

浅海域における長周期の水位変動について

鳥取大学工学部 学生員 朝倉一雅
鳥取大学工学部 正員 木村 晃
鳥取大学工学部 正員 瀬山 明

1. はじめに: 著者らは昨年度、浅海域で見られる長周期の水位変動の特性ならびにその発生機構について、若干の検討を行い報告した¹⁾。本研究は引き続き、砂浜帯における長周期の水位変動について、検討を行ったものである。前報でも報告したように、著者らはこの長周期の水位変動(surf beat)には、入射波のエネルギーの非定常性に伴って発生するタイプのもも存在すると考えて研究を行ってきた。ここでは、Markによるphysical spectrumの手法を用いてsurf beatと不規則波のエネルギーの非定常性との関係について検討し、さらに著者らによる連の理論をもとに、波群の束間隔との対応についても検討したものである。

2. Surf beat: Surf beatという長周期の水位変動は、実際には表面波で覆い隠されているため、目視することはできない。したがってここではsurf beatを得るため、不規則波をFFTにより周波数分解した後、適当な周波数以上の振幅をすべて0として、逆FFTで再合成するという手法を用いた。

3. Physical spectrum: 本研究では、不規則波の非定常性を検討するため、Markによるphysical spectrumを用いることにした。これは非定常現象を解析する手法として提案されたものであり、時々刻々とその特性が変化する現象を解析するのに有効である。Physical spectrumを用いるにあたり、最も留意すべき点は、データフィルターの長さである。データフィルターは長いと周波数空間での精度は向上する。しかし、それに伴って時間領域での非定常性の分解能が悪くなるという背反性を持つ。したがって、データフィルターは現象に応じて適切な長さを定めることが必要である。また、physical spectrumは従来のスペクトルと異なり三次元で表現されており、各周波数に対する時間変化によるスペクトルという形であらわされる。

4. Total run: Total runは、ある基準波高を越える高波の波群が束間し、その後再び次の波群が基準波高を越えるまでの長さを言う。つまり、total runは波群と波群の束間間隔を示すと言い換えることができる。Total runについては、すでに著者らの一人が詳細な研究を行っており、不規則波の隣り合う二波について相互の相関を考慮したtotal runの確率分布を与えている。

5. 結果および考察: ここで用いたデータは、著者らの一人が行った不規則波の伝播特性に関する実験結果の一部である。本研究では、そのうち斜面が概ね $1/10$ で、ピーク周波数が 0.7Hz および 1.2Hz の不規則波を使用した。

図-1は、 $1/10$ 勾配の斜面上で、ピーク周波数が 0.7Hz の不規則波を解析して得たsurf beatである。図-2は同じデータを解析して得た、ピーク周波数 0.7Hz のphysical spectrumの時間変化である。両者はともに、水深 40cm から 20cm へとその形状をよく保ちながら伝播しているのかわかる。さらに両者を比較すると、physical spectrumのエネルギー密度の高い部分ではsurf beatの水位は低下し、逆にエネルギー密度の低い部分では、surf beatの水位は上昇するという傾向が見られる。Surf beatは引線付近に発生するedge波あるいは重複波である

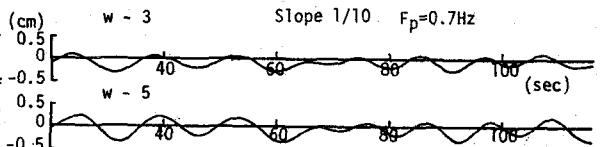


図-1 Surf beat

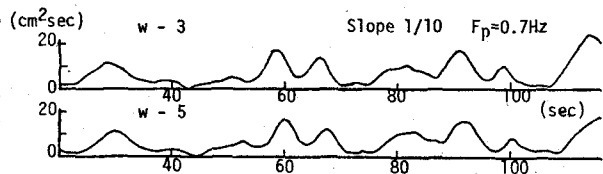


図-2 Physical spectrum

という認識が、一般化しつつあるが、これらの理論ではここに示したような、エネルギーと水位変動の対応は説明できず、むしろLonguet-Higginsらの理論²⁾によってのみ説明が可能である。Surf beatには彼等が予測したように、エネルギーの間欠性に起因するものも存在するということであり、それは前回報告したように水平床ばかりでなく、斜面上の波についてもいえることである。

