

II - 444

2 粒径混合シートフローの流動特性

京都大学工学部	正会員	○後藤仁志
京都大学工学部	正会員	酒井哲郎
大 林 組		富永圭司
京都大学大学院	学生員	豊田泰晴

1. はじめに 自然海岸における岸沖方向の分級は、バーの位置などの海底地形にも与える影響が少なくない重要な現象であるが、従来から漂砂と言えば均一粒径を対象とする研究が多く、混合粒径を扱ったものはあまり見られない。自然海岸では河川流砂と比較すると粒度分布の均一化が進行しているが、大規模な養浜などの開発が行われると、現地海岸と異なる粒度分布の土砂が大量に供給され、それらが現地の粒度分布に与えるインパクトを知る上でも分級機構の解明が重要となる。本研究では、大量の土砂移動を伴い海岸変形への寄与が大きいシートフロー漂砂を対象に、粒状体としての砂粒子群の流動過程と粒度との関係を数値シミュレーションの立場から検討した。最も基本的な状態として、2 粒径混合状態の円筒の運動(鉛直2次元)を想定し、個別要素法により粒子群の運動を模擬して、大粒子と小粒子の粒径比を変化させた際の流動特性の変化を検討した。

2. 計算の概要 計算は、図-1に示す計算領域を対象に行われた。著者ら(1994)は、均一砂により構成される砂層の表層にせん断力が作用する場合の流動過程の数値シミュレーションを実施しているが、ここでは著者らの方法を混合粒径に拡張する。計算領域は、水平方向に一樣な場として、側方境界は周期境界とした。底面境界は、小粒子と同一粒径の砂粒子を敷き詰めた固定床とし、砂層表面付近にせん断力の作用領域(図中の破線内部)を想定して所与のせん断力を配分する。配分比率は、破線内部に存在する部分の面積に比例させることとした。計算に用いたのは、小粒子が粒径 $d=0.5\text{ cm}$ 、大粒子の粒径については $D=1.0\text{ cm}$ および 2.0 cm の2通りとした。砂粒子の比重は2.65である。初期配列においては、大粒子の位置に偏りが生じないように配慮した。大粒子と小粒子の体積比(V_D/V_d)は $d=1.0\text{ cm}$ ($D/d=2.0$)の場合が、 $V_D/V_d=0.44$ 、 $d=2.0\text{ cm}$ ($D/d=4.0$)の場合が、 $V_D/V_d=0.97$ であった。個別要素法では、砂粒子間の相互作用は弾性スプリングと粘性ダッシュポットにより表現されるためモデル定数の適切な同定が必要となるが、モデル定数に関しては均一砂を対象に既存の漂砂量のShields数に対する変化を最もよく再現できるように調整したものを用いた。なお、ここでは、シートフロー漂砂の粒状体としての特性に主眼を置き、一定の表層せん断力の作用下での定常流動を計算対象とした。

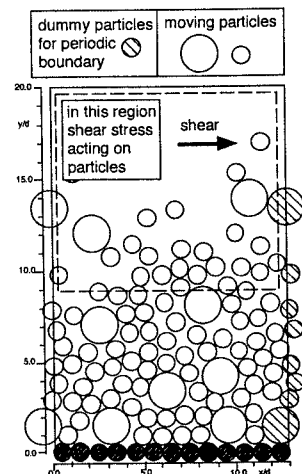


図-1 計算領域

3. 砂粒子の平均移動速度分布 図-2は、Shields数 $\tau_*=1.5$ の場合の砂粒子の平均移動速度分布について、大粒子、小粒子の別に示したものである。 $D/d=2.0$ と $D/d=4.0$ の両方についての結果を示しているが、いずれの場合にも小粒子の速度分布に関しては、底面付近に堆積層が存在し、上に凸な部分($5.0 \leq y/d \leq 10.0$)を経て下に凸な部分($10.0 \leq y/d$)へと接続し、 $y/d=10.0$ 付近に変曲点を有する分布となっている。大粒子の速度分布は、 $D/d=2.0$ の場合には小粒子の速度分布とほぼ重なるが、 $D/d=4.0$ の場合には $9.0 \leq y/d$ の領域では小粒子より高速で大粒子が流動している。図-3は、 $D/d=2.0$ と $D/d=4.0$ についての砂粒子の挙動の瞬間像を示したものであるが、 $9.0 \leq y/d$ の領域に注目すると、 $D/d=2.0$ の場合には、大粒子の鉛直方向の存在高さが2枚の瞬間像の間で大きく変化しており、この領域での鉛直方向の混合が活発であることが分かる。すな

