

複雑な海底断面上の波浪場および海浜流場予測に関する研究

復建調査設計株式会社 正会員 ○上田親祐
鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光 松原雄平

日本建設コンサルタント 正会員 口石孝幸
鳥取環境大学 フェロー 野田英明

1. はじめに

本研究の目的は、ステップやバー型などの複合断面にも適用できる波浪場および海浜流モデルを構築することである。波浪モデルは間瀬¹⁾のエネルギー平衡方程式をベースとし、複合断面にも適用できるように碎波減衰項の与え方について検討する。さらにそれに基づく海浜流モデルを構築し、現地観測結果と比較しモデルの適用性を検討する。本報では、高山²⁾のモデルを改良した仮想勾配モデルを提案するとともに、既存の碎波減衰モデルの導入も試み、現地データとの比較を行う。海浜流場の計算では、沿岸流に着目し、水平方向の渦動粘性係数の与え方について検討する。

2. 数値モデル

1) 波浪モデル： 波浪場は間瀬¹⁾の回折を考慮したエネルギー平衡方程式を用いる。碎波減衰項は、Reylegh分布と合田の碎波限界式をベースとした高山²⁾のモデルに基づいているが、海底勾配がゼロ以下となった場合、碎波がストップし、再生する設定になっている。ステップやトラフ上での計算が問題となる。そこで、図-1に示すように、ステップ型（海底勾配がゼロ）のとき、沖側の海底勾配を用いて仮想的に勾配を作り、その仮想勾配を用いて計算を行う。トラフ型（海底勾配が負）のとき、その海底勾配の絶対値を用いて計算を行うこととする。碎波が進行し、波高水深比が0.4となったとき波は再生するもとし浅水変形を再度行うよう設定する。

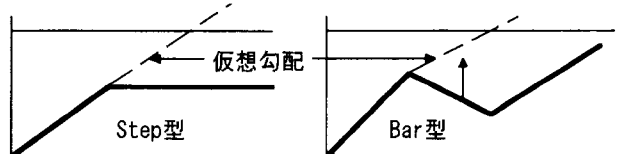


図-1 仮想勾配の概念

さらに、Kuriyama³⁾の碎波減衰モデルと Dally⁴⁾のモデルについても検討する。モデルの詳細は講演時に譲る。

2) 海浜流モデル： 海浜流場は黒岩⁵⁾の準3次元海浜流モデルを用いる。本研究では、水平方向の渦動粘性係数の与え方について検討する。本計算では Longuet-Higgins⁶⁾のモデル、および Jonnson⁷⁾のモ

デルを用いて検討する。

3. モデルの検証

1) 波浪モデルの検証： まず、権⁸⁾のバー型の実験結果と比較した。実験は、長さ17m、幅0.5m、深さ0.55mの鉛直2次元造波水槽で行われ、水槽内にバー型の固定床を設置した場合の波高分布が測定されている。計算条件は表-1に示すとおりで、計算結果と実験結果の比較を図-2に示す。

表1 波浪条件（単位：cm, sec）

$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	θ	S_{max}	格子間隔
9.07	1.3	0	100	5

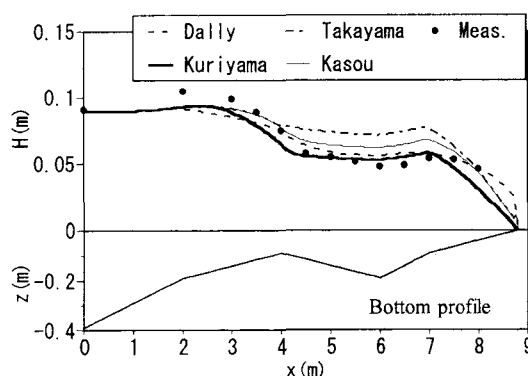


図-2 バー上における波高分布

図-2から、高山モデルはバー頂部からの波高減衰が小さい、実験値より大きくなっている。Dally モデルは良く一致しているが本研究では係数を試行錯誤的に決定しており、その係数は波浪条件によって多様であり、Dally モデルをそのまま適用するのは困難である。一方、Kuriyama モデルと仮想勾配は良く一致している。ステップ型も同様に高山モデルはまったく波高変化がない。ほかのモデルは良く一致している。よって Kuriyama モデルと仮想勾配モデルを用いることにより、複合断面でも精度良く予測できることがわかる。次に現地観測結果を用いて、実験室レベルで精度の良かった Kuriyama モデルと仮想勾配モデルの比較を行った。Kuriyama⁹⁾の HORF⁹⁾での観測結果を用いて比較した。ここでは Kuriyama⁹⁾の Case1 の波浪条件下の計算を試みた。表-2は計算条件で、図-3は計算結果を示したものである。

表-2 (単位: cm, sec)

Case	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	θ	H_o/L_o	T_p
1	2.00	9.69	24.5	0.0165	10.37

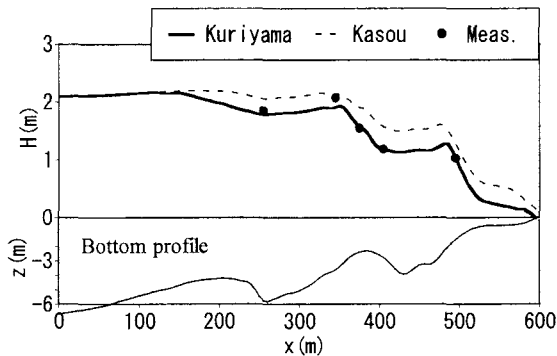


図-3 Case1の波高分布

Kuriyama モデルの相対誤差は 8.7%, 仮想勾配モデルのそれは 17.3%であり, 現地では Kuriyama モデルのほうが精度の良いことがわかった. これ以後, 砕波減衰項は Kuriyama モデルを用いることとする.

