

浮防波堤の効果的な配置法に関する研究

愛媛大学工学部 正員 中村 孝幸
(株) ニュージェック 正員○泉川 学文

1. まえがき

従来、浮防波堤まわりの波変形やその波浪揺動変位に関しては、平面的な配置に関する堤体長や開口幅などの諸量を無視して、主に堤体の断面形状に着目した2次元的な解析や実験により検討された例がほとんどである。ここでは、浮防波堤の配列法として、直線配列と千鳥配列の両者を採用して、配列ピッチ長や開口幅などの配列条件および入射角などの作用波の条件による波浪制御効果の変動特性を理論的に明らかにする。そして、これらの相互比較から、より効果的な浮防波堤の平面的な配置法を模索するものである。

2. 解析法および解析モデル

ここで用いた理論解析法は、既に著者ら¹⁾が明らかにしている浮体の規則的配列を想定した3次元グリーン関数法である。この解析法では、千鳥配列された浮体のように、その配置パターンが周期的に繰り返される配列条件ならば、斜波条件の場合を含めて、一般的に取り扱うことが可能である。

計算で対象にした浮防波堤は、図-1中に示すように矩形形状でその4隅がチェーン係留で対称に4点係留されている場合を想定した。浮防波堤の諸量は、現地で実際に設置されている堤体を想定して表-1に示すものとした。以下では、堤体長を変化させた検討も行っており、表-1の諸量をもつ浮防波堤を基本型堤体と称する。そして、この基本型の堤体長の1/2、1/4の浮防波堤のことを、1/2型、1/4型などと呼ぶことにする。なお、これら堤体長の短い場合の動的諸量は、原則として基本型の諸量から推定することとし、単位長当たりへ換算して同一条件となるようにした。

表-1 基本型堤体の動的諸量

排水重量		800t
長さ		40m
幅		10m
吃水		2m
慣性半径	短軸回り	11.6m
	長軸回り	3.8m
	鉛直軸回り	11.9m
重心KG		1.5m
係留ライン のバネ常数	K11(短軸)	8.8t/m
	K22(長軸)	3.2t/m
	K33(鉛直軸)	3.3t/m
	K44	143tm
	K55	169tm
	K66	359tm

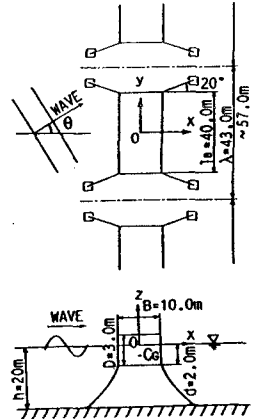


図-1 算定モデル

3. 直線配列時の波浪制御効果

図-2は、基本型堤体の直線配列時における透過側の波高比のrms値 K_T の周期による変化を示す。周期に関する無次元量は、浮防波堤の消波性能を示すときによく用いられる波長 L と堤体幅 B の比を用いた。ここで、浮防波堤の配列開口率 α は、現地の例を参照して15%とした。図中では、作用波の入射角による影響も検討できるように、入射角がパラメータにとってある。そして入射角の 0° が、浮体列の法線方向よりの入射を意味し、いわゆる直角入射の条件に相当する。また、図中には配列開口部の効果は無視した断面2次元的な解析による透過率 C_T についても比較のため併せ示してある。この図より、平面的に配列したときの浮防波堤の透過波の制御効果は、開口部の効果は無視したときに比較して劣るようになることや、斜波条件になると透過波高は増大する傾向にあることなどがわかる。なお、配列時の K_T がスパイク状の急変化を示す周期条件は、配列ピッチ長 λ と波長 L の比に関係して現れる横波共振点に相当する。そして、この横波共振点は、解析上の特異点にもなっており、この周期条件の近傍では実験的な結果

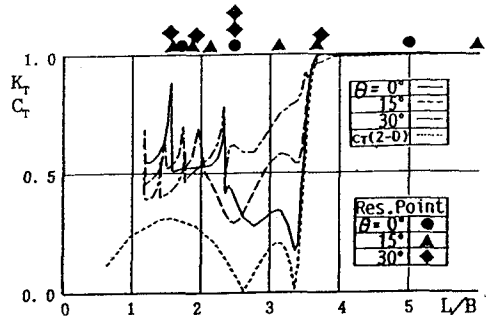


図-2 基本型堤体列の K_T ($\alpha=15\%$)

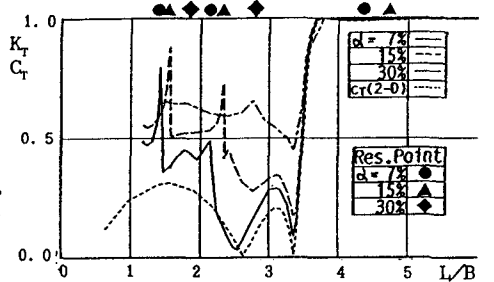


図-3 開口率による K_T の変化 (基本型、 $\theta=0^\circ$)

