

運輸港湾技術研究所 正会員 ○ 横田 弘

同 上 正会員 南 兼一郎

同 上 正会員 清宮 理

1. まえがき

海洋開発の進展に伴い、新しい型式の巨大な重力式構造物（大水深防波堤、備蓄タンクなど）の出現が予想される。新型式の重力式構造物の建設に際して、波浪に対する安定性、工費の低廉性、急速施工法の採用などを事前に検討しておく必要がある。既に何種類かの新型式の重力式構造物が提案されており、その1つに曲面スリットケーソンがある。曲面スリットケーソンは、防波堤前面に作用する強大な波力を低減させることを目的として考案されたものである。各種の室内実験、現場実験、現場観測により、その消波効果や施工方法などが現在検討されており、将来曲面スリットケーソンなどの新型式の防波堤の建設の実現が図られている。ここでは、波圧による曲面スリット部材及びケーソン全体の挙動について、有限要素法により評価した結果について述べる。本報告は、現在行っている研究を途中経過の段階でとりまとめたものである。

2. 曲面スリットケーソンの概要と構造解析手法

曲面スリットケーソンは、図-1に示すように、箱型のケーソンの前面に円弧状で縦方向にスリットを有する曲面壁を設けたものであり、曲面スリット背後は遊水室となっている。ケーソン本体の諸元は、図-2、3に示すように、幅12m、長さ21m、高さ12mであり、現在実験堤が秋田湾内、水深11.0mの地点に設置されている。曲面スリット部材は、幅0.96m、厚さ0.7m、外半径7.0mの円弧部分と、長さ5mの直線部分とで構成されている。曲面スリット部分には、 220tf/m^2 程度のプレストレスが導入されている。この地点の設計波高は、 $H_{\max} = 9.47\text{m}$ 、 $H_{1/2} = 7.14\text{m}$ である。有限要素法による解析は、曲面スリット部分のみを対象とした部分モデルと、全体を対象とした全体モデルについて行った。全体モデルは、節点数が862、要素数765の平板/シェル要素で構成されている。解析の際、PC部材の弾性係数を $4.0 \times 10^6 \text{tf/m}^2$ 、RC部材の弾性係数を $3.0 \times 10^6 \text{tf/m}^2$ に設定した。ケーソン下部のマウンドは、鉛直方向及び水平方向の節点集中バネとして取扱った。このバネに引張力が生じた時は、その剛性を0とした。計算に用いた曲面スリットケーソンに作用する波圧分布を図-4に示す。この波圧分布は、室内模型実験の結果より得られたものである。波圧分布Aは、波面の先端

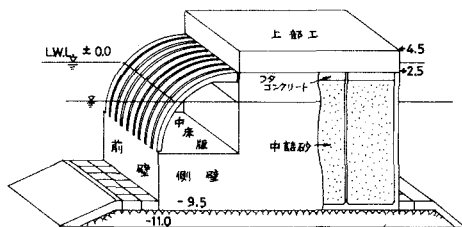


図-1. 曲面スリットケーソンの標準断面図

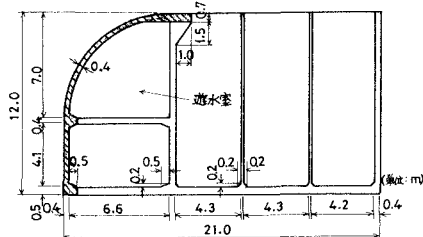


図-2. 曲面スリットケーソンの側面図

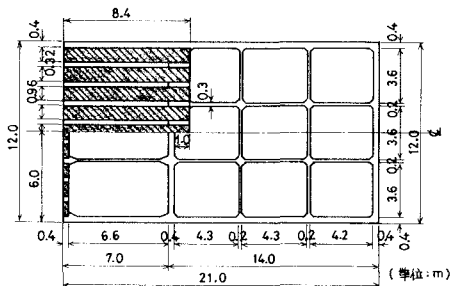


図-3. 曲面スリットケーソンの平面図

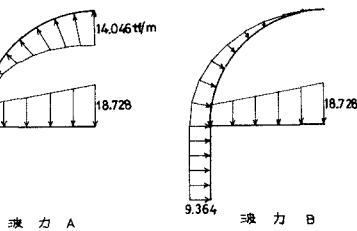


図-4 計算に用いた波圧分布

が上部工に到着した瞬間を、波圧分布Bは、波の峰が曲面スリット部前面に達しようとしているときを各々想定したものである。外力としては、波圧のほか、中詰土圧、静水圧、自重、揚圧力などを考慮している。解析は、コンクリート材料が線形範囲であると仮定して実施した。

