

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 森田 和男

1. はじめに

レーザライトシート法を利用して水面を可視化することで、連続した水面形を曲線として捉えることができる。この方法はサーボ式波高計などの点計測に比べ、同時に多側点の水位を計測可能であり、計測時間の短縮をはかることができる。

ホログラフィ理論を基礎に配列された円柱群波浪制御構造物に対して、構造物背後の波高分布をサーボ式波高計とレーザライトシート法を利用した波高計測法の両方法で実測し波浪制御状況を比較検討した。

2. 実験装置と計測方法

図-1 に示す実験水路 (0.85×6.60×0.1m) を用いた。波浪制御構造物は、インラインホログラフィを基礎に中央部に密に配列された円柱群構造物 (図-2) であり、造波板から 2.30m の位置に配置した。3 列に複数配列されており、円柱中心間距離は表-1 の通りである。神戸港の実測有義波を参考に縮尺 1/200 の模型実験を実施した。波の周期は 0.37 秒で、水深は 5cm である。波が十分発達してから 4 秒間の波を計測の対象とした。円柱群配列は水路中心に対し左右対称であるので、測定範囲は水槽の片側半分とした。結果は測定された半分の半を折り返して表示している。

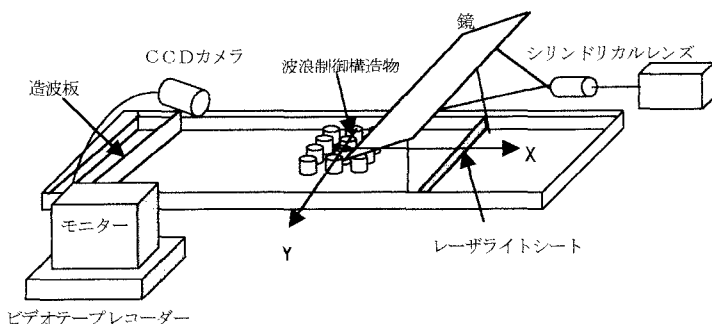


図-1 実験装置

実験水路内の水にあらかじめウランを混入させておく。暗室において水面にレーザライトシートを鉛直に照射することにより、空気と水の境界面を曲線として可視化させる。可視化された水面形を横から CCD カメラにより撮影し、ビデオテープに記録する。計測時間内のすべてのフレームに対し、画像内の水面位置を連ねることにより水位を時間的に計測できる。実際の長さへの変換は、1cm 間隔に線を描いたキャリブレーションボードを観測面内に鉛直に設置し撮影・記録しておき、画像内座標 (640×480 画素) から実際座標への座標変換を行った。

画像の重ねあわせには photoshop5.5 を用いてキャリブレーションボードを記録した画像と最大波高を記録した波の画像を合成させて同一画面に表示し、各測点の水面位置を決定して最大波高を求めた。座標変換式は、二次の多項式変換式 式 (1) を用いた。変換式の係数はキャリブレーションボード上の 20 個の基準点を用いて最小自乗法により求めた。得られた波形からゼロアップクロス法により波高を求めて、各測点における最大波高を得た。

$$\left. \begin{aligned} u &= \sum_i \sum_j a_{ij} x^i y^j \\ v &= \sum_i \sum_j b_{ij} x^i y^j \\ i &= 2, j = 2 \end{aligned} \right\} \quad \text{式 (1)}$$

ここで a_{ij}, b_{ij} は、係数である。

Kazuhide DAN, Kazuo MORITA

表-1 円柱中心間距離 単位: cm

i	1	2	3	4	5	6
p i	2.7	13.3	8.9	4.4	4.4	4.4
i	7	8	9	10	11	12
p i	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	8.9
i	13	14			1	2
p i	13.3	2.7		d i	5.4	5.4

3. 結果と考察

波浪制御構造物背後の最大波高分布を濃淡表示した。図-3 はレーザライトシート法を利用した可視化計測の結果であり、図-4 はサーボ式波高計による結果である。白くなるにつれて波高が高いことを示している。

