

波・流れ共存場における底質の移動機構に関する考察

岡山県庁 正会員 ○三原 範久

岡山大学環境理工学部 正会員 名合 宏之

鳥取市役所 正会員 田中 聡大

1.はじめに

波と流れの共存場における底質の移動現象には、流体力として、底面に平行なせん断力と表面波の存在によって発生する底面に垂直方向の変動水圧が関与している。前者の影響については多くの研究者によって論じられているところであるが、後者の影響を直接的に取り扱った研究は見当たらないようである。本研究では、底面に作用する変動水圧は地盤内の間隙水圧を変化させ、ある時間帯では底質に大きな揚力が作用することによって底質を動き易くする現象が発生することに着目し、底面せん断力と限界掃流力との関係で底質の移動を論じる従来の研究に波によって発生する底面での変動水圧の揚圧効果を考慮して底質の移動量を検討しようとするものである。

2.実験の概要

実験には、長さ1600cm、幅60cm、深さ40cm、勾配1/500の直線水路を用いて行なった。図.1に示すように水路中央部には測定部となる深さ17cmのピットがあり、その中に砂を敷き詰め、実験終了後ピット部から上流側、下流側へ移動した砂を別々に採取した。なお、図1に示す各ポイントにおいて水中および砂層内の水圧を測定した。波の発生にはプランジャー式造波装置を用い、上流側、下流側どちらの方向からも作用させることができる。実験条件は波高水深比 $H/h=0.16\sim0.4$ とし、周期を1.1~1.7 (s) 程度とした。また、流れの流量は5~35 (l/s) で変化させている。なお、砂層材料は粒径 $d_{50}=0.24\text{mm}$ 、比重2.65の豊浦標準砂を使用した。

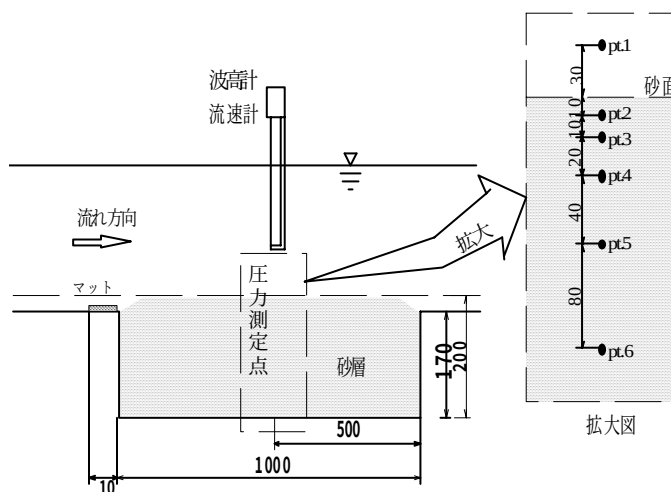


図.1 実験水路および測定ポイント

3.実験結果とその考察

図.2は下流側へ移動した流砂量 q_B の無次元量と無次元掃流力との関係を、図.3は上流側および下流側へ移動した流砂量の差で表される正味の流砂量 q_B の無次元量と無次元掃流力との関係を整理したものである。図中の記号の白抜きは正味が上流向き流砂である。なお、無次元掃流力算出にあたり、摩擦速度 u_* は、流速分布が次の対数分布則で表されるとし、実測した定常流の流速分布の勾配より次式から求めた。

$$u_z = 5.75u_* \log(z/d) + A_r u_* \cdots (1)$$

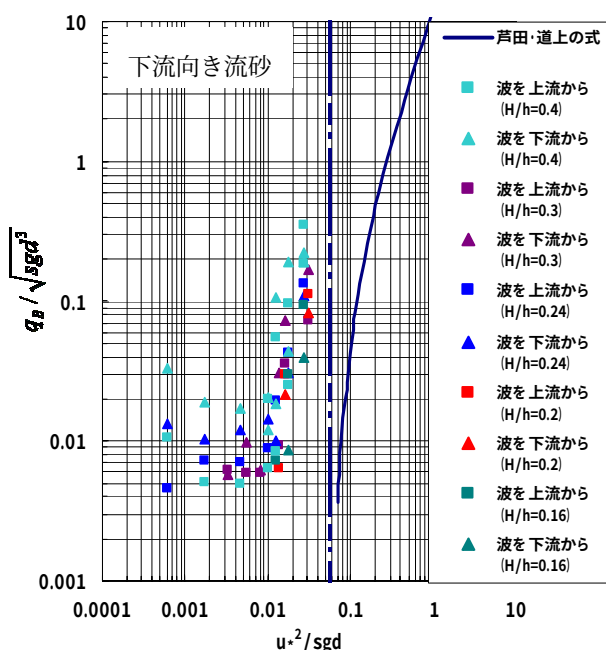


図.2 流砂量と掃流力の関係（定常流の流速で整理）

ここに、 z ：砂層面より測点までの距離、 d ：砂の粒径、 u_z ：各測点の流速である。なお、流速は $z=1\text{cm}$ から 10cm まで 1cm 間隔で測定を行っている。また、図中には参考として次式で表わされる芦田・道上の式を示している。

$$\frac{q_B}{\sqrt{sgd^3}} = 17\tau_{*e}^{3/2} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right) \left(1 - \frac{u_{*c}}{u_*}\right) \cdots (2)$$

ここに、 τ_* ：無次元掃流力 ($=u_*^2/sgd$) τ_{*e} ：無次元有効掃流力 ($=u_{*e}^2/sgd$, $u_{*e}=u_*$) τ_{*c} ：無次元限界掃流力 ($=u_{*c}^2/sgd$)

