

京都大学工学部 正員 間瀬 肇

京都大学工学部 正員 岩垣 雄一

1. まえがき ポルトガルの Sines 港の防波堤の被災(1978)の原因の1つとして、波高の大きな波が引き続いて来襲する、いわゆる wave groupe (波群) が、法面を被覆している異型ブロックの崩壊を助長した結果であるという説明が最近話題になっている。防波堤の法面崩壊以外にも、各種の海岸工学の問題に影響をおよぼすであろうことが合田(1976)によって指摘されている。Johnsonら(1978)は、同じスペクトル形を持っているが、異なる wave groupe を持った不規則波を用いて、傾斜防波堤の安定性実験を行った結果、wave groupe のきわだった不規則波の方がより大きな被害を与えることを示した。したがって、一般に不規則波を設計波として表現するのに、パワースペクトル分布を用いるだけでは不十分で、wave groupe の効果を何らかの形で表現し、取り入れる必要がある。wave groupe を表すパラメーターとしては、Funkeら(1978)の GROUPINESS FACTOR および合田(1976)の波高の連があげられる。波高の連の理論的研究としては、隣り合う波高の間には全く相関がないとするもの、および狭帯域スペクトルを仮定するものに大きく分類される。現地の風波はこれらどちらの仮定とも一致せず、両者の中間の性質を持っているため、木村(1980)は波高の時系列をマルコフ連鎖に従うと仮定し、連の確率特性を検討した結果、実験値と良く一致することを報告している。

本研究は、水深減少にともなう波高の連の変化について実験的に検討するものである。海岸構造物は浅海域に設置されることが多く、設計波として波高および周期を設定するだけで、上述のように不十分な場合もあり、wave groupe の効果も今後は考慮していく必要がある。その第1歩として、浅海域における波高の連の変化を取上げる次第である。

2. 実験装置および実験方法 実験は京都大学工学部土木系教室地下実験室に設置されている、長さ27m、幅50cm、高さ70cmの両面ガラス張り水槽を用いて行った。斜面はアルミ製の板を用い、勾配は $1/30$ 、 $1/20$ および $1/10$ の3通りに変えた。実験に用いた不規則波は、岩垣・木村(1974)によるシミュレーションシステムを利用し、沖波波形勾配の異なる5種類の波を発生させた。一様水深部の水深は50cmと一定にした。水位変動は11台の容量式波高計を用いて測定し、14チャンネルデータレコーダーに記録したのち、0.04secごとにA-D変換を行い、解析に用いた。なお、波はゼロアップクロス法で定義し、波の数は1000波前後である。

3. 実験結果および考察 波高の連の長さに対するスペクトルの影響を表すパラメーター、あるいは波高の相関係数を決めるパラメーターとして、合田(1970)により Peakness parameter Q_p が提案されている。これはスペクトルのピークの尖鋭度を表すもので、 Q_p が大きくなるにつれて波高の連の平均長が長くなる傾向がある。図1に、斜面勾配が $1/30$ 、 $1/20$ における、水深減少にともなう Q_p の変化、波高の連の平均長 $\overline{j(H>H_{1/3})}$ 、 $\overline{j(H>H_{mean})}$ および平均くり返し長さ $\overline{l(H>H_{1/3})}$ 、 $\overline{l(H>H_{mean})}$ を示す。なお、図中に換算沖波波形勾配を示している。これらの図から以下のことがわかる。(i)各斜面勾配とも尖鋭度パラメーター Q_p の値は、水深の減少とともに減少する。これは、水深減少に伴い砕波する波が徐々に増加し、パワースペクトルのピーク付近のエネルギー密度が減少するとともに、高周波数側および低周波数側のエネルギー密度が増加することにより、スペクトル形が平坦になり尖鋭度がにぶることによる。(ii) $\overline{j(H>H_{1/3})}$ は R/H_0' が2以上ではほぼ一定であるが、波形勾配が大きい場合、 R/H_0' が1.5付近で若干大きくなったあと徐々に減少する。また、この傾向は斜面勾配がゆるやかになる方が著しい。(iii) $\overline{l(H>H_{1/3})}$ も $\overline{j(H>H_{1/3})}$ とほぼ同じ傾向をもっている。(iv) $\overline{j(H>H_{mean})}$ をみると、特に波形勾配の大きい場合、 $1.0 \leq R/H_0' \leq 2.0$ で極大値をとったあと急に減少しているのがわかる。これにもかかわらず、 $\overline{l(H>H_{mean})}$ は $1.0 \leq R/H_0' \leq 2.0$ で著しい増加はみられない。一般には、高波が数多く来襲す

