

I-A177

ハイブリッドケーソン・シェル構造部材の終局強度

日立造船 正会員 松野 進

日立造船 正会員 岩田節雄

日立造船 正会員○内田正道

日立造船 正会員 田中 洋

1. はじめに

防波堤などの社会資本整備は日本の港湾の国際競争力を保つために非常に重要である。一方、公共工事予算削減に対する取り組みが要請されているために防波堤の設計においては経済的な防波堤構造の開発が必要になってくると考えられる。ここでは、経済的な防波堤構造を満足できる構造として、図1に示すような外壁を曲面シェルにしたハイブリッドケーソンを考案した。本ケーソンは、シェル構造によって曲げ剛性が向上するために外壁の板厚を減少でき、コストダウンが期待できる。しかし、曲面シェルハイブリッド構造の構造特性に関しては殆ど研究がないため、本研究では曲面シェル構造の部分モデルを用いた剛性及び強度の確認試験を実施した。

2. 試験体及び試験方法

図2に示すハイブリッド構造の平面板試験体を1体(P1)、曲面板試験体を2体(C1,C2)合計3体製作した。C1試験体は図1に示すようにバルクヘッドによって2辺支持した条件、C2試験体はバルクヘッド及び水平スチフナによって4辺支持した条件である。実機の1/2モデルを想定し、曲面板の曲率半径は2.5mとした。鋼板は厚さ3.2mmとし、φ9.5のスタッドジベルを100mmピッチで配置し、D10の形鉄筋を100mmピッチで配筋した。コンクリートの1週圧縮強度は577kgf/cm²である。パネル載荷は図3および表1に示すように試験体P1及びC1を2辺支持、試験体C2を4辺支持し、パネル中央に20×20cm幅で載荷した。

3. 静的試験結果及び考察

曲面板の曲率と板厚の関係から平面板に対する断面剛性比(断面2次モーメント)を調べた。図3に示すように曲面板と平面板の断面剛性比は板厚および曲率半径が小さいほど大きくなり、C1試験

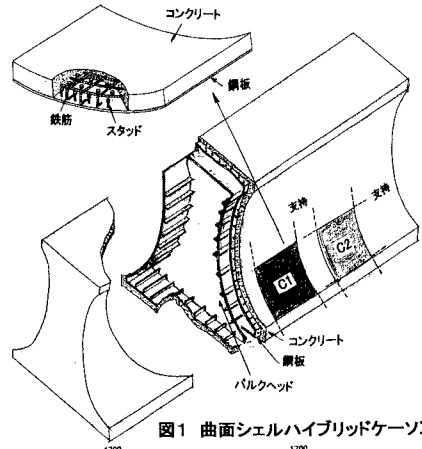
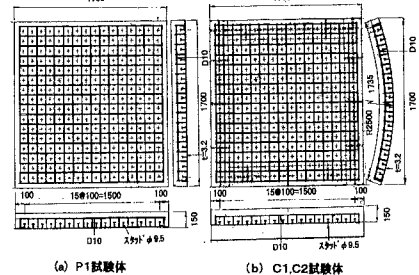
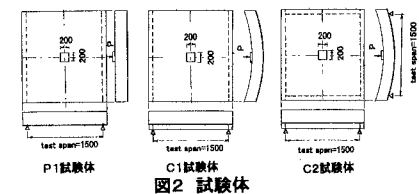


図1 曲面シェルハイブリッドケーソン



(a) P1試験体

(b) C1,C2試験体



P1試験体

C1試験体

C2試験体

図2 試験体

表1 各試験体の最大荷重及びたわみ剛性

試験体	支持条件	終局荷重 (tf)	たわみ剛性		たわみ剛性比 ①/②
			実験値① (tf/m)	FEM解析② (tf/m)	
P1	2辺支持	70.0	17333	26596	0.65
C1	2辺支持	65.0	25600	38314	0.67
C2	4辺支持	76.3	40520	57803	0.70

表2 算定式によるハイブリッドバルクの押し抜きせん断耐力(tf)

P1試験体	コンクリート標準示方書 ^①	松井式 ^②	角田式 ^③	ENV ^④
計算値	72.1	66.2	71.0	48.8
計算値/実験値	1.03	0.95	1.01	0.70

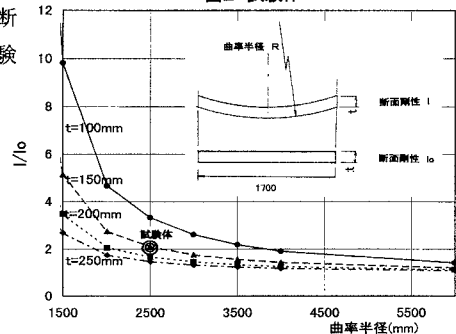


図3 断面剛性比と曲率半径の関係

キーワード：ハイブリッドケーソン、曲面シェル構造、押し抜きせん断耐力、終局強度

連絡先：〒551-0022 大阪市大正区船町 2-2-11,日立造船(株)技術・開発本部 技術研究所 TEL06-6551-9334

体の断面剛性比は曲率の效果によってP1試験体に比べ約2倍となる。図4に静的試験による荷重－たわみ曲線、表1に各試験体の終局強度及び荷重－たわみ曲線の勾配であるたわみ剛性を示す。C1試験体のたわみ剛性比はP1試験体に比べ約1.5倍となり、曲率半径によって断面剛性が増加し、たわみ剛性も増加することが確認された。

