

重複性砕波変形の内部特性について

熊本大学 工学部 正員 滝川 清 田淵幹修
学生員 ○有元光久 加行 孝

1. はじめに

砕波機構の解明は、構造物に作用する波力の評価や海岸底質の移動、拡散現象等と密接に関係し、極めて重要な課題の1つである。従来の研究では、砕波現象をマクロの立場からとらえ、いわゆる砕波指標として整理されてきたが、近年の計測技術の発達に伴って、砕波の内部機構に注目した研究が盛んに行われ、進行性砕波に関する知見が得られつつある。筆者らも¹⁾数値シミュレーション手法等を中心にその内部特性に関する研究を進展している所である。さて、沿岸構造物の近傍では完全重複波あるいは部分重複波が生じ、容易に砕波するが、この内部特性に関する研究²⁾は非常に数少ない。

本研究は、この重複性砕波に着目し、その内部特性を解明しようとするもので、今回は、研究の初めとして、まず完全重複波の砕波を対象として実験的及び数値解析により検討を加えるものである。

2. 実験的研究

実験は全長3.8mの幅50cmの2次元水槽を用い、水槽の途中に1/20の勾配の斜面を設置し、さらに斜面上端より岸側を水平にして、21cmの一定水深部を設置して、斜面上端より3mの位置に鉛直壁を設けた。鉛直壁前面近傍にポリスチレン粒子を散乱させ、完全重複性砕波の状況をシャッター付きビデオカメラに収録した。また、鉛直壁前面には水圧計を静水面上9cm、4cm及び水面下1cm、6cmの合計4個を設置し水圧の計測を行うと共に、波高計により壁面の水位も同時に計測した。実験ケースは表-1に示す通りである。ただし、入射波高は斜面上端部での波高である。

図-1はビデオ画像から読み取った1/15sec毎の水面形でCase2の場合を示した。この場合入射波は有限振幅性を帯び、波頂部は最大水深の約2倍に達し、極めて急峻な形となる。

図-2は、Case3の鉛直壁前面における水位(cm)及び圧力 $p/\rho g$ (cm)の時間変動を図示したものである。水位変動の縦軸に、それぞれの水圧計の設置位置を図示している。圧力変動は、それぞれの設置位置での静水時での圧力を基準としており、空气中に露出する場合は計測が途切れることになる。圧力変動は、水面下ではよく知られるように双峰型の変動を呈し、水面近傍および上部の位置では、いわゆる衝撃波圧の非対称な変動を呈する。最大波圧は水位上昇の頂部より以前で発生することが分かるが、特に静水位より上に設置された圧力計P1、P2は水面下にある間でも負圧が生じ、それが水位最大時ではなく直後の下降期に生じている事が確かめられる。他のケースにおいても同様の実験結果が得られており、壁前面での流体が自由落下状態にある事が類推される。

表-1 実験ケース

実験ケース	周期(Sec)	波高(Cm)	水深(Cm)
Case 1	0.7	9.7	21
Case 2	1.01	10.0	21
Case 3	1.46	12.0	21

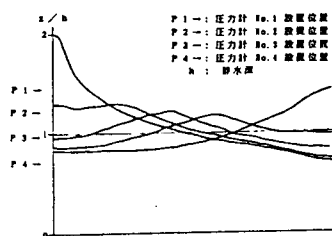


図-1 水面波形 (VTR画像)

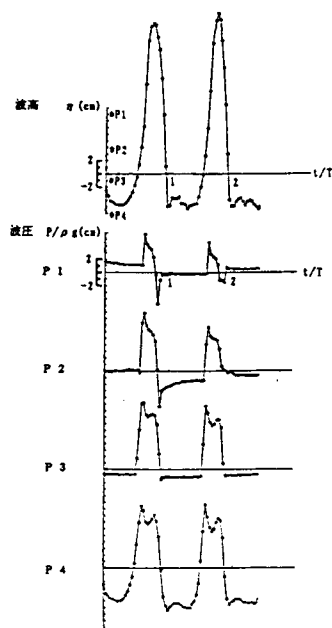


図-2 水位；波圧の時間変動

3. 数値解析

数値シミュレーションとして、有限振幅波の非定常運動のFEM解析²⁾およびFEM解を初期条件としたSMAC法¹⁾を用いる。以下の各図は、実験ケース3に対するものである。

