

運輸省港湾技術研究所 正 横田 弘
同 上 正 清宮 理

1. まえがき

海洋開発の進展に伴い、各種の新型式防波堤が近年提案されている。その1つに、防波堤前面に作用する巨大な波力を低減することを目的とした曲面スリット部材より構成される消波構造を有する防波堤がある。この型式の防波堤は、建設実績が無く、実際の海洋環境下における挙動が十分把握されていない。この観点から、秋田湾内水深-11mの地点にこの防波堤を試験的に設置し、昭和55年9月より、各種の計測を行っている。本報告では、波浪外力によるケーソン堤体の挙動などについて、現在得られている範囲内で述べる。

2. 曲面スリットケーソンの概要と計測システム

曲面スリットケーソン式防波堤は、図1に示すように、通常の箱型ケーソンの前部に、円弧状で縦スリットを有する消波部材を設けたものである。この消波部材を含めたケーソン前部は、PC構造であり、コンクリート応力で約20kg/cm²のPCが導入されている。ケーソン各所には、図2に示すように、波圧計(8ch.)、鉄筋計(33ch.)、速度計(3ch.)などが設置されている。本計測システムでは、ケーソン側方に設置された波高計で、設定レベルの波高を超過する波浪が観測された場合に、80msec毎に10分間連続して計測を行うことになっている。

本報告では、昭和56年3月25日に取得された記録の解析を中心に述べる。当時の波浪は、 $H/5 = 2.3\text{m}$ 、 $T/5 = 5.0\text{sec}$ であった。

3. 計測結果と考察

波高とケーソン天端での変位の50秒間の計測結果を図3に示す。ケーソンの変位は、速度計より得られたものである。ケーソンは、水平方向に0.4mm程度の振幅で振動しており、鉛直方向の振幅は、0.1mm程度と小さい。この時には、顕著なロッキング現象はなく、水平振動が支配的である。両波形のパワースペクトル

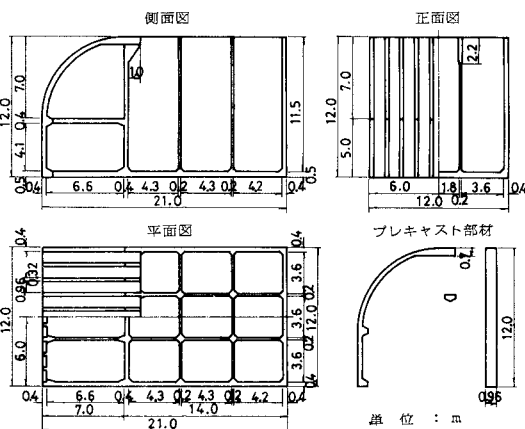


図1 曲面スリットケーソン一般図

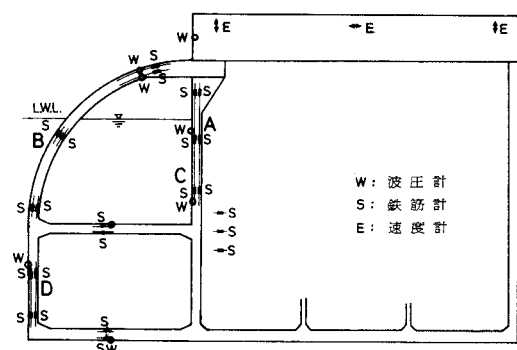


図2 測定計器配置図

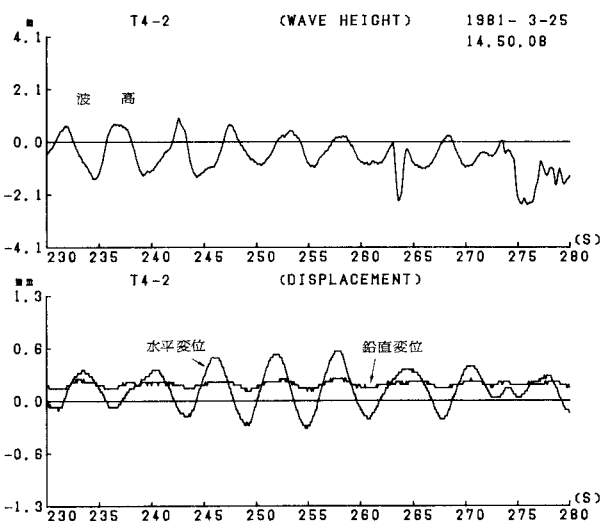


図3 波高及びケーソン天端での変位計測結果

を図4に示す。波浪の卓越振動数は、 $f=0.021\text{ Hz}$, 0.208 Hz であり、水平変位は、 $f=0.208\text{ Hz}$ である。このことから、ケーソンは、 $f=0.021\text{ Hz}$ 程度の低い振動成分(うねりなど)による影響を受けず、 $f=0.208\text{ Hz}$ 程度の振動成分により振動を生じていると言える。

