

粘着性を考慮した干潟の地形変化特性に関する数値的研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 趙 容桓
 名古屋大学高等研究院 正会員 中村 友昭
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 水谷 法美

1. はじめに：漂砂・流砂機構に関する多くの研究は底質の条件による特性がそれぞれ大きく異なっているため、粘着性と非粘着性の底質に分けて行われている。しかし、実際に存在する海岸や河川の底質は粘土や砂のみではないことから、Amosら（1996）は現地観測を行い、砂に含まれる粘土の含有率が增加することで底質の侵食抵抗が増えることを確認しており、McCave（1984）は少量の砂が粘土の底質に含まれることで侵食量が減少することを明らかにしている。その一方で、粘着力の効果を考慮せずに侵食現象や地形変化特性が解析されてきているものの、より正確な漂砂流動の解析のためには、粘着力の効果を考慮する必要があると考えられる。そこで、粘土と砂が混在する混合土砂の流砂現象を取り扱うため、芦田ら（1982）は砂粒子を取り囲む粘土によって生じる粘着抵抗力の関係式を水理模型実験に基づいて提案している。また、中村ら（2013）はその概念を中村・水谷（2012）の数値計算モデルに適用し、粘土の含有率および粘土の種類によって底質の安定性が高まることから、底質によって地形変化の特性が異なることを確認している。本研究では、粘着力の影響を組み込んだ上述の数値計算モデルの検証のための水理実験の予備計算として、砂のみやそれに粘土を混ぜた混合土砂からなる干潟を対象に、粘土の含有量が干潟の地形変化に与える影響を検討する。

2. 計算領域および計算条件：図-1に計算領域の概略図を示す。同図に示すように、天端高、天端幅、法面勾配がそれぞれ17.0 cm、60.0 cm、1/20の干潟（中央粒径0.1 mm）を設置した。静水深は15.0 cmとし、表-1のように周期は1.0, 1.2, 1.5, 1.7, 2.0 sの5種類、波高は4.0, 5.0 cmの2種類の規則波を60波分作用させた。粘土の粘着力 f_c 、粘土の含水比 ω 、接点数 n は実験値に基づいて決める必要があるが、ここでは $f_c = 1.0 \text{ N/cm}^2$ 、 $\omega = 0.6$ 、 $n = 3$ とした。そして、粘土の含有率 p_f を0.10と0.21の2種類変化させ、粘着力の効果を検討する数値実験を行った。造波ソースの沖側と干潟の背後に十分な長さの減衰領域を設置し、反射波による影響を最小化すると同時に、砕波による気相の乱れの影響も減少させた。

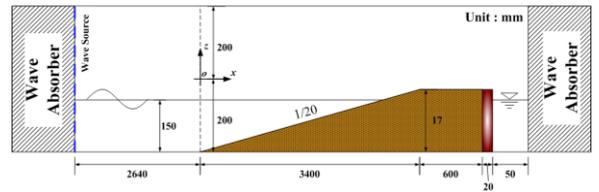


図-1 計算領域の概略図

表-1 計算条件

	波高 (cm)	周期 (s)	粘土の含有率 (p_f)
Case 01	4.0	1.0	0.0
Case 02	4.0	1.2	0.0
Case 03	4.0	1.5	0.0
Case 04	4.0	1.7	0.0
Case 05	4.0	2.0	0.0
Case 06	4.0	1.0	0.10
Case 07	4.0	1.0	0.21
Case 08	5.0	1.0	0
Case 09	5.0	1.0	0.10
Case 10	5.0	1.0	0.21

3. 計算結果および考察：干潟の地形変化特性を調べるため、図-2に60波作用後の地形 z を、図-3に地形変化量 Δz を示す。ここで、 Δz は堆積を正とする。図-2(a)と図-3(b)より、周期の増加とともに法面の中央部に生じた堆積の位置が岸側に移動し、侵食量も増える傾向が認められるものの、周期が1.5 s以上になると侵食と堆積の境界が沖側に移動することが分かる。この結果は砕波点の位置と密接な関係があり、周期が長くなると砕波が岸側に移動するものの、1.7 sや2.0 sのように周期が長くなると波長と水深の関係による浅水効果の影響だけではなく、遡上帯で生じる戻り流れの影響によって砕波がより沖側で発生したためと考えられる（図-4）。干潟の先端部での侵食は周期1.2 sから現れ始め、周期が1.5や1.7 sになると先端部の先まで侵食

が進行したことを確認できる。しかし、周期が 2.0 s とさらに長くなると碎波の位置が先端部から離れたために法面の中央部や上部には大きな侵食が生じたが、先端部での侵食は減少したことが分かる。波高が干潟の地形変化に与える影響を示した図-2(b)と図-3(b)より、波高の増加により法面の中央部に発生する堆積が沖側に移動するものの、法面の中央部から法面先にかけて生じた侵食の傾向は変わらず侵食量は増加していることが分かる。図-5 に、粘土を含有することによる干潟の地形変化量 Δz や浮遊砂濃度分布に与える粘土の含有率 p_f の影響を示す。同図の波高は 4.0 cm、粘土の含有率 p_f はそれぞれ 0.0, 0.10, 0.21 である。粘土の含有率 p_f の増加は、浅水効果による波高の増大に伴う底面流速の上昇で生じる法面の下部での漂砂を抑えるとともに、碎波帯での侵食も減少させることが分かる。また、砂のみからなる干潟のとき ($p_f = 0$)、法面の上部に侵食が生じているものの、小規模な侵食であることから地形変化が波動場に与える影響は小さいと考えられる。

