

II-31

大規模共振装置による長周期波の制御効果

愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
京都大学大学院 学生員 國富將嗣

1. まえがき

近年、外洋船の接岸係留時における長周期動揺が問題になり、その実態や原因究明について各種の方面より研究が進められつつある。その結果、接岸時船舶の長周期動揺は、外洋より港湾内へ侵入する長周期波と因果関係の強いことが指摘されている。ここでは、従来において困難と考えられていた長周期波の制御を、港湾の外港部とみなした大規模共振装置を用いて検討する。

2. 大型共振装置の設計

望月らの波浪フィルタ理論に基づき、接岸時係留船舶の長周期動揺を励起すると考えられる、周期30秒以上の長周期波を制御対象にして、大規模矩形共振装置の設計を行った。この際、矩形共振装置は、内港・外港の2重形式港湾における外港部として位置づけた。このため、装置の開口長は、外洋船の通過が可能となるように300m程度以上に、しかも経済的な側面も考慮して、開口率が50%程度となるようにした。波浪フィルタ理論によると、遮断周波数 f_c 、減衰極周波数 f_∞ 、水深 h 、および矩形装置に入る前と出たときの水路幅 b_0 とすると、次式から残りの矩形装置の寸法が求められる。

$$b_3 = \frac{m b_0}{\sqrt{2(1-m^2)}}, \quad l_2 = \frac{1}{\pi f_c} \sqrt{\frac{gh(1-m^2)}{2}}, \quad l_1 = \frac{m\sqrt{gh}}{2\pi f_c} \quad \text{ここに} \quad m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_\infty}\right)^2} \quad (1)$$

大規模共振装置の設計代表例を図-1、2に示す。これらの設計例では、水深 $h=30\text{m}$ と固定して、制御対象とした波の周期帯は、図-1で40～80sec、図-2で80～135secにしたときのものである。

3. 無限配列を想定したときの透過波の特性

設計した矩形共振装置の有効性を検討するため、装置の無限配列を想定した波浪ポテンシャル理論により透過波の算定を行った。算定では、直角入射の条件で、装置内が低反射構造でその反射率が0.8と仮定した。この結果を示すのが図-3、4である。

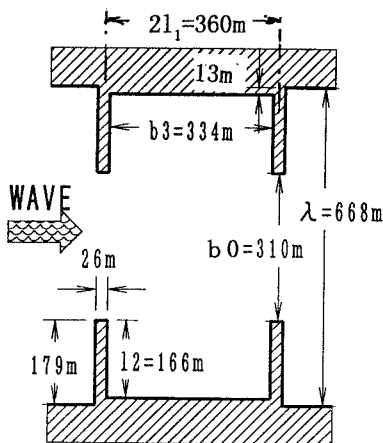


図-1 大規模共振装置(TYPE A)

$T_c = 80\text{sec}$, $T_\infty = 40\text{sec}$

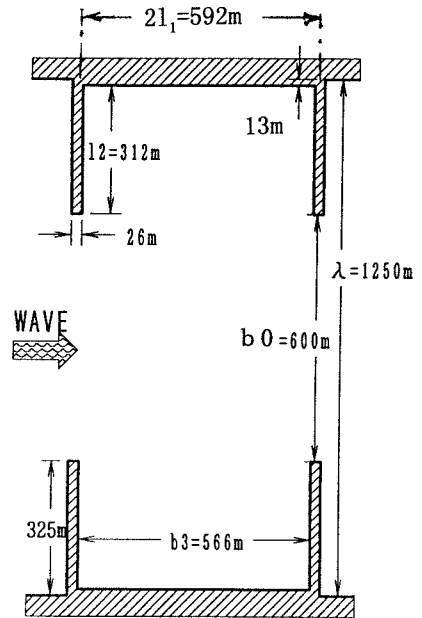


図-2 大規模共振装置(TYPE B)

$T_c = 135\text{sec}$, $T_\infty = 80\text{sec}$

図中では、透過波が配列方向に重複波モードになる場合も含むことから、透過波高の平面的なms値と入射波高との比 K_T で透過波特性を表示した。図中で K_T がスパイク状の変化を示す波周期の条件は、配列方向における横波共振点に相当する。これらの算定結果から、上記した2種類の大規模共振装置により、設計対象とした周期帯のみならずそれより低い周期を含めて、 K_T はほぼ0.5以下になるなど長周期波の制御が可能と言えよう。