ケーソンの各点に作用する波力の同時刻での分布を図5に示す。波浪は、ケーソン各部に同位相で到達していない。すなわち、ある箇所では波力が最大となっても、他の箇所では同時に最大となるとは限らない。

ケーソンの遊水部前壁(図2のA点)で得られた波圧と鉄筋応力との関係を図6に示す。鉄筋応力と波力は同周期で変動している。今回対象とした波浪では、いずれの鉄筋計でも 30 kgf/cm^2 程度以下の小さな応力しか発生していない。この範囲内では、鉄筋応力と波力とはほぼ比例している。また、この波力が等分布に作用すると仮定して4辺固定板の解析を行うと、解析結果はこの応力を下回っている。図7に、スリット部材(B点)で計測された、板の両側での鉄筋応力の変動を示す。ここでは、鉄筋応力がほぼ同位相で変動していることから、波力による板の曲げで生じる応力は小さく、面内応力が支配的であると考えられる。遊水部前壁(C点)では、図8に示すように、位相のずれが生じている。この部分では、曲げによる応力が若干発生していると考えられる。また、ケーソン前壁(D点)では、横方向鉄筋応力の位相がほぼ 180° ずれており、曲げによる応力が支配的

である。曲げもしくは面内応力のどちらが卓越するかについては、波浪外力の方向と部材(板)の相対位置とで関連づけられる。計測の結果は、有限要素法を用いた構造解析結果と一致した。

最後に、今後とも計測を実施して記録の解析を進める予定である。測定計器の設置及び観測は、運輸省第一港湾建設局が実施した。貴重なデータを提供して下さいました関係各位に感謝致します。

- 参考文献 1) 横田 清吉：新しい消波構造を有する防波堤の構造解析，関東支部年次研究発表会摘要集，昭57.1。
2) 清田 大郎：ケーソン式防波堤を構成するPC部材の応力とクリープ性状，セメント技術大会，昭57.5。

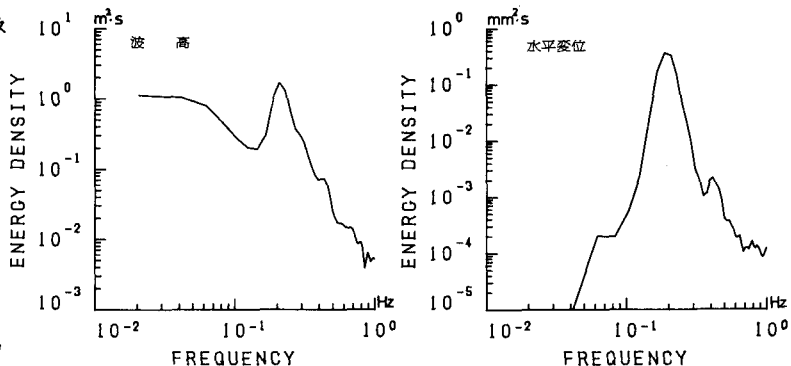


図4 波高、変位波形のパワースペクトル

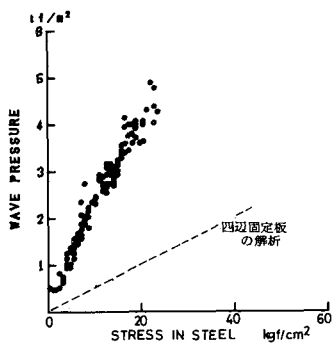


図6 波力と鉄筋応力との関係

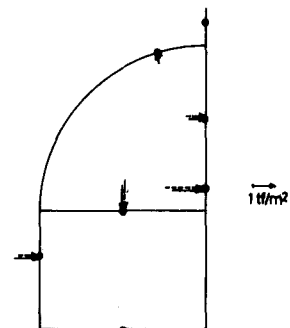


図5 ケーソンに作用する波力分布

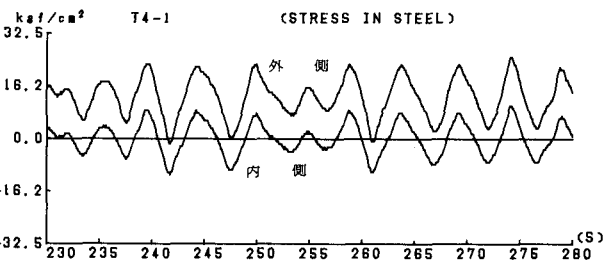


図7 ケーソン床版側での鉄筋応力(スリット部)

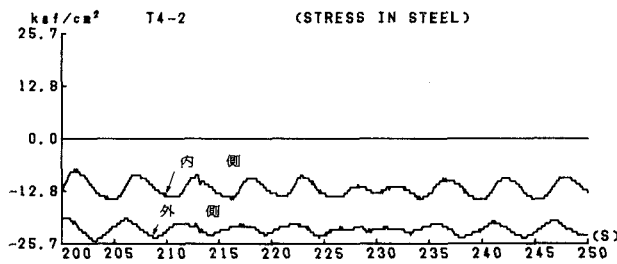


図8 ケーソン床版側での鉄筋応力(前壁)