れば、それにもよって小さな波も数多く来襲すると考えらるが、 $\overline{L(H>H_{mean})}$ がそれほど大きくならないのに $\overline{j(H>H_{mean})}$ が増加するという結果が得られた。二からの波高の連の平均長および平均くり返し長さ Q_p の変化の関係について考察する。合田の数値シミュレーション結果によると Q_p が大きくなると、平均長や平均くり返し長さが大きくなるが、水深減少にともなう連の変化にはそれがみられない。二は、スペクトル形が shoaling や砕波変形の影響を受けるため、もはや数値シミュレーション波形のように、 Q_p が一般的な指標となり得なくなる可能性があるからである。特に、 $1.0 \leq h/H_0 \leq 2.0$ で Q_p が減少しているにもかかわらず、平均連長が大きくなるという結果が得られた。合田・永井(1974)は、沿岸波浪データを整理して、波高の連についてもまとめている。その結果、数値シミュレーション結果は現地データの結果のほぼ下限値に相当することを示した。現地データの方がシミュレーション結果より大きめなのは、スペクトルの高周波側に含まれる非線型成分のため、スペクトルの尖鋭度をにぶらせるため、現地データをシミュレーションデータと正しく比較するには非線型干渉の項を取り除いたスペクトルについて Q_p を求めてプロットする必要性を指摘している。しかし、今回の実験結果から、それ以外に shoaling および砕波変形が大きな影響をもっており、平均連長も大きくするもの一つの原因であると考えらる。また、今回の実験結果から、斜面勾配および沖波波形勾配もパラメータの一つとなり得ることを示している。

傾斜堤あるいは混成堤の基礎工種も被覆している捨石ブロック異型ブロックは、波高の大きな波が引き続いて来襲するとき、最初の大きな波でブロック相互のかみ合わせがゆるめられ、それが安定する

までに、次の大きな波のもしり流いで崩壊に至るという報告もあり、この点から斜面上の土上特性に影響をおよぼす波群の効果を検討する必要がある。

最後に、本研究を行うにあたり御助言をいただいた京都大学工学部西井哲郎助教授、ならびに当時大学院修士学生田中剛君(現兵庫県庁)に感謝の意を表するとともに、本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究(1)による研究の一部であることを付記する。

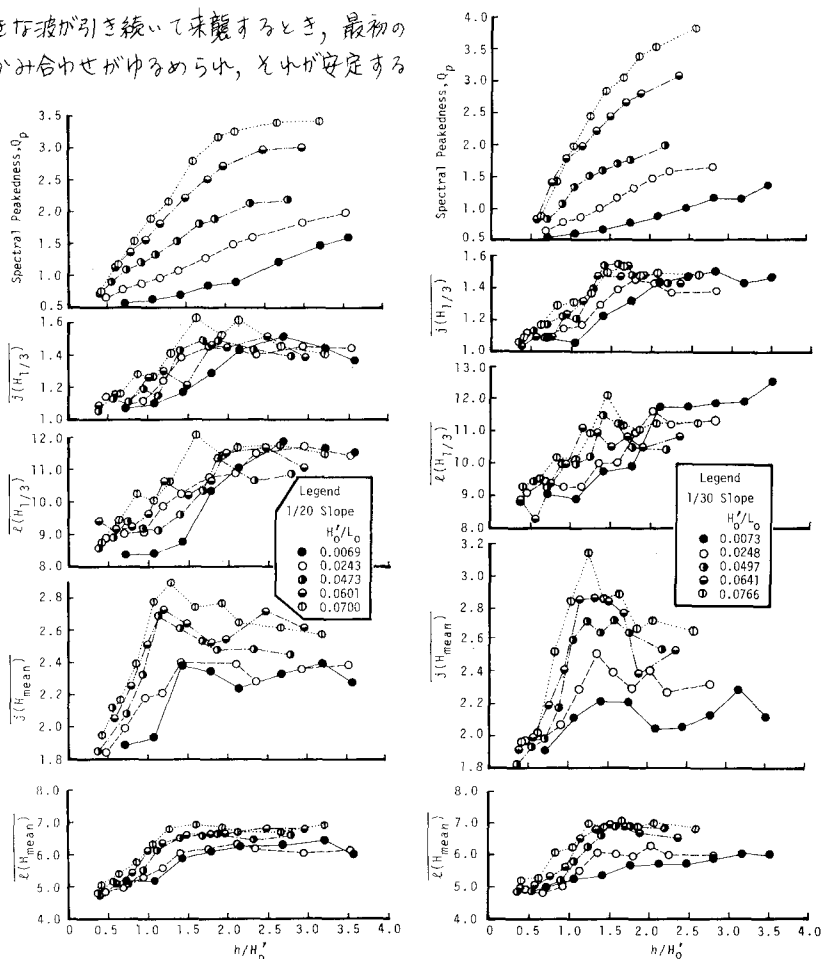


図1 水深減少にともなう尖鋭度パラメータ、平均連長および平均くり返し長さの変化