

II-277 緩傾斜海浜における海岸波浪の伝播特性について

岐阜大学 正員 安田孝志・篠田成郎

1. 緒言 海岸波浪の伝播特性をその基準モードに基づき明らかにすることは、波浪の力学的表示法の確立において極めて重要である。本研究では、現地波浪の観測記録を用いてソリトン列の伝播を詳細に検討することにより、海岸波浪の伝播特性を明らかにする。

2. 観測記録の概要 本研究において解析の対象とした記録は、1978年11月に California の Torrey Pines Beach において得られたものの一部であり、既にその詳細な解析結果が Guza¹⁾ によって報告されている。

図-1は、データの取得された海岸の海底地形およびほぼ波向方向に設置された測点位置を示し、図中の計測器番号先頭の‘P’、‘W’および‘C’はそれぞれ波圧計、容量式波高計および2成分型流速計を表す。

ここでは波浪の伝播を議論するため、岸側方向に計測器の揃った波圧計による11月20日の記録に対して解析を行った。また図中の海底地形は11月9日のものであり、解析対象とした20日においては約1/30から1/90の勾配を有する比較的緩斜面の海浜であった。図-2は、パワースペクトルの空間的变化の一例を示したものである。これより、倍、3倍および4倍モードの周波数成分が波浪の伝播に伴い発達してきており、このとき波浪は非線形性の卓越したうねり性の波浪であったことがわかる。

3. 海岸波浪の巨視的伝播特性 図-3は、ソリトン振幅の平均値 $\bar{A}$ およびゼロアップクロス法による平均波高 $\bar{H}$ の沖側測点P4における値 A_{P4} および H_{P4} に対するそれぞれの比の空間的变化を表したものであり、海底地形も併せて示してある。なお、 A_{P4} および H_{P4} はそれぞれ0.557mおよび0.414mであった。この図よりソリトン列として海岸波浪を考える場合には、浅水化の影響はさほど受けないと判断できる。また、このときの碎波帯は汀線より約50m沖であったことから、ここで扱う測点において碎波の影響も入っていないと考えられる。図-4は、2測点の波形に対するクロスコログラムの一例であり、相互相関関数のピーク位置より平均的な波速 C_{cor} は、

$$C_{cor} = \Delta X / \tau_p \quad (1)$$

で表される。ここに、 ΔX ：測点間距離および τ_p ：相関関数のピーク位置におけるラグタイムである。図-5は、2測点における波形をソリトン分解して得られたソリトン列の対応より得られる個々のソリトンの観測された波速と沖側測点におけるソリトン振幅との関係の一例である。(a)は沖側測点P4から岸側測点P10へ、(b)は岸側測点P16へ伝播したケースに相当する。図中の○印はこれらの値、×印は振幅 A を0.05の幅でブロック化して得られる平均波速を表しており、実線および破線はそれぞれソリトンおよび線形長波の無次元伝播速度を示し、ソリトンのそれは次式となる。