図-3は1/10勾配の斜面上で、ピーク周波数が1.2Hzの不規則波を解析して得た、surf beatの周期の頻度分布を示したものである。なお、周期はゼロアップクロス法によって定義した。図より、5~8secに顕著なピークがあらわれているのがわかる。

図-4は図-3と比較するたぐ、同様の不規則波を解析して得たphysical spectrumによるエネルギーピークの出現間隔の頻度分布を示したものである。なお、小さなエネルギーピークはsurf beatほどと影響を与えないので無視することにした。図より、surf beatほどではないが、4~7secを中心としたピークがあらわれているのがわかる。つまり、エネルギーピークの出現間隔はsurf beatの周期より若干小さいが、ほぼ等しいと見なすことができる。さらに大きな特徴は、エネルギーピークの出現間隔もsurf beatと同様に、ある一定値をもつということである。このことは、surf beatによる水位変動が、一定周期をもつということにほぼ対応しており、surf beatは波のエネルギーの間欠性に起因するという著者らの考えの妥当性を裏づけている。

表-1は、surf beatの周期、エネルギーピークの出現間隔、そしてtotal runの長さのそれぞれ平均値を示している。Total runは先述述べたように、基準波高を越える波群と波群の間隔を示すものである。したがってtotal runは必然的にエネルギーピークの出現間隔に対応しなければならず、かつsurf beatの周期ともある程度対応するはずである。各ケースとも、若干の相違はあるが、surf beatの周期とエネルギーピークの出現間隔は、今までの考察からも予想されるようにほぼ一致している。Total runの長さもほぼ対応していることがわかる。ただ若干見られる相違はtotal runの基準波高として、便宜的に有義波高を用いたため、physical spectrumのエネルギーピークの選択の基準と必ずしもマッチしていなかったことによるものであり、基準波高を幾分か小さくすると対応は改善される。

6. おわりに: ここまでの議論からわかるように、surf beatはdominantな成分波の周期の7倍程度の周期を有する水面変動であり、その周期はほぼ一定と見なし得るほど分布幅が小さい。最近、surf beatを海岸付近に発生するedge波あるいは重複波として取り扱う例も多いが、ここで用いたような偏の狭い一次元水槽では、edge波は発生できないし、surf beatの伝播特性を検討すると重複波も考えにくい。本文中でも示したようにここで検討した長周期の水面変動は、Longuet-Higginsらによって予測された波のエネルギーの間欠性によるものであると考えられる。本文中にも示したように、不規則波のエネルギーは間欠性が強く、したがってsurf beatはedge波と異なり、入射波の周期に関係なく存在し得ると考えられる。

参考文献: 1). 朝倉, 木村, 瀬山: 第33回中四年講集, PP.95~96, 1981.
2). Longuet-Higgins, M.S. and R.W. Stewart: Deep-Sea Research, Vol. 11, PP. 529~562, 1964.

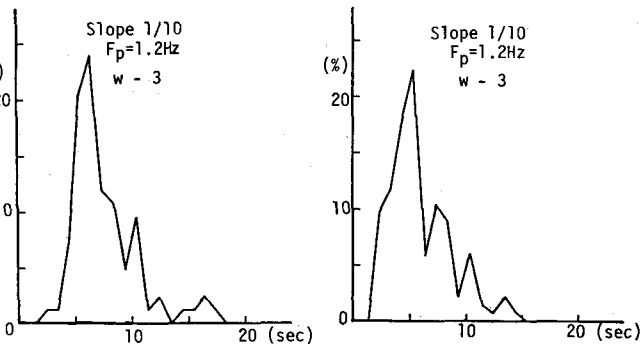


図-3 Surf beatの周期の頻度分布 図-4 エネルギーピークの出現間隔の頻度分布

Slope	$F_p = 0.7\text{Hz}$					
	1/20			1/10		
Depth	(cm) 25	20	15	(cm) 40	30	20
Surf beat	(sec) 12.23	12.54	12.66	(sec) 14.61	12.87	14.16
Energy	(sec) 12.96	12.44	11.97	(sec) 13.48	13.08	12.85
Total run	(sec) 13.25	13.10	12.50	(sec) 12.53	13.38	12.93

表-1 Surf beatの周期、エネルギーピークの出現間隔、total runの長さの平均値