

関西大学大学院	学生員	○宮平 彰
京都大学大学院	学生員	本多和彦
関西大学工学部		太田真豪
京都大学防災研究所	正会員	間瀬 肇
関西大学工学部	正会員	井上雅夫

1. まえがき

海岸保全施設の安全性，経済性に加え，景観や環境といった点が重要視されてきている今日，離岸堤などに替わりの人工リーフを利用した防護方法も数多く進められてきている．しかし，リーフ湾内では，通常の波と長周期波が干渉することによって起きる波高の増大が問題視されている．この研究では，こうした長周期波の発達を検証するため，任意水深地形における入反射波の相互干渉を考慮した KP 方程式を用いて，任意海底地形に適用可能な数値モデルを導出し，天然リーフを有する沖縄県比川海岸の地形を対象として，波高変化とスペクトルの解析を行った．

2. 空間発展型連立 KP 方程式の 1 次元化

波長に比べ，波高の変化が微小な長周期波の解析を行うにあたり，2 次元の空間発展型連立 KP 方程式を 1 次元化したものを以下に示すと，入射波と反射波は，それぞれ式 (1) および (2) で表わされる．

$$\frac{\partial A_n}{\partial x} - in(k_1 - \hat{k}_1)A_n + \frac{(Cg_n)_x}{2Cg_n}A_n - ink_1 \left(\sqrt{\frac{k_n h}{\tanh k_n h}} - 1 \right) A_n + \frac{3ink_1}{8h} \left(\sum_{l=1}^{n-1} A_l A_{n-l} + \sum_{l=1}^{N-n} A_l^* A_{n+l} \right) - \frac{(Cg_n)_x}{2Cg_n} B_n \exp(-2ink_1 x) + \alpha_n A_n = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial B_n}{\partial x'} - in(k_1 - \hat{k}_1)B_n + \frac{(Cg_n)_x}{2Cg_n}B_n - ink_1 \left(\sqrt{\frac{k_n h}{\tanh k_n h}} - 1 \right) B_n + \frac{3ink_1}{8h} \left(\sum_{l=1}^{n-1} B_l B_{n-l} + \sum_{l=1}^{N-n} B_l^* B_{n+l} \right) - \frac{(Cg_n)_x}{2Cg_n} A_n \exp(-2ink_1 x') + \alpha_n B_n = 0 \quad (2)$$

なお， A_n :入射波に関する成分波の複素振幅， B_n :反射波に関する成分波の複素振幅， k_1 :基本波数の代表値， C :成分波の波速， C_g :成分波の群速度， n :成分波の個数， h :水深， α_n :碎波減衰係数，添字の x :微分， x' は座標変換 $x' = -x$ をそれぞれ表す．

3. 波高変化

リーフ通過後の波高変化を調べるため，数値計算を行った．計算における格子間隔は 1.0 m で，時間間隔は 0.10 s，周波数スペクトルは Bretschneider-Mitsuyasu 型スペクトル，有義波高は 1.0 m，有義波周期は 10.0 s とした．

図-1 は，計算を行うために用いた比川海岸の地形

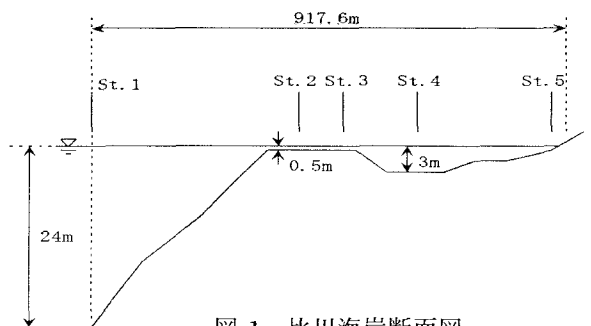


図-1 比川海岸断面図

を単純化したものの断面図である。なお、中座ら（1998）は、St. 1～St. 5 の各点に波高計を設置し、現地観測を行っている。

図-2 は、波高変化の解析結果である。透過条件とは反射波を考慮しない 1 波の波、反射条件とは反射波を考慮した往復 5 回の波をそれぞれ対象として計算を行ったものである。これによると、斜面部分での浅水変形による波高の増大、リーフ前面での波の衝突や反射による波高の急激な増大がみられる。また、リーフ通過後の反射条件で求めた波高は、透過条件のものに比べると増大しており、St. 4、St. 5 の位置では、0.6m 程度である。中座らの現地観測結果によると、換算沖波波高が 1.0 m の場合の St. 4 や St. 5 での有義波高は約 0.2 m であり、現地の観測結果と解析結果には大きな差がみられる。この原因として、本研究では、水位上昇を考慮していないこと、また、リーフ上の天端水深を 1.5 m にしたことが考えられる。

