

PSII-20 潜堤による孤立波の碎波変形について

東洋建設 正会員 佐藤秀樹、岐阜大学 正会員 安田孝志 学生会員 原正典

1. 緒言

最近の防波堤の大規模被災は、暴浪の大きさとその制御の重要性を如実に物語っている。ここでは、このような暴浪の1ヶの波峯を大振幅孤立波として扱い、BIM (Boundary Integral Method) による数値シミュレーション¹⁾によって、潜堤を通過する孤立波の碎波変形の特性について検討を試みる。

2. シミュレーションの方法

図-1に示すような矩形潜堤を海底に設置し、この上を無次元振幅 A/h を0.2~0.7の範囲で変化した孤立波を通過させる。厳密に孤立波を初期波として与えるため、一様水深部では田中の厳密解²⁾によって孤立波を与え、潜堤のある領域では静水状態を仮定する。孤立波の伝播計算は碎波点までの精度が水理実験によって完全に保証されているBIMによって行う。

3. シミュレーションの結果

図-2は $A/h = 0.38$ の孤立波を進ませたときの水面形状の時間的変化を示す。これから、孤立波の潜堤到達直後および通過直後の水深急変時に部分的な反射波が生じているが、大部分は孤立波としてそのまま通過することがわかる。また、孤立波が潜堤やステップ上を進むときには峯高が逆に低下し、潜堤通過後に再び振幅が回復する点は興味ある事実と言える。

図-3は、潜堤および実験上の碎波点P.3 (ビデオ画像をモニターすることによって決定した白波の発生点) 通過前後の波形をより正確に示すため、代表的な時刻における波形を示したものである。これによって、潜堤からの反射波の伝播や潜堤上での孤立波の前傾および点P.3付近でのoverturningの様子が明瞭になっている。図-4はoverturningの様子を波峯での水面勾配の時間的変化によって示したものである。図中の1点鎖線で示した矢印は潜堤による水深急変点を孤立波の波峯が通過した時刻を示し、実線は碎波点P.3を示す。これから、孤立波の波峯の傾きは潜堤到達前から徐々に増大を始め、通過後も一様に増大を続けた後急激に増大し、点P.3においてほぼ $\theta = -90^\circ$ に達してoverturningに至っていることがわかる。このことは、原因が何であれ、overturningが碎波に随伴した現象であることを示唆するものと言えよう。

図-5は碎波せずに透過する $A/h = 0.25$ の孤立波の波形変化を示したものである。この場合は、潜堤通過後、shelfを伴う安定な孤立波として透過することになる。また、潜堤による水深急変によって生じた反射波の先頭部は正の孤立波として伝播しているがその後には潜堤通過時の水深急深によって生じた負の孤立波が反射波として続いている様子がわかる。図-6はこのときの波峯での水面の傾きの時間的変化を示す。潜堤通過直後に傾き角 θ は約 -9.5° に達するが、その後は再び元の状態に戻っている様子がわかる。

3. 結語

以上、BIMによるシミュレーション結果を基に潜堤による孤立波の波形変化の特性について検討した。この結果、孤立波の波動モードとしての安定性は極めて高いものの、孤立波の波峯の傾きを一様に増大させ続けるようなせつ動を加えれば、overturningを引き起こすことが可能となることがわかった。

参考文献

- 1) Yasuda, T., M. Hara and M. Tanaka : A computational model of the deformation including overturning of a solitary wave over a submerged obstacle (in preparation).
- 2) Tanaka, M. : The stability of solitary waves, Phys. Fluids, Vol. 29, 650-655, 1986.