3. 計算結果

全体モデルで計算した曲面スリット部分の曲げモーメント分布を図-5に示す。波圧分布Aでは、曲面スリット上部の端部に25.9tf/mの最大曲げモーメントが計算された。曲面スリット中間部には9.8tf/m、下部の端部には4.2tf/mと比較的小さな値の曲げモーメントが計算された。波圧分布Bでは、波圧分布Aより小さな値の曲げモーメント分布が算定された。最大曲げモーメントは、曲面スリット下部の端部に生じている。部分モデルで計算した曲げモーメント分布を図-6に示す。部分モデルは、曲面スリット部分を両端固定ばりに置換えたものである。曲面スリットの上端部に19.8tf/mの最大曲げモーメントが計算されており、モデルの境界条件の設定、要素の種類、外力の設定などの理由により、両モデルでの計算値が異なる。

図-7に波圧分布Bのときの各床版のX方向の面内力を示す。その際、曲面スリットケーソン底版は、後方の約1/3の部分でマウンドと接触している。したがって、曲面スリットケーソンは片持ばりのような状態となっている。この結果、曲面スリットの下部の隔壁の側壁や隔壁での面内力の高さ方向の分布が、上部で引張り、下部で圧縮の状態となる。最大の引張応力は、側壁の上部で約160kg/cm²程度と算定されている。中床版では、前面は波力によって圧縮力が算定されるが、後部では、ケーソンの変形により引張力が算定される。また、曲面スリット部分では、約70kg/cm²のほぼ一律な圧縮力が算定された。

4. あとがき

現在、運輸省第一港湾建設局により、秋田湾に設置された曲面スリットケーソンでは、各種の現場測定が実施されている。現在までいくつかの記録が取得されているが、いずれも液高、鉄筋応力などの値は小さい。図-8に曲面スリット部に作用する波圧の時系列データの一例を示す。今後これらの実測された値を入力として、曲面スリットケーソンの構造解析を行う予定であり、これらの結果などをふまえて、重力式構造物の設計法の検討を行ってきたい。なお、構造解析は、汎用プログラム(ESAP-6)を用いて実施した。使用した電子計算機は、ACOS-800IIである。

参考文献 1) 谷本：曲面スリット堤の水理特性について、昭54年度港湾技術研究所講演会講演集、

2) 横田：ケーソン式港湾構造物への有限要素法の適用、港研資料N0.403、1981年12月

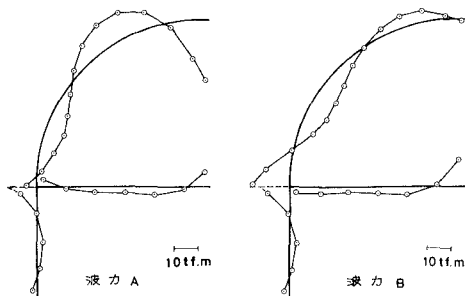


図-5 曲面スリット部分の曲げモーメント分布 (全体モデル)

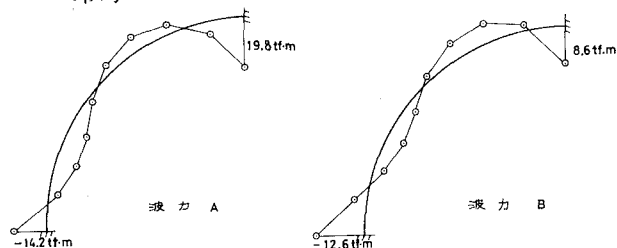


図-6 曲面スリット部分の曲げモーメント分布 (部分モデル)

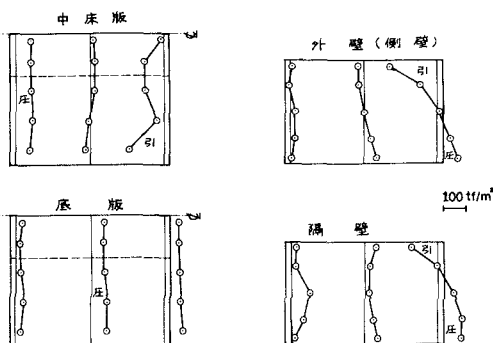


図-7 各床版の面内力の分布 (波圧分布 B)

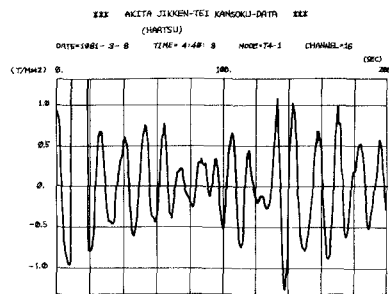


図-8 波圧の時系列データの1例