

明石工業高等専門学校 学生会員 ○森田 和男
 明石工業高等専門学校 正会員 檀 和秀
 University of Washington Harry H. Yeh

1. はじめに

従来のサーボ式や容量式といった波高計は点計測であるため波形を計測するには、波高計が数多く必要となり、又多くの時間と労力を要した。本研究では水中にあらかじめウラニン($C_{20}H_{10}Na_2O_5$)を蛍光剤として混入させておき、暗室においてレーザーライトシート(LLS)を真上から鉛直に照射し、水面と空気の境界を発光させビデオカメラに記録した。そこには水面が面的に映し出される。このビデオの映像をフレーム単位で画像処理し面的に波形を計測することを試みた。

2. 実験・計測方法

実験は、図-1の実験装置を用いた。実験設備は、サーボコントローラー、ポンプユニット、オイルシリンダーを介してコンピューターから送られた信号をパドルの往復運動に変換する。パドルのストローク、duration はパラメーターとして設定する。孤立波の発生条件を満足するように水深、パドルの運動を決める。(表-1 参照) 今回水深(h)は 6cm と設定した。水深波高比(H/h)は 0.1 から 0.75 まで 6 パターンに変化させた。

まず観測面内に 1cm 間隔の座標を記したキャリブレーションボードを鉛直に立て記録しておく。

次に幅約 1m の LLS をあらかじめウラニンを混入させておいた水面へ真上から鉛直に照射する。横方向からビデオカメラで水面波形を記録する。LLS は、レーザービームを高速で振動する小さなミラーに照射して作った。ミラーの振動数は約 200Hz とした。

孤立波の静止画像は横 256×縦 200 に分割し、その分割数だけ光の指標である輝度値を得た。縦 200 個の輝度値から最も高い値を水面と仮定し、横方向にその値を連ねて波形を抽出した。抽出した波形をアフィン変換しキャリブレーションボード上の座標にプロットした。尚、波形は静水面の画像と孤立波の画像の 2 画像を用いてその差から算出した。

3. 結果

図-2 は水深波高比 0.60 における画像の横軸 100 画素の場所での縦方向への輝度値の分布を示す。この図におい

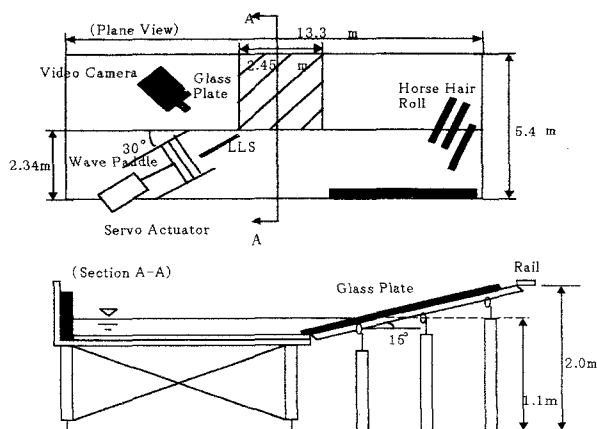


図-1 実験装置

表-1 水深波高比とパドルの duration とストロークの関係

H/h	duration (sec)	ストローク(cm)
0.10	2.13	4.4
0.20	1.47	6.2
0.35	1.11	8.2
0.50	0.90	9.8
0.60	0.82	10.7
0.75	0.74	12.0

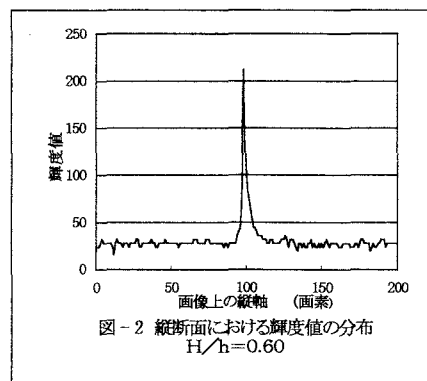


図-2 縦断面における輝度値の分布
 $H/h=0.60$

て横軸 98 画素のところが最高の輝度値であり、ここを水面と仮定した。

図-3から図-6は、水深波高比が 0.75 から 0.20 までのケースについてキャリブレーションボード上の座標に変換した波形を示している。理論波形としては以下のブーシネスク解を用いて比較した。

$$\eta = H \operatorname{sech}^2 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{H}{h^3}} (x - ct) \quad \dots\dots (1)$$

理論値の中の H には、容量式波高計で測定した結果を用いている。

各図中、点線は理論波形を実線は変換波形を表わす。

4. 考察

図-3から図-6までの理論波形と変換波形を比較すると、水深波高比が大きくなるにつれて波形らしくとらえられている事がわかる。今回撮影された画像上の 1 画素は実長で約 6.5mm であった。実測された孤立波の波高は 12mm から 45mm であり、波高が低い場合については今回適切な解像度ではなかったと言える。

図-3において波高の実測値と理論値の差が約 6.5mm となった。他の図-4から図-6と比較して、やや波高に対して大きな値をとった。

図-3から図-6の変換波形において突出した部分が見られる。これは波形を孤立波の映像と静水面の映像の値の差から算出したため、その両者の静水面部分に多少の差が見られたためである。

5. 結論

この計測方法によりブーシネスク解に近い波形を得ることができた。水深波高比が小さい場合には、解像度をさらに上げて精度良く測定する必要がある。

本研究は著者の一人である檀が文部省在外研究員として米国ワシントン大学に滞在中(平成8年9月～平成9年7月)行った実験の一部を取りまとめたものである。

参考文献

- 1)和田 清, Harry H. Yeh (1997): 斜め入射する孤立波の変形と runup に関する実験的研究、海岸工学論文集 第44巻, pp. 21～25.
- 2)Kuo-Tung Chang, Harry H. Yeh (1997): LASER-INDUCED IMAGE FOR WAVE MEASUREMENT, Journal of Flow Visualization & Image Processing, vol. 4, pp. 59-68.

