

II-21

衝撃砕波圧の発生および伝播特性に関する研究

新潟大学工学部 正員 泉宮尊司
 新潟市 吉田 宏
 新潟大学工学部 正員 石橋邦彦

1. はじめに

衝撃砕波圧の発生は、ケーソン壁の破損や越波量の増加、さらには塩水飛沫の増加に伴う塩害の拡大につながり、その発生機構や特性を調べることは極めて重要であると考えられる。衝撃砕波圧に関する研究は、比較的古くより行われており、Bagnold(1939)らの先駆的な研究を発展させるべく、近年では高橋ら(1994)および服部ら(1994)の精力的な研究により、衝撃的砕波圧の特性がかなりにまで明らかにされている。しかしながら、これらの研究の多くは、流体の圧縮性の影響は考慮しておらず、わずかにWeggelら(1970)の研究のみである。例えば、Bagnold型の衝撃圧の解析では、気体の圧縮性を考慮して圧力変動を解析しているが、圧力の連続性から考えると水中にもその圧力変動が伝搬するはずであり、流体中の基礎方程式については音波の波動方程式を用いるべきである。そこで本研究では、衝撃砕波圧に関する実験を行い、衝撃圧の基本的な特性を調べるとともに、音波の波動方程式を用いて伝搬特性を調べることを研究の目的とする。

2. 衝撃砕波圧に関する実験およびその特性

衝撃砕波圧に関する実験は、長さ10m、幅0.4mの2次元造波水槽に図-1に示すように、1/14の斜面を設置し、沖法勾配1/7、水平部長さ0.4mのマウンドの上に高さ20cm、幅20cmの亚克力でできたケーソンを固定して行った。ケーソン前面の水深を10cm、一様部水深を38cmにして、周期および入射波高を変化させて、合計34ケース行った。波圧計を静水面の位置と上下2cmの位置に設置し、データを2kHzから5kHzでサンプリングして、データレコーダに記録した。

図-2は、無次元衝撃砕波圧と波高水深比との関係を示したものである。ここに、 h はケーソン前面の水深、 H_B は構造物がない場合における有限振幅波の波高で、 $H_B/H_o = K_{si} + 0.0015(h/L_o)^{-2.9}(H_o/L_o)^{1.3}$ により算定している。 K_{si} は微小振幅波の浅水係数である。この図より、波高水深比が、およそ0.9で無次元衝撃砕波圧が最大となる傾向が読み取れる。図-3は、同じく無次元作用時間と波高水深比との関係を示している。相対水深が小さい場合には、波高水深比が0.8付近で最小となる傾向があるように見えるが、全体的には、波高水深比が大きくなるほど無次元作用時間が小さくなる傾向にあると言える。

3. 衝撃砕波圧の伝搬計算

衝撃砕波圧の伝搬計算を行うために、Weggelらとほぼ同様な方法により、水表面を固定し、衝撃圧発生領域を設定して計算を行った。変動圧力を p 、水中音速を C_s とすると、基礎式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - C_s^2 \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、気泡混入によって水中音速は大きく変化することから、まず音速の変化による圧力波形の変化について調べることにした。図-4にその結果を示している。この図より、音速が大きいかほど圧力の低下が速く起きることが分かる。水深を10cm、発生領域を-6cmから-4cmとして、衝撃砕波圧の伝搬の様子を示したのが図-5である。衝撃圧は斜め方向の海底に伝搬していることが分かる。この解析法を、典型的なBagnold型衝撃圧である服部ら(1994)のデータを比較したのが、図-6である。この計算は、 $C_s = 100\text{m/s}$ 、 p_{max} の発生域を $z = -2.0\text{cm}$ から 0.0cm として行っている。圧力波形や振動周期がかなり類似していることが分かる。

なお本研究の実験は、科学研究費一般研究(C)によったことを付記し、感謝する。

参考文献

- 1) Bagnold, R.A. : Interim Report on Wave Pressure Research, Jour. of ICE, Vol.12, pp.202-226, 1939.

