

汀線近傍における長周期波の波長、波速

東洋建設 正員 鳥居弘和
鳥取大学工学部 正員 木村 晃

1. はじめに

Surf beatは卓越する表面波に比してかなり長い周期の水位変動である。Longuet-Higginsら¹⁾は波群エネルギーの局所分布にその発生要因があるとし、Radiation stressの概念を用いてその現象を説明した。それによると、波群エネルギーの大きいところ、すなわち、波群包絡線の峰の部分ではRadiation stressも大きく、したがって平均水位は下がり、逆に谷の部分では、エネルギーが小さいため水位は上がる。このことから、Surf beatは波群に支配される拘束波であるといえる。波群が斜面を進行するとやがて砕波し、そのエネルギーを失う。それゆえ、Surf beatは波群による拘束を解かれfree waveとなる。Surf beatは振幅が小さく波長も長いため岸で完全反射し、入射する free waveと反射する free waveとが重なり合って重複波が発生する。Svendsenら²⁾は、斜面上砕波点より岸側ではこのようにしてSurf beatの完全重複波が発生すると考え、Radiation stressの概念を用いてその変動量を与える式を理論的に導いた。本研究は、Svendsenらの理論を実験的に検証するとともに、Surf beatの波長、波速について検討したものである。

2. Surf beat の計算法

実験水槽に 1/30 のスロープを設置し、砕波点より岸側の領域で不規則波の波高を測定した。また、スロープ上への打ち上げも記録した。入射波のスペクトルはPierson-Moskowitz型でピーク周波数は1.0Hzとした。図-1は最も沖側の波高計データで得られた不規則波のスペクトルである。この図から、ピーク周波数付近に見られる大きなエネルギーとは別に、それより低周波側に明確なエネルギーの存在、ならびにその間に極小となる部分の存在が確認できる。この周波数を F_c (Hz)とすると、このケースでは $F_c=0.35$ (Hz)であった。入射波のスペクトルは本来、この部分の成分波は含まれていない。したがって、 F_c より高周波側を表面波の成分、低周波側をSurf beatの成分であると考えた。本研究では全ての波高計のデータに対し、この値を用いてFFT法により F_c より高周波の成分を取り除いた。

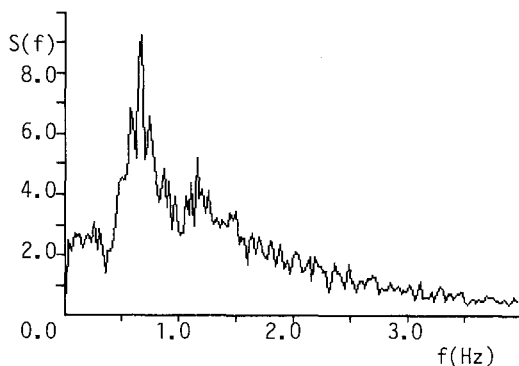


図-1 不規則波のスペクトル

3. Surf beatの伝播特性

図-2は各波高計位置での不規則波データから計算されたSurf beatの時間記録である。Surf beatが時間の経過にともない左から右へ進行しているのがわかる。ここでは、図に示すような進行性のSurf beatを対象として取り扱う。

4. Surf beatの波長、波速

Surf beatの波長の測定においてほとんどの場合、波高測定区間長がその波長全長をカバーできなかったため、半波長を測定した。半波長に対する水深は、波長測定の対象となった波の両端の水深の和を2で割った値を用いた。このとき、水深/(半波長*2)を計算すれば、その値はすべて1/20以下であったことからSurf beatは長波として取り扱うことができると考えられる。また波速は、異なる2点のSurf beatの時間記録を比較して決定した。この場合の水深は、その2点の中央位置における水深を用いた。図-3は、波速と水深の関係をプロットしたものである。図中、実線は長波の波速 $C=\sqrt{gh \cdot T}$ であり、鎖線は前述の曲線に $\pm 20\%$ の幅をもたせたものである。この図から、Surf beatはスロープ上をほぼ線形の長波として進行していることがわかる。図-4は、周期と、実測された波速とそのときの周期をかけあわせて2で割った値、すなわち半波長との関係をプロットしたものである。図中の直線は微小振幅波理論における長波の理論式である。図からわかるように、ばらつきはあるものの理論式とほぼ対応しているといえる。また図-5は、周期と実測された半波長の関係をプロットしたものであり、図中の曲線はやはり長波の理論式である。この図では、平均周期近傍では理論とよい対応を示すが、周期の増大にもかかわらずデータはほぼ一定の値を示す。図-3においては長波の理論式と良好な対応が

