

北海道大学工学部 学生員 ○ 長田 京司
同 上 正 員 長谷川和義

1 まえがき 水路側壁の浸食量を直接測定できる水路を開発し数種の実験を行なったので概要を報告する。実験は予備的なものであり精度もまだ十分ではないが、平野¹、村本・藤田²による浸食量式との比較を行なった。

2 実験装置及び実験方法 実験に用いた水路は図 1に示すような長さ4m、幅60cm、高さ30cmの塩化ビニール製可変こう配水路で、使用砂は中央粒径0.43mm、比重2.66である。水路の右岸に傾斜角30度で砂の側壁を作り、砂面は上部水ソウの一部まで延長するが、この部分はパテで覆って、砂の流出を防ぐ。これに一定水量を通水し、水路中央の採砂箱に落ちる砂の重量変化を記録し、これより側壁浸食砂量を求める。採砂箱は水路中央の耐水ベニア板の長さ50cm、幅5cmの採砂口の下に設ける。箱は3区分し、中央の箱(10cm×10cm×10cm)のみが測定用となる。前後に箱があるために、中央の箱では、砂が側壁以外から落ち込む可能性はなく、又、採砂箱附近で水理条件が極端に変化することはないと思われる。中央の測定用箱にはジョウゴ型の落下部を取り付け、薄いゴム膜(氷のう)でピーカーと接続し荷重計の上に載せる。採砂口よりピーカーに落ち込む浸食砂は荷重計によって測定されるが、(砂の重量+水圧)の変化が記録されるので、水位計により水深変化を記録し、水圧分を差し引く。又、採砂箱の上下流2地点にポイントゲージを設置し、水面こう配の測定をレベルによって行なった。

次に側壁浸食砂量と横断面の時間的变化及び諸水理量(流速、径深、エネルギーこう配etc)との関係を知るために横断面形状を測定する。Run11までは1.8m、2.0mの2箇所と補助の点として1.5m、2.5m(水面こう配測定位置)の2箇所合計4箇所測定し、Run12以降は1.85m、2.15mの2箇所とした。断面の測定方法は次の2通りである。1) 一定高さに示標をつけたピアノ線をストッパーでおさえ測定時毎に河床上に落し示標をセクションペーパーで読みとる。2) 水面高をポイントゲージでおさえ停水後河床高を読みとる。

3 実験の結果 所定断面に設定された水路に通水すると観測区間の上下流部では運び出された側壁砂が水路床に拡がり観測部との間に流積の違いを生ずるようになる。このため水面こう配が負になる実験例も生ずるが側壁の浸食状況そのものは上下流全体でそれほど大きな違いはない。しかし、このケースにおけるエネルギーこう配は測定値のパラつきが激しく、順こう配の実験から得られる粗度の平均値を用いて平均流速から逆算せざるを得なかった。次に観測区間における側壁基底部の条件が、一般の水路と異なることによる影響をみるために、採砂口の幅を1cmに縮小した実験及び採砂口に粗度付きの金網をかぶせた実験を行ない比較を行なったが、この場合には採砂量がやや減少する傾向をみせた。

図 1 実験水路及び装置

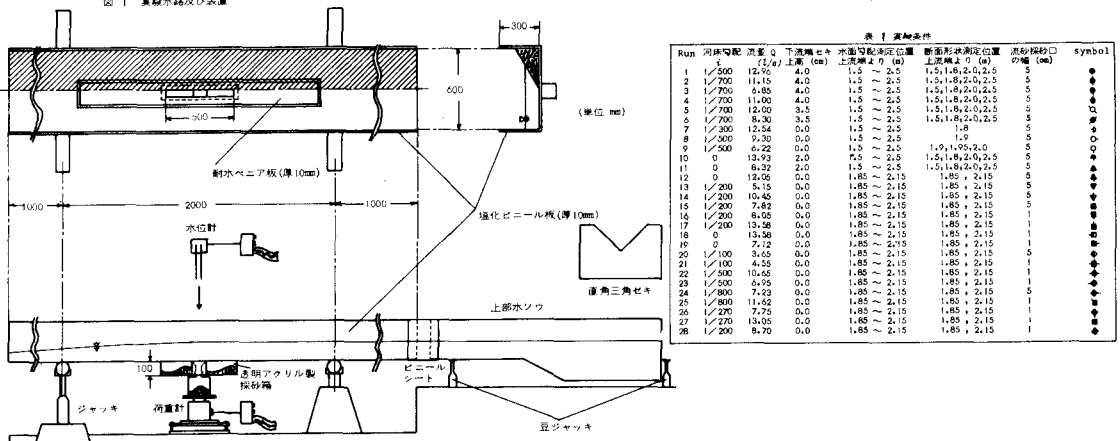


図2はRun24における側壁浸食の時間経過を示すものである。採砂口に落ち込む砂は側壁と流路床の境界近傍の水理量に規定されるものと考えてよいであろう。したがって浸食式との比較は図の θ_s, h_s, b などを用い、 $u_{*s}^2 = g h_s I_{\theta}$ として行なうことにする。平野は斜面の境界で $\cos \theta_s = 1$, $\tan \theta_s = h_b / b$ として

$$\frac{q_{Bps}}{u_{*d}} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{h}{b} \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\tau_{*s}}} (\tau_{*s} - \tau_{*c}) \quad (1)$$

