波浪画像の解析による水深場の推定

筑波大学理工学研究科　学生員　稲葉　徹
筑波大学理工学研究科　学生員　森本佳緒里
筑波大学機能工学系　正会員　武若　聡
筑波大学機能工学系　正会員　西村　仁嗣

1 はじめに

本研究では，波浪場を撮影した平面的な画像から水深を推定する手法について検討する．画像に写った波紋パターンより波長を読み取り，これから各地点での水深を推定する．本研究では，シミュレーションによる解析と平面実験水槽内で撮影された規則波の画像解析を行い，この手法によって得られる水深データの推定精度，画像処理の問題点などを検討した．なお，平面的な波浪場の情報から水深の分布を推定する試みについては Dalrymple (1998)，Grilli (1998)，Bell (1999)らの報告がある．

2 解析手法の概要

2.1 水深の推定方法

微小振幅波理論に基づき水深 h を推定する．波の周期 T，波長 L，波速 C の内，2 つの量が与えられれば分散関係式

$$\frac{2\pi}{T^2}=\frac{g}{L}\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad \cdots\cdots (1)$$

より h を求められる．ここで g は重力加速度である．本研究では基本的な検討を行うこととし，規則波の周期 T を既知として，波峰線が存在する位置を表す図(以降，波峰線図)から L を求め，(1)式より h を推定することを考える．

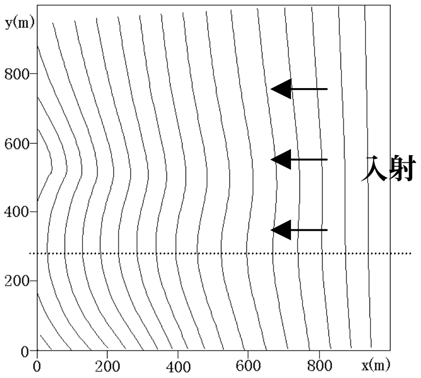

図-1 波峰線図

2.2 波長の推定方法

波峰線図内のある波峰線上の 1 点から隣接する 2 本の波峰線上で最短距離となる点をそれぞれ探索し，これらの距離の平均値をその地点での波長 L とする．

3 解析例

3.1 シミュレーションによる解析例

非一様な地形を数値的に作成し，ここを進行する波動場を屈折計算により求めた．波は沖合い (x=800m) から入射し，岸側 (x=0m) に向けて進行する(図-1)．y=500 m における水深の推定結果を図-2 に示す．全体的に誤差は小さく，線形波の場合，この手法によって得られる水深の推定精度に問題はない．

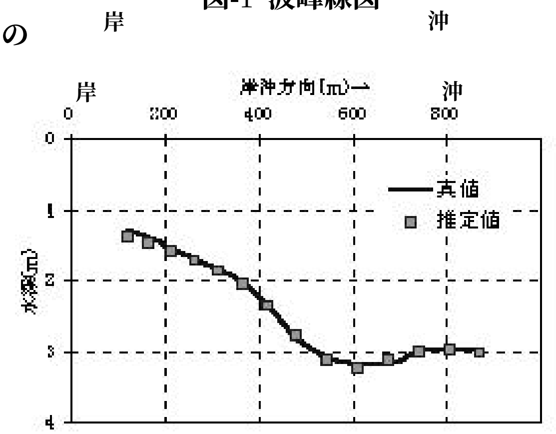

図-2　y=500 m における水深の推定結果

3.2 平面水槽内で撮影された規則波の画像解析例

(1) 実験の概要

実験は，建設省土木研究所の平面水槽 30m×30m において行った．図-3 にその等深線図を示す．波浪場の撮影はビデオカメラを高さ約 7m の位置に設置して行った．波の周期は 1.18s，一様水深部(水深 0.52m)での波高は 0.11m に設定し，実験を行った．

キーワード：水深，波峰線，波浪
連絡先：〒305-8573，　筑波大学機能工学系水工学研究室，Tel : 0298－53－5486

(2) 画像処理と波峰線の認識，推定結果

まず，移動平均フィルタにより得られた白黒画像の前処理を行う．次に，輝度値の分布が沖に向かって急激に上昇している部分に波峰があるとして画像から抽出する．この段階では白波や光の乱反射による乱れが含まれており，これを除去するためにラベリング処理を続けて行う．以上の処理を経て抜き出された波峰線を 1 ピクセル幅に縮める．一連の画像処理により作成された波峰線図の例を図-4 (a),(b)に示す．