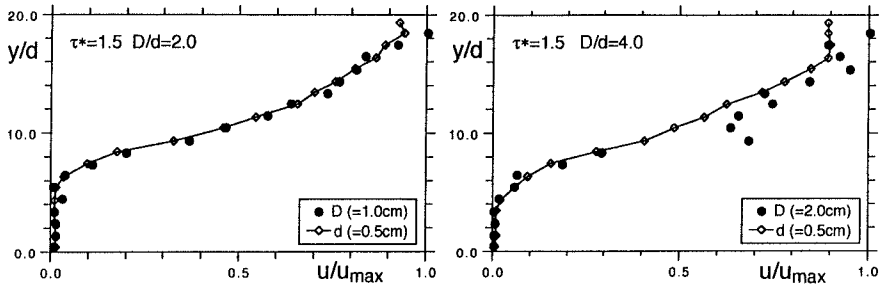


図-2 砂粒子移動速度分布

わち、この領域に於いて大粒子・小粒子ともに同程度に鉛直方向に混合され水平方向のせん断力を受ける領域で得た運動量の鉛直混合が大粒子・小粒子で同程度に進行しているため、移動速度がほぼ同一レベルの値となっているものと考えられる。一方、 $D/d=4.0$ の場合には、大粒子の存在高さが2枚の瞬間像の間で大きく変化せず、上層に存在する大粒子は継続的に水平せん断力を受けて効率的に加速されるが、上層部の小粒子は適度に鉛直混合されて運動量を下方に伝達し、その分減速される。このことが、大小粒子の速度差を生じさせるものと考えられる。

4. おわりに 本研究では、大量の土砂移動を伴うシートフロー漂砂を対象に、粒状体としての砂粒子群の流動過程と粒度との関係を個別要素法による数値シミュレーションの立場から検討した。今後は、本研究で得られた2粒径混合状態の砂粒子移動速度分布特性の物理的背景をより明確なものとするため、系統的なシミュレーションを実施したい。

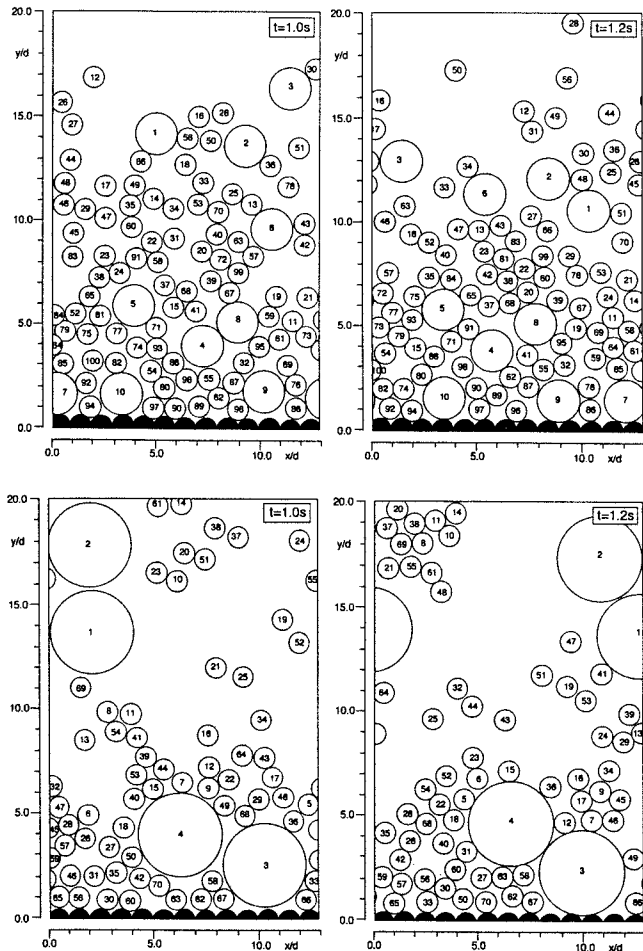


図-3 砂粒子流動の瞬間像