5. おわりに：本研究では、底質に粘土を含むことによる干潟の地形変化特性を検討するための水理実験の予備計算として、粘着力の効果を検討した数値計算モデルを用いて、粘土による粘着力の効果とともに入射波の周期と波高が干潟の地形変化特性に与える影響を検討した。その結果、粘土を含有することによって干潟の地形変化が減少すること、また粘土の含有率が小さくても侵食は抑えられることが分かった。さらに、底質に粘土を含まないとき、波高の増加によって侵食量やその範囲は広がるものの、侵食の傾向は変わらないこと、また周期が大きくなると碎波点が移動するために地形変化の傾向が変化することが判明した。本研究は、公益財団法人鉄鋼環境基金環境研究助成（研究代表者：中村友昭）から補助を受けたことを付記し、謝意を表す。

参考文献：[1] Amos et al. (1996) : Sedimentology, 43, pp. 1-19 [2] McCave(1984) : Geological Society, Vol. 15, pp. 35-69. [3] 芦田ら(1982) : 京大防災研究所年報, 24 号 B-2, pp. 349-360. [4] 中村ら(2013) : 土論 B3 (海洋開発), Vol. 69, No. 2, pp. I_1036-I_1041. [5] 中村・水谷(2011) : 土論 B3 (海洋開発), Vol. 67, pp. I_1183-I_1188.

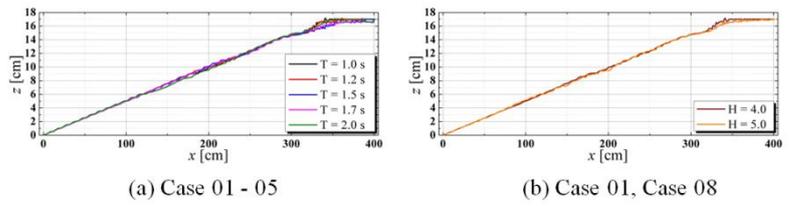


図-2 60波作用後の地形変化 Δz の比較

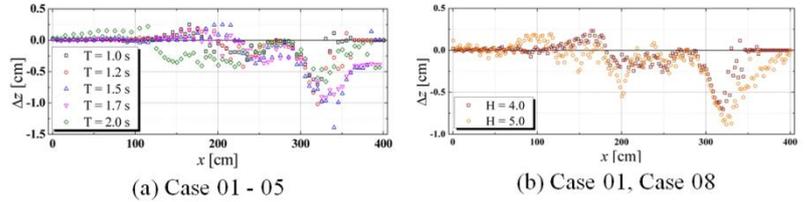


図-3 60波作用後の地形変化量 Δz の比較

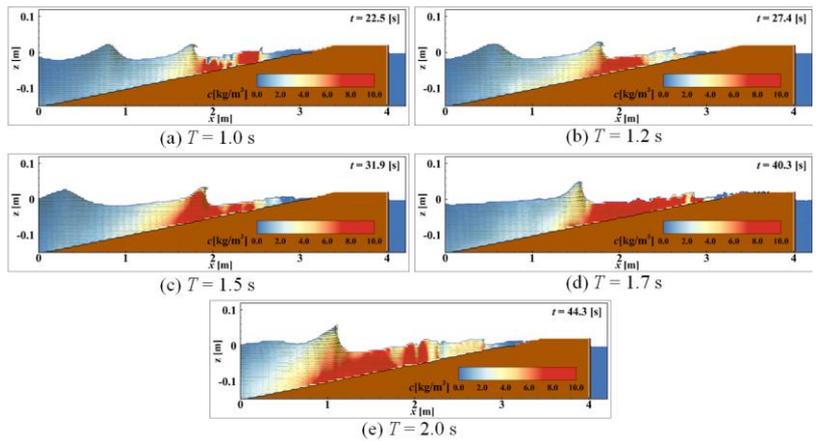


図-4 17波作用後の波浪場と浮遊砂濃度 C の様子

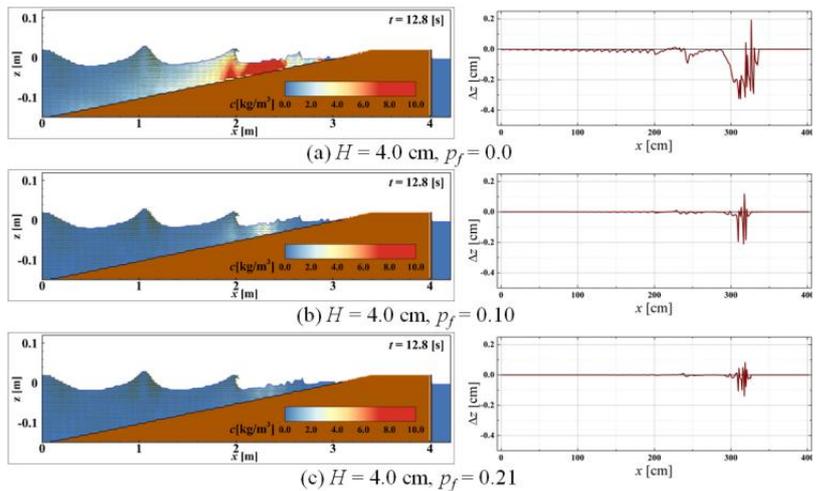


図-5 波作用後12.8 s後の粘土の含有率による浮遊砂濃度 C と地形変化 Δz の比較