

L型構造物による波浪制御

九州大学大学院 学生員 ○ 北野 和徳

九州大学総理工 正 員 経塚 雄策

1 まえがき

従来、港内を静穏にするため、様々な波浪制御構造物が研究されてきたが、港に船の出入りする隙間がある限り、回折による波の侵入を避けることはできない。そこで、著者らは、空中音の防音装置からヒントを得た方法により港内侵入波を制御しようと考えた。その方法とは、図1のようにL型構造物により半波長の径路差を与えて逆位相となった入射波Bと入射波Aを港内で干渉させるというものであり、これまでに、開口部を有する直線防波堤の場合に適用して効果をあげている¹⁾²⁾。本研究では、同じ方法を半無限防波堤の場合に適用してみたので、その結果を報告する。

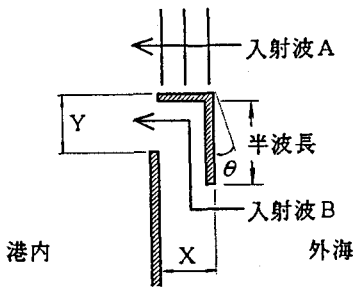


図1 消波原理

2 解析方法

半無限防波堤を回折する波についてはゾンマーフェルトの解析解がある。よって、一定水深と微小振幅波を仮定して、L型構造物による散乱波ポテンシャルを境界要素法により求めた。

3 L型構造物の最適配置

L型構造物の消波性能は、その配置により変化することが判っている²⁾。そこで、本研究では次のような手順でL型構造物の最適配置を求めた。

(1) 目的関数Jの設定

消波性能は広い範囲で万遍なく現れるのが好ましいので、Jを次のように設定した。

$$J = \frac{N_{K_d > 0.1}}{N_{all}}$$

ここで、 N_{all} は港内にとった代表点の総数、 $N_{K_d > 0.1}$ は回折係数 K_d が0.1より大きくなる点の数である。

(2) 順解法による探索

図1に定義されている長さX, Yを変化させ、その時のJの値を図2のように等高線にした。×印の打ってある所は、Jの値が最低となる位置、つまり、最も港内が静穏になる配置である。しかし、これは粗い探索であり、さらに、変数として θ も加えて詳細な最低配置の解を求めようとすると計算時間が非常に長くなる。そこで、詳細な解を得るために、次のような非線形計画法を用いた。

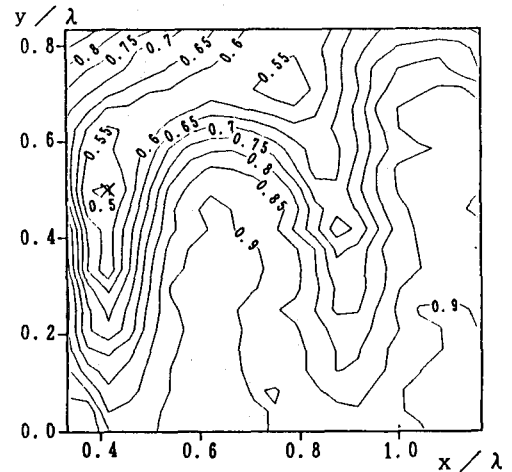


図2 目的関数の等高線

(3) 非線形計画法による探索

非線形計画法は多変数関数の最小化問題に使える手法である。但し、非線形計画法による解は、これまでの経験により³⁾、その初期値に大きく依存することが予想されるので、ここでは、順解法による最適配置の解を初期値とした。その結果、最終的な最適配置は形状が $\frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ のL型構造物に対して、 $\frac{Y}{\lambda} = 0.41, \frac{X}{\lambda} = 0.49, \theta = -2.82^\circ$ となった。

4 計算結果

図3と図4は、それぞれ、半無限防波堤のみの場合とL型構造物を最適配置した場合の波高分布図である。L型構造物を最適配置した方が、半無限防波堤のみの場合と比べて、防波堤の内側の等高線の数が少ない、つまり、静穏になっている。次に、内側の遠方まで回折係数を計算した結果を図5と図6に示す。図6では防波堤の先端付近から

