

Ⅱ-10

自由水面と乱流モデルを考慮した潜堤周辺の流れ場の数値計算

神戸市立工業高等専門学校 都市工学科 正会員 辻本剛三
長岡技術科学大学 建設系 正会員 細山田得三

1. はじめに

潜堤のような没水構造物による波浪・流れ・漂砂制御等に関する研究の内、波浪制御に関しては波の分裂現象¹⁾に着目してその機構の解明が行われつつある。一方、他の制御に関しては第一に流れ場の把握が重要であるが、没水構造物上では波の分裂や砕波など複雑な現象が生じているため十分な知見がない。著者らは²⁾透過性潜堤周辺の流れ場の詳細な計測を行っている。潜堤は透過性を有する構造物が一般的であるが、本研究では不透過潜堤周辺の流速場を数値的に検討する。

2. 計算方法

辻本³⁾は砕波点近傍の流れ場を乱流モデルを用いて数値的に検討している。移動境界である自由水面、潜堤形状、乱流現象を考慮するために、連続式、レイノルズ方程式、 $k-\epsilon$ 方程式を境界適合座標系(BFC)で変換した。ここでの座標系は、一価関数である。境界条件は沖側では流速は数値造波条件、乱流量はゼロ、岸側では流速はSommerfeldの放射条件、乱流量は水平勾配がゼロ、底面では流速はno slip条件、乱流量は壁関数、自由水面では水面での運動学的条件、レイノルズ応力を考慮した応力境界条件、乱流量は鉛直勾配がゼロを与えた。計算格子には等間隔のスタッガード格子を用いて、水平方向に120分割、鉛直方向に25分割し、時間刻みはクランク数を満足する様に位相毎に変化させた。また、移流項の差分には通常の1次の風上差分では数値粘性が生じるために高精度 QUICK 差分を用いた。さらに $k-\epsilon$ 方程式の生成項には、安定性を高めるために4種類のスキームを適用した。レイノルズ方程式をオイラーの陽解法で解き、圧力補正をSMAC法で行った。得られた速度場より水面形状、乱流量(k, ϵ)を算定した。図-1に示す様な台形断面の潜堤を設置し、波浪条件は波高8cm、水深28cm、周期1.22秒の1種類とした。潜堤の高さと天端幅を表-1に示す。出口⁴⁾の分類によればCase1は非砕波、Case2,3は砕波領域である。分類において天端幅の影響が考慮されていないのでCase2,3については区別されない。

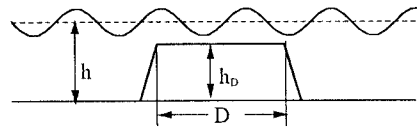


図-1 潜堤の断面形状

表-1 潜堤の条件

	h_D (cm)	D (cm)	法面 勾配
CASE1	10	200	1:2
CASE2	20	200	1:1
CASE3	20	100	1:1

3. 計算結果と考察

図-2,3にCase2,3の水面形状、流速分布、乱れエネルギーの位相変化を示す。乱れエネルギーは $10(\text{cm/s})^2$ 間隔で描いている。潜堤前面までは水面形状に差異見られないが、大山¹⁾が指摘しているように天端幅が狭くなると非線形を帯びた波①が分裂し、2次波峰②が顕著になり波①の波高が減少する。一方、天端幅が広い場合は波は非線形を帯びるものの顕著な2次波峰は見られない。図には示していないが、Case1では波は非線形を帯びるが、2次波峰は生じない。沖側法肩部において波の谷の通過時に冲向きの流れが著しく発達し、波の進行に伴い谷部の速い流速に部は、潜堤天端上を岸側に移動するが、徐々にその値は小さくなる。天端幅による差はあまりない。しかし、分裂後の波②の前面の谷部には速い下向きの流れ場が形成されている。図-3の乱れエネルギーに関して

キーワード: 潜堤、自由水面、乱流モデル

〒651-21 神戸市西区学園東町 8-1 TEL 078-795-3266 FAX 078-795-3314

〒940-21 長岡市上富岡町 1630-1 TEL 0258-46-6000 FAX 0258-47-0019

は潜堤の沖側法肩を波①が通過する際に法肩からの乱れと速度場の歪みによる波の峰からの乱れが重なり合う。波の分裂後、乱れは2次波峰②に取り残され波③の乱れと重なりあう。図-2では2次波峰の発達が顕著でないために乱れは波①に残っている。

