

底開式バージによる投入捨石群の堆積形状特性について

鳥取大学工学部 正会員 ○松見 吉晴
建設省近畿地方建設局 正会員 谷口 昭一

1. はじめに： 底開式バージによる捨石投入工法は、施工能率の点から効率が極めて良いが、海底での捨石の散乱および多点連続投入の際のバージの配船位置によっては各捨石マウンド間の継目に不陸部を生じさせるなど施工管理の点から問題を残している。従って、施工計画として所定の設計断面を効率よく築造できる配船位置を明らかにしておく必要があり、そのためにはバージより投入された捨石群の堆積形状に関する予測手法の確立が不可欠であろう。著者の1人¹⁾は、静水中における捨石単粒子の落下実験より得られた捨石単粒子の落下散乱に関する確率論的性状を基に、捨石の着底位置に関する確率分布とバージの積載体積量の積によって捨石マウンドの堆積形状を予測する確率モデルを提案している。この予測モデルは、捨石の落下に伴う散乱に関する確率過程に対してマルコフ・チェーンを適用していることから、施工水深の変化に対して汎用性がある。一方、本予測モデルは、捨石マウンド法面での捨石の滑動・転落と云った現象が考慮されていないことから、多数回投入の捨石マウンドの堆積形状予測に対して問題を残していた。本研究は、この問題を解消するため、底開式バージの模型を用いた多数回投入実験より、上述した予測モデルを多数回投入へ適用する際の補正方法の基礎資料を得ようとしたものである。

2. 実験方法：本研究は、まず底開式バージによる多数回投入時の捨石マウンドの堆積形状特性を明らかにするため、実スケール100m³ 積みの底開式バージ並びに200kgf/個の捨石を対象として、縮尺1/20の模型実験を断面2×2m、高さ1.5mの水槽を用いて行った。ホッパ部の開口速度は、ホッパの開放を制御するためにポッパ部分の船首尾位置の2カ所に取り付けたワイヤーの緊張力を解放する速度変化により3種類(σ = 瞬間投入, 30°/s, 15°/s)変化させた。実験は、3種類の水深(60, 80, 120cm)について各5ケース毎、捨石マウンドの船幅方向の法面勾配がほぼ一定になるまで投入を繰り返して行った。マウンドの堆積形状および断面諸量(堆積幅, 堆積高さ)は、船幅および船首尾方向からビデオカメラで撮影し解析した。

3. 実験結果(1) 捨石マウンドの堆積形状：海底に堆積する捨石マウンドの堆積形状は、平面的には楕円形で近似でき、捨石単粒子の落下実験結果と同様に、捨石はマウンド中央から外側に離れるに従って粗に堆積する。マウンドの断面形状については、船幅方向の場合は投入水深およびホッパの開口速度の変化に関係なく、投入回数の増加に伴って台形→家型五角形→2等辺三角形へと変位する。一方、船首尾方向の場合は、投入水深が浅い($h \leq 80$ cm)ときには船幅方向と同様の形状を示すが、 $h = 120$ cm のときには投入回数の増加に伴って双頭型から台形型に変形する。特に開口速度が早くなると双頭型の断面形状が現れ易くなる。この双頭型断面は、捨石が群として落下する場合の周辺流体の巻き込みに伴う捨石群の船首尾方向への群粒としての移動と推測されるが、十分な結論を得るまでに至っていない。

(2) 捨石群の落下散乱：図-1は、バージより投入された捨石群の落下に伴う船幅方向の最大散乱幅 B_m の水深変化を示したもので、図中シンボル(○, □, ●)はそれぞれ開口速度=瞬間投入, 30°/sおよび15°/sを表し、▲印は捨石単粒子の結果¹⁾を示す。この図より、捨石群の落下散乱幅の水深による変化特性は、捨石単粒子の落下散乱特性と同様に、水深の増加に伴ってほぼ線形に増大する。また、ホッパの開口速度の影響は、瞬間投入とそうでない場合で散乱幅に大きな差異を生じ、瞬間投

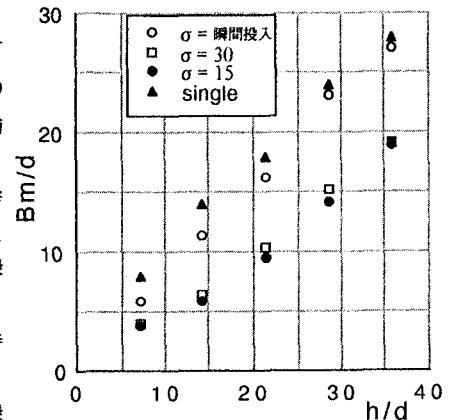


図-1 最大散乱幅の水深変化

入の場合が単粒子とほぼ一致することがわかる。このことより、瞬間投入の場合の捨石粒子群の船幅方向の落下散乱は、粒子間の相互干渉の影響を受けず、個々の粒子の自由落下運動に支配されると推測できる。