との一致度がよくないことなどが知られている²⁾。次に、図-3は、直角入射の条件に固定して、基本型堤体を各種の開口率の条件で配列したときの K_T に関する比較を示す。当然のことながら、 K_T は開口率に伴い増大する傾向が見られ、開口率が小さくなると断面2次元的な C_T に漸近することが認められる。このように開口率を小さくすれば、制御効果は改善できるが、隣接する浮防波堤間で衝突の可能性も大となり、現実的には採用できない。

一方、図-4は、配列開口率 α を15%に固定して、堤体長を $1/2$ 、 $1/4$ と短くしたときの K_T に関する比較を示す。この図より、堤体長を短くするほど、 L/B の小さな短周期波側での制御効果が改善されている。これは、堤体長が短くなると、消波対象波の周期範囲で配列ピッチ長 λ と波長 L の比が1より小さくなる範囲が拡大し、横波共振に関係する斜波成分の発生が抑制されるようになるためである。図-5は、図-4に比較して、入射角の条件を直角入射より斜波条件($\theta=30^\circ$)に変えたときの結果を示す。やはり、堤体長を短くすることで制御効果は改善されるが、直角入射時に比較すると K_T は増大している。

4. 千鳥配列時の波浪制御効果

図-6は、図-2の場合に比較して、堤体を千鳥配置に前後にずらした時の結果を示す。入射角としては、直角入射の条件が想定してある。また、前後列の堤体の外縁間隔は、設置海域を小さくすることおよび衝突をさけるため、堤体幅に等しくした。図中には、比較のため、直線配列時の結果も示してある。この図より、直線配列を単に千鳥配列にするだけでは、透過波の制御効果は改善できず、逆に透過波高は増大する傾向が見られる。次に、図-7は、やはり千鳥配列で、配列軸の法線方向より見たときの見かけの開口長をなくしたとき(開口率0%で表示)の結果を示す。この図より、見かけの開口率を小さくすると、制御効果は前出の図-6の千鳥配列や直線配列の場合に比較して、 L/B がの小さな短周期の条件下で改善できることが認められる。しかし、上記の堤体長を短くした場合に比較すると、改善効果は十分でない。

5. 結語

以上、各種の配列条件下で透過波の制御効果について検討してきたが、本研究の範囲内では、直線配列でしかも配列する堤体長を消波対象波の波長よりも短くすると、効果的に透過波を低減できることなどが判明した。

<参考文献> 1) 中村他：斜波中における浮体列まわりの波浪境界値問題の解析法、海講論文集、第40巻、PP. 531~535, 1992. 2) 中村他：浮防波堤の平面的な配置法に関する研究、海講論文集、第39巻、PP. 531~535, 1992.

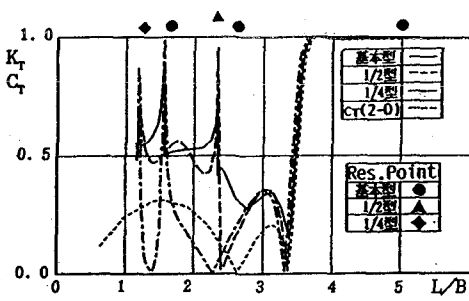


図-4 堤体長による K_T の変化 ($\alpha=15\%$, $\theta=0^\circ$)

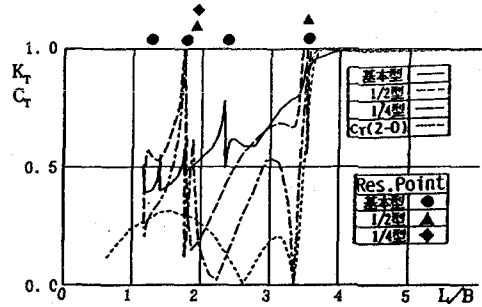


図-5 堤体長による K_T の変化 ($\alpha=15\%$, $\theta=30^\circ$)

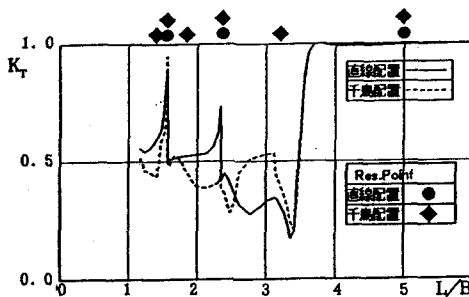


図-6 千鳥配列時の K_T ($\alpha=15\%$, $\theta=0^\circ$)

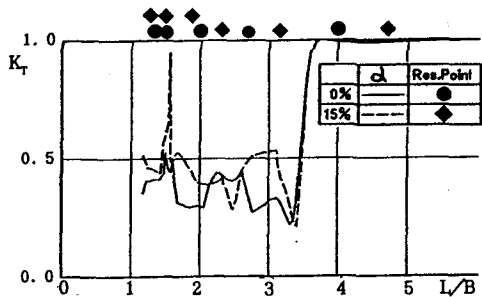


図-7 千鳥配列時の開口率による K_T の変化 ($\theta=0^\circ$)