板厚/支間=0.1の各試験体に集中荷重が作用した場合、試験体は、押抜きせん断で破壊した。表2に鉄筋コンクリートパネルの押抜きせん断耐力算定式を用いてハイブリッドパネルの押抜きせん断耐力を求めた。その結果、ハイブリッドパネルの押抜きせん断耐力は鉄筋コンクリートパネルの押抜きせん断耐力算定式で求められることが分かった。なお、図5に1方向スラブ(P1試験体)の曲げ耐力および押し抜きせん断耐力とスパン長の関係を確認できた。算定式の有効幅は全断面有効として求めたが、今回の試験スパンでは押抜きせん断破壊が支配的であることが確認できた。図6にたわみ分布を示すように各試験体は、支間中央部が局部的にたわんでいることからパネル変形をしていることが分かる。

4. FEM解析

図7に各試験体のFEM弾性解析を行った。解析モデルはコンクリートをソリッド要素、鋼板をシェル要素及びスタッドをバー要素でモデル化した。図4に示すように静的試験とFEM解析のたわみ剛性比を比較すると、実験値がFEM解析の約65から70%であり、コンクリートの非線形性の影響が現れていることが考えられる。図8に荷重10tf時の鋼板上の最大主応力分布結果を示す。P1試験体は全体的に応力が分布している。C1試験体の応力は支間中央を中心に楕円状で分布しP1試験体に比べ分布面積も小さいことが分かる。C2試験体はさらに応力分布範囲が小さいことが分かった。

5. まとめ

曲面シェルハイブリッド構造部材のたわみ剛性と押し抜きせん断強度が明らかになった。

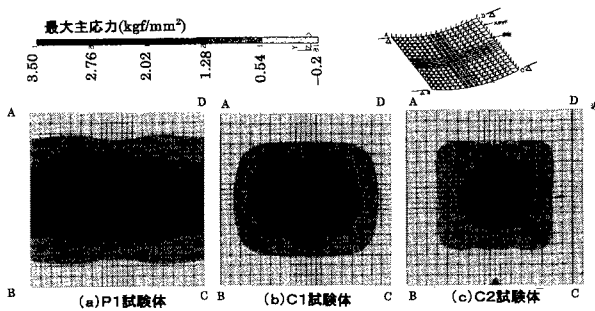


図8 FEM解析結果(鋼板の最大主応力)

参考文献

- 1)土木学会:コンクリート標準示方書(平成8年) 設計編
- 2)土木学会:鋼構造シリーズ⑨B 鋼構造物設計指針 PART B
- 3)前田・松井:鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の評価式,土木学会論文集,1984
- 4)Eurocode4,1992

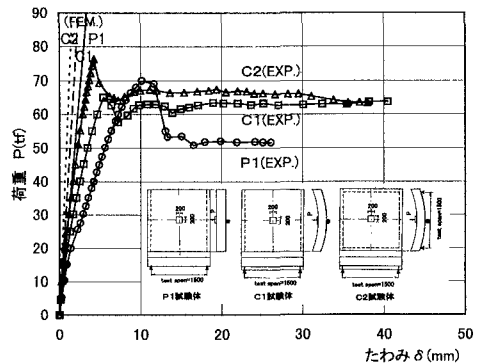


図4 静的試験による荷重－たわみ関係

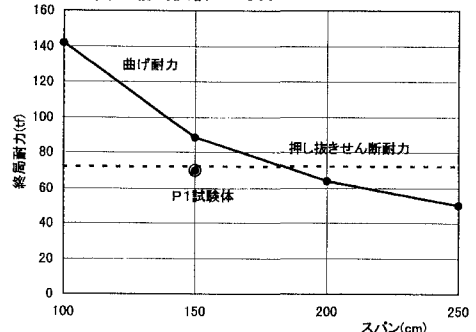


図5 算定式によるスラブの終局耐力

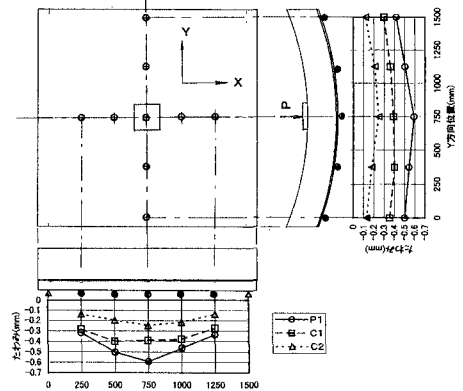


図6 たわみ分布(荷重10tf)

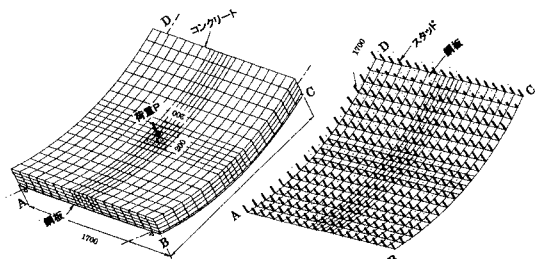


図7 FEM解析モデル