

ステップ上の直立壁に作用する衝撃砕波圧の鉛直分布特性

岐阜大学工学部 正員 安田孝志・篠田成郎
 学生員 ○ Seyed Ali Azarmsa・加藤博之

1. 緒言

波圧による衝撃砕波圧の問題は、設計外力として重要なだけでなく、流体力学的にも興味深い現象である。それは砕波という限界状態にある波動による流体運動と構造物の相互作用に関わる問題であり、線形理論の枠内で捉えられる波と構造物の相互作用系と大きく異なっていることによる。ここでは、ステップ上の孤立波の砕波点前後の位置に直立壁を固定し、これに作用する衝撃砕波圧の鉛直分布の測定を行い、その特性について検討する。

2. 実験装置と方法

ここで用いる実験装置および方法は既に著者らが行った実験¹⁾におけるものと同じであるが、今回は入射波条件を一定とし、圧力の鉛直分布を出来るだけ細かく測定することを心掛けた。このため、水深 h_1 およびステップの高さ R を前回¹⁾同様、 $h_1=15.0\text{cm}$ およびステップの高さ $R=9.0\text{cm}$ とし、入射波高 $H_1=8.2\text{cm}$ の孤立波を発生させ、巻き波型砕波による衝撃砕波圧の測定を行った。図-1 は、ステップ法肩から 69cm の位置を原点 ($\delta_X/h_1 = 0.0$) とし、そこから、 2cm 手前 ($\delta_X/h_1 = -0.13$)、原点 ($\delta_X/h_1 = 0.0$)、 1cm 後方 ($\delta_X/h_1 = 0.07$) に鉛直壁を設置し、それぞれの位置での静水面上の圧力測定点の高さを示したものである。このとき用いたセンサーは、受圧部直径 5mm の半導体圧力センサーであり、その先端に直径 0.5mm の穴が開いたシリコンオイル封入のアダプターが取り付けられているため、直径 0.5mm のピンポイント圧力測定が可能となっている。

3. 圧力の時間波形の空間変化

図-2 は、 $\delta_X/h_1 = -0.13$ 、 0.0 および 0.07 の位置に直立壁を置いたときの鉛直方向各点での圧力の時間波形を示したものである。これから、同一の入射波の下でも、衝撃砕波圧は直立壁の位置や鉛直方向位置によって大きく変化することがわかる。特に、砕波限界点およびその前方での鉛直方向の変化が顕著であり、そこでの衝撃砕波圧が波頂部先端の水粒子速度や加速度によっていることが示唆される。これに対し、砕波限界後と推定される $\delta_X/h_1=0.07$ では、圧力波形の鉛直方向の変化は小さく、比較的相似な形状を保っている。これは、巻き込みジェット全体が直立壁に衝突し、鉛直方向の広い範囲に圧力を作用させたことによると考えられ、圧力の最大値は若干低下するが、 $\delta_X/h_1=0.0$ の位置よりも鉛直方向に広い範囲で衝撃砕波圧を作用させるため、直立壁に対する全圧としては大きくなる可能性がある。また、 $\delta_X/h_1 = -0.13$ および 0.0 での静水面位置の圧力に封入空気塊によると考えられる振動波形が顕れているが、 $\delta_X/h_1=0.07$ ではそのような振動波形は見られず、空気塊の影響も直立壁や鉛直方向位置に極めて敏感であることがわかる。

