

数値波動水路を用いた越波伝達波の再現計算

大成建設（株） 正会員 ○本田 隆英
 大成建設（株） 正会員 織田 幸伸
 大成建設（株） 正会員 上野 成三

1. 目 的

港内の静穏度を把握するには、防波堤からの越波伝達波を精度良く予測する必要がある。波浪の変形や構造物に作用する波圧を算出するツールに、数値波動水路¹⁾が挙げられる。これは比較的簡易な操作でありながら、広範な条件で精度良く水理量を算出することができる数値計算モデルである。しかしながら、数値波動水路の越波伝達波に関する検証はこれまでに行われていない。そこで、織田ら²⁾による規則波を対象とした越波伝達波実験を対象として、数値波動水路を用いた再現計算を実施し、数値波動水路による越波伝達波計算の再現性を検討した。

2. 計算方法

計算領域を図1に示す。岸側造波境界から表1に示す2種類（Wave S, L）の規則波を入射させ、水路中央の構造物（天端高：6.0cm、幅：35.0cm）により越波した伝達波の時系列水位を、織田ら²⁾の実験結果と比較した。水深は37.5cmで、時系列水位の比較位置は構造物背後から $5L/2$ （ L ：波長）とした。実験では、通常の連続越波に加えて、越波伝達波の伝播特性を把握するため1波のみの越波伝達波を検討しており、本計算においても連続越波と1波越波の再現計算を実施した。1波越波の計算では、あらかじめ構造物上部に反射壁を設置して構造物前面の波が安定したあと、構造物を所定の天端高に再設定して1波のみを越波させ、その後は再び反射壁を設置することで1波越波を再現した。同手順はソースコードを変更することなくリスタート機能を利用して再現しており、実験においても同じ方法で1波越波が行われた。計算格子間隔は、表2に示すように入射波および越波伝達波に対して適切なサイズとなる標準格子と細格子の2種類を設定した。標準格子は等間隔とし、細格子は構造物周辺で細くなる不等間隔とした。再現計算の入力条件を表3に示す。時間格子間隔は解析中に逐次クーラン条件に基づいて自動的に決定される。

3. 計算結果

標準格子および細格子条件で算出した水位時系列結果を、実験結果とあわせて図2、3に示す。

図2、3(a)の1波越波の結果を見ると、どちらの波浪においても格子条件に関わらず越波伝達波の波高や周期について実験結果を定量的によく再現できており、越波により流入した運動量を数値波動水路で正確に再現できていることが確認できた。ただし、実験では伝達波が到達してから約10s後に高周波成分波が卓越して出現しており、これ

表1 規則波諸元

	入射波高	周期	波長
Wave S	13.0cm	1.1s	167cm
Wave L	18.0cm	1.6s	276cm

表2 計算格子間隔

	dx	dz	備 考
標準格子	2.0cm	1.0cm	等間隔
細格子	0.5cm	0.1cm	不等間隔 値は最小値

表3 計算入力条件

dt	AUTO（安全率0.2）
差分スキーム	DONOR-0.2
造波モデル	造波境界条件
粘性	なし
流速・圧力の境界条件	スリップ
VOF関数 F の境界条件	フリー
気泡上昇速度	0.2m/s
水滴落下速度	自然落下

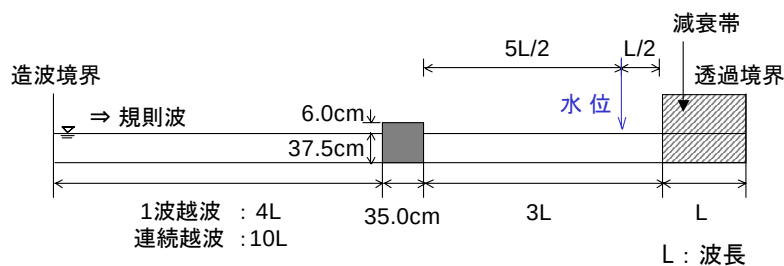


図1 計算領域

キーワード 数値波動水路、越波伝達波

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設技術センター TEL045-814-7234

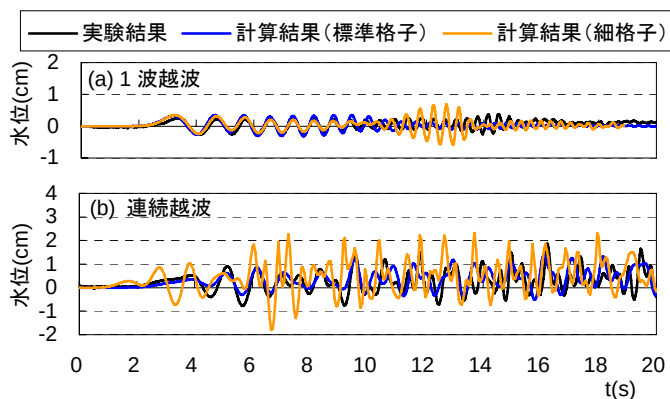


図2 水位時系列結果 (Wave S)