直径 50cm の円内を再生領域と考えて、波の進行方向へその円を前後させて円内での最大波高値の平均を求め表示したのが

図-5 である。円柱群に近づくにつれて、円内平均が少し低くなるという傾向がみられた。又、レーザライトシート法を利用した計測の結果の方がサーボ式波高計による結果よりも高いということが図-5 から分かる。全測点の最大波高の平均を求めてもレーザライトシート法を利用した計測の結果の方がサーボ式波高計による結果よりも 2mm 程度高かった。この原因としては二次の多項式変換式の係数を求める際に、撮影されたキャリブレーションボード上にあるマークされた基準点のうち、可視化された水面下にある基準点を無視している影響が出たと考えられる。

4. 結論

3 列に配列されたホログラフィ型波浪制御構造物背後の最大波高分布を波高計とレーザライトシート法とで求めた。レーザライトシート法を利用した計測の結果の方がサーボ式波高計による結果よりも 2mm 程度高い波高値となった。構造物背後では周囲に比べて最大波高値が高い領域が存在することを示しており、単数列の場合には最大波高値の低い領域が存在したことを考えると列数の影響が出ていると思われる。

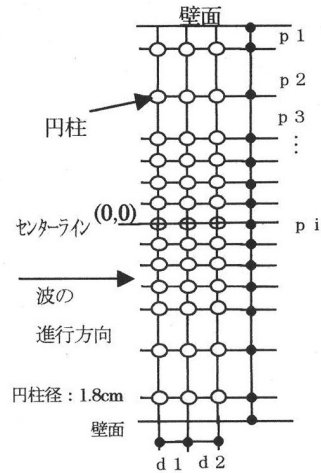


図-2 円柱群配列 (cm)

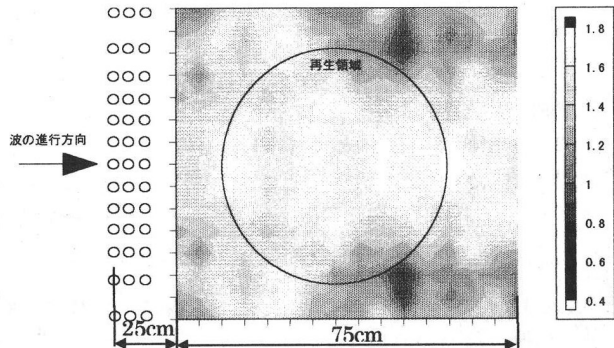


図-3 最大波高分布 (レーザライトシート法, 単位: cm)

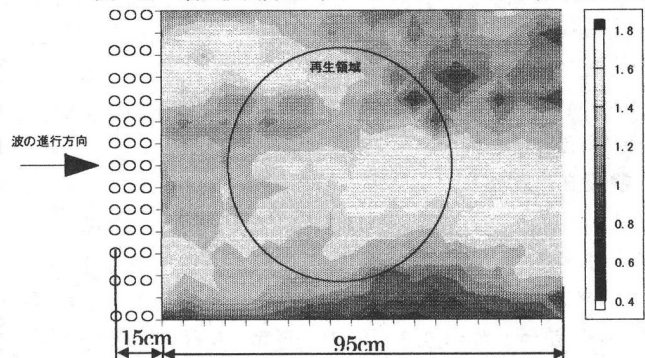


図-4 最大波高分布 (サーボ式波高計, 単位: cm)

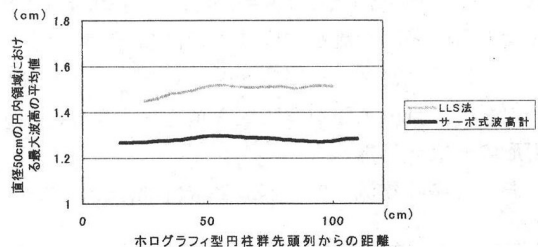


図-5 円内で平均された最大波高値