

波高分布モデルと海流パターンについて

鹿児島大学工学部 正会員。佐藤 道郎
福岡市役所 “ 坂井 恵一

1. まえがき

平面水槽の固定床一様勾配斜面(勾配1/25)の海流模型に、汀線に直角に規則波を入射させて海流系のパターンを調べたことがあったが、その折に図1に示すような流れが観察された。これから、図2に示すような汀線に平行な2列の循環セルが生じているものと考えられた。このような固定床一様勾配斜面上での海流の発生について、Bowen(1969)は砕波帯内の波高に沿岸方向の振動を与えて解析し、ほぼ砕波線上に中心があるような一列の循環セルの生成を示した。著者らの実験データの場合についてもBowen流に計算すると一列の循環セルしか生じず実験で見られたようなパターンは計算されない。だが、砕波帯前後の波高の与え方によっては流れのパターンが変わり実験と近い流れを示すこともある。本文では砕波帯前後の波高分布の与え方によって、計算上得られる流れのパターンがどうなるか、という点について若干の検討を行った。

2. 計算方法および波高分布モデルと計算結果の考察

線形化された定常海流の運動方程式と連続方程式に基づき $h = x \tan \beta$ で表される一様勾配斜面で汀線に直角に波が入射する最も簡単な場合について計算を行った。計算方法はNoda(1973, 1974)に準じた。ただし、Nodaは海底地形が単純でない場合について地形の影響を考えているが、ここでは単純な地形を対象とし、波高分布の影響を考えている。一様勾配斜面に直角に波が入射する場合、Bowenが示したように、沿岸方向に波高が変化しているトラディショナルストレスの勾配が生じ、これが海流を生じさせる駆動力となる。沿岸方向に波高変化の生じる原因としてBowenらはエッジ波によるものとしてきたことは周知のとおりである。また、実験水槽内で発生する斜行波によるクロス波の存在も指摘されている(堀川・丸山, 1976)。図1の場合についてエッジ波の存在によって説明できそうかどうか検討してみる。海流を発生させるようなエッジ波として、入射波周期と同じ周期をもつ(synchronous)定常エッジ波、入射波周期の整数倍の周期をもつ(subharmonic)定常エッジ波が考えられている。それぞれについて波高分布は図2(c), (b)のようになる。実験時の離岸底間隔からエッジ波の波長 L_e を求め、Eckartによる分散関係式から入射波と干渉するエッジ波の周期を考えるとサブハーモニックのエッジ波が対象となる。

入射波とエッジ波を組み合わせて砕波帯内外の波高分布を与えればよいことになるが、この扱い方についてこれまでの数値シミュレーションの報告をみると必ずしも決まった自明な事柄ということでもないように思われる。Bowenは砕波線で周期的な波高変化を与え、汀線に向かって直線的に減少する波高を与えた。砕波線は波高の大小に関係なく汀線から一定の距離としている。また、砕波線より沖側では駆動力が無いとしている。これは、砕波前の入射波高が x に関係しない、すなわち、浅水変形を無視していることに相当し、この波高分布を模式的に描くと図3の(1)のようになる。 H_1 は高いところの波高、 H_2 は低い波高である。