4. 実験的検討

本研究では、図-1の共振装置が規則的に無限配列された場合を想定して、その波浪制御効果を実験的に検討してみた。採用した模型縮尺は1/334であるが、造波限界や波高測定精度を考慮して、水深設定を含む鉛直方向の縮尺は1/167とした。装置の内壁は、直立壁と低反射構造の2種類を採用した。低反射構造には、壁前面に消波材を設け、その反射率がほぼ0.8程度なるように調整した。

図-5は、このような実験による透過波の波高比のms値 K_T の測定結果を示すもので、図中には歪み模型そのものを実構造物として用いたときの K_T の算定結果についても併せて示す。この図より、 K_T の実験結果は、算定結果に比較して小さく現れ、その傾向は特に制御対象とする長周期側で顕著になっている。なお、この歪み模型そのものを実スケール（水深が図-1の場合に比較して2倍の60m）に戻したときの制御対象波は、縮尺率を1/334とすると、30～56secの範囲にある。この図より、実験的にも大規模共振装置を用いて30秒以上の長周期波の制御が可能になることが再確認できる。

5. 結語

以上の検討より、大規模共振装置により、長周期波の制御が可能と言えるが、今後は大規模共振装置を外港部と考えて、外港部のあるべき平面形状やそのフィルダアクションの効果について検討していきたい。

<参考文献>

- 望月 仁・安藤 繁・三橋 渉(1990b)：
波浪周期数フィルタ、
電気学会論文誌A110A、493-500。
中村孝幸・小野正順(1988)：
配列された沖合消波堤まわりの波浪共振
の特性とその解析法、海岸工学論文集、
第35巻、pp. 527-531。

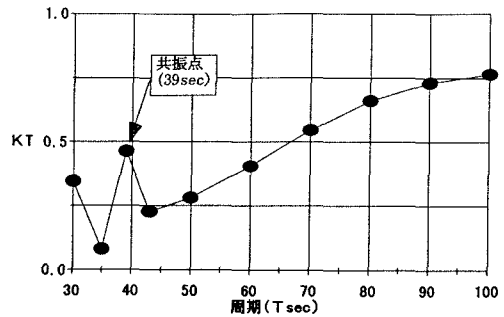


図-3 Type A0の透過波特性
(装置内反射率0.8)

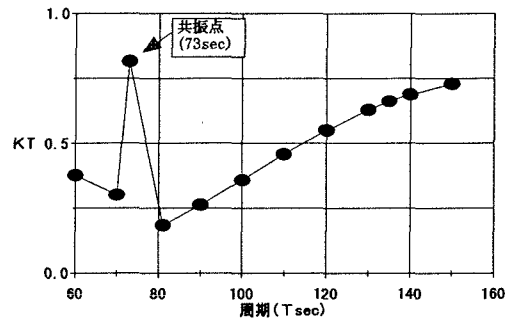


図-4 Type Bの透過波特性
(装置内反射率0.8)

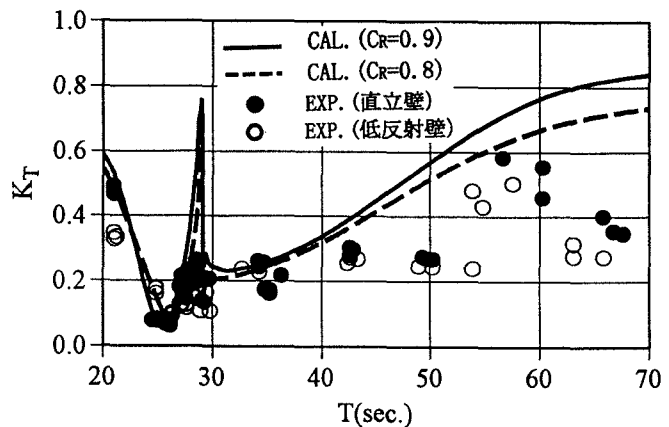


図-5 共振装置の配列時の透過波特性