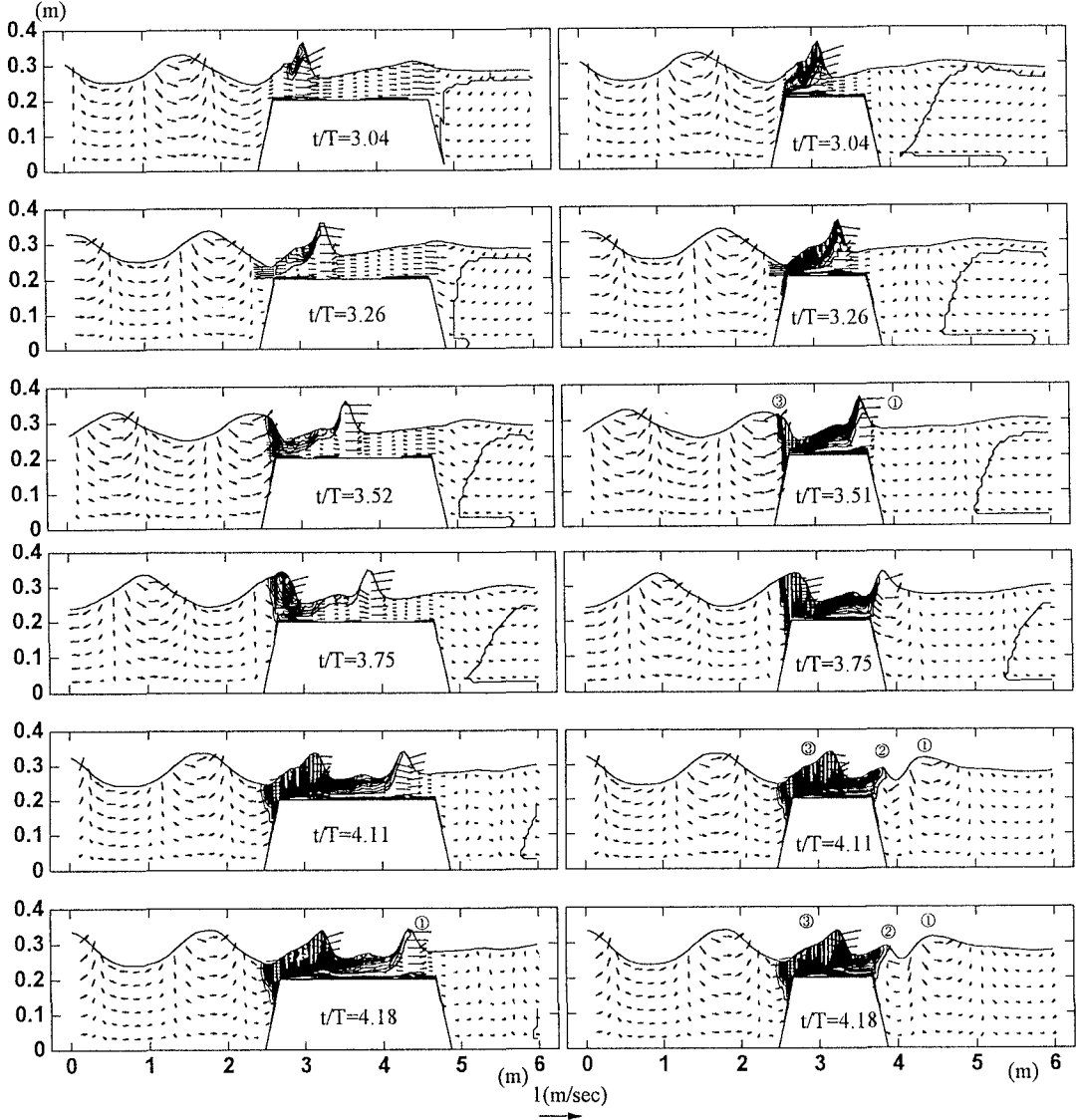


図-2 計算結果(Case2)

図-3 計算結果(Case3)

4. まとめ

潜堤上や斜面上の様な非線形性の強い流れ場に境界適合座標系と乱流モデルを適用した。本計算では急激に現象が変化する時、数値的な振動が局所的に生じ、乱れエネルギー k の値が負になる。そのために QUICK 以外の TDV のような高精度のスキームの適用を検討する必要がある。謝辞：本研究の一部は文部省科学研究費補助金、基盤研究C(代表者辻本剛三、課題番号 076550610)の補助を受けた。ここに、記して謝意を表す。参考文献1)大山ら(1991): 海岸工学論文集、第 38 巻、p16-20. 2)細山田ら(1996): 海岸工学論文集、第 43 巻、pp.116-120. 3)辻本(1997): 海岸工学論文集(投稿中)4)出口ら(1989): 海岸工学論文集、第 36 巻、pp.633-637