

浅海域における長周期の水位変動について(Ⅱ)

中電技術コンサルタント 正員の朝倉一雅
鳥取大学工学部 正員 木村 晃

1. はじめに: 本研究は一昨年来報告してきた¹⁾ 長周期の水位変動(surf beat)について検討を行ったものである。一連の研究を通じて著者らは、surf beatが表面波のエネルギーの非定常性に起因して発生することを明らかにして来た。特にこの研究では、従来の重ね合わせ理論で扱う事が困難であったsurf beatに対して、著者らの一人²⁾が示した波群モデルを用いて検討を行ったものである。ここで用いた波群モデルの概念は、互に周期の似かよった波が数波で一つの波群を作り、その波群は線型分散関係を保ちつつ伝播してゆくが、隣り合う波群相互の成分波の振幅・位相の間には相関はないとしたものである。

2. 水平床における長周期の水位変動: 本研究で解析に用いた不規則波は、著者らの一人が以前行った不規則波の伝播特性に関する研究結果の一部であり、幅50cmの二次元水槽で発生させたもので、何れもPieron-Moskowitz型にシミュレートしたものである。

ここでは水深を50cmとし、2m間隔で設置した波高計により記録されたピーク周波数0.7Hzの不規則波を用いた。図-1はこの不規則波の0.2Hz以上の表面

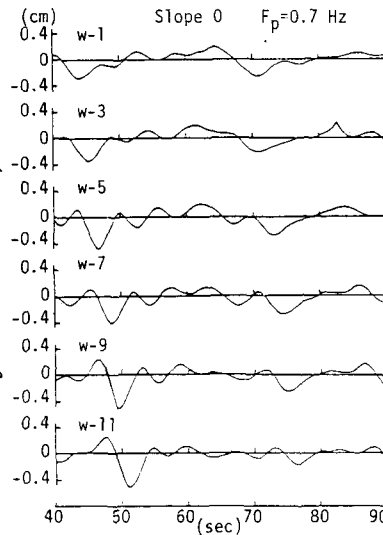


図-1 平均水位の時間記録

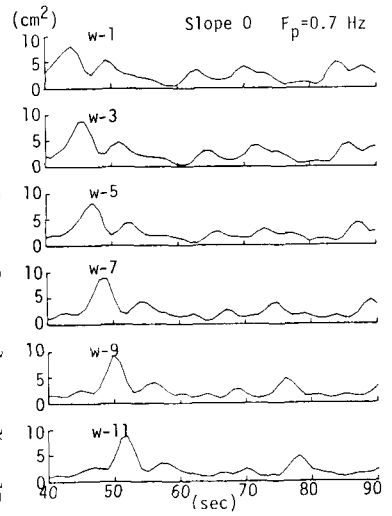


図-2 エネルギーの時間記録

液を取り除くことによって得た、平均水位の変動(surf beat)の時間記録である。図-2は同じ不規則波より求めたphysical spectrumのエネルギーの時間変化であり、physical spectrumを各時間毎に周波数領域で積分を行って求めたものである。不規則波の卓越周波数帯の波は、伝播に伴い見分けがつかないほど変化するにもかかわらず、surf beatとエネルギーは共にその形状をほぼ保ちつつ伝播している。さらに両者を比較すると、両者は逆の変動を示していることがわかる。これはLonguet-Higgins³⁾が示したように、radiation stressの空間的な変化により、その大きい所から小さい所へ向かって質量輸送が生じ、surf beatが発生したと考えられる。つまりエネルギーはradiation stressに比例するもので、ここではその時間変化によりsurf beatが発生したと考えられる。図-3に示す実線はシミュレートしたsurf beatである。これは図-2に示すエネルギーの時間変化により、表面波を幾つかの波群に分け、波群毎にその中で質量の保存が成立するように、Longuet-Higgins³⁾の理論を用いてシミュレートしたものである。図中の破線は