2) 海浜流モデルの検証: Smith ら¹⁰⁾および Kuriyama³⁾が行った観測結果を用い, 水平方向の渦動粘性係数の与え方について検討する. 波浪条件は表-3に示すとおりである. 図-4は Smith らの観測に基づいた沿岸流の計算結果を示したものである. 図-5および6は Kuriyama の観測結果に基づく計算結果である. 戻り流れについては Longuet-Higgins モデルも Jonnson モデルの2つに大きな差異は見られなかったが, しかし, 沿岸流では明らかに異なった分布形状が見られた. Longuet-Higgins モデルではピークが1つに対し, Jonnson モデルはピークが2つあり, Longuet-Higgins モデルのほうが良く一致していると思われる.

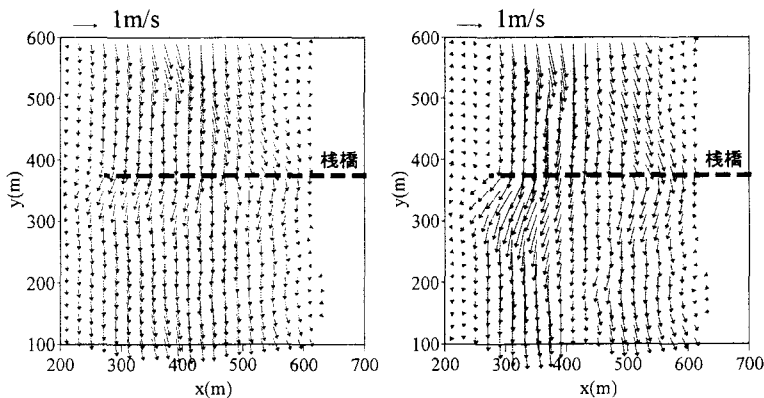


図-4 棧橋周辺の海浜流の計算結果 (左図: Loguet, 右図: Jonnson)

4. まとめ

波浪場での砕波減衰項モデルとして, 実験室レベルでは Kuriyama モデルと仮想勾配モデルを用いることにより複雑な海底地形上でも精度良く予測できることがわかった. 現地観測結果と比較した結果, Kuriyama らのモデルのほうが精度の良いことがわかった.

海浜流場では水平方向の渦動粘性係数の与え方について検討したが, Longuet-Higgins のモデルのほうが精度の良いことがわかった.

謝辞: 波浪場の計算において, 間瀬 肇, 高山知司, 国富将嗣, 三島豊秋: 波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, 第628号, II-48, pp.177-187, 1999 を参考にさせていただいた. ここに感謝の意を表する. なお, 参考文献リストは講演時に配布する.

表3 波浪条件 (単位: cm, sec)

	Case	H_{rms}	T_p	α
Smith ら	Oct14-100	0.94	9.7	32
Kuriyama	March28	3.0	8.9	-25

*March28の波高および周期は有義波

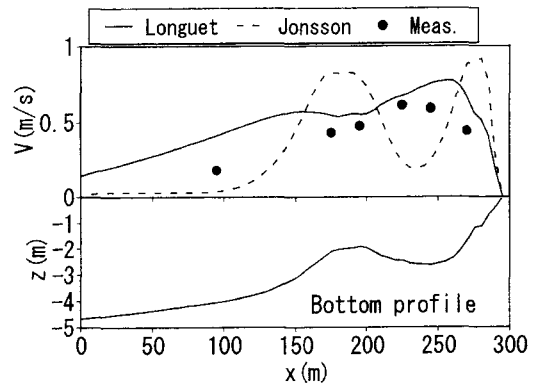


図-4 Oct14-100の沿岸方向の底面定常流速分布

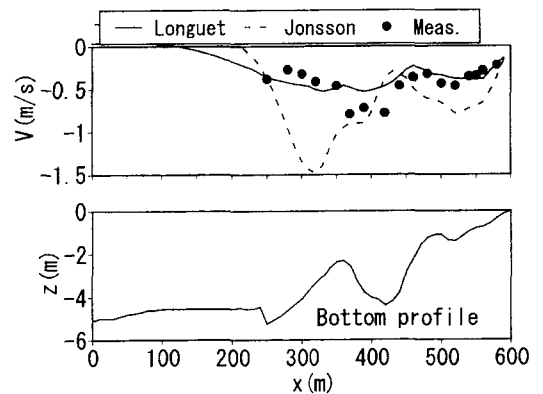


図-6 棧橋下における沿岸流(March28)