(3) 捨石マウンドの堆積幅・堆積高さ：図-2は、投入水深120cmの場合の捨石マウンドの堆積高さ(H)、船幅および船首尾方向の堆積幅(B_y, B_x)と投入回数nの関係を示したものである。なお、ホッパ開口速度の違いにより投入回数が異なっているのは、開口速度が遅いほど捨石マウンドの船幅方向の法面勾配がほぼ一定になる投入回数が少ないためである。これらの図より、まず捨石マウンドの堆積幅は、船幅および船首尾方向共に、3投入まで増大するが、それ以降は投入回数およびホッパ開口速度に関係なくほぼ一定値をとる。また堆積高さは、投入回数に線形比例的に増大するが、図-3に示すようにマウンド法面の勾配θが一定になると、堆積高さもほぼ一定値をとることが確認できる。この原因としては、このときの船幅方向の堆積断面形状が家型5角形から2等辺3角形へ変形するときで、マウンド中央部の頂点付近に着底した捨石が衝突とマウンド斜面での転落のためにと考えられる。

4. おわりに 本実験で得られた基礎資料を基に、著者らが提案した捨石マウンドの堆積形状に関する予測モデルを多数回投入へ適用する際の補正方法を検討していく予定である。最後に、本研究は、文部省科学研究費補助金・一般研究(C)により行われたことを付記する。

【参考文献】1) 松見吉晴・岸口孝文：捨石マウンド築造時のバージ船の配船位置について、海岸工学論文集，第37巻，pp.769-773，1990。

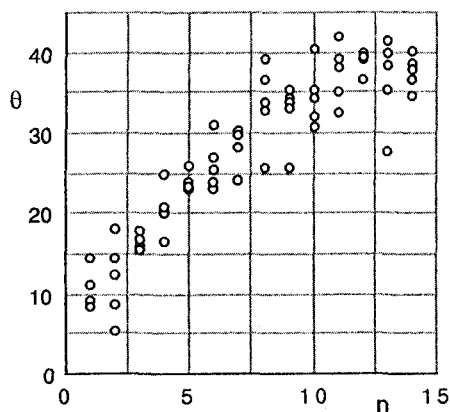


図-3 マウンド法面勾配と投入回数の関係
(σ=瞬間投入の場合)

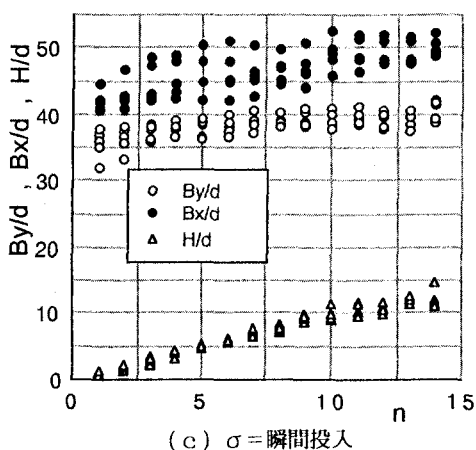
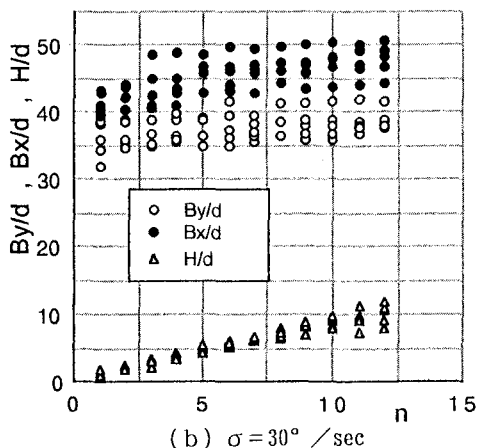
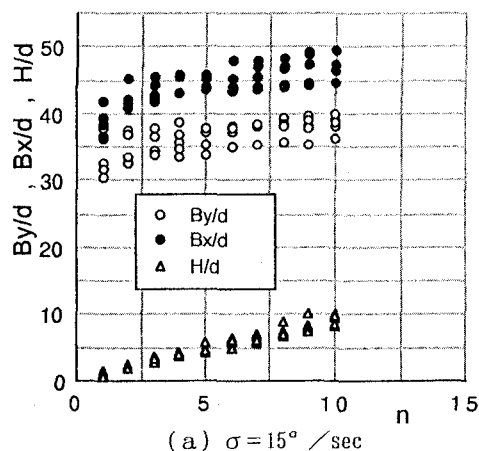


図-2 堆積高さ、堆積幅と投入回数の関係