

Ⅱ－13 長周期波の制御を目的とする港口部大型共振装置について

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学工学部 学生員 ○竹本 剛

1. はじめに

近年、外洋に面した港湾では、係留船の長周期動揺により、荷役作業の中断や係留索の切断等の被害が報告されている。この長周期動揺は、原理的に港内に侵入する長周期波と係留船舶の同調現象によるものである。本研究では、長周期波の港内への侵入軽減を目的として、大型共振装置を港口部に設置する方法を提案する。そして、その有効性を大型平面水槽を用いた港湾模型実験および波浪ポテンシャル理論による数値解析結果の両面から検討する。

2. 港湾形状

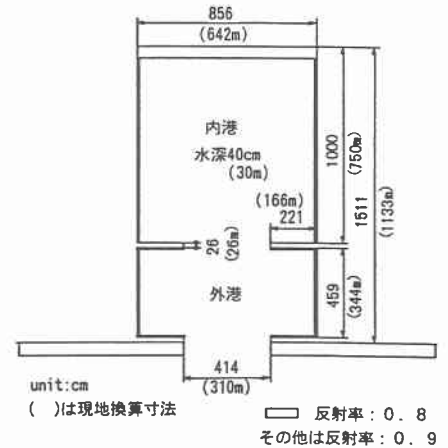
実験では長方形港湾（基本型港湾）と、その港口部に矩形状共振装置および平行堤型共振装置を設置した場合の3者を用いた。模型の縮尺は1／75を想定した。

（1）矩形状共振装置を港口部に設置した場合：矩形状共振装置は、波浪フィルター理論に基づき設計し、内港・外港の2重形式港湾における外港部として位置付けた。装置の開口長は、外洋船の通過が可能となるように310m、水深は30m、有効周期帯は、係留船舶の長周期動揺を励起すると考えられる周期30秒以上として、4.3秒～8.0秒を入力条件とした。この矩形状共振装置を港口部に設置した場合の平面寸法を図－1に示す。

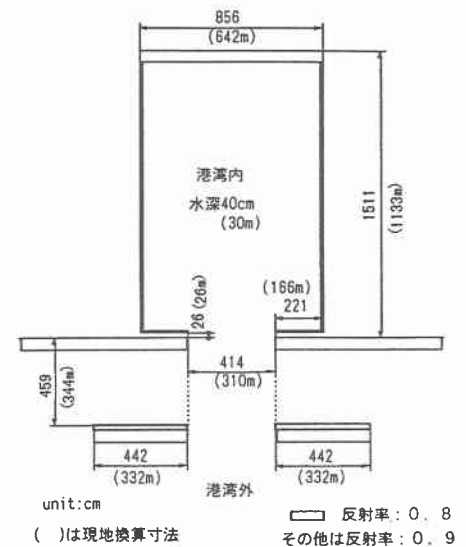
（2）平行堤型共振装置を港口部に設置した場合：図－2は平行堤型共振装置を港口部に設置した時の港湾を示す。平行堤型共振装置は、波浪フィルター理論の結果をそのまま具体化した矩形状共振装置の平行堤の部分を港湾の沖に出し、さらにその平行堤の長さを倍増した構造となっている。これは、矩形状共振装置の形状を示した図－1において、岸沖方向内壁を鏡像面とみなした時に得られる形状であり、連続配置の条件下では理論的に矩形状共振装置と全く等価な波浪制御効果が期待できる構造と考えられる。平行堤型共振装置を設けた場合の構造的なメリットは、平行堤の部分を港湾の沖に出したことにより船舶の泊地を矩形状共振装置のそれより広く使えることおよび港内側の湾幅に関係なく共振装置を設けることができるなどである。

3. 共振装置の効果

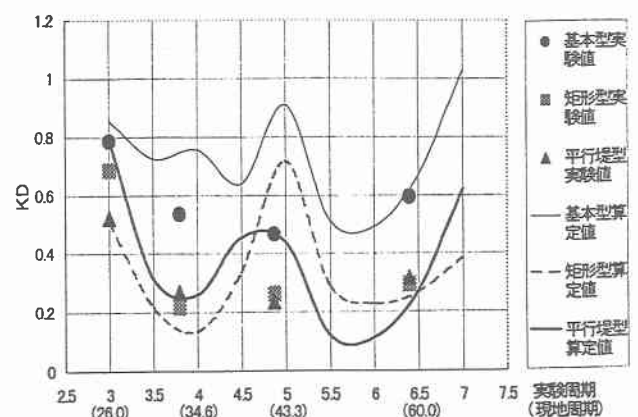
図－3は各港湾の港口部に対して直角に入射波を作用させた時の港内平均波高比の波周期による変化を示す。この図より、矩形状共振装置および平行堤型共振装置を港口部に設置すると、港内平均波高比は実験周期4秒付近から長周期側にかけて約5割ほど低下しており、これらの装置により長周期波を有効に低減できることがわか



図－1 矩形状共振装置を設置した場合の港湾



図－2 平行堤型共振装置を設置した場合の港湾



図－3 港口部に対して直角に入射波を作用させた時の港内平均波高比

る。なお、共振装置の有効周期帯は現地周期で43秒～80秒として設計したが、図中の第2横軸に見られるように実際の有効周期帯は全体的に短周期側へ移行することがわかる。また、算定結果において、実験周期5秒付近で港内平均波高比が上昇することについては後に述べることにする。

