

掃流漂砂と浮遊漂砂の接続法

京都大学防災研究所 正 員 〇河田恵昭

京都大学大学院 学生員 西 良一

1. 研究の目的 砂れん床上において、掃流漂砂が砂れんの背面上から渦によって取り込まれて漂砂雲となり、これが浮遊漂砂となって岸沖方向に移動し、沈降する過程をbed material loadの移動形態の時間的変化と捉えてモデル化するとともに、シートフロー状態の場合への適用法を考察して、両漂砂が共存する場合の全漂砂量算定法を提案する。

2. 研究内容 1) 定式化：外力として微小振幅波を考え、海浜勾配の影響を考慮した岸沖漂砂量則を図1の非対称砂れんの場合へ適用する。まず、最初の1/2周期で掃流漂砂量 $(q_{on})T/2$ が浮遊砂雲となり、面積 $\alpha L_1 L_2$ （いま、沿岸方向に単位幅を考えている）の岸側の空間に平均的に分布すると仮定する。つぎのT/2の間に浮遊漂砂は沈降しながら沖側の空間に移動する。この場合、新たに掃流漂砂 $(q_{off})T/2$ が浮遊砂雲となって沖側の空間に補給される。これがn周期繰り返されたとすれば半周期平均の浮遊漂砂濃度変化は等比級数で表され、このnを無限大とした時の砂れんの岸側及び沖側の浮遊漂砂濃度 $c_{on,\infty}$ 、 $c_{off,\infty}$ はそれぞれ次式で表される。

$$c_{on,\infty} = [q_{on}T/2\alpha L_1 L_2 + \{q_{off}T/2(\alpha L_1 L_2)^2\} (1-wT/2\alpha L_2)] \times [1/\{1-(1/\alpha L_1 L_2)^2 (1-wT/2\alpha L_2)^2\}] \text{----(1)}$$

$$c_{off,\infty} = [q_{off}T/2\alpha L_1 L_2 + \{q_{on}T/2(\alpha L_1 L_2)^2\} (1-wT/2\alpha L_2)] \times [1/\{1-(1/\alpha L_1 L_2)^2 (1-wT/2\alpha L_2)^2\}] \text{----(2)}$$

ここに、w:漂砂の沈降速度、 α :係数であり、 q_{on} と q_{off} は、著者がすでに提案した海浜勾配と砂れんの勾配の影響を含む式で評価できる。これから、水平床で対称砂れんの場合には、 $q_{on}=q_{off}$ となり、式(1)と(2)は一致する。この濃度を有する浮遊漂砂が岸沖方向に移動し、その間に一部は沈降するのであるから、これらを評価すれば、岸側及び沖側への浮遊漂砂のフラックスは、 $q_{s,on} = \{c_{on,\infty} + c_{off,\infty}(wT/4\alpha L_1)\} (2\alpha L_1 L_2/T)$ 及び $q_{s,off} = \{c_{off,\infty} + c_{on,\infty}(wT/4\alpha L_1)\} (2\alpha L_1 L_2/T)$ となる。したがって、これらに掃流漂砂量 q_{on} あるいは q_{off} を加えたものが全漂砂量となる。なお、浮遊砂雲に取り込まれない掃流漂砂の寄与も式(1)、(2)中に定式化できる。

2) 適用上の課題：本論文における取り扱いでは、2つの問題点を解決しなければならない。1つは漂砂雲の存在領域を規定する特性長 l_1 と l_2 をどのように取るかということであり、ほかの1つはシールズ数が大きくなって砂れんが消滅し、シートフロー状態になった場合への適用法である。前者については、 l_1 として砂れんの波長、床面付近の水粒子運動の軌道直径が考えられ、 l_2 として、これら2つのほかに水深がパラメータとなりうる。ここでは、それぞれの場合について計算し、実験結果などとの適合性が