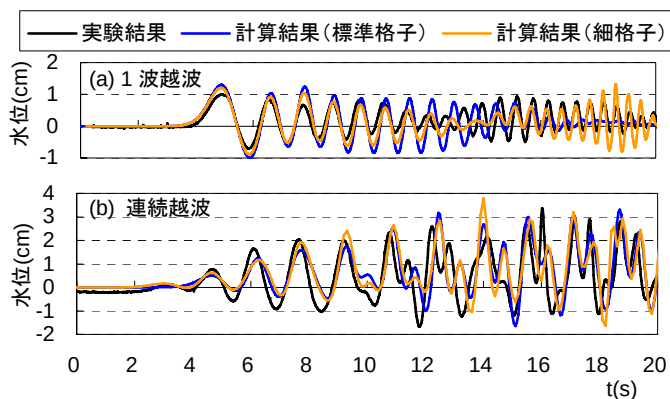


図3 水位時系列結果 (Wave L)

は到達時刻は異なるものの細格子条件のみで再現されている。

次に、図2、3(b)の連続越波の結果を見ると、Wave Sの細格子条件で高周波成分が卓越しているものの、全体的に波高や周期は実験結果と良く対応しており、非線形干渉も含めて良く再現できていることが分かる。連続越波の伝達波に対するスペクトル分布を図4に示す。実験結果は入射波の周波数成分の他に高周波数成分にもピークが見られる。計算結果はどちらの格子条件においても入射波の周波数成分に最大のピークを持ち、高周波数成分に対しても実験結果を良く再現できている。

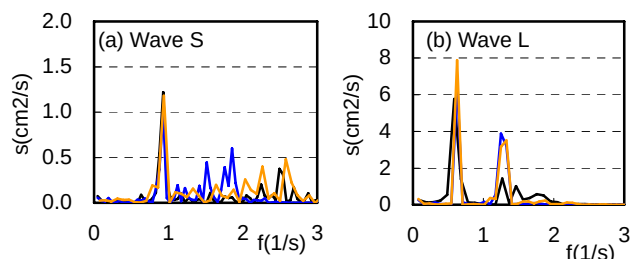


図4 連続越波のスペクトル分布

4. 突っ込み点に関する検討

越波伝達波は、越波時の流入運動量と突っ込み状況に大きく影響を受けると考えられる。流入運動量については前章でその再現性が確認されたので、図5のように構造物の背面に張出しを設けて越波突っ込み点を強制的に変化させ、標準格子で1波越波に対する計算を実施し、突っ込み位置の違いによる越波伝達波の特性について考察した。1波越波の時系列水位に対するスペクトル分布を図6に示す。同図より、突っ込み点が構造物から離れるにつれ基本周波数エネルギーが減少し、高周波数成分波へエネルギーが分配される様子が見て取れる。これより、突っ込み位置を考慮することで、標準格子においても高周波成分波の再現が示唆される。

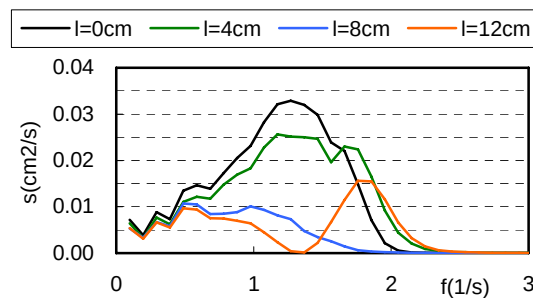
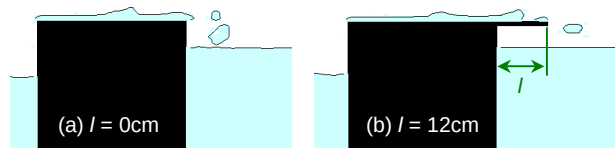


図6 張出し長の違いによるスペクトル分布

5. 結 論

数値波動水路を用いて越波伝達波実験の再現計算を実施し、数値波動水路により越波伝達波の波高や周期を高周波成分波を含めて高い精度で算出できることが示された。ただし、高周波成分波の発生は、計算格子間隔や越波の突っ込み位置に依存することが示唆され、これについては今後検討する予定である。

参考文献

- 1) 沿岸開発技術センター：数値波動水路 (CADMAS-SURF) の研究・開発，沿岸開発技術ライブラリー，No. 12，296p.，2001.
- 2) 織田幸伸，東江隆夫，灘岡和夫：運動量を考慮した越波伝達波の算定法，海岸工学論文集，第44巻，pp. 751-755，1997.