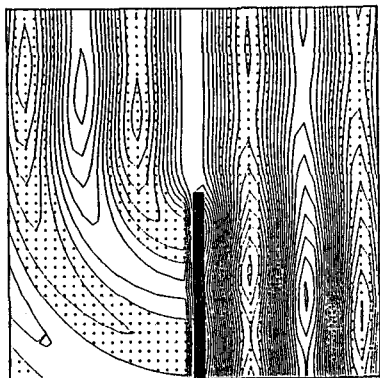


図3 波高分布図
半無限防波堤のみの場合

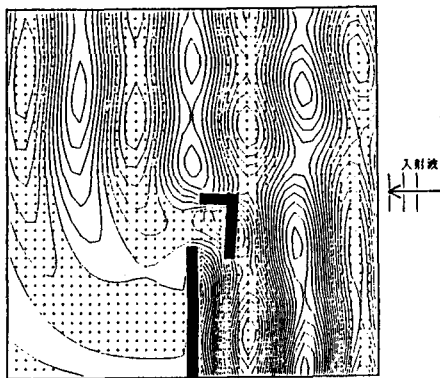


図4 波高分布図
L型構造物を最適配置した場合

遠方までの広い範囲にわたって回折係数が0.1以下の領域が現れている。そして、図5になかった回折係数が0.05以下の領域が、図6にはある。これらの事から、L型構造物を最適配置すれば波の回折を減少させる事ができる、ということが判った。最後に、L型構造物の消波原理は、位相差による干渉効果の利用であるから、設計した波長以外の波に対してはあまり効果がないであろうと予想されたので、波長による性能の変化(図7)を調べたところ、やはり効果のある領域は限られているという事が判った。最後に、今回は直角入射のみを扱ったが、斜め波についても同様の方法でL型構造物の最適配置を求める事ができる。

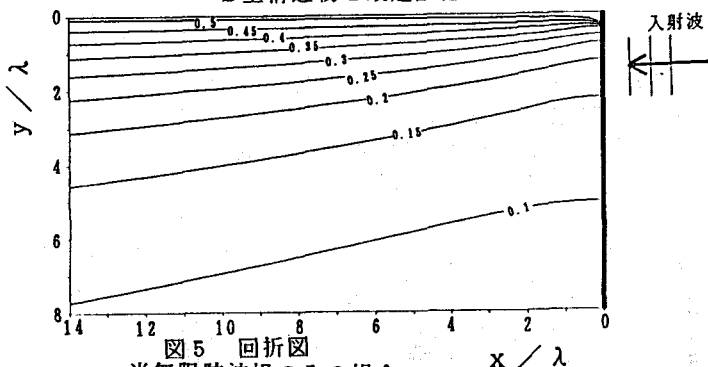


図5 回折図
半無限防波堤のみの場合

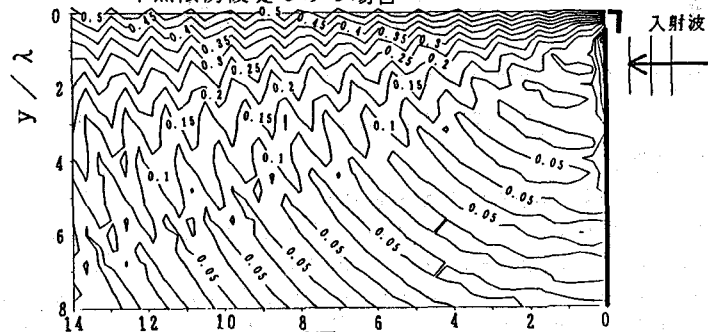


図6 回折図
L型構造物を最適配置した場合

参考文献

- [1] 経塚雄策、北野和徳：湾内侵入波の制御と水波投影法による観察、第47回年次学術講演会概要集、第2部、1112-1113, 1992.9.
- [2] Kyoizuka, Y., Kitano, K.: Control of Incident Waves into a Harbor by an Interactive Breakwater, Techno-Ocean'92, International Symposium, Vol.2, 447-452, 1992.10.
- [3] 経塚雄策、北野和徳：直立円柱群による波浪制御の最適配置について、海岸工学論文集、第39巻(1)、526-530, 1992.11.

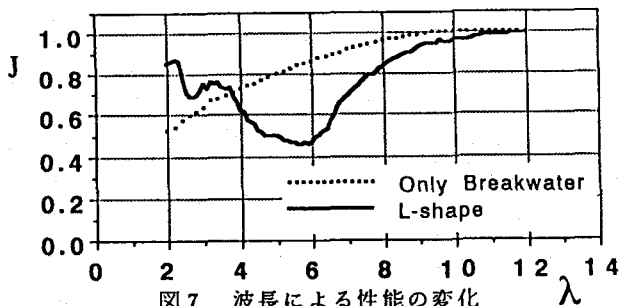


図7 波長による性能の変化
($\lambda = 6$ で最適化)