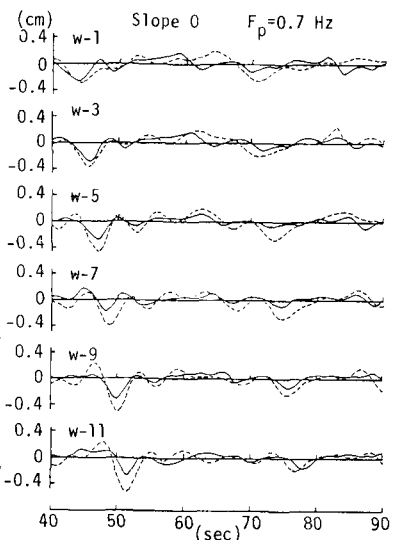


図-3 Surf beatのシミュレーション

図-1に示したsurf beatであるが、両者は比較的良好に一致しており、著者らのsurf beatに対する考え方の妥当性が確認できた。

2. 斜面上における長周期の水位変動: 図-4,5は $1/10$ 斜面上で規定した、ピーク周波数 0.7Hz の不規則波の 0.2Hz 以上の表面波を取り除いた水位の、時間記録と空間記録である。波高計の設置状況は図-5の上部に示す通りで、その間隔は 1m である。図-4は図-1と異なり、その記録には伝播の様子は見られない。図-5は1秒毎の空間記録を示したものであるが、明らかに伝播の様子は見られず、W-5とW-6の中間付近を節とした定常波が見られる。一般に汀線付近に見られる定常波はエッジ波と重複波が考えられるが、ここで用いた不規則波では水槽の構造上エッジ波は存在し得ず、ここに現れた定常波は重複波であると思われる。図-6の実線はSuhayda⁹⁾の理論より求めた、重複波の節の位置と周期との関係を示したものである。●はピーク周波数が 0.7Hz 、○は 1.0Hz の不規則波を解析したものである。プロットした点は何れも実線とよく一致しており、図-4,5に示した記録は重複波であることが確認できた。しかし斜面上でも水平床部分と異なる長周期水位変動が存在する訳でなく、表面波のエネルギーは破波による減少はあるものの、水平床土と同様にある程度形状を保ったまま伝播していると考えられる。したがって斜面上でもsurf beatは発生しているはずである。しかし斜面上では破波により、表面波のエネルギーは急激に失われる。したがってそれまで表面波のエネルギーに拘束されていたsurf beat(平均水位の変化)が、一時に解放されてfree waveとなったと考えられる。図-4,5からわかるように、surf beatの振幅は 1cm 以下であり、波長は数メートルにも及ぶ。そのような波形勾配の小さい波は汀線で完全反射し、そうした反射波が入射波であるsurf beatと重なった時、重複波が現れると考えられる。したがって、図-4,5の定常波は必ずしも時間的に定常である訳ではない。図-6の破線は長波近似によるエッジ波の節の位置と周期との関係を示したものである。破線もプロットした点とよく一致している。エッジ波は重複波と異なり固有の分散式を有しており、それを満足する外かにより破波帯付近で共振現象を示すものである。これより不規則波のエネルギーの非定常性に伴う水位変動(surf beat)が十分にエッジ波を発生させる外かとなり得ることがわかる。

4. おわりに: 本研究では不規則波に対し、波群モデルという新しい概念を用いて、長周期の水位変動について検討を行った。Surf beatのシミュレーションについては比較的良好な結果が得られ、surf beatは表面波のエネルギーの非定常性により発生する拘束波と考えても差し支えはない。斜面上では破波により解放されたsurf beatがfree waveとして汀線で反射し、次のsurf beatと重なって重複波が発生することを示した。さらに、surf beatはエッジ波を励起させる外かとなり得ることも示した。

- 参考文献: 1). 朝倉, 木村, 瀬山: 第33回中四学講集, PP45~96, 1981.
2). 保木本, 木村: 浅海域における波群の伝播について, 第35回中四学講集, 1983.
3). Longuet-Higgins and Stewart: Deep Sea Research, Voll. 11, 1964.
4). Suhayda: Standing waves on beaches, J. Geophys. Res., Voll. 79, 1974.

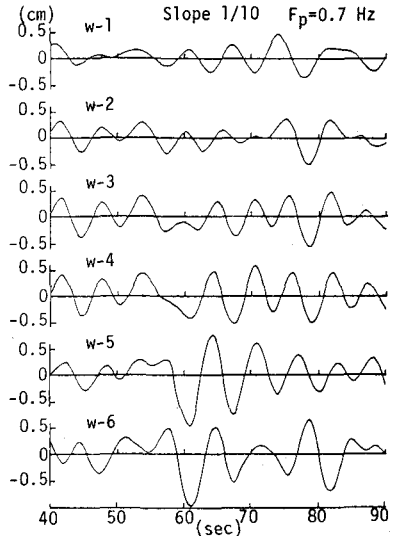


図-4 平均水位の時間記録

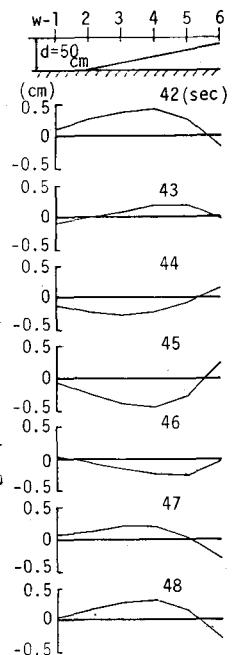


図-5 平均水位の空間記録

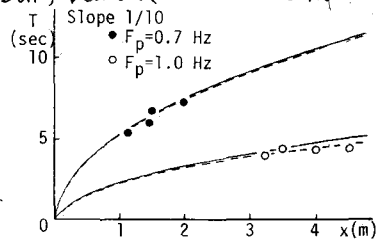


図-6 定常波の節の位置と周期の関係