式中の u_{*c} は岩垣の式により算出した。なお、本実験では粒径 $d=0.024\text{cm}$ を使用しているため、 $u_{*c}^2 = 8.41d^{11/32}$ ($0.0065 \leq d \leq 0.0565$) を用いている。

どちらの図においても、流れだけの条件では限界シールズ数以下であり、底質は移動しない条件にもかかわらず移動していることが確かめられる。これは限界掃流力が減少していると解釈することができる。また、同じシールズ数上では波を作用させる方向にかかわらず、波高水深比 H/h が大きくなるにつれて流砂量も増加している。波高水深比 H/h の違いによる流砂量の大小には浮遊状態にある砂の移動の影響が含まれていると考えられる。このことから波による浮力の増大が限界掃流力を減少させ、底質を動きやすい状態にしていると考えられる。図.3 は流砂量を net で整理したものであり、上流向きに移動する流砂も存在している。そのケースは流量が小さい条件であり、流れに比べ波の影響が卓越している状態であると考えられる。したがって、波による影響が強いため流れの性質で整理することはできないようである。そこで、共存場での最大流速を示す時間帯での流速分布を用いて式 (1) により u_* を算出し、同様の整理を行った。その結果を図.4 および図.5 に示す。図より共存場での最大流速を用いても限界シールズ数以下で砂移動が発生していることがわかる。このことは変動水圧により砂層の抵抗力が減少する時間帯が存在することが移動限界および流砂量に影響しているといえよう。

4.あとがき

波・流れ共存場での底質の移動現象の性質として、変動水圧の存在により、流れのみから算出される限界掃流力以下で移動し、波高水深比が大きくなるにつれ流砂量が増加することが確かめられた。

【参考文献】 1) 田中聡大他：波・流れ共存場における底質移動機構に関する実験的研究，土木学会第56回中国支部研究発表会研究概要集，2004

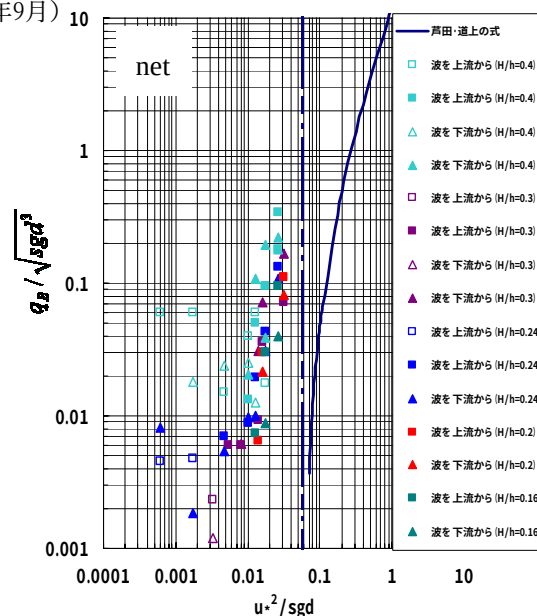


図.3 流砂量と掃流力の関係（定常流の流速で整理）

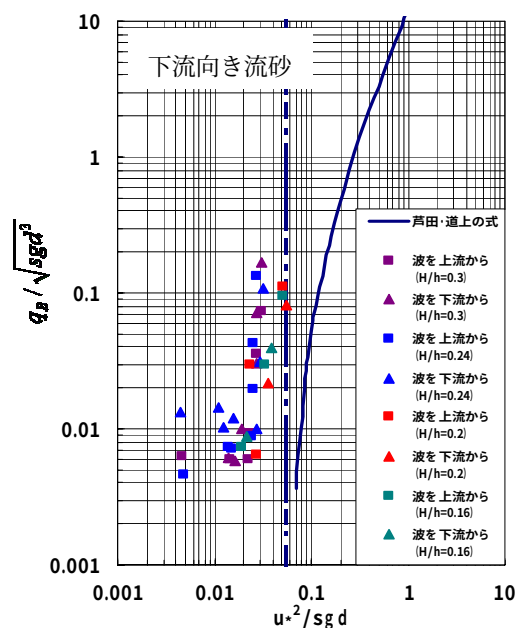


図.4 流砂量と掃流力の関係（共存場の流速で整理）

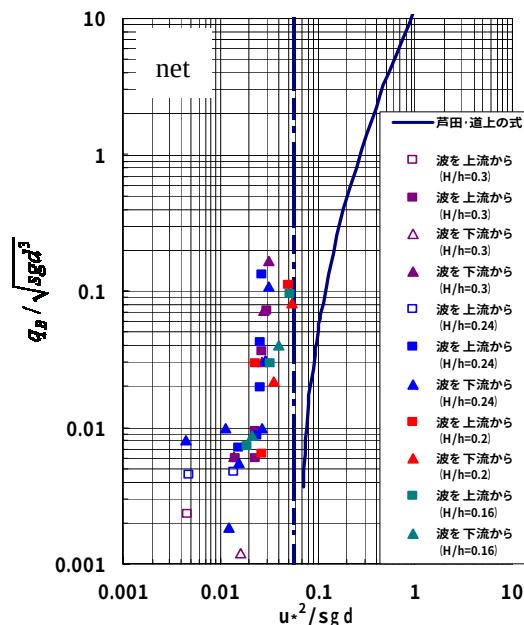


図.5 流砂量と掃流力の関係（共存場の流速で整理）