

多列式浮防波堤の動揺特性と波浪制御効果について

愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
 五洋建設(株) 正 員 大森禎敏
 愛媛大学大学院 学生員 〇井手善彦

1. まえがき: 現地の浮防波堤は、複数の堤体を一定の開口幅を設けて直線状に配列するのが一般的である。既に著者らは、このような多列式浮防波堤の動揺解析や波浪制御効果などの推定法を明らかにしてきた。本研究は、現地で見られるような多列式の浮防波堤を対象にして、それがチェーン係留されときの波浪制御効果や動揺特性について検討する。特に、ここでは係留方式による動揺特性と波浪制御効果の相違などを考察する。

2. 実験装置及び実験方法: 実験では、図-1に代表例を示すように、直線的に規則的配列された浮防波堤を想定して実験を行った。模型浮体は、2次元造波水槽内(幅1m)に開口率20%となるように設置した。水路側壁を完全反射壁とすると、このような水路中に設置された浮体は鏡像原理により、無限配列された浮体を近似的に表すことになる。浮防波堤の係留方式としては、図-1に示すような

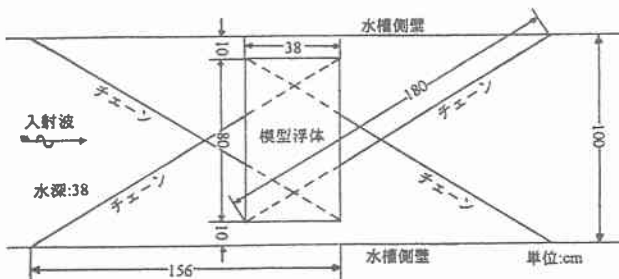


図-1 クロス係留された浮防波堤の模型

堤耐下部でチェーンラインが交差するようなクロス係留と、浮体側係留点よりラインが係留点側へそのまま展長するオープン係留の2種類とした。ただし、係留系の構成要素である1係留ラインの単位長重量や水平射影長・鉛直射影長は、両係留方式で同一にした。

実験に用いた水深 h は38cm、配列ピッチ長 λ は100cmと一定にし、模型浮体に作用せしめた入射波の波高 H は3.8cm程度、周期 T は0.64sec~1.57secの14種類とした。

3. 係留系の接線バネ常数: 図-2、3は、堤体が水平方向に移動する(静的平衡状態より)ときの、それぞれSwayおよびRoll方向への両係留方式による接線バネ常数の変化を示す。これらの結果は、カタナリ理論に基づき求めたものである。これらの図に見られるように、両係留系共に、ある程度の変位の後は接線バネ常数が急激に増加する傾向が認められる。これは、チェーンラインの形状が変化するため、非線形な復元力が生じることによる。両係留方式を比較すると、クロス係留の場合、非線形な復元力特性を示す変位量がより大きいことやRoll方向の回転バネ常数がオープン係留に比較して3倍以上にもなることなどがわかる。

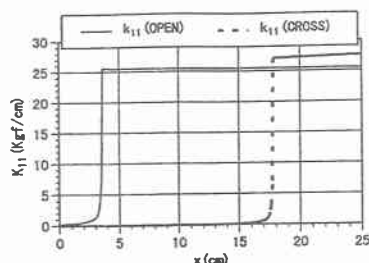


図-2 Sway方向のバネ常数の変化

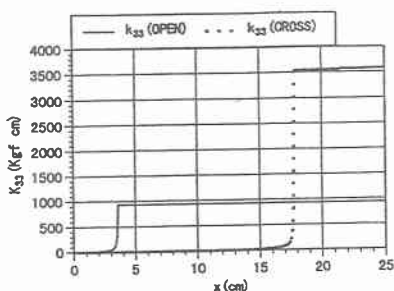


図-3 Roll方向のバネ常数の変化

4. 実験結果と算定結果の比較: (1)動揺変位に関する比較: 図-4と図-5は、それぞれクロス係留とオープン係留時の動揺変位を、入射波振幅で無次元化して示す。各図の(a)~(c)は、それぞれSway(X_1), Heave(X_2), Roll(X_3)の実験結果と算定結果の比較を、周期に関する無次元量 L/B (L :波長、 B :堤体幅)の変化で示す。算定結果は、浮防波堤の規則的配列を想定した波浪ポテンシャル理論によるもので、定常状態を仮定した周波数領域の解析による。な

お、このときの係留系のバネ常数には、静的平衡時の接線バネ常数を用いた。これらの図より、クロス係留時では、オープン係留時に比較して、Roll変位(X_3)がその共振点付近で低減できることや、Sway変位(X_1)についても多少小さくできることなどが認められる。そして、算定結果と実験結果を比較すると、共振応答を示すRoll変位で差が大きく、これは上述した係留系の非線形復元力の効果や振動減衰力が考慮されていないことによる