を示している。今回の実験では θ_s を測定しているので流砂の方向を重視し(1)の代りに

$$\frac{q_{Bps}}{u_{*d}} = \frac{K}{\mu} \tan \theta_s \sqrt{\frac{\tau_{*c} \cos \theta_s}{\tau_{*s}}} (\tau_{*s} - \tau_{*c}) \quad (2)$$

につき比較を行なった。

又、村本・藤田は斜面上の摩擦速度を $u_{*s}^2 = u_{*s}^2 \cos \theta$ として

$$\frac{q_{By}}{u_{*d}} = M_1 (\tau_{*s} - \tau_{*cs}) (-0.3 \log \frac{b-y}{b}) \quad (3)$$

を示している。今回の実験は斜面の境界で測られているから

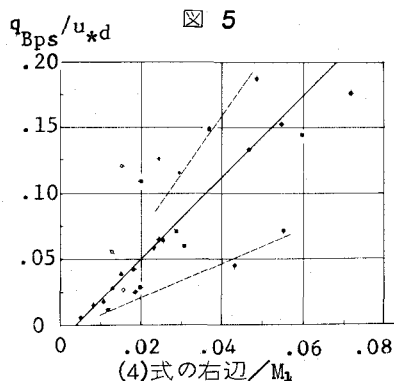
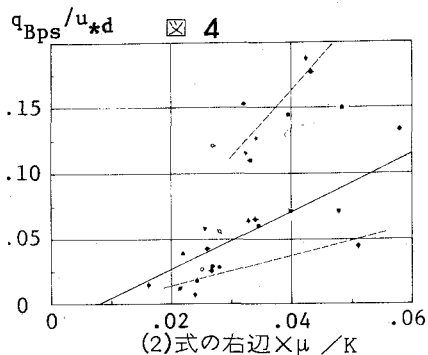
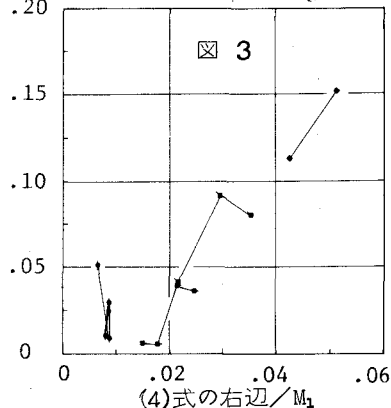
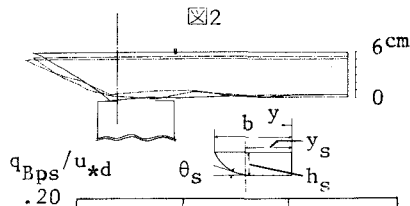
$$\begin{aligned} \frac{q_{Bys}}{u_{*d}} = \frac{q_{Bps}}{u_{*d}} &= M_1 \cos \theta_s^{3/2} (\tau_{*s} - \tau_{*c} \sqrt{1 - \tan^2 \theta_s / \tan^2 \phi}) \\ &\times (-0.3 \log \frac{b-y_s}{b}) \end{aligned} \quad (4)$$

に関して比較を行なった。

浸食砂の測定値は累積値なので適当な時間間隔で差分化する必要があるしかも現象の非定常性から考えて間隔は短かい方が望ましい。図3は間隔を3分～10分程度にとりこの間隔内に測られた水理量から(4)式を計算したものの例である。測点は時間と

ともに種々の動きを示し浸食が必ずしも一様に進行していないことがわかる。このことは現象の観察からも言えて砂粒子の動きは斜面上でも間欠的である。したがって式との比較は時間平均によらねばならないが、現象の非定常性から短時間測定の水理量より(2), (4)式を計算した後にそれらの時間積分平均を求めることにした。図4, 図5はそれぞれ(2)式, (4)式に対して時間平均値をプロットしたものである。図の実線は、 $K=1.78$ ($\tau_{*c}=0.0412$), $M_1=3.13$ とおいた場合であるがいずれも原点からシフトさせた方がよく合い、限界掃流力の評価に問題があるように見える。図の白ぬきの印はエネルギーこう配を推定して求めた点であり、これを除外して考えると両図の比較では(4)式のまとまりがよいように見える。平野式については(1)式及び原式について更に検討したいと考えている。図5の実線の下側にはずれる実験の多くは採砂口を縮小して行なわれたものであり、上側にはずれるそれは流量の大きい実験が多い。このことが河床の粗度や流速分布の違いが係数を変化させることを示しているのか否かは実験条件と精度の詳しい検討を経なければわからないが、その可能性を示しているように思われる。

図2はRun24における側壁浸食の時間経過を示すものである。採砂口に落ち込む砂は側壁と流路床の境界近傍の水理量に規定されるものと考えてよいであろう。したがって浸食式との比較は図の θ_s, h_s, b などを用い、 $u_{*s}^2 = g h_s I_{\theta}$ として行なうことにする。平野は斜面の境界で $\cos \theta_s = 1$, $\tan \theta_s = h_b / b$ として



参考文献

- 1) 平野宗夫 : 拡幅を伴う流路変動について, 土木学会論文報告集第210号, 1973年 2月
- 2) 村本, 藤田 : 河床横断形状の形成過程, 土木学会第29回年講概要集第2部II-127, 昭和49年 10月