

1. はじめに

波高計としては実験室レベルではサーボ式、抵抗線式、容量式波高計などが、また現地海岸では超音波式、水圧式波高計などが使用されている。これらはある 1 点での波高情報を時間変化として記録する点計測であり、同時に多数点での波高情報を得ようとする多数の波高計が必要となり、費用、労力がかさむことになる。これらを改善し、流れを乱さずに同時に多くの点で波高を計測する方法として、レーザーライトシート法の応用が考えられる。この方法はレーザーライトシートで照射された直線上の多数の観測点での波高を同時に計測できる線計測であるが、水中にあらかじめ蛍光剤を混入させる必要があり主として実験室内での計測に限られる。レーザーライトシート法より多くの点での観測が可能な方法として、同一面内での波高を計測する方法がある。¹⁾著者らは自然光が波面に入射・屈折した後、水底に設置しておいたカメラに記録される輝度分布から同一面内の多数点での波高情報を得ようと試みている。自然光が波面に入射すると、光は水面で屈折・回折を生じる。水中を透過した光は水底において明暗分布を形成する。入射光を一樣鉛直入射と仮定した場合に、この現象に回折理論とスネルの屈折法則を適用して水底での光の強度を計算し、波高と輝度情報の関係を推定する方法である。^{2),3)}

今回、水深がごく浅い場合（水深 5cm）に水底に設置したガラス面に記録される映像の線的輝度分布から鈴木・住野の方法により波形を計算した。

2. 輝度分布と波形

図-1 のように自然光が平行光として一樣に、鉛直に入射すると仮定する。x が u と $u + \Delta u$ の間から入射した光は波面で屈折して観測面上の x が v と $v + \Delta v$ の間に届く。鈴木・住野の方法¹⁾を適用すると、波形 $\zeta(x)$ は次式で与えられる。

$$\zeta(x) = \frac{1}{ch\left(1 - \frac{1}{n}\right)} \mathfrak{F}^{-1} \left[\frac{\mathfrak{F}[B'(x)]}{\omega^2} \right] \quad (1)$$

ここに、 $\omega = i2\pi f$ 、 f は空間周波数、 $i = \sqrt{-1}$ 、 n は屈

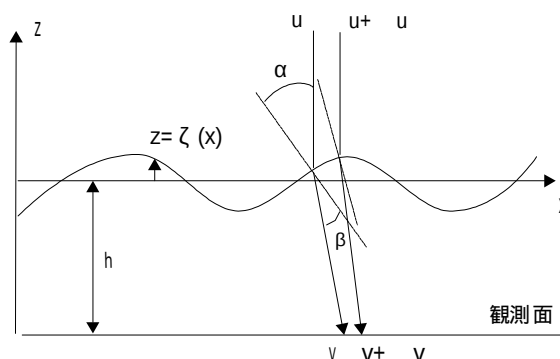


図 - 1 波面での屈折

折率(=1.33)、 h は水深、 $\mathfrak{F}$ と $\mathfrak{F}^{-1}$ はそれぞれフーリエ変換、フーリエ逆変換を示す。輝度 $B'(x)$ は観測面での波による明るさの変動成分であり、 $B'(x) = c - B(x)$ である。 $B(x)$ は観測された映像内にある x 軸上での輝度分布であり、 c は静水面状態であるときの観測面での輝度値である。しかし実際の海岸域で静水面状態はあり得ないので、これに代わる平均的な輝度値を与えねばならない。

3. 実験結果

水深が 5cm の場合に、水底に設置されたガラス板に映る映像を 45 度傾斜させた鏡で反射させカメラに記録する。図 - 1 (a)、(d) は、水槽のほぼ真上に光源がある場合で、(a) は静水面、(d) は波がある場合の映像である。波は映像の上から下の向きに進んでいる。映像中の座標は左上の点を原点にとり横方向に X 軸、縦方向に Y 軸をとる。(a) および (d) 図の矢印は輝度解析する線の位置 (X) を示している。図 - 2 は光が横方向から入射している場合である。図 - 1 の (b) および (e) はそれぞれ (a) および (d) 中の指定された X 座標の線上での輝