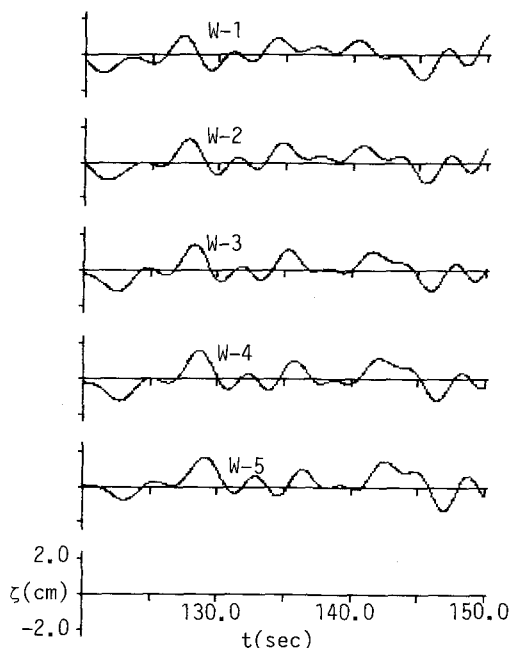


図-2 各波高計におけるSurf beatの時間記録

みられたにもかかわらず、ここでは理論との対応がよくない。ただ前述のように、半波長の測定可能な範囲が約2 m以下であったので、この範囲を広げると、直線の周辺に分布するのか、あるいはやはりここに示すような特性を示すのか、ここでは明らかにすることはできなかった。

5. 結論

Surf beatの伝播速度が微小振幅波の長波理論を満足することを明らかにした。また本研究を実施して特に問題となったのは、この長波の反射率である。すなわち、Svendsenらは反射率を1とし、Surf zoneでは重複波が発生するとして理論を展開しているが、1/30のスロープ上では反射率は1よりかなり小さく、このためSurf beatがほぼ進行性の性質を示した点である。つまり、沖の向かうSurf beat存在しないことに対応する。これは、この領域でエネルギーの損失が生じていることをうかがわせる。この理由は、Surf beatの振幅を a としたとき、 $a/h \ll 1$ であるので反射率を1としているが、エネルギーのロスに関係する振幅は表面波のものであるべきであり、この場合はロスのため反射率は1とならないことになる。

参考文献

- 1) Longuet-Higgins・R.W.Stewart: Deep Sea Research, 11, pp.529-562, 1964.
- 2) Hemming.A.Schaffer and Ib.A.Svendsen : 21st I.C.C.E., pp.1058-1072, 1988.

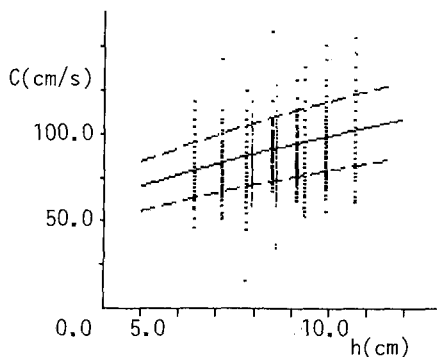


図-3 波速と水深

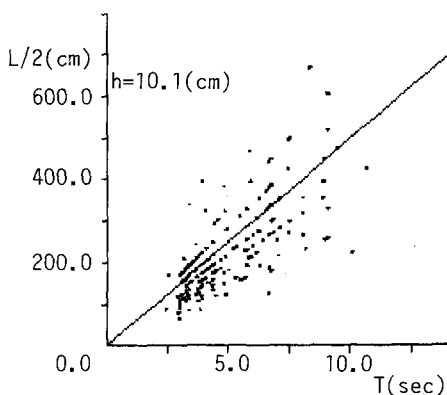


図-4 周期と波速による半波長

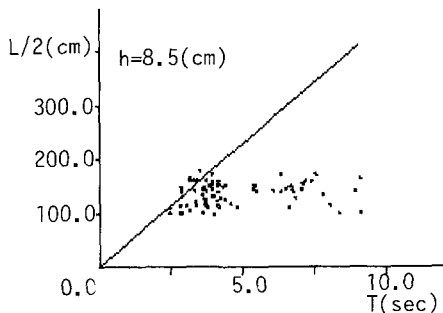


図-5 周期と測定半波長