$$C = 1 + A / 2 - 3 \eta_0 / 2 \quad (2)$$

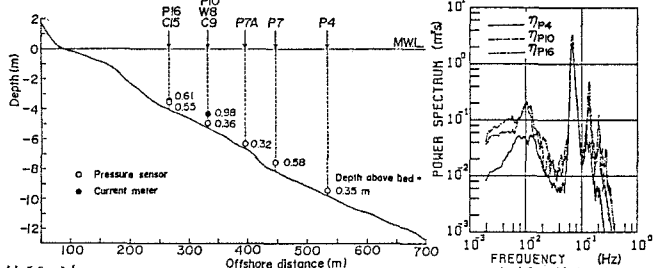


図-1 海底地形と測点

図-2 伝播に伴うパワースペクトルの変化

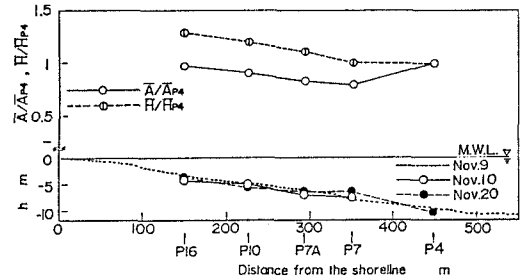


図-3 ソリトン振幅の平均値および平均波高の空間的变化

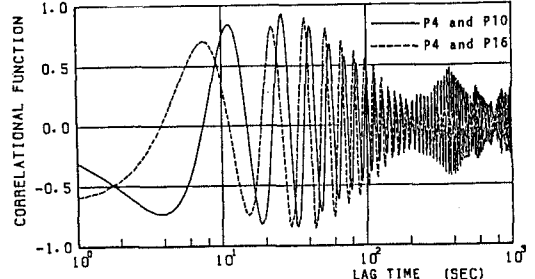


図-4 2測点間の波形に対するクロスコログラム

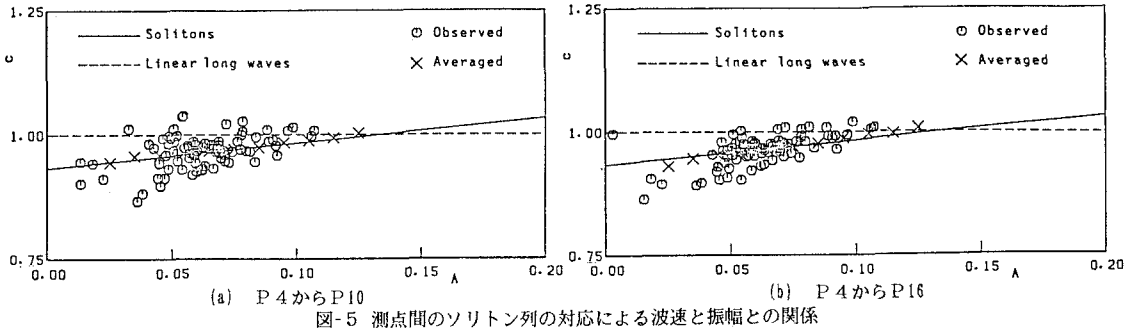


図-5 測点間のソリトン列の対応による波速と振幅との関係

表-1 は、こうして求められた各種波速の平均値を示す。表中の $\rho_{A \& c}$ は図-5 における振幅 A と波速 c との相関係数であり、 $Z_{0.05} > 1.96$ のとき A と c の間の独立性が棄却される。また ε は理論値からのずれの2乗平均を表している。データのサンプリング間隔が $0.5s$ とかなり粗いため図-5 においては多少のばらつきが存在するものの、この影響は伝播距離が長くなる程小さくなり、この他のケースにおいても同様な傾向が現れた。またソリトンの振幅と波速の間には一義的な関係が存在し、式(2)で与えられるソリトンの伝播速度にほぼ一致することに加え、その平均値は式(1)より求められる波速 c_{cor} に近い値を取ると判断できる。

4. 海岸波浪の伝播シミュレーション 図-6 は、斜面上の KdV 方程式に基づく伝播シミュレーション結果の一例を示す。これより、細部に至るまで観測波形と伝播シミュレーション波形とが一致しており、このときの波浪が KdV 方程式に支配される波動場を形成していたと考えることは極めて自然と思われる。図-7 は、ソリトンモードに基づく波浪の伝播シミュレーション結果の一例である。浅水化の影響を無視したシミュレーションを行なっているにも拘らず、観測波形と伝播シミュレーション波形との位相はほとんど一致しており、波浪はソリトン列として伝播しているものと判断できる。また、紙面の都合で割愛したが、線形理論および式(1)より求められる平均的な波速 c_{cor} に基づく同様の伝播シミュレーションを行った結果、前者の場合には分散性のため波の位相が全く一致せず、後者の場合には図-7 のソリトンの場合とほぼ同様の結果ではあるものの、若干波峰位置のずれるソリトンが存在するという結果が得られた。

5. 結 語 以上、現地波浪の伝播特性を検討することにより、緩傾斜海浜上におけるうねり性の波浪がソリトン列として伝播しており、その力学的構造はソリトンモードに支配されることを明らかにした。

参考文献 1) Guza, R. T., and K. B. Thornton: Local and shoaled comparisons of sea surface elevations, pressures, and velocities, Jour. Geophys. Res., Vol. 85, pp. 1524-1530, 1980.

表-1 各種波速の比較

Onshore point	P 10	P 16
Mean water depth, h (m)	7.922	7.053
Distance (m)	153.0	297.0
Bottom slope	1/34	1/48
$C_{mean} = \sqrt{gh}$ (m/s)	8.811	8.314
C_{cor} / C_{mean}	0.955	0.953
C_{obs} / C_{mean}	0.966	0.962
$\rho_{A \& c}$	0.435	0.625
$Z_{0.05}$	2.841	5.603
$\varepsilon_{soliton} (\times 10^3)$	0.98	0.74
$\varepsilon_{linear} (\times 10^3)$	2.35	2.47
$\varepsilon_{soliton} / \varepsilon_{linear}$	0.416	0.301

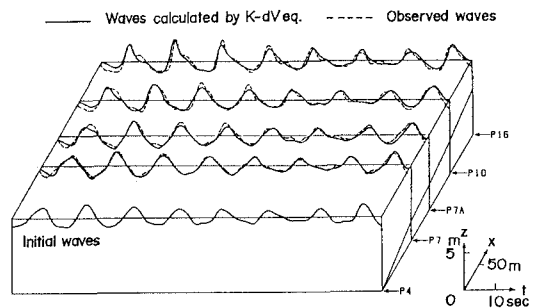


図-6 KdV方程式による伝播シミュレーション結果

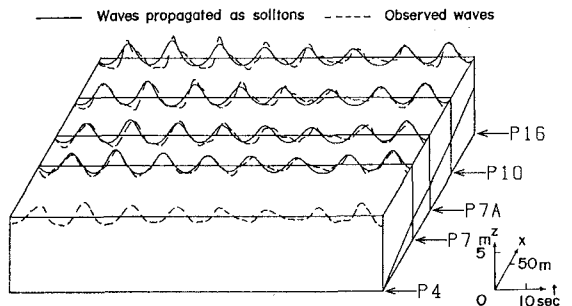


図-7 ソリトンモードに基づく伝播シミュレーション結果