図-4は各港湾の港口部に対して斜め(30°)に入射波を作用させた時の港内平均波高比の波周期による変化を示す。この図より矩形型共振装置では、入射角による影響をほとんど受けないが、平行堤型共振装置では、斜め入射波に対して効果が低下するなどその影響を受けやすいといえる。

4. 内港と外港の相互作用

図-5は矩形型共振装置を設けた時の内港の湾奥長 l による港内平均波高比の変化を示す。なお、ここで波周期は実験周期5秒と固定してある。この図より、港内平均波高比は内港の湾奥長 l と波長 L が等しい($l/L=1.0$)のとき極大となり、 $l/L=1.25$ のとき極小となる。これらの港内の波高分布図(図-6と図-7)を見ると、極小値をとる図-7は内港の港口部付近に節ができており、これは有効周期帯内で共振装置の効果が発揮されている時の波面形状といえる。一方、極大値をとる図-6は有効周期帯内にもかかわらず内港の港口部付近に腹ができてい

5. 結語

(1) 矩形型共振装置により、効果的に長周期波が低減でき、その低減効果は波向きによる影響をほとんど受けない。(2) 平行堤型共振装置は直角入射波を想定する時、原型となる矩形型共振装置と同程度かそれ以上の静穏化効果が期待できる。ただし、斜め入射波に対して静穏化効果が低下するなどの欠点がある。(3) 内港と同規模の大型共振装置では、内港と外港における波の相互干渉を考慮して、共振装置の平面寸法や配置等を決定する必要がある。

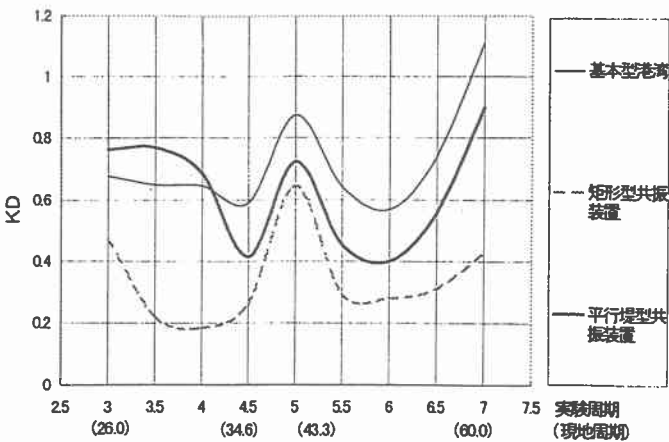


図-4 港口部に対して斜め入射波(30度)を作用させた時の港内平均波高比

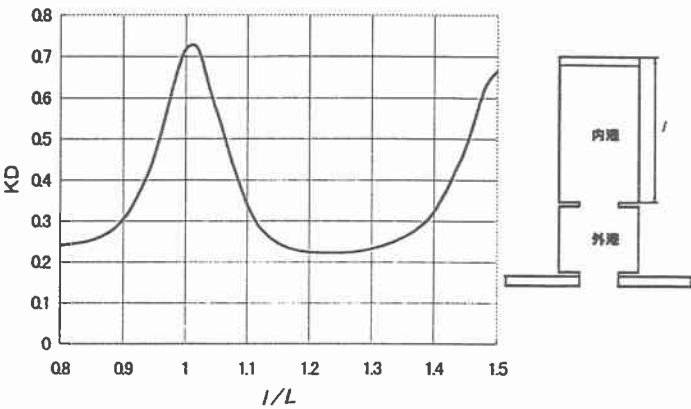


図-5 内港の湾奥長を変化させた時の実験周期5.0秒の港内平均波高比

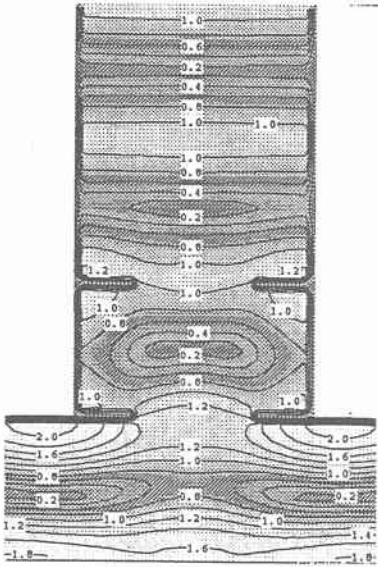


図-6 $l/L=1.0$ の港内平均波高比

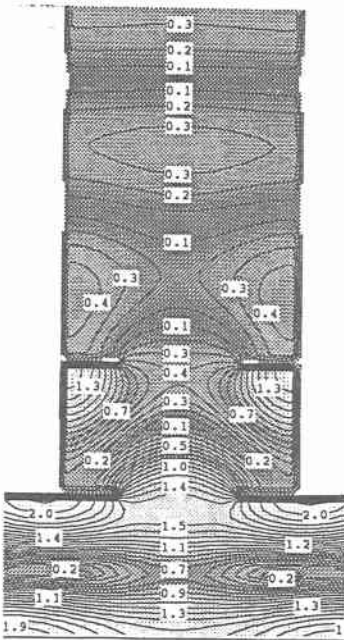


図-7 $l/L=1.25$ の港内平均波高比