

## II-521

## オフショアマリーナの内面係留域における波浪特性

大成建設株式会社 正会員 ○ 根来 良知  
 東海大学海洋学部 正会員 長崎 作治  
 (株)田辺製作所 正会員 石川 和男

## 1. はじめに

わが国のスポーツ型海洋性レクリエーションは、国民の余暇志向の高まりの中で一般的なレジャー活動として定着しつつある。しかし、本来ならばそれを確実に受け止めるべきであるマリーナの整備は、まだまだ遅れている。そこで、現在マリーナが抱えている諸問題を解決すべく、従来のように気象・海象の安定した箇所に建設するマリーナではなく、図1に示すような沖合に位置する全く新しい考え方のオフショアマリーナを考案した。この構造体は、外形を円筒形状(直径:100m, 高さ:149m, 吃水深:80m, 総重量:627,500t)とすることによって作用外力を極力少なくし、波浪に対して十分安定するものであり内部にはヨット、モーターボートなどを海面に係留する内面係留域を備えている。そのため、沖合における波浪は、内面係留域に侵入することによって、ある条件のときに副振動(共振現象)を起こし、著しく増幅されることが考えられる。そこで本研究は、構造体が内面係留域内の波浪に、どのような影響を及ぼすかを把握することを目的とし実験的および理論的な解析による考察を行ったのでここに報告する。

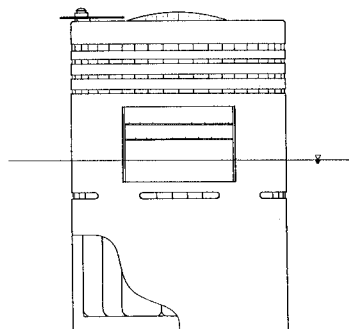


図1 オフショアマリーナ立面図

## 2. 水理模型実験

実験条件は、オフショアマリーナの設置海域設計条件を1/100にフルードの相似則を用いて縮尺したものを基本実験条件とし、これを基に実験条件を定め、水深 $h=80.0\text{cm}$ 、入射波の波高 $H=6.7\text{cm}$ 、周期 $T=0.8\sim 2.0\text{sec}$ とした。縮尺1/100の実験モデルは、図2に示すように水門角度 $\lambda$ を $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ と開閉できるようにした。なお内面係留域の水深は、構造体による波浪の変形を反射・回折のみにするために、外海の水深と同じく $80\text{cm}$ とした。実験方法は、モデルを所定の位置に設置し、設定水深に合わせ、各水門角度について、波高 $6.7\text{cm}$ 、周期 $0.8\sim 2.0\text{sec}$ の入射波を作用させ、内面係留域の各測定点における波高を容量式波高計によって測定した。実験解析は、収集した波浪データから必要なデータを抽出し、各測定点における波高 $H$ と入射波の波高 $H_I$ との比である回折係数 $K_d$ を求めた。

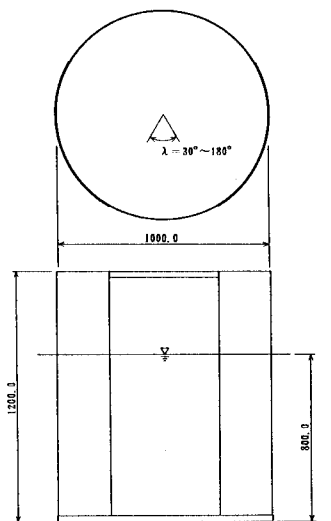


図2 1/100モデル寸法(単位:mm)

## 3. 数値模型実験

内面係留域における波浪の変形を2次元の波動を支配するヘルムホルツ方程式を数値解析法の一つである境界要素法を用いて解析することにより、水門角度 $\lambda$ を $30^\circ\sim 180^\circ$ まで変化させたときの内面係留域の共振スペクトルを明らかにした。解析条件は、図3に示すように入射波が、水平右方から入射するものとし、構造体の半径 $R$ は、1.0とした。なお、入射波は単位振幅の平面波を与えた。また実際の数値解析では、入射波の波数を構造体半径 $R$ によって無次元化した波数 $R\kappa$ とし、解析上、モデルの表面は、円を24個の直線要素で近似して一定要素を用い、境界条件は、 $\partial u / \partial n = 0$ とした。