図-3は、FEMによる水面波形の空間分布を1周期間図示したもので、有限振幅波の完全重複波の形成過程が実験状況とよく一致して計算されている。ただし、実験でも砕波する場合であり、計算に於いても解が不安定となる為、ここでは、人工粘性を入れた解析を行っている。

図-4はFEM解析による鉛直壁前面での流速及び加速度ベクトルを図示したもので、壁面での水位が上昇期($t/T=2.967$)及びほぼ最高位($t/T=3.033$)の場合である。図-4(2)の水位が最高点近くでは、壁面での流速は殆ど小さく上部では上向き、下部では下向きの流向となる状況が西村ら²⁾と同様計算される。また加速度は、このとき波頂部で約 $0.8g$ となり、自由落下に近い状況が出現している。

図-5は、鉛直壁面上での圧力 $p/\rho gh$ の分布を図示したものでFEM解析結果である。水位が低い時刻では、ほぼ静水圧分布となるが、水位が急峻な上昇となると頂部付近では圧力も小さく、またその勾配も非常に小さい状況が出現し、実験で測定された様に局所的に負圧が生じることと対応すると思われる。

図-6(1)、(2)は壁面より半波長だけ前面での流速及び加速度の分布を図示したものでFEM解析結果である。有限振幅波の完全重複現象である為、多少進行性砕波の要素を含むが、図-4の壁前面と同様、峰の波頂近くには大きな加速度が発生し、自由落下に近い状態が出現するものと思われる。

4. おわりに

完全重複波の砕波機構に関し若干の考察を加えたが、紙面の都合上割愛した、SMAC法による解析結果及び他の詳細は講演時に報告する。

参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 滝川、山田、加行：斜面上砕波変形機構の数値解析，平成元年度土木学会西部支部Ⅱ-6，1989.
- 2) 西村、武若：重複性砕波の内部機構に関する研究，海岸工学論文集第36巻，pp. 46～50，1989.
- 3) 滝川、岩垣：有限要素法による斜面上の波の砕波変形と内部機構の解析，第30回海岸工学論文集，pp. 20～24，1983.

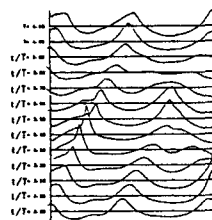


図-3 空間波形 (F.E.M 解析)

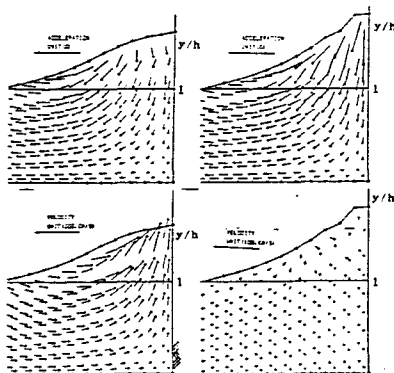


図-4 (1) $t/T = 2.967$ 図-4 (2) $t/T = 3.033$

図-4 流速：加速度ベクトル

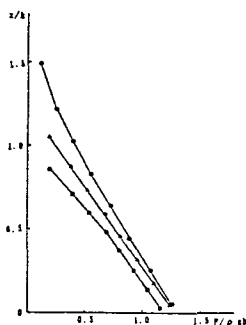


図-5 鉛直壁面上の圧力分布

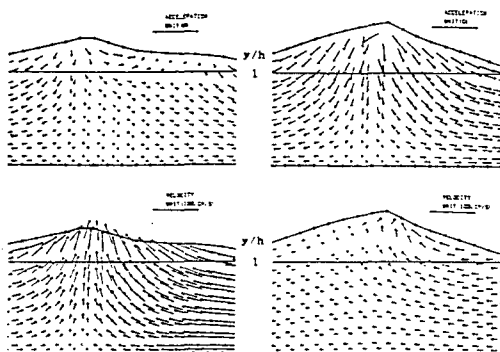


図-6 (1) $t/T = 3.433$ 図-6 (2) $t/T = 3.533$

図-6 流速：加速度ベクトル