4. 最大圧力の鉛直分布

上述の各測点での圧力の時間波形から最大値 $p_{max}/w_0 H_1$ を取り出し、各直立壁位置での鉛直分布について比較を行う。図-3 はその結果を示したものであり、上述したように最大の衝撃砕波圧は $\delta_X/h_1=0.0$ の位置の波頂点よりも若干下で生じており、その前後では同程度の衝撃圧の最大値となっている。ただし、 $\delta_X/h_1 = -0.13$ では衝撃圧が波頂点の高さの極く近傍に集中しているのに対し、 $\delta_X/h_1=0.07$ では比較的広い範囲にわたって分布している。これは、砕波の波頂部分先端と直立壁の相互作用に衝撃砕波圧が支配されていることを示している。したがって、衝撃砕波圧による構造物の動的応答解析を行う場合には、砕波圧の大きさや鉛直分布までが構造物の変位に大きく影響されるため、構造物の応答まで考慮した衝撃砕波圧の評価が必要になることがわかる。また、最大の衝撃砕波圧 ($p_{max}/w_0 H_1$)_{max} の発生点は水平方向にも鉛直方向にも局所的であり、滑動や転倒が問題となる防波堤のような構造物では、($p_{max}/w_0 H_1$)_{max} よりも鉛直方向の全圧の最大点が問題となり、それについての検討が必要となる。

5. 結語

孤立波の巻き波型砕波による直立壁上の衝撃的砕波圧について調べ、それが直立壁や鉛直方向の測定位置に極めて敏感であり、そのモデル化には巻き込みジェット先端部の直立壁への衝突過程の解明が不可欠となることを明らかにした。最後に、本研究は一般研究 (B) による成果であることを付記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 安田ら: ステップ上の直立壁に作用する衝撃砕波圧と砕波形式の関係, 海工論文集, 40, pp.756-760, 1993.

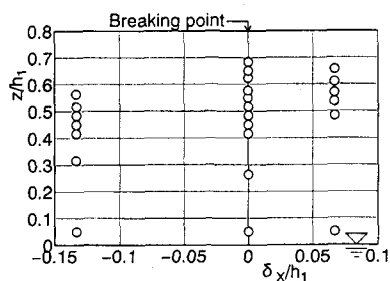
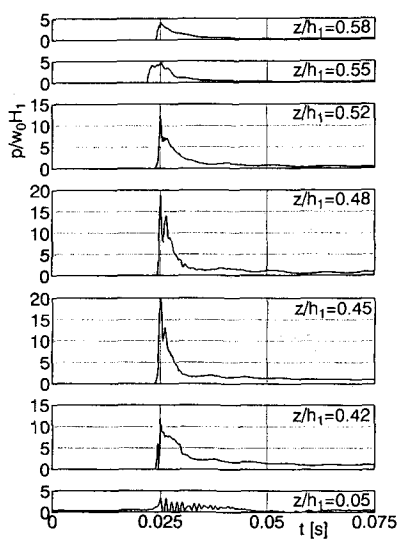
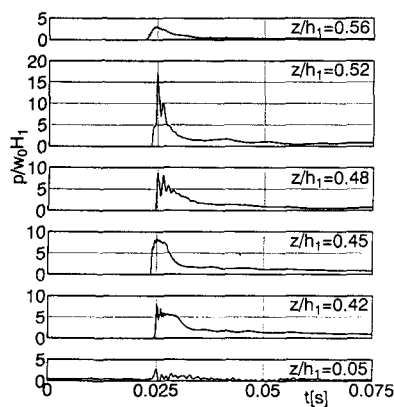


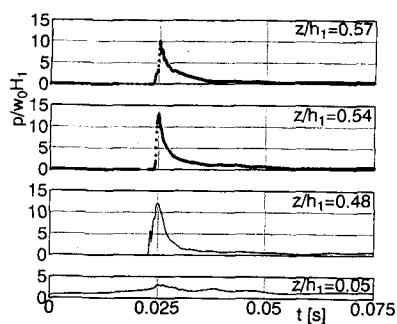
図-1 波圧の測定点



(a) $\delta x/h_1 = -0.13$



(b) $\delta x/h_1 = 0.0$



(c) $\delta x/h_1 = 0.07$

図-2 各測定点での波圧の時間波形

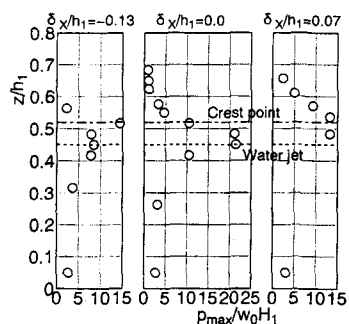


図-3 最大波圧 $p_{max}/w_0 H_1$ の鉛直分布