

Surf beatの伝播について

鳥取大学大学院 学生員 ○ 朝倉一雅

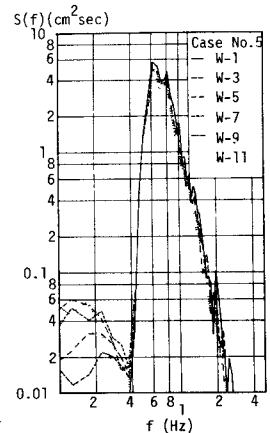
鳥取大学工学部 正 員 木村 晃

鳥取大学工学部 正 員 瀬山 明

1. はじめに: Surf beatは港湾のサージング現象の原因となり、しばしば湾内の船舶に被害を及ぼすことが知られている。また水位の上昇のため、防波堤から越浪しやすくなることや、波の迎上高さが大きくなることも、surf beatのもたらす災害として挙げる事ができる。したがって、従来よりその発生原因に関して、さまざまな研究がなされており、例えば、Munk¹⁾は砕波によって質量が岸向きに輸送されるため、砕波の程度によって質量の輸送量が異なり、それによって水位が変動し、これがsurf beatとして確認されると考えた。また、Longuet-Higgins²⁾は、radiation stressという運動量フラックスを想定し、これの空間的变化と運動量の時間的变化によってsurf beatの説明を試みた。しかし、これらの理論は、surf beatの発生原因の側面しか説明しておらず、まだ十分なものとは言えない。この研究はやはりこのsurf beatの発生メカニズムについて検討したものであり、特にそれが波のエネルギーの非定常性に起因するものと考え、検討したものである。

2. Surf beat: この研究に用いたデータは、京都大学工学部土木工学教室に設置された長さ27m、幅50cm、深さ70cmの両面ガラス張り水槽を用いて行った、不規則波の伝播特性に関する実験の結果である。不規則波のスペクトル形は主にPierson-Moskowitz型のスペクトルであり、ここではピーク周波数が0.7Hzの不規則波を用いた。図-1からわかるように、これらのケースでは、不規則波のエネルギーの主要部の低周波側に、エネルギー密度の高い部分の存在することがわかる。Surf beatに関しては、現在明確な定義があるわけではないが、ここではこの低周波側の成分をsurf beatとして取り扱うことにした。このため、まず水面変動をFFTにより周波数分析し、適当な周波数より高周波側の振幅をすべて0とおき、逆FFTにより再合成した波形をsurf beatとして解析した。なお、高周波側のカットオフ周波数は、図-1を参考にして0.4Hzとした。

3. 結果及び考察: 図-2は一般水渠の実験結果で2m間隔で設置された波高計の記録を、前述した方法によって解析して得たsurf beatの時間記録である。図からわかるように、各波高計のデータは少しずつ変化しているものの、surf beatの形状はよく対応しており、ピークの出現時刻は下流の波高計ほど遅れているのがわかる。図-3はこのピークの伝播速度を示したもので、△印がsurf beatを表わ



しており、各波高計でのピークの出現時刻をプロットしたものである。図中の実線は微小振幅波理論から計算した0.7Hzの波の群速度の伝播距離と時間との関係を示したものである。また破線と一点鎖線もそれぞれ同様に微小振幅波理論より算出した波速と長波の波速を示したものである。図より、surf beatはほぼ群速度で伝播していることがわかる。図-4は同じデータを解析して得た、physical spectrumの時間変化(ピーク周波数成分)を示したものである。この図よりエネルギーの形状は、図-2と同様にその形状をよく保ちながら伝播していることがわかる。また図-3の○印はsurf