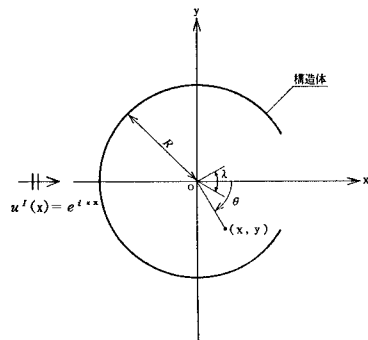


図3 座標系

#### 4. 結果および考察

図4は、横軸に構造体半径 $R$ と波長 $L$ との比である $R/L$ 、縦軸には回折係数 $K_d$ をとり、水門角度 $\lambda = 60^\circ$ の内面係留域の共振スペクトルを表したものである。●で示す水理模型実験より求められた回折係数 $K_d$ は、1よりも低い値を示すことが多く、共振周期においても、実線で示される理論解析によって求められた $K_d$ の値のように高い値を示すことはない。これは、水理模型実験時に確認された可動式水門の端に発生した大きな渦により波浪エネルギーが損失し、 $K_d$ の値が1を下回ったと考えられる。図6は、水門角度 $\lambda = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ における内面係留域の共振スペクトルを重ね合わせた図5において、実験周期の範囲内で比較するために、1回目と2回目の共振点をそれぞれ△と□で示した。これより水門角度 $\lambda$ が $30^\circ \sim 180^\circ$ と大きくなるにつれて、共振周期が次第に短くなっていることが分かる。この傾向は、水理模型実験、理論解析とも同一で、水門角度 $\lambda = 30^\circ$ と $180^\circ$ における共振周期を比べると、現場周期にして1度目の共振点では9.8sec、2度目の共振点では2.7sec、共振周期が短くなっている。また、各水門角度における共振時の $K_d$ の値に着目すると理論解析においては、水門角度 $\lambda$ が小さいほど $K_d$ は高い値を示し、 $\lambda$ が大きくなるに従って低い値を示している。しかし、水理模型実験においては、水門角度 $\lambda$ が小さくなると、水門入り口を通過する際に波浪のエネルギー損失が大きくなり、理論解析のような傾向はみられなかった。

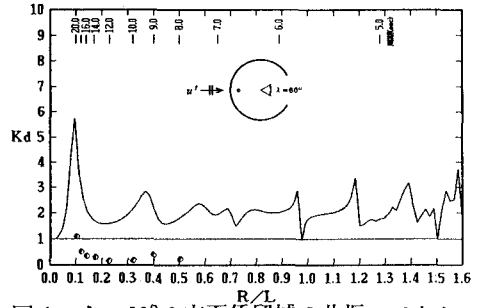


図4  $\lambda = 60^\circ$ の内面係留域の共振スペクトル

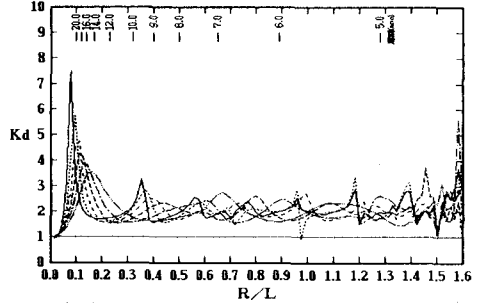


図5 各水門角度の内面係留域の共振スペクトル

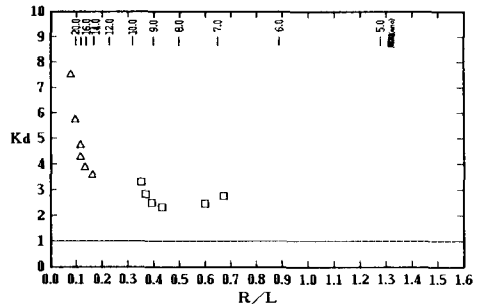


図6 各水門角度の内面係留域の共振点

#### 5. おわりに

考案中のオフショアマリーナにおける設計最大波浪  $T_{max} = 10.0 \text{ sec}$ ,  $H_{max} = 6.7 \text{ m}$ に対する内面係留域の水門角度 $\lambda$ は、 $60^\circ$ の内面係留域における共振周期は設計周期を外れており、また水門角度がさらに大きくなると1度目の共振周期が、うねり、風波の周期帯に近づき、通常の波浪によって共振する可能性が高くなることから、 $\lambda = 60^\circ$ が適当であると考えられる。今後は、水理模型実験において可動式水門の端に発生した大きな渦をどのように制御し、解析するかが問題点となる。また、考案中のオフショアマリーナの内面係留域における水深は、対象船舶の吃水深に対して設定するので、設置海域の水深と等しくはなく、水門入り口を境に急激に変化するので、水深変化に伴う波浪の変形を考慮し、解析する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 長崎作治: ヨットに関するオフショアマリーナと立体保管(駐艇)施設に関する考察, Marine, (株)日刊海事通信社, pp. 85~95, 1988. 11.
- 2) 合田良美: 長方形および扇形の港の副振動について, 第10回海岸工学講演会講演集, pp. 53~58, 1963. 10.
- 3) C. A. Brebbia: 境界要素法入門, 培風館, 1980. 9.