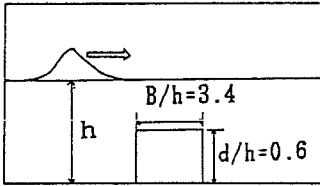


図1 潜堤の形状

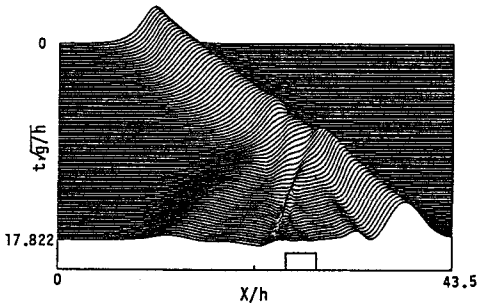


図2 潜堤を通過する孤立波の波形変化

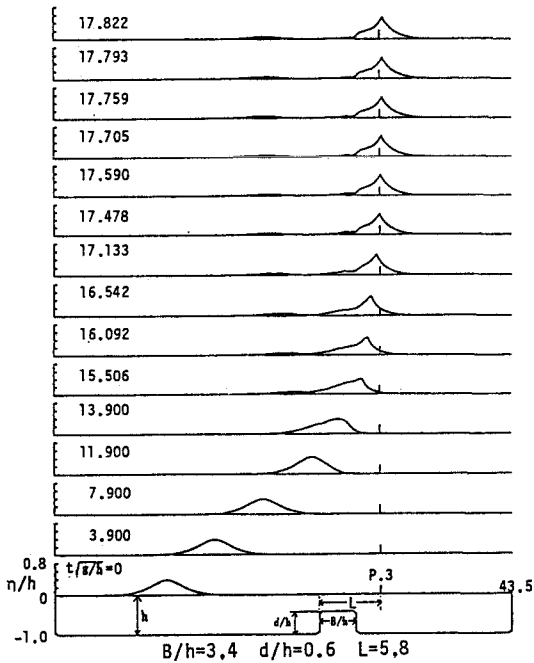


図3 代表的時刻における孤立波の波形

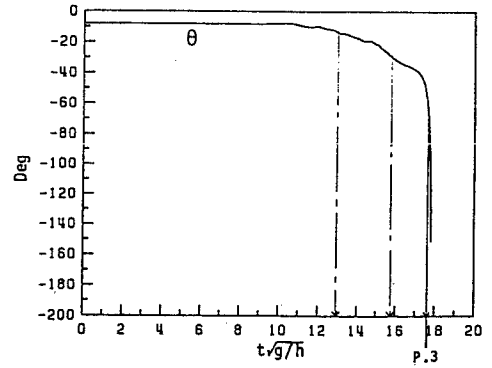


図4 波峰での水面勾配の時間的変化

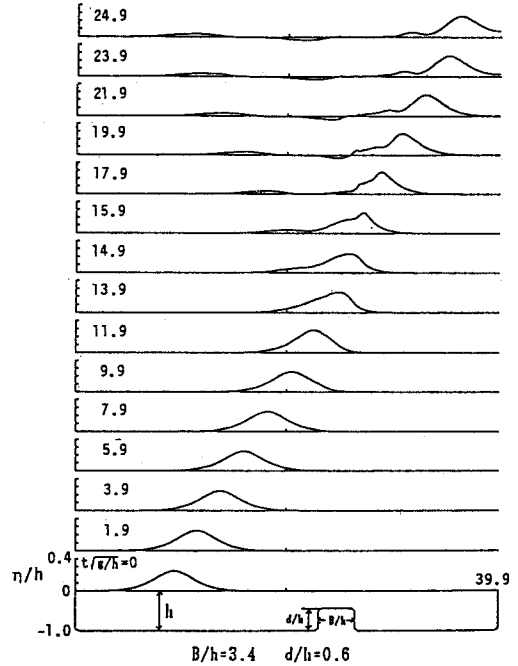


図5 砕波せずに潜堤を通過する孤立波の波形

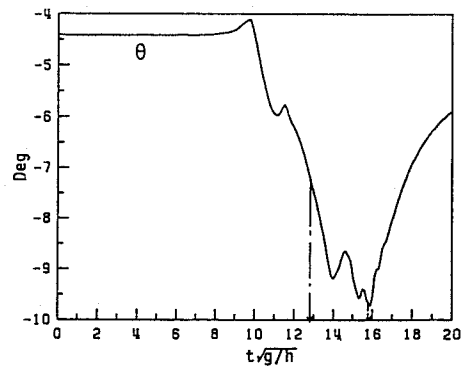


図6 砕波しない場合の波峰の傾きの時間的変化