岸側，沖側それぞれ 30 枚の画像について波峰線図の作成を行い，波長を求めて水深の推定を行った．その推定結果を図-5 に示す．地形の概形は捉えられているが，微細な地形を正しく推定するには至らなかった．画像を取得した領域では岸向きの流れが発生していたこと，平均水位の上昇を考慮していないことなどから砕波帯の水深は過大に推定されたと考えられる．また，一様水深部で浅く見積もられた原因としては，一様水深部が深海条件に近い領域に相当していたため，波長の読み取りには高い精度が要求されることが挙げられる．

4 結語

波峰線図から水深を推定する方法について，規則波を用いた解析的な検討と実験的な検討を行った．その結果，波峰線の位置が合理的に推測されれば，妥当な水深推定結果が得られることがわかった．しかしながら，波峰線の正確な認識が困難な時には，波峰線の認識方法を変更する必要がある．この水深推定法の実用化に向けては，実海域での波峰線の認識方法，砕波後の波，不規則波の取り扱い，などについての検討が必要である．

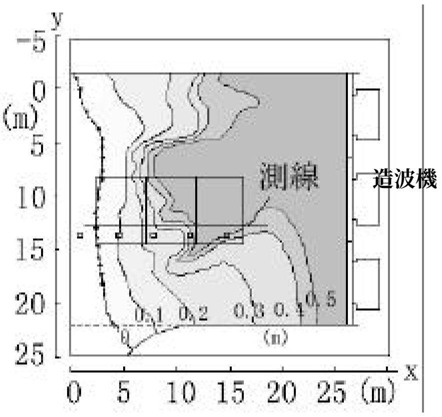

図-3　等水深線図

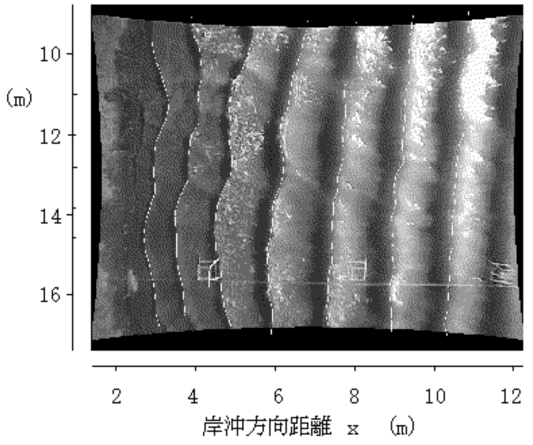

図-4 (a)　波峰線図 (岸側画像)

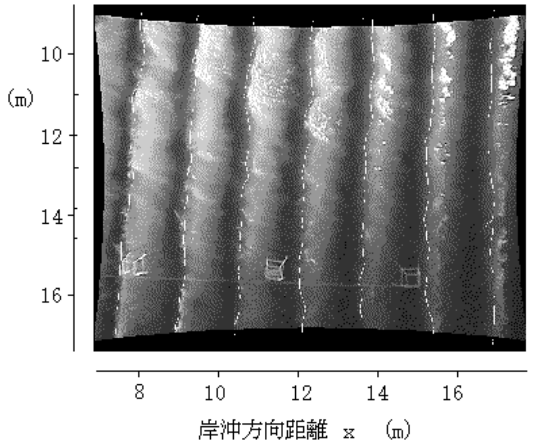

図-4 (b)　波峰線図 (沖側画像)

(原画像に認識された波峰線を重ね合わせて表示)

謝辞

本実験を行うに際し，土木研究所海岸研究室の福島雅紀氏には種々の便宜を図って頂いた．また，本研究は文部省科学研究費の補助を受けて行われた．ここに記して謝意を表します．

参考文献

Dalrymple (1998)： Proc. ICCE, ASCE.

Grilli (1998)： Coastal Eng. , Vol. 35.

Bell (1999)： Coastal Eng. , Vol. 37.

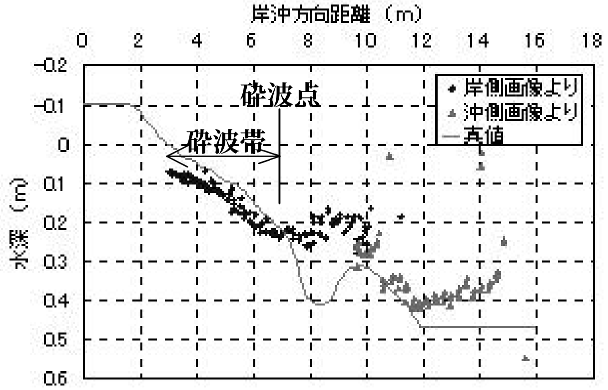

図-5　測線 y=14m における水深の推定値と真値の分布