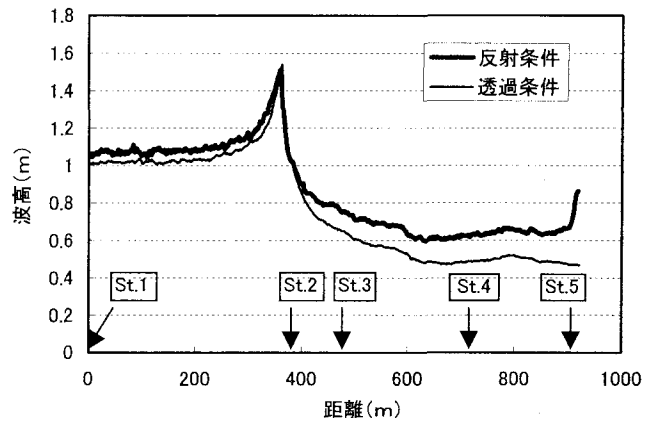


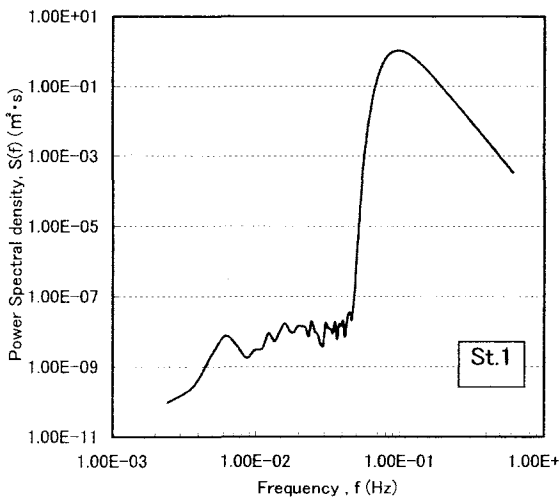
図-2 波高変化 (1000grid)

4. 長周期波の発達

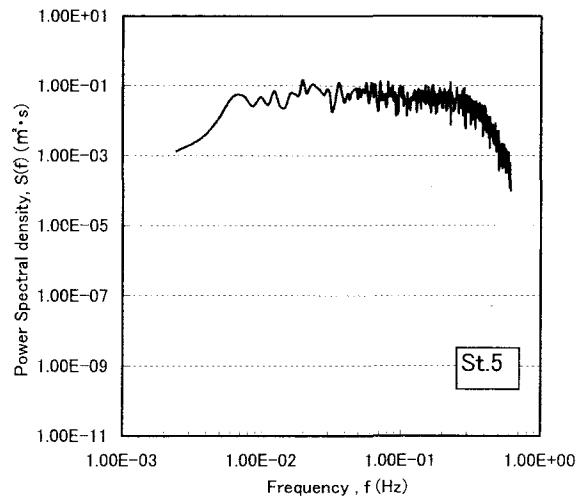
図-3 は、エネルギースペクトルの解析結果である。これらによると、リーフ前面から上部にかけて、低周波域のスペクトル密度が増大しており、リーフ上での長周期波の発達を確認することができる。

なお、現地観測によるエネルギースペクトルの解析結果においても、低周波域でのスペクトル密度の増大がみられ、長周期波の発達が確認されている。以上のことから、この解析結果は、現地観測結果との比較も良好であるといえる。

なお、一様水深部、一様斜面勾配部における波高変化とスペクトル解析の結果については、講演時に述べる。



(a) St.1 (沖側)でのスペクトル



(b) St.5 (岸側)でのスペクトル

図-3 エネルギースペクトルの変化