

II-86

傾斜底泥面に作用する砕波水塊の数値計算と洗掘実験

九州大学大学院 学生員 東 修 正会員 山西博幸
九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1.はじめに 本研究では、河道断面確保の立場から、河岸に堆積した底泥除去の一手法として、波による洗掘を数値計算と室内実験により検討する。数値計算では、傾斜面上の砕波水塊の挙動を明らかにし、底泥洗掘の重要な外力因子である衝撃砕波圧算定のための検証を行う。また、室内実験を通して傾斜面上に作用する衝撃砕波圧と洗掘土量との関係を定式化することを目的とする。

2.砕波水塊の数値計算 傾斜面に作用する衝撃砕波圧を定量的に評価するための一連の算定手法は、すでに東ら(1998)によって示されている。ただし、これら一連の算定過程にはいくつかの経験式が使用されている。ここでは、傾斜面上に働く衝撃砕波圧を導く際に用いた経験式の妥当性の検証を自由表面を持つ流れで圧力を直接取り扱う数値解法の一つである SMAC 法により行った。

数値実験の条件として、1/5 勾配の斜面沖側の一様水深部($h=30\text{cm}$)に室内実験同様の波を与えた。図-1は SMAC 法により計算されたマーカー粒子の挙動を示したものである。計算条件はいずれも周期 $T=1.3\text{sec}$ で、図-1(a)は2波目(計算開始後 3.0sec)、図-1(b)は3波目(計算開始後 4.2sec)の様子を示している。図より、戻り流れの影響から2波目よりも3波目の方が第1突込み点(P.P.1)が沖側へ移動しており、実験開始初期と定常状態とで砕波特性を区別して考える必要があることがわかる。また、酒井ら(1987)の研究などでも指摘されているように、砕波する際に気泡を巻き込んでいる様子がみえる。図-2(a),(b)は、周期 $T=1.5\text{sec}$ での砕波水塊が傾斜面上に突込む様子とその水塊が跳ね返る様子を示したものである。図-3には図-2と同一条件下での水粒子の等速度線を示す。なお図中には X 方向の速度成分が正か負かによって、沖-岸方向の流れ(正)と岸-沖方向の流れ(負)として色別した。図-3(a)より、砕波水塊が前方水面へ近づくと流れ速が速くなり、最大値は 185cm/s であった。また、図-3(b)より、第1突込み点での戻り流れは砕波水塊の突込みのため完全に分断されている。なお、跳ね返り水塊の先端部では 180cm/s 程度の流速を示した。

次に数値計算により得られた波形(図-2(a),(b)参照)から、砕波水塊の前方水面への入射角 θ と傾斜面に対する跳ね返り角 γ を求めた。図-4、5は、それぞれ波形勾配 H/L_0 と入射角 θ との関係、波形勾配 H/L_0 と跳ね返り角 γ との関係である。図中の実線はそれぞれ式(1)、(2)により与えられる(東ら, 1998)。

$$\theta = \tan^{-1}(v/C_0) \cdots (1), \quad \gamma = 26.74(H/L_0)^{0.094} \cdots (2)$$

ここに、 v : 砕波水塊の落下速度、 C_0 : 砕波速度である。図-4、5より、それぞれの式と数値計算結果との相関は良好であることがわかる。砕波水塊の入射速度 V_1 と跳ね返り速度 V_2 をプロベラ流速計にて測定したところ $V_2=0.71 V_1 \cdots (3)$ の関係が得られた(図-6 参照)。図-3より、室内実験と同一の測点において砕波水塊の入射速度 V_1 と跳ね返り速度 V_2

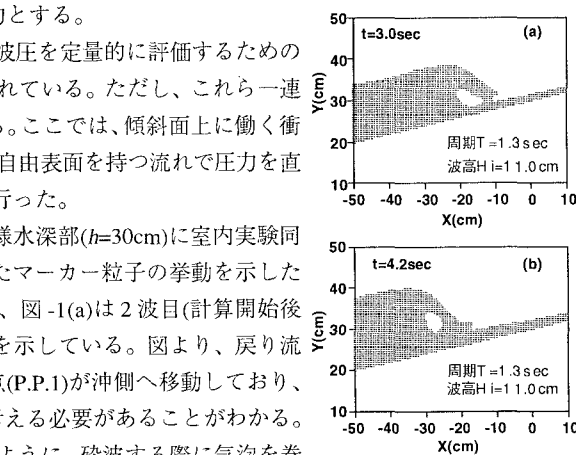


図-1 マーカー粒子の挙動(1)

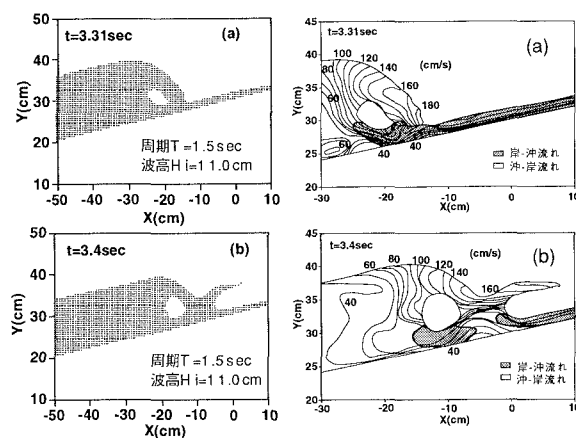


図-2 マーカー粒子の挙動(2)

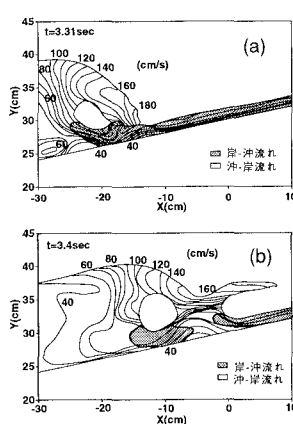
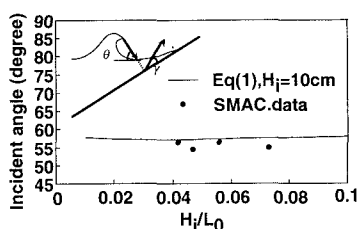
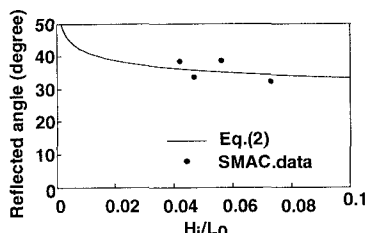
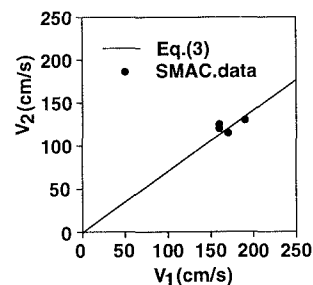


図-3 等速度線

キーワード 砕波 衝撃砕波圧 底泥 洗掘 剪断強度

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL(092)642-3241 / FAX(092)642-3322

図-4 θ と H/L_0 との関係図-5 γ と H/L_0 との関係図-6 V_1 と V_2 との関係

とを求めたものは、式(3)と良好な相関を示した（図-6参照）。

図-7は、SMAC法によって得られた圧力から静水圧分を取り除いた変動圧力の等圧線図である。図より、P.P.1付近で最大圧力が形成され、斜面上での最大値は1.33kPaであった。なお、図-7から求められる斜面上の変動圧力の最大値と同一条件下で衝撃碎波圧算定曲線（図-9）から求めた値はほぼ同じである。また、変動圧力の分布が衝撃直後を境に拡がる様子が見られた。