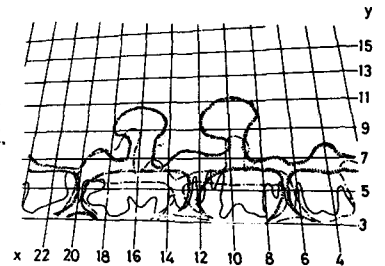


図1

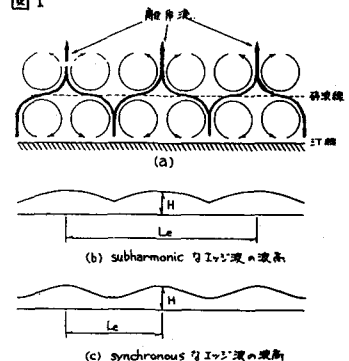


図2

この波高分布で計算した例が図7の(1)に示されている。計算ならびに図示した範囲が図4に示されている。図中の中で示された曲線は輸送流れ関数である。この場合には一列の循環セルしか形成されない。ところが、図3の(2)に示したように砕波線より沖側の波に対して浅水変形を考慮してやると、図7の(2)のように、少し変えただけで流れのパターンは全く変化し、砕波線の前後に二列の循環セルが計算される。しかし、砕波線が波高の大小にかかわらず汀線と平行という点についてどうかという気もする。図3の(3)は、高い波は遠くで、低い波は近いところで砕けるとした場合のもので、砕波後は直線的に波高が小さくなるとしている。この場合、砕波限界としてMiche型のものを考えれば、図のように砕波前に大きな波高のところは砕波後は低い方の波になるような分布をすることになる。また、孤立波理論によるものを考えると砕波帯内の波高は一樣になってしまうように考えられるが、砕波帯内の平均水位はwave setupの開始位置によって決まり砕波波高の高いところの岸側が水位が高いことになる。(3)は入射波とエッジ波を重ねてから砕波条件を課したもので、計算結果の例は図7の(3)に示されている。このよう重ねてから砕波条件を課すと、エッジ波がある場合、汀線で波のrun upにそれが現れることが言われるが、それは表現し得ない。そこで図3の(4)のように入射波のみに砕波条件を課して、それとエッジ波を重ねるという考えもとられている。それによると図7の(4)のような結果が得られる。この場合には汀線からの砕波位置がどこでも同じということになる。以上、(2)、(3)、(4)の場合は汀線方向に二列の循環セルの生成が示され、その点では、実験結果はサブハーモニック定常エッジ波の存在で解釈できそうにも思われ、良く合う例もあるが、図5に示したように、水槽内での流れの位置関係の合わないものもある。砕波帯内外の波高分布の綿密な測定により、このあたりの状況をもっとはっきりさせていく必要があるように思われ、今後の課題としていきたいと考えている。

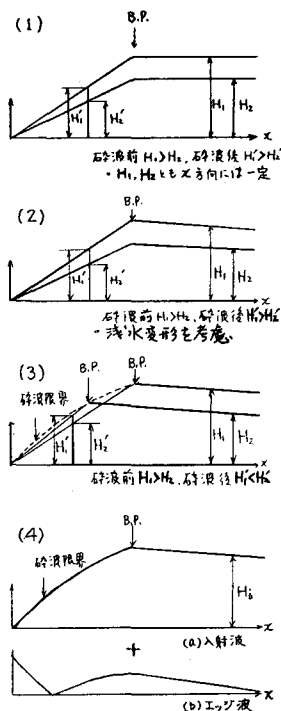


図3. 波高分布モデル

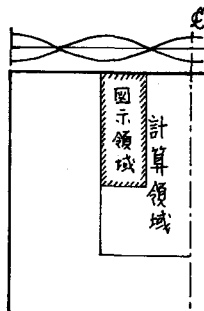


図4. 計算、図示の範囲

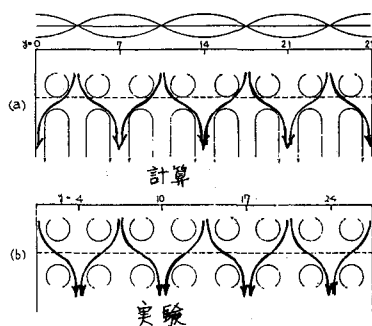


図5. 計算と実験の流れの比較例

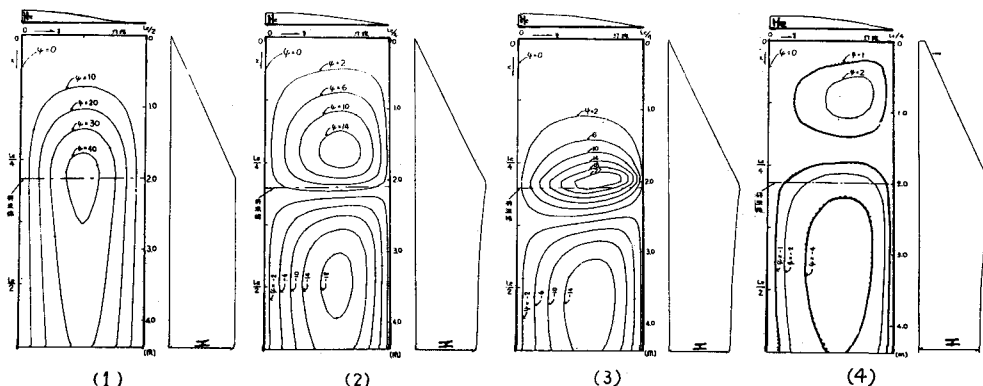


図7. 計算結果