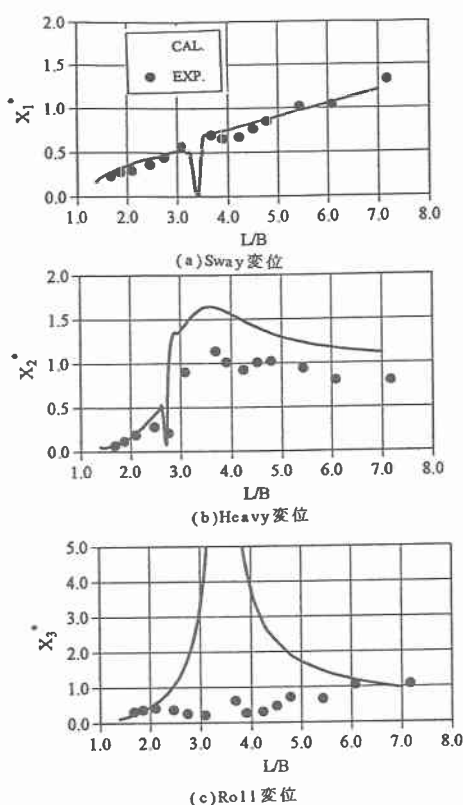


図-4 クロス係留時の動揺変位

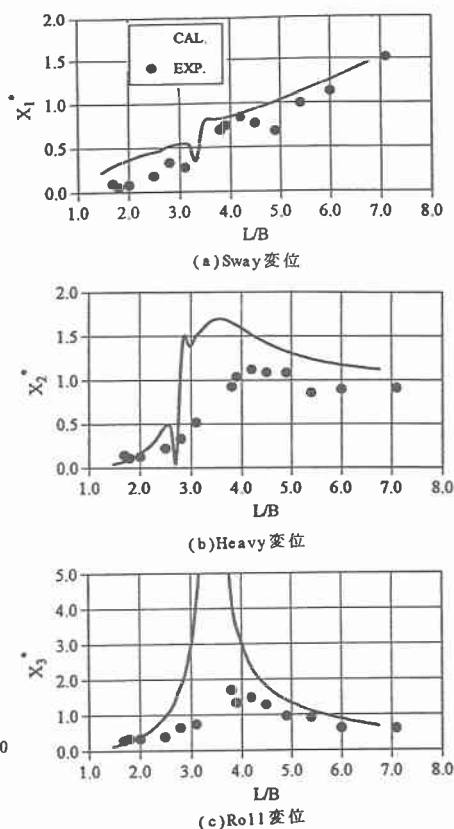


図-5 オープン係留時の動揺変位

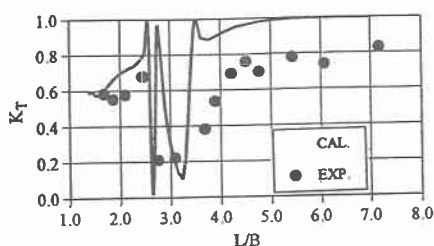
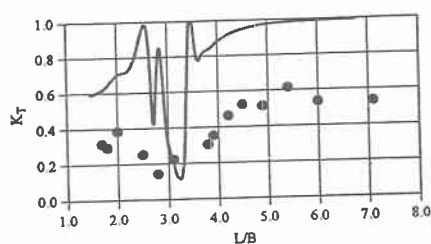
図-6 クロス係留時の K_T 

図-7 オープン係留時の動揺変位

ものと考えられる。(2)波浪制御効果に関する比較;図-6と図-7は、それぞれクロス係留とオープン係留時の透過波の特性量を示す。ここでは、平面的な波浪変形が生じる場合にも対処できるように、透過波高の平面的なrms値と入射波高との比 K_T で表してある。これらの図より、透過率に相当する K_T は、オープン係留時の方がクロス係留時に比較して低くなることや、特にこの傾向は、消波対象波である $L/B < 2.5$ で顕著になっている。この原因としては、上記したような動揺特性が関係しているものと推定される。すなわち、動揺発散波が大きくなるのは、オープン係留時であり、この動揺発散波と固定時の回折散乱波との位相干渉が有効に作用したことによるものと考えられる。

4. 結語:(1)係留方式により、浮防波堤の動揺変位とそれによる透過波は変化することや、動揺低減にはクロス係留が望ましく、消波効果を高めるにはオープン係留が望ましいことなどが判明した。