

複断面護岸遡上波への数値波動水路の適用性に関する検討

東洋建設(株) 正員 松村 章子 東洋建設(株) 正員 小竹 康夫
 大阪産業大学 西 克了 大阪産業大学 フェロー 榎木 亨
 東洋建設(株) 正員 藤原 隆一

1.はじめに

日本は国土面積に比べて海岸線の非常に長い国であり、海岸線に接する市町村における商業販売額や工場出荷額が全国の半分以上の割合を占めるなど、沿岸域は非常に重要な地域である(磯部, 1994). 一方、地球温暖化に伴う重要な問題点の一つが海面上昇であり、被災を生じる危険性のある地域に対しては何らかの対策が必要となる. 護岸高の嵩上げもその1つではあるが、景観など環境側面での問題も多い. その代替案の1つとして、既存護岸の前面に天端面を遊歩道として利用できる副堤を付設することにより複断面構造とし、遡上高の低減を図る手法が考えられる. そこで本研究では、複断面護岸の遡上を対象に数値波動水路(磯部ら, 1999)を用いた数値計算を行い、その適用性について水理模型実験の結果と比較検討した結果を報告する.

2.検討方法

対象とした複断面護岸及び計算領域を図1に示す.

複断面護岸として、海底勾配 1:10 の斜面上に設置された 1:2.5 の法面勾配をもつ既設護岸に、新たに 1:2 の勾配を持つ副堤を付設した状況を想定した. また、副堤の天端幅は一定とし、副堤の法先水深は3種類に変化させて、波浪条件としては3種類の周期に対して波高を変化させた. 計算及び実験の条件を表1に示す. 計算は実験の縮尺を 1:30 と想定した現地スケールで実施した. なお、実験の波浪は不規則波であり、計算ではその有義値を諸元とする規則波を用いた.

計算手法として用いた数値波動水路は、榊山ら(1997)のポーラスモデルに基づく2次元非圧縮性流体運動の連続式および Navier-Stokes 方程式、自由表面の挙動を表す VOF 関数 F の移流方程式ならびに乱流エネルギー k と乱流エネルギー逸散率 ε に関する移流方程式を基礎方程式とする数値計算法である. 詳細は磯部ら(1999)に記されているので、ここでは省略する.

計算における造波には造波ソースを用い、図1に示

表1 計算及び実験の条件

計算		実験		H_0/L_0	$\Delta x/L$	$\Delta z/H$
$T(s)$	$H(m)$	$T_{1/3}(s)$	$H_{1/3}(cm)$			
5.5	1.2	1.0	4.0	0.03	0.04~0.06	0.24
	1.5		5.0	0.03		0.19
	1.8		6.0	0.04		0.16
	2.1		7.0	0.05		0.14
8.2	1.2	1.5	4.0	0.01	0.02~0.04	0.24
	1.5		5.0	0.02		0.19
	1.8		6.0	0.02		0.16
	2.1		7.0	0.02		0.14
11.0	1.2	2.0	4.0	0.01	0.02~0.03	0.24
	1.5		5.0	0.01		0.19
	1.8		6.0	0.01		0.16
	2.1		7.0	0.01		0.14

造波水深: 15.7~16.3m(実験換算 52.3~54.3cm)
 法先水深: 0.3~0.9m(実験換算 1~3cm)

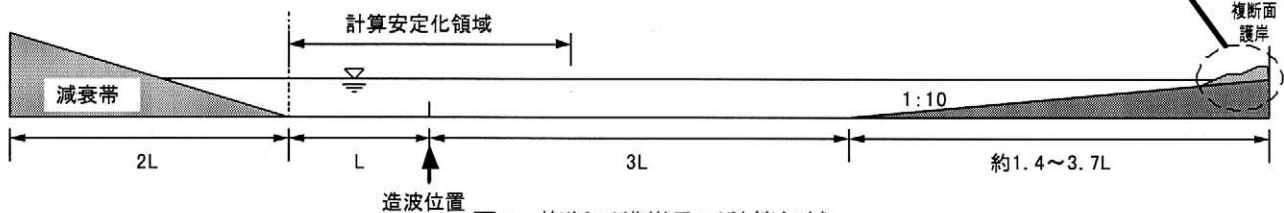
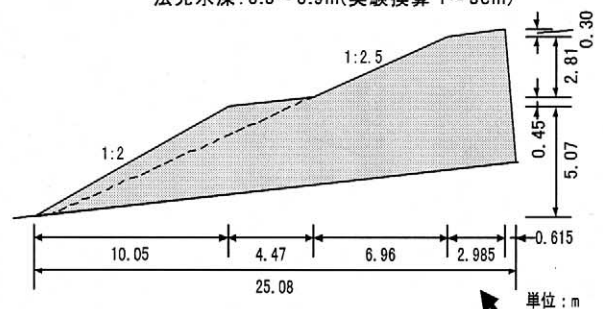


