

CS5-7〔V〕 合成版式ケーソンのフーチング部の強度

運輸省港湾技術研究所 正会員 ○ 清宮 理
 " " 山田昌郎
 " " 本多宗隆

1. まえがき

沖合人工島での護岸や波浪制御構造物には、鉄筋コンクリート製のケーソンが従来用いられている。最近軟弱な海底地盤対策や急速施工のため合成版式のケーソン¹⁾が用いられるようになってきた。鋼板と鉄筋コンクリートとをずれ止めにより合成した高強度の合成版を用いることにより、ケーソン底板より長いフーチングを張り出すことができる。フーチングを長く張り出すことでケーソン本体の重量を通常の箱型ケーソンより大幅に軽くできる。フーチング部の設計は普通片持ちはりとして行われるが、長いフーチングでは、地盤反力により固定部に大きな値の曲げモーメントとせん断力が生じる。合成版としてのこれらの力学的挙動は良く解明されていない。そこで2種類の実物大の合成版を対象に載荷試験を実施したのでこの結果について述べる。

2. フーチング部の概要

今回対象としているフーチング部は、図-1に示すように人工島護岸用ケーソンの底板部に存在する。フーチング部には、常時と地震時に背面からの土圧、ケーソンの自重などにより大きな反力を受ける。この反力による曲げモーメントとせん断力に対して構造設計を行う。フーチング部の構造として図-2に示す2種類の構造を今回提案した。図の上側の構造(HF-1構造と呼ぶ)では、下側に鋼板、上側に鉄筋が配置してあり、せん断補強鋼材としてH形鋼を配置してある。またずれ止めとしてL形鋼を鋼板に溶接してある。下側の構造(HF-2構造と呼ぶ)では、せん断補強とずれ止めを兼用した鉄筋を鋼板に溶接してある。フーチング部の版厚は接合部に近づくにつれハンチ状に厚くなっている。

3. 載荷試験の状況

フーチングの長さは3.0m、基部での版厚は1.0m、先端での版厚は0.5mである。鋼板の厚さは14mmである。HF-1構造でのせん断補強用のH形鋼のウェブの厚さは9mmである。HF-2構造のせん断補強筋はD25で、25cm間隔に鋼板に溶接する。フーチング上側の主筋はD25で、15cm間隔に3本配筋する。使用するコンクリートは普通コンクリートで、設計基準強度は240kgf/cm²である。載荷試験の状況を図-3に示す。フーチング端のコンクリートブロックを反力床にPC鋼棒で固定する。フーチングの先端で容量100tfの油圧ジャッキにより載荷する。載荷は静的に単調に行う。計測項目は、鋼材とコンクリートのひずみ、載荷点の変位、載荷荷重、鋼板とコンクリートとのずれおよびひびわれ幅である。

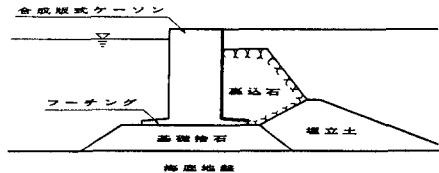


図-1 人工島護岸の構造形式

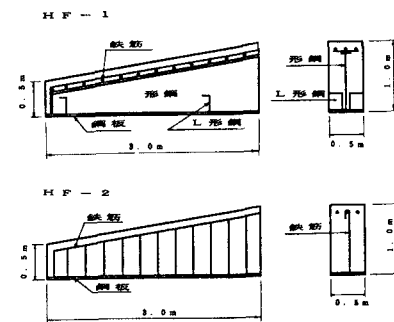


図-2 フーチング部の構造形式

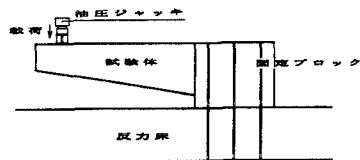


図-3 載荷試験の概要

4. 試験結果

図-4に荷重と変位との関係、図-5にひびわれ図を示す。HF-1構造ではずれ止め位置から載荷荷重36tfのとき曲げひびわれが発生し、その後せん断ひびわれが生じ、載荷荷重が96tfで鋼板が降伏して終局に至った。ひびわれは分散せずずれ止め位置に集中した。一方HF-2構造では、曲げひびわれ発生後せん断ひびわれが卓越し、59tfでせん断破壊を生じた。このようにせん断補強方法により破壊性状と終局耐力が大きく異なった。

材料の特性値として管理供試体による実測値を用い、HF-1構造についてはH形鋼のウェブを引張鋼材として考慮して計算すると、曲げ降伏荷重はHF-1で95.3tf、HF-2で79.3tfとなる。また、コンクリート標準示方書²⁾に示される方法により、コンクリートが受け持つせん断耐力を求めると、HF-1で72.6tf、HF-2で54.4tfとなる。HF-1構造を累加型の鉄骨鉄筋コンクリートとみなして鋼材のせん断耐力を求めると189.2tfとなる。またHF-2構造のせん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力を求めると96.1tfとなる。ここでこれらのせん断耐力の計算値は、フーチングでのテーパの形状を考慮して作用せん断力を低減して求めたものである($Sd=S-\frac{M}{d} \cdot \frac{\Delta h}{l}$)。

表-1にこれらの計算値と実験値の比較を示す。HF-2では従来のフーチングでのせん断破壊性状と同様に、せん断補強鉄筋の効果は小さく、せん断に対する照査が重要であると考えられる。一方HF-1では、H形鋼がせん断抵抗に寄与して良好なせん断耐力を保有している。

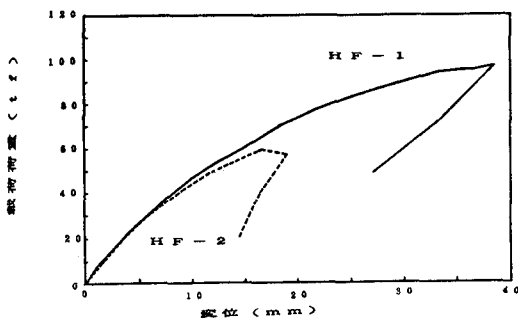


図-4 荷重-変位曲線

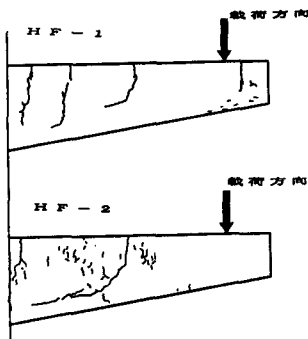


図-5 試験体ひびわれ図

表-1 計算値と実験値との比較

試験体名	計 算 値			実 験 値
	せん断耐力 (tf)		曲げ降伏荷重 (tf)	最大荷重 (tf)
	コンクリート	鋼 材		
HF-1	72.6	189.2	95.3	96.0
HF-2	54.4	96.1	79.3	59.0

5. 結論

- (1)せん断補強鋼材として鉄筋を用いたフーチングではせん断破壊が生じ比較的小さい終局荷重となった。一方形鋼を用いた場合には鋼板が降伏し曲げせん断破壊によって終局に至った。
- (2)今回の合成版フーチングの曲げ耐力とせん断耐力を、コンクリート示方書による方法で求め、実験値と比較したところ比較的良好一致を見た。
- (3)形鋼をせん断補強鋼材として使うことにより、フーチングを従来の鉄筋コンクリートより長く張り出すことができる。

(参考文献)

- (1)沿岸開発技術研究センター：合成版式ケーソン設計マニュアル 平成3年3月
- (2)土木学会：コンクリート標準示方書・設計編、平成3年版、pp.57-58, p139, pp.181-184