

明石工業高等専門学校 学生会員 ○佐山 敬洋

明石工業高等専門学校 正会員 檀 和秀

1. はじめに

透過型の消波構造物は、海水の交換が行われるので、その効果が十分に得られるならば、優れていると言える。また、従来の防波堤では目標とする領域を静穏にするためにはその領域を防波堤で囲む方法しかなかった。そこで、ホログラフィ理論を応用して、位相干渉により目標とする領域が静穏領域になるような円柱群の配列を決定し、数値解析によりその波浪制御効果を検討する。解析方法としては、一本の円柱に入射波が当たった際の複素速度ポテンシャル分布を求め、これを入射直角方向に重ね合わせることで円柱群としての波浪制御効果を検討する。さらに、解析領域全域の波高分布、円柱群の透過直後の波高分布、目標とする静穏領域の波高の相互関係について考察を加える。

2. ホログラフィ理論を応用した円柱群配列決定法¹⁾

光の理論であるホログラフィ理論は、参照光と物体光の位相干渉により物体を三次元的に記録、再生する手法である。記録されたものをホログラムと言ひ、物体光の持つ振幅と、位相の情報を光の強度に変換して記録している。これを海岸の波浪に応用する。図-1のように物体として直径100mの円柱を採用し、入射波を当てた際の円柱から100m後退した点での波高分布を求める。これをホログラム波高と呼び、図-2に示す。円柱群構造物透過直後の波高分布がこの波高分布と一致すれば、その背後100mの領域には実像として直径100mの円形の静穏領域が形成できる。

ホログラム波高の低い部分は波の透過率が低いと考え、円柱を密に配列する。

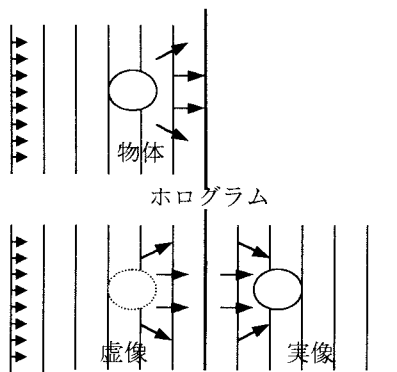


図-1 ホログラフィ理論

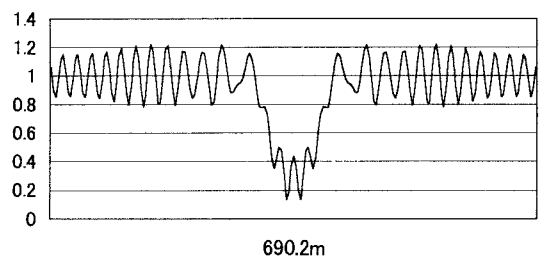


図-2 ホログラム波高

円柱一本に波が入射したときの波高分布は次式で求められる。

$$H(x, y) = \frac{2\phi_0\sigma}{g} |\phi(x, y)| \cosh kh = |\phi(x, y)| H_i \quad (1)$$

上式における $\phi(x, y)$ は円柱境界での壁に直角方向の速度成分が0であることを満足させるように、Bessel 関数、Hankel 関数の級数解として導かれる。この $\phi(x, y)$ を入射波によるものと、回折散乱波によるものとに分け、回折散乱波によるものだけを位置をずらして足し合わす事で、入射直角方向に複数本の円柱をたてた際の波高分布を計算できる。

