

茨城県土木部 正会員 富永幸一
 横浜国立大学工学部 正会員 磯部雅彦
 東京大学工学部 正会員 飯川清司

1. 緒言

防波堤による波の回折を検討する際には、回折図が利用される。しかしながら、回折図における回折係数は一様水深の仮定に基づいて計算されるため、厳密には斜面上の波の回折現象に適用することはできない。また、数値計算によって解く方法も考えられているが、その適用はかなり煩雑である。さらに、斜面上において波が砕波するような場合には、理論的に取り扱いが困難な状況にある。そこで、本研究では斜面上の波の回折について、入射波が非砕波および砕波の場合の実験結果を基に考察を行なった。特に、非砕波の場合については、今回の実験範囲における従来の数値計算法の便宜的適用法について検討した。

2. 実験装置および方法

図-1に示すように、幅120cm、長さ600cm、深さ25cmの小型平面水槽に、 $1/8$ と $1/40$ の二段の勾配を有する固定斜面を設置した。この斜面上に長さ60cmの鉄板を鉛直に立て、これを防波堤模型とした。波は防波堤に垂直に入射させ、入射波が非砕波の場合と砕波の場合について、それぞれ2ケースの実験を行なった。防波堤の位置における波長は、各ケースとも概ね43cmとして、防波堤設置前後の波高分布を容量式波高計により測定した。

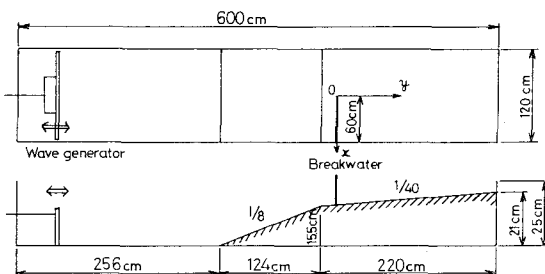


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

一様水深における波の回折の場合、回折係数は各点において、回折波高の入射波高に対する比の値として定義される。斜面上の波の回折では、波高が水深の影響を受けて変化するため、回折係数 K_d は各測点において、便宜的に(1)式によって計算した。

$$K_d = H_d / H_m \quad \text{----- (1)}$$

ただし、 H_d : 各測点における防波堤設置後の波高

H_m : 各測線ごとの防波堤設置前の平均波高

今、この実験を模型防波堤の2倍の長さの島堤による回折現象であると見なし、従来得られている計算結果と比較する。この場合、波長の値が必要となるが、斜面上の回折においては、水深の影響によって波長が変化するため、どの地点における波長を採用するかという問題が生じる。そこで、まず防波堤の位置における水深と周期から、微小振幅波理論を用いて計算した波長 L_p を用いた。図-2および図-3は計算結果と実験結果とを比較したものである。ただし、CASE-1は $1/8$ 斜面上、CASE-2は $1/40$ 斜面上の非砕波の場合であり、計算において入射領域における

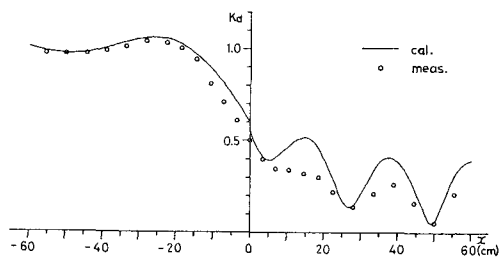


図-2 回折係数 (CASE-1, $y=13.0\text{ cm}$)

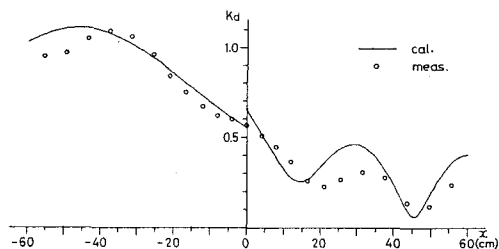


図-3 回折係数 (CASE-2, $y=57.5\text{ cm}$)

