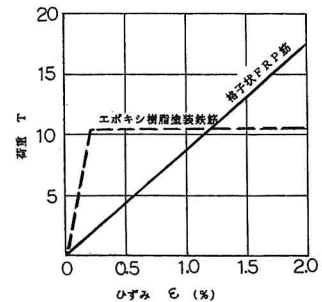


図-1 補強材の引張特性

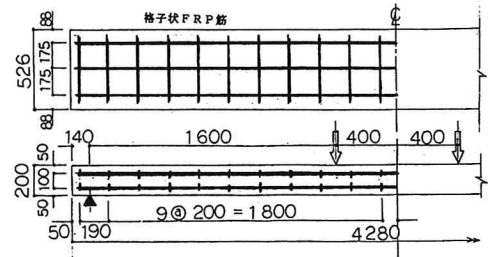


図-2 防衝板の形状

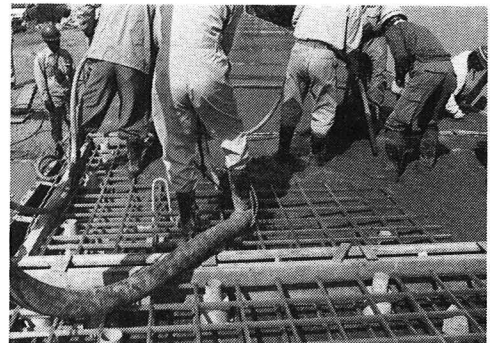


図-3 格子状FRP筋の配筋状況

表-1 補強材の特性

| 補強材            | 繊維含有率<br>Vf (%) | 断面積<br>A (cm <sup>2</sup> ) | 降伏荷重<br>Ty (t) | 最大荷重<br>Tmax (t) | 最大ひずみ<br>εmax (%) | 剛性<br>D (t) | 弾性係数<br>E (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|---------------------------------|
| FRP筋           | 46              | 2.58                        | —              | 17.6             | 2.1               | 886         | 3.43×10 <sup>5</sup>            |
| D19<br>(SD30A) | (SD30A)         | 2.87                        | 10.3           | 14.8             | —                 | 5707        | 1.99×10 <sup>6</sup>            |

## 2.2 試験方法

載荷方法は、図-4に示すようにスパン4.0m，等曲げモーメント区間80cmの単純ばり対称2点載荷とした。曲げ試験においては荷重を段階的に増加させ、破壊に至るまで荷重，変位，コンクリート及び補強材のひずみを測定した。

## 2.3 ひびわれ及び破壊状況

FRP筋は曲げひびわれ発生後は中立軸の位置が上昇し最終的には等曲げモーメント区間で曲げ圧縮破壊を生じた。一方、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した試験体は、下段の主筋が降伏して曲げ引張破壊を生じた。以上のように両試験体の破壊形式は異なるが、曲げ耐力はほぼ等しくなった。

## 2.4 補強材のひずみ

スパン中央における下段の補強材のひずみと荷重の関係を図-5に示す。曲げひびわれ発生前は全断面有効と仮定した弾性計算値にほぼ等しく、曲げひびわれ発生後はコンクリートの引張応力を無視して求めた弾性計算値にほぼ等しくなった。

## 2.5 たわみ

スパン中央におけるたわみで比較すると、格子状FRP筋はエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した試験体の約5倍のたわみを、降伏荷重以下で生じた。これは格子状FRP筋の剛性が小さく、曲げひびわれ発生後の試験体の曲げ剛性に影響を与えた為である。

一方防衝板の機能面から見ると、強度が同じ程度でたわみ性があることは、エネルギー吸収能力の面では有利と考えられる。

## 3 防衝板の製作及び取付け

防衝板用の格子状FRP筋の配筋状況を図-3に示し、防衝板の製作完了後に栈橋取付け中の状況を図-6に示す。

## 4 おわりに

当栈橋には格子状FRP筋またはエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した防衝板が多数設置されている。なお、格子状FRP筋を使用したコンクリート部材の波浪による疲労に関しては検討した例がなく、今後の課題である。

## 【参考文献】

- [1] 平賀寿雄：新しいコンクリート補強材，タフティワインド・ニューファイバースメッシュ（NFM），強化プラスチック，Vol. 32, No. 10, 1986. 10.
- [2] 小沢，関島，岡村：FRPで補強したコンクリートはりの曲げ疲労性状，コンクリート工学年次論文報告集，第9巻，1987. 7.

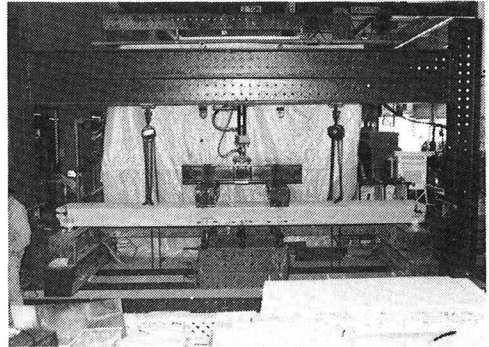


図-4 防衝板の曲げ試験

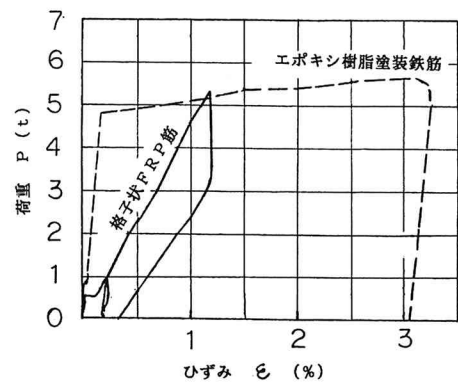


図-5 荷重-補強材のひずみ関係

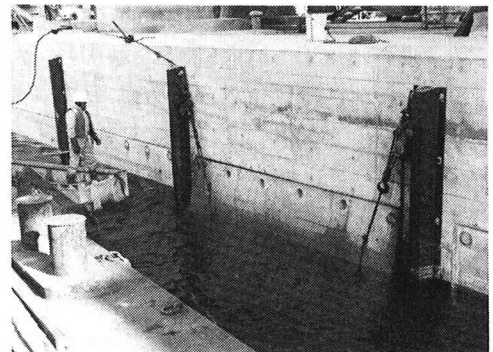


図-6 防衝板の取付け作業