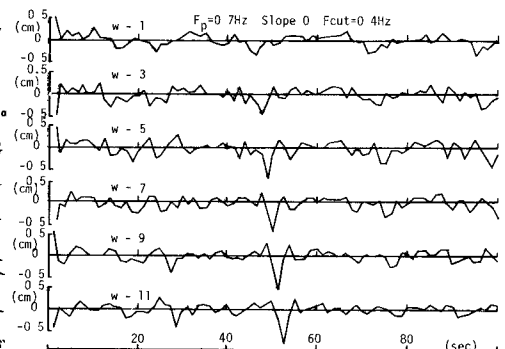


図-2 Surf beat

beatと同様に、エネルギーの特徴あるピークを各波高計ごとに追っていき、その出現時刻をプロットしたもので、これもsurf beatと同様に、群速度とよく一致して伝播していることがわかる。次に図-2と図-4を比較すると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。このようにエネルギーとsurf beatの間に逆の変動が見られるが、この図からはsurf beatはエネルギーの非定常性とよく対応していることがわかる。図-5はradiation stressの時間的変動によって生じる、水位変動の時間記録である。Radiation stressは、Longuet-Higginsらによって提案されたもので、彼らの理論によると、水位変動はradiation stressの空間的变化と、運動量の時間的変化とによって生じるものである。この研究では水位変動の計算を以下の手順で行った。すなわち、不規則波の水位変動をzero-up-cross法で解析し、波高・周期を決定する。次にLonguet-Higginsらの理論を用いて1波高のradiation stressを計算し、これによって生じる水位変動量を、初期値を0として積分し、時間的な水位の変化を計算した。この図と図-2のsurf beatを比較すると、この方法により計算した水位変動は図-2に比して比較的ゆっくり変動しているものの、図-2の顕著なピークの出現時刻はほぼ対応しており、この方法による解析がかなり有効であることがわかる。しかし、絶対値は計算値の方が幾分か大きく、詳細についてはさらに検討を要する。

この研究の結果、平均静水位の変化(surf beat)は波のエネルギーの間欠性に起因するものであり、少なくとも砕波点より沖側ではそれ自体が固有の特性をもった独立した波でないことがわかった。

すでに著者らの一トにより不規則波のエネルギーの非定常性について検討が行われており、不規則波の波群のモデルの概念が提案されている³⁾。波群の大きさは数値程度であり、それら波の連の理論である程度説明できることも示されている。ここで示したように、surf beatはこの波群による平均静水位の時間的な変化は見かけ上低周波の波になったものと考えられる。力学的な発生メカニズムは、Longuet-Higginsら理論である程度説明できるが、定量的には更に検討を要すると考える。

なお、この研究では斜面においても一様水深の場合と同様の研究を行い、ほぼ同様の結果が得られたが、ここでは省略する。

4. 参考文献

- 1) Munk, W. H.: Surf beats; Trans. A. G. U., Vol. 30, NO. 6, PP. 849~854, 1949.
- 2) Longuet-Higgins, M. S. and R. W. Stewart: Deep-Sea Research, Vol. 11, PP. 529~562, 1964.
- 3) 木村 晃: 関西支部年次学術講演会講演概要、II-70, 1979.

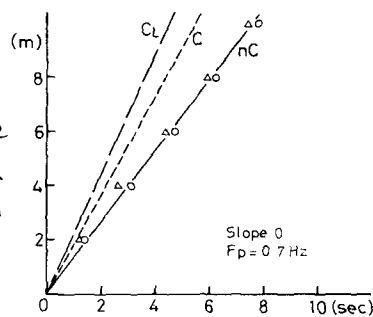


図-3 Surf beatの伝播

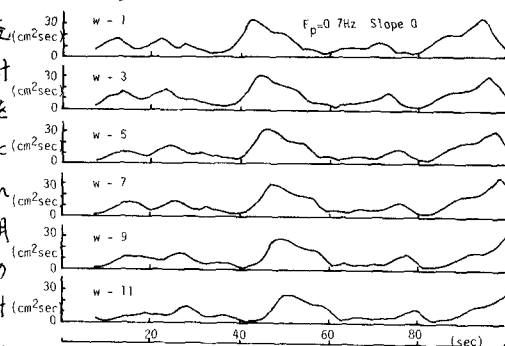


図-4 Physical spectrum

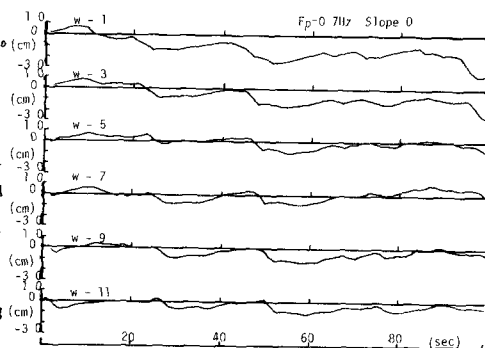


図-5 平均水位の変化