仮想堤端からの回折波の影響は無視した。図-2に示されるように、防波堤に近い割線の場合には、割点における波長が防波堤の位置での波長に近いため、実験結果と計算結果とが比較的良く一致する。しかし、図-3のように防波堤から遠い割線では、回折領域における節と腹の位置が、計算結果と実験結果とで異なっている。これは、水深が浅くなるにつれて波長が短くなるにも拘らず、 γ も座標を無次元化する際に、防波堤の位置での波長を用いたことが一因であると考えられる。そこで、水深の減少に伴う波長変化の影響を計算に取り入れるため、便宜的ではあるが、各割線において水深と周期から微小振幅波理論によって計算される波長と防波堤の位置での波長の平均値を用いて計算を行なった。この結果を図-4に示す。これを見れば、回折領域における節と腹の位置が、実験結果とほぼ一致し、上述の便宜的方法が比較的良好な結果を与えていることがわかる。ただし、腹の位置における回折係数の実験値は計算値よりも若干小さくなっている。

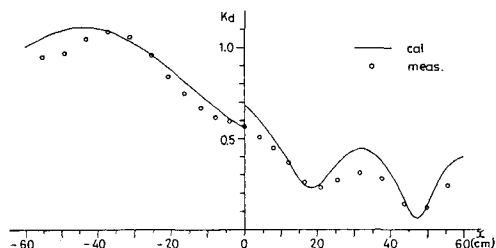


図-4 回折係数 (CASE-2, $y = 57.5 \text{ cm}$)

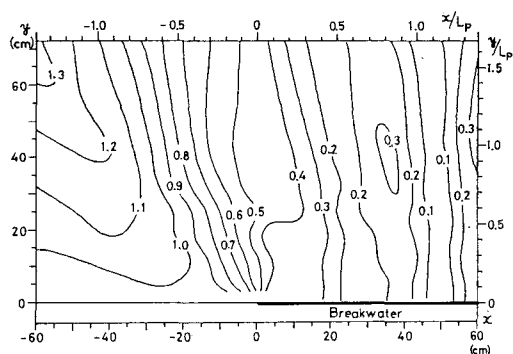


図-5 等回折係数線 (非碎波, CASE-1)

次に、入射波が非碎波および碎波の場合の実験結果から求めた等回折係数線を図-5および図-6に示す。非碎波の場合、回折領域で回折係数が0.5以下となり、防波堤による遮蔽効果が大きい。これに対し、碎波の場合、回折係数は比較的防波堤背面に近い領域で0.5以下であるが、防波堤から離れるにつれて増大し、1に近づく傾向にある。すなわち碎波の回折においては、防波堤の遮蔽効果は非碎波の場合に比べて小さいと言える。このうち、防波堤から離れた部分については、碎波の波高が水深によってほぼ規定されてしまうということから説明される。また防波堤背面に近い領域においては、防波堤背後に生ずる循環流の影響により、波の進行に対し強い逆流が存在した。これは波高の増大をもたらすために、見かけの回折係数の値が大きくなるのであろうと判断される。すなわち、碎波の回折においては、本来の回折現象に加えて、碎波の継続による波高変化、および碎波帯内に特徴的に見られる流れとの相互干渉により、遮蔽効果の低下が見られる。

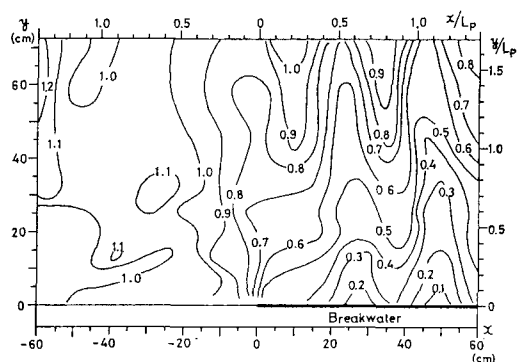


図-6 等回折係数線 (碎波, CASE-4)

4. 結 語

碎波帯付近に構造物が設置されている場合の、流れ、砂移動および振動等の評価を行なうためには、そこでの波の場を把握することが必要である。本研究により、斜面上における非碎波の回折については、波長に関する補正を行なうことにより、一樣水深の場合の計算結果を便宜的に適用することとある程度可能であることがわかった。また、斜面上の非碎波および碎波の回折現象についてその定性的な差異を調べた。今後はさらに、碎波を含む斜面上の波の回折について、実用的な計算法を確立していく所存である。