- 2) Hattori, M, et al.: Wave impact pressure on vertical walls under breaking waves of various type, Coastal Eng., Vol.22, pp.79-114, 1994.
- 3) Weggel, J.R. and Maxwell, W.H. : Numerical model for wave pressure distributions, Proc. ASCE, WW3, pp.623-641, 1970.
- 4) Takahashi, S. et al.: Dynamic Response and Sliding of Breakwater Caissons against Impulsive Breaking Wave forces, Proc. of Int. Workshop on Wave Barriers in Deepwaters, RHRI, pp.362-399, 1994.

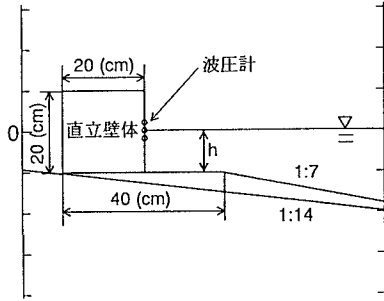


図1 実験装置

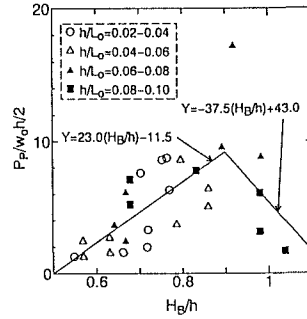


図2 無次元衝撃碎波圧

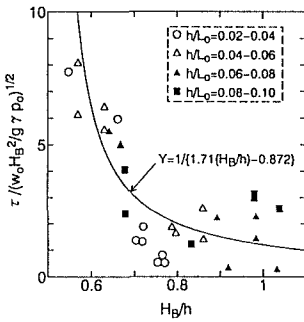


図3 無次元作用時間

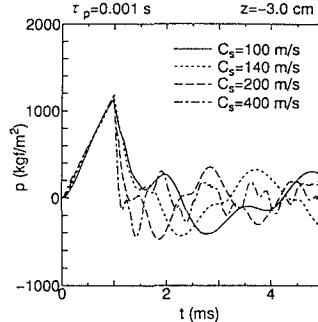


図4 音速の変化による圧力波形の変化

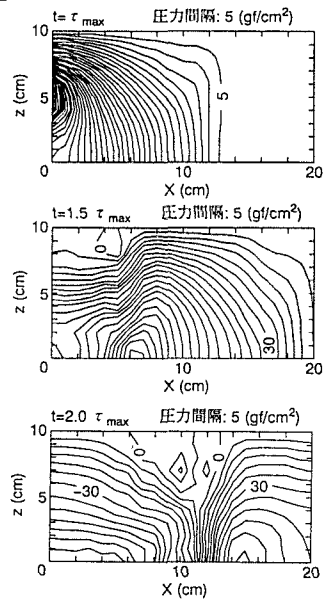
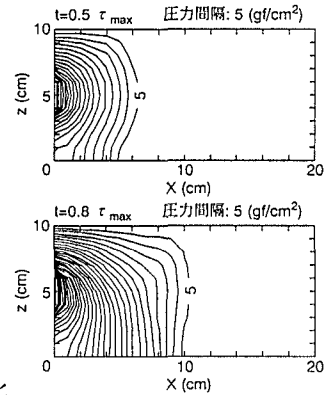


図5 衝撃波圧の伝搬

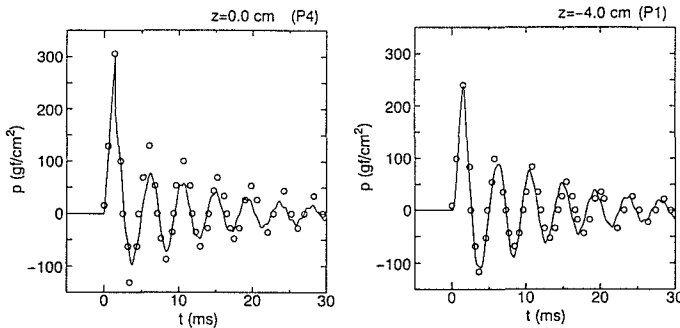


図6 衝撃圧波形の比較