Takahiro SAYAMA, Kazuhide DAN

3. 解析条件

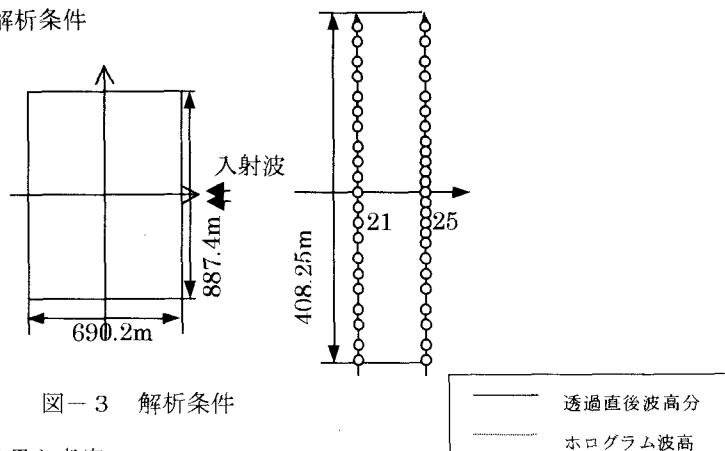


図-3 解析条件

4. 結果と考察

図-4 から図-6 には円柱径と本数の条件が異なる場合の波高分布と、構造物透過直後の波高分布を示す。円柱径が大きいほど波の透過率を下げるため背面領域の波高が低くなっていることが分かる。径が 12m の場合は目標領域の波高が他の場所に比べて特に低いとは言えない。これは透過直後波高分布が中心部から少し離れたところで低くなりすぎているためであると考えられる。一方、径が 8m の場合では目標領域が他のところに比べると低くなっていると言える。しかし、透過直後波高分布の中心部では十分に波高を低減できていない。そこで中心部の円柱本数を増やすことにより中心部の波の透過率を下げたものが図-6 であり、円柱を 25 本配列する。21 本の場合に比べると、透過直後の波高分布は中央部で波高が低減されており、よりホログラム波高に近づいている。それゆえ、目標領域の波高の低減もより明確に確認でき、目標領域の一部を入射波高に対して約 60%程度にまで低減できている。円柱群の前面領域に注目すると、ホログラフィの虚像領域で波高が高くなっている。これにより、円柱群前面と、背面のエネルギーのバランスが保たれていることがわかる。

5. 結論

透過直後波高分布はその中央部だけでなく、外側にも注目する必要がある。全体的にホログラム波高に近づかなければ静穏領域が目標領域に集中しない。また、直径 8m の円柱群により目標領域のほぼ全域で約 80%にまで波高を低減できる。

最後に、ご指導を賜った(株)ニュージェック顧問笹源亮先生に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 檀 和秀・笹 源亮：ホログラフィ理論を基礎とした円柱配列による海岸波浪制御、pp.656～660、海岸工学論文集 第40巻、1993

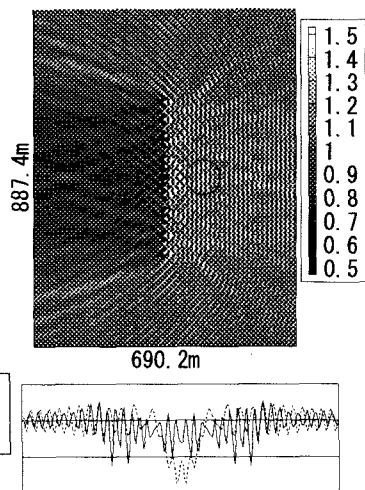


図-4 d=8、21 本

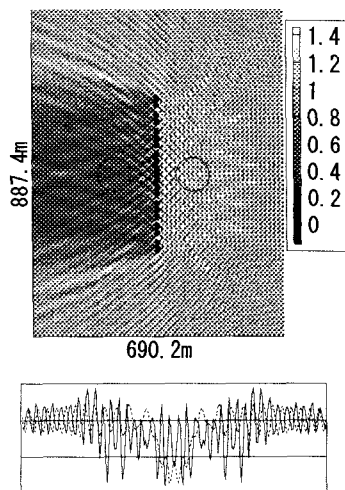


図-5 d=12、21 本

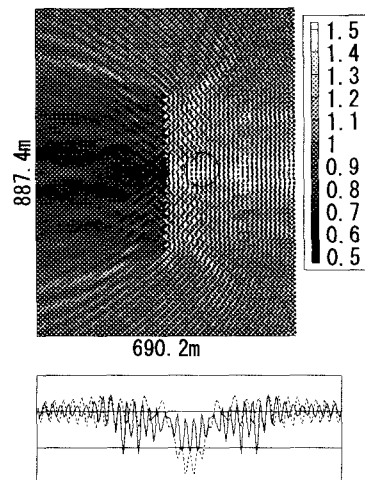


図-6 d=8、25 本