図1 複断面護岸及び計算領域

Keywords : 数値波動水路, 遡上波

連絡先 : 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 TEL 0798-43-5902

す通り、岸側に 1 波長程度の波浪安定化領域を含めて 3 波長程度離れた位置から 1:10 海底勾配を設け、更に 1~3 波長程度離れた位置に副堤の法先が来るように設定した。また、造波ソースから沖側の領域については、1 波長程度の波浪安定化領域の沖側に 2 波長程度の波浪減衰領域を設け、模型からの反射波および造波ソースから沖側に造波された波浪が沖側境界で反射して、計算対象領域に再入射することを防止した。

実験は大阪産業大学の 2 次元造波水路にて実施し、試作の遡上計(伊勢屋機械製作所製)を用いて遡上高を測定した。実験の詳細については省略する。

3. 結果と考察

計算結果の一例を図 2 に示す。なお、縦横比は 2:1 に変倍してある。数値波動水路では水位、圧力、流速などの時系列データを出力することが出来る。ここでは VOF 関数 F の出力結果を用いて汀線位置を評価し、遡上高の検討を行った。すなわち計算格子において、流体を含まないセルの F 値は 0、流体に満たされたセルでは 1 であり、 $0 < F < 1$ のセルには自由表面が存在することを用いて、複断面護岸に沿ったセルのうち、一番岸側に位置する $0 < F < 1$ のセルを判別し、それを汀線位置とした。但し、使用したバージョンにおける数値波動水路の改良すべき問題点として、水位の低下した後も構造物上に $F \neq 0$ のセルが残留する可能性があることから、時系列での水位変動を可視化により確認するとともに、汀線の判別に際しては、沖側に $F \neq 0$ のセルが連続して存在することを確認した。

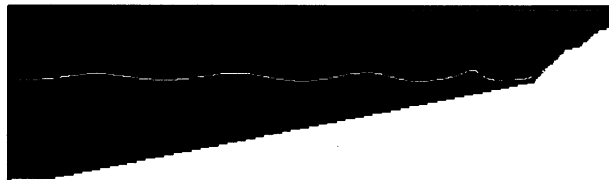


図 2 計算結果の一例

図 3 は計算と実験を比較したものである。図の横軸は沖波の波形勾配で、縦軸は遡上高の実験結果を計算結果で無次元化してある。図より全体的に計算結果は実験結果に比べて小さな値を示すが、波形勾配の小さなケースで計算結果は実験結果に比較的近い値を示すのに対して、波形勾配が大きくなるに従い、その差が大きくなるのがわかる。この原因としては、実験が不規則波を対象としているのに対して計算では規則波を用いていることから、斜面上での砕波が生じ易く、従って遡上高が小さくなるものと考えられる。

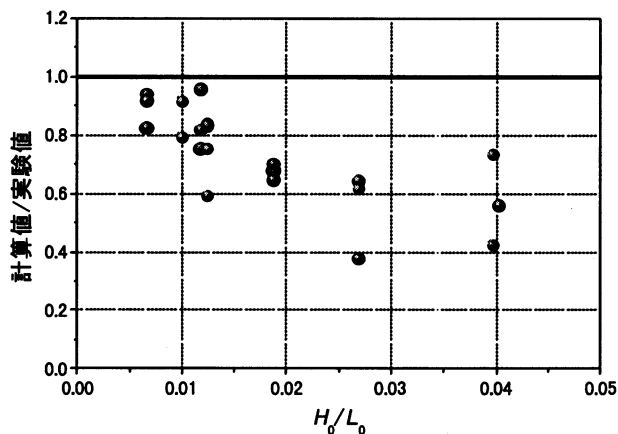


図 3 計算結果と実験結果の比較

4. おわりに

本研究では、数値波動水路を用いて複断面護岸を対象とした数値計算を行い、計算により得られた遡上高を実験結果と比較することで、数値波動水路の適用性について検討を加えた。その結果、波形勾配の小さなケースでは計算結果と実験結果は比較的近い値を示すが、全体的に計算結果は実験結果より小さな値となることが分かった。今後は、実験と計算で同一の波浪条件を用いた検討を行う必要がある。

謝 辞

最後に、本研究で用いた数値波動水路プログラムは「数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究会」において開発され、改良・拡張中のものです。ここに記して、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 磯部雅彦編著(1994)：海岸の環境創造 ウォーターフロント学入門，朝倉書店，208p.
- 磯部雅彦・高橋重雄・余錫平・榊山勉・藤間功司・川崎浩司・蔣勤・秋山実・大山洋志(1999)：数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究－VOF 法基本プログラムの作成－，海洋開発論文集，第 15 巻，pp.321-326.