

ポテンシャル重ね合わせ法によるホログラフィ型円柱群の
波浪制御（実像領域）について

明石工業高等専門学校 正会員 檀 和 秀
明石工業高等専門学校 学生会員 中 西 豪

1. はじめに

ホログラフィ理論を基礎にした海岸波浪制御については、波浪制御構造物が円柱群の場合に構造物前面の虚像領域で波高が高くなること、構造物背面の実像領域で波高が低くなることを、Bessel、Hankel 関数による級数解と水槽実験で確かめた。¹⁾ 円柱群構造物からの透過率を変化させるには、円柱間隔や円柱径を変えるなどが考えられる。円柱径が一樣な円柱群配列の場合に、円柱配列が密な範囲に対してポテンシャル値を数倍して重ね合わせれば、実像領域での波高低減がより鮮明に再生できることもわかった。ここでは円柱群の直径を変化させ、得られた円柱杭 1 本の場合のポテンシャル値を重ね合わせることで、構造物背後での波浪制御状況を比較検討した。

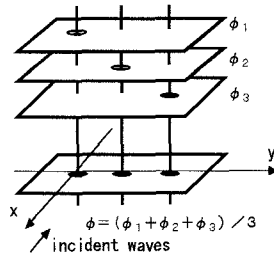


図-1 ポテンシャル重ね合わせ

2. 速度ポテンシャルの重ね合わせ

円柱 1 本に波が入射する場合、速度ポテンシャル $\Phi(x, y, z, t)$ の空間部分 $\phi(x, y)$ は円柱境界での壁に直角な方向への速度成分が 0 であることを

表-1 配列決定条件	
物体からホログラム面までの距離	103.5 m
再生島の直径	100 m
円柱杭本数	21本、25本

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。ポテンシャルの重ね合わせは図-1 のように行なう。

入射波の周期は 4 秒、波長は 24.65m、水深は一樣に 10m とし、微小振幅波理論を用いている。円柱径は、4m、8m、12.3m の 3 種類を考えた。

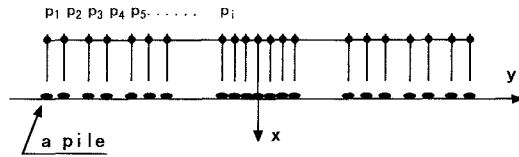


図-2 円柱配列 (21本)

杭形式のホログラム型構造物の配列は

表-1 のような条件でホログラフィ理論を基礎に決定したもので、図-2 の通りである。円柱は中央で密に配列され、中心から離れるにつれて疎になるような配列である。¹⁾

波高分布 $H(x, y)$ は次式で求められる。

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

ここに、 ϕ_0 は定数、 k は波数、 h は一樣水深、 σ は角周波数、 g は重力加速度、 H_i は入射波高。円柱本数が多数の場合、速度ポテンシャルの重ね合わせ法は速度ポテンシャルを Bessel 関数、Hankel 関数の級数として厳密解を求める方法に比べて計算が容易である。また円柱間隔が小

さくなり級数解が収束せず解が得られない場合でも、ポテンシャル重ね合わせ法は可能である。ただ重ね合わせ法は円柱1本の影響が重ね合わせる円柱本数分の1程度となり低くなる。

今回は3種類の円柱径を考え同一の円柱間隔配列に対して、それらの組み合わせによる波浪制御状況の変化について比較した。

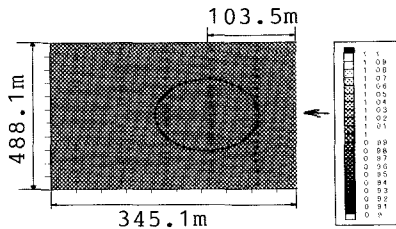


図-3(a) 円柱径8m(21本)配列

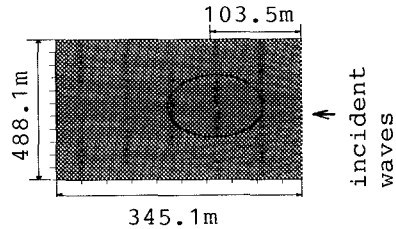


図-3(b) 円柱径8m-12m-8m(21本)配列

3. 結果と考察

3.1 波高分布

実像領域での波高分布を図-3(a)、(b)に示す。図-3(a)は直径8mの円柱のみでの図-2の配列、(b)は外側を直径8m、中央を直径12mの円柱で配列させた場合である。直径100mの円形島に相当する実像領域内の波高は図-3(b)の方が低くなる。

3.2 構造物直後の波高分布

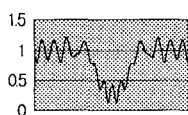


図-4 ホログラム波高



図-5(a) 4m-4m-4m

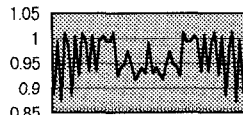


図-5(b) 4m-8m-4m

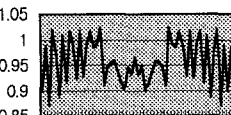


図-5(c) 4m-12m-4m

今回の配列に使用したホログラム波高を図-4に示す。構造物直後の波高分布がホログラム波高に等しくなれば像再生が正確であると言える。各ケースで構造物直後の波高分布図を示したのが図-5(a),(b),(c)である。図-5(a)は直径4mの円柱のみの場合、(b)、(c)は中央の円柱をそれぞれ直径8m、12mに変化させた場合の構造物直後の波高分布図である。直径が大きな円柱杭を中央に配置させれば、ホログラム波高分布形状に近づくことがわかる。ただ中央での波高値は外側の波高値に比べてあまり小さくはなっていない。

4. 結論

中央の円柱配列が密な部分に円柱径の大きな杭を配置させ、外側に小さい円柱径の杭を配列すると、実像領域での波高は円柱径一様な配列に比べてより低くなる。円柱径の大小を組み合わせることにより、透過率を変化させて波浪制御状況を改善することが可能である。

最後に、本研究に際しご指導を賜った(株)ニュージェック顧問篁源亮先生に御礼申し上げます。

参考文献：

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