キーワード：波形、波高計、可視化計測、輝度分布、面計測

連絡先：〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 TEL：078-946-6171 FAX：078-946-6184

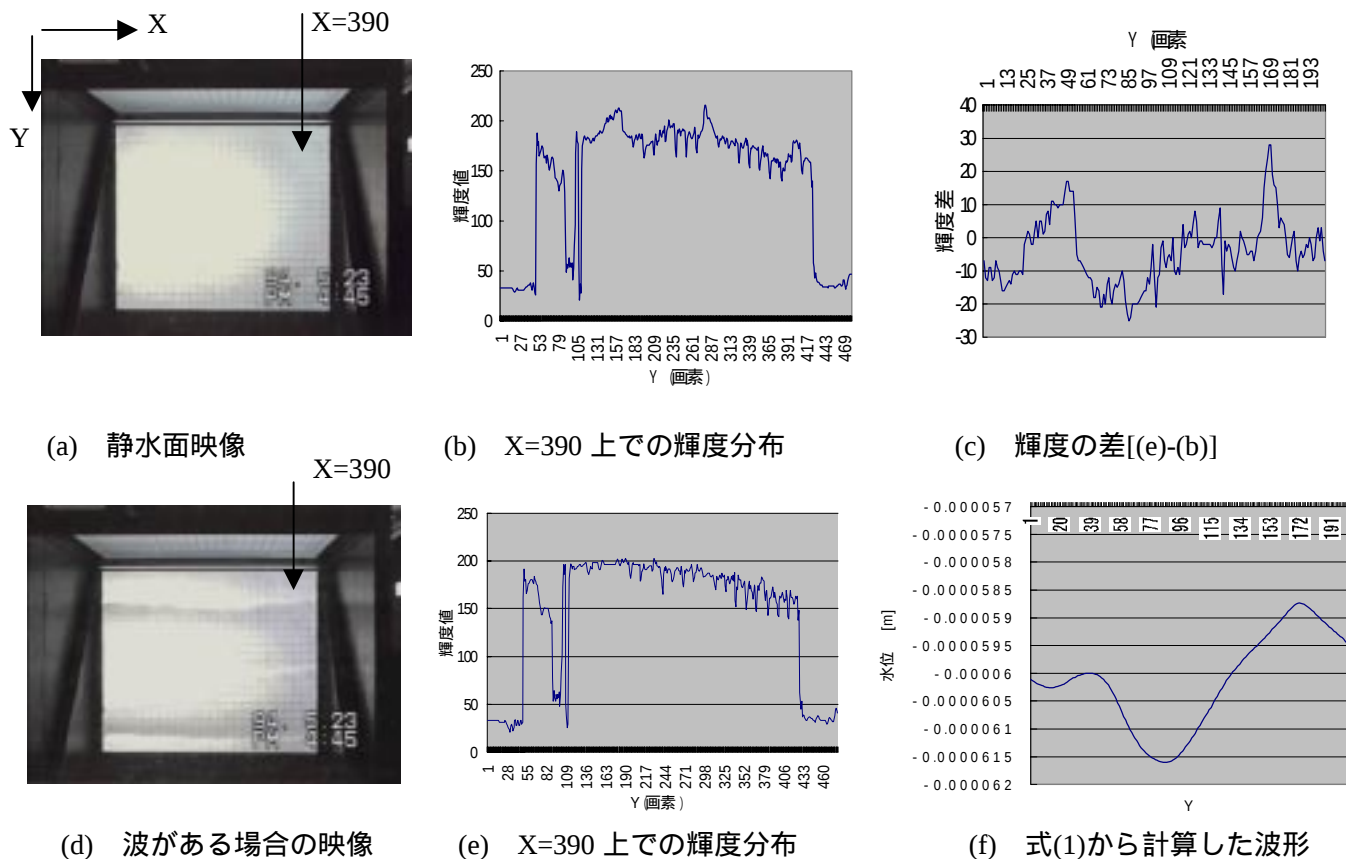


図 - 1 光源がほぼ真上の場合

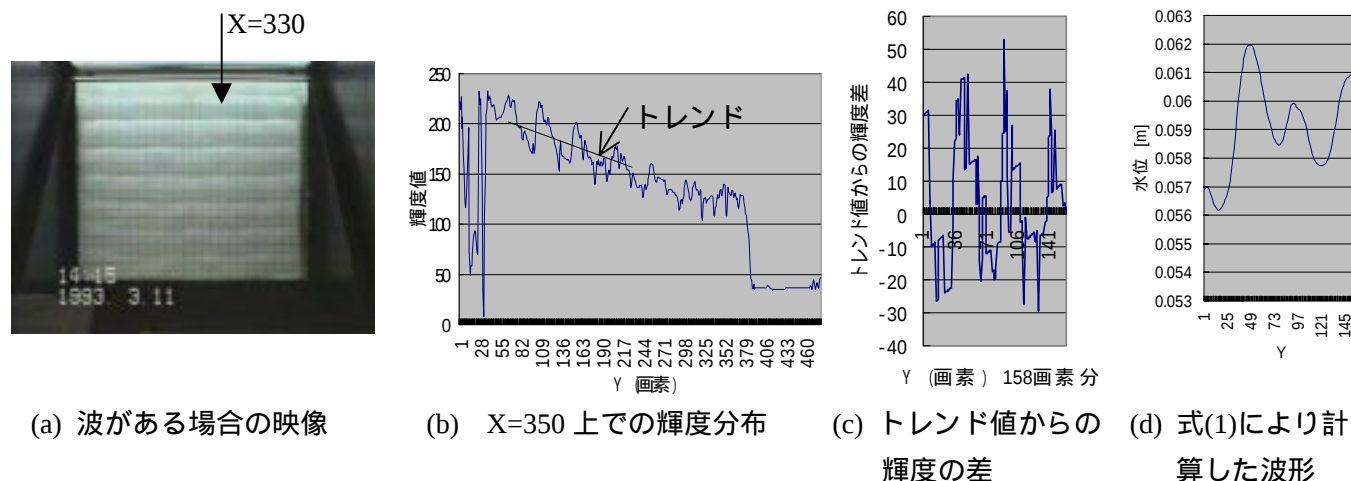


図 - 2 斜めからの入射の場合

度分布を示しており、図 - 2 (b)の場合は光源から遠ざかるにつれて輝度値の低減が著しい。最初の波の 3 山に対して低減傾向を除去して、トレンド値との輝度差から計算した波形を図 - 2 (d)に示す。

4. 結論

鈴木・住野の方法を水底で記録された波面映像に適用し波形を推定した。波高計の記録と比較することによって、平均輝度値 c の与え方などさらに検討を要する。

参考文献

- (1) 鈴木敏夫・住野和哉：水面透過光の明暗分布を利用した波高計測，関西造船協会誌 第 220 号，pp.105～110，1993．
- (2) 荒巻正博：画像処理による波高測定，明石高専土木工学科平成 7 年度卒業研究，1996．
- (3) 檀和秀・大月一真：水底で観測された波面透過後の面的光強度計算，平成 12 年度土木学会年次学術講演会講演概要，- 210，2000．
- (4) 野原善郎：フーリエ光学による水底で観測された水面画像の再生，明石高専都市システム工学科平成 11 年度卒業研究，2000．
- (5) 大江達也・勝山賢一：海底で観測された光強度分布からの面的波高測定について，明石高専都市システム工学科平成 12 年度卒業研究，2001．