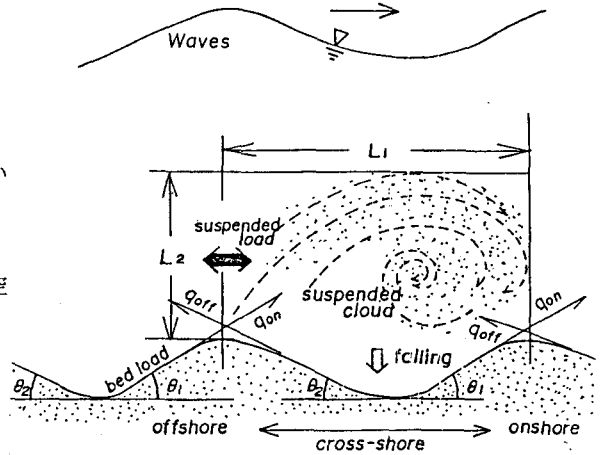


図1 砂れん床上の漂砂の模式図

ら特性量を決めることにした。つぎに、シートフロー状態では上層の漂砂の移動速度の方が下層のそれより大きいので、前者は漂砂間の衝突による鉛直上方への速度を付与され、あたかも漂砂雲の形成によく似た間欠的な浮遊状態の形成が観察されるので、ここで示したモデルにおいて特性長の取り方を検討して、その適用性を調べた。

3. 主要な結論 1) 図2は、水平床で対称砂れんの形状をNielsenの実験式で与え、かつ特性長を水粒子の軌道直径と水深で規定されるとし、無次元量 wT/L_1 を1.87とした場合の全漂砂量を表す。これから、シートフロー状の場合にも本モデルによる予測が適用できることがわかった。2) 一方、海浜勾配が1/10で前述の無次元量が3.57の場合の計算結果の1例を図3で示す。これとはかの一連の計算結果と実験結果との比較から、両者の対応は特性長を水粒子運動の軌道直径と水深で規定する場合が妥当なこと、水深を特性長とすれば碎波帯の場合にも適用可能なこと、及びこれらのシールズ数の範囲では半周期の掃流漂砂量が浮遊漂砂量よりも常時かなり多いことが見いだされた。3) 本研究によって、漂砂の移動開始—掃流—浮遊—沈降という過程がbed material loadとして統一的に取り扱え、掃流漂砂量と浮遊漂砂量を精度よく算定できることがわかった。

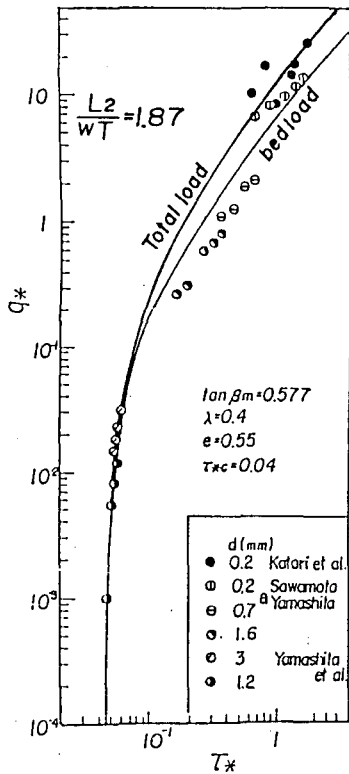


図2 半周期全漂砂量の算定

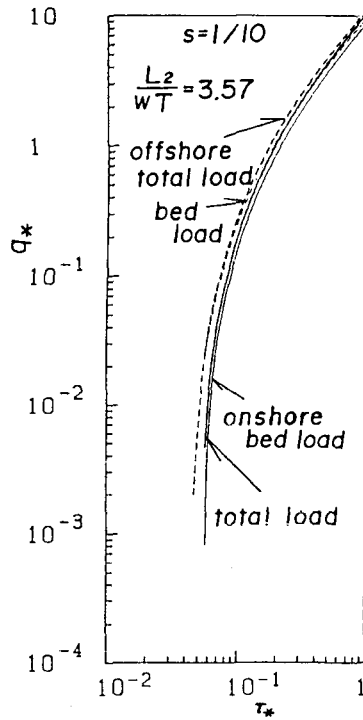


図3 海浜勾配のある場合の半周期全漂砂量