

II-320 高い河岸の形状とその挙動に関する検討

岐阜大学工学部 正 会 員 藤 田 裕 一 郎

岐阜大学大学院 学生会員 川 口 雅 慎

1. はじめに

河岸近傍の河床からの比高が10mに達するような高い河岸では、その侵食後退は、小規模な滑落・崩落による連続的なものではなく、円弧・非円弧のすべり面を伴った大規模な変化であって、間欠的に生じることが知られており、この変化は河岸近傍の河床低下によって引き起こされると考えられている。そこで、はじめに、河岸の全体形状を従来の式を拡張して表現し、河床低下に伴う河岸の不安定化現象に検討を加えた。ついで、用いた表現式の妥当性を実測値によって吟味するとともに、不安定化した土塊が滑落していく過程について斜面安定解析法を拡張した定式化を試みた。

2. 高い河岸の形状変化の模式化と安定解析

比高の増大で不安定化する河岸の挙動を系統的に評価するためには、近傍の河床低下に伴う河岸全体の形状変化をできるだけ単純に表現していくことが必要である。このため既往2、3の表現方法について検討したが、池田¹⁾による横断形状の(1)式の式形がパラメータが少なく単純で取り扱い易いようであった。

$$\frac{h}{H} = 1 - e^{-\frac{y}{\Delta}} \quad (1)$$

ここに、 h は水深、 H は中央水深、 y は河岸の肩からの距離である。この式では、鉛直方向が H で、水平方向が Δ でスケールされており、原論文では Δ は側岸の排除厚のような式で与えられている。しかし、ここでは(1)式から、

$$\frac{dh}{dy} = \frac{H}{\Delta} e^{-\frac{y}{\Delta}} \quad (2)$$

となり、 $y=0$ での斜面勾配が H/Δ となるので、 Δ を河岸斜面勾配に関するパラメータとみなし、とりあえず、河岸が比較的高い宇治川低水路のデータ²⁾を参考にして $\Delta=4$ mとし、河岸付近の河床が順次低下することに対応して、 $H=5 \sim 15$ mの範囲で変化させて斜面安定解析を行った。

用いた安定解析法は、簡易Janbu法に動的計画法を結びつけたYamagami・Ueta³⁾の手法であって、既存のプログラム⁴⁾を改良して計算した。その結果を示すと図-1のようであり、内部摩擦角が 40° とかなり大きな値であっても比高が5mから10mへと増大すると急激に不安定になっていく様子が明らかであり、 $c=0.5 \text{ tf/m}^2$ の場合、 $H=10$ mの河岸はほとんど崩壊することがわかる。

3. 高い河岸の形状表現式についての検討

(1)式の式系とパラメータ Δ の値の妥当性について、数10mの間に河岸の比高が数mから約10mに変化し、河岸侵食が継続している宇治川43km付近の低水路左岸の測定結果を用いて検討した。

図-2は、比高6~7m(a)と約10m(b)の場合の河岸形状の検討結果の例を示したものであって、実測値は河岸侵食過程の種々の段階のものを含んでいるためにバラついてはいるが、大規模なすべり破壊を伴わない(a)の方がよくまとまっており、 $\Delta=4$ mの各年次の曲線ともそれほど大きく隔たっていない。一方、比高の高い(b)の場合には明らかにすべりを伴った河岸変化を示し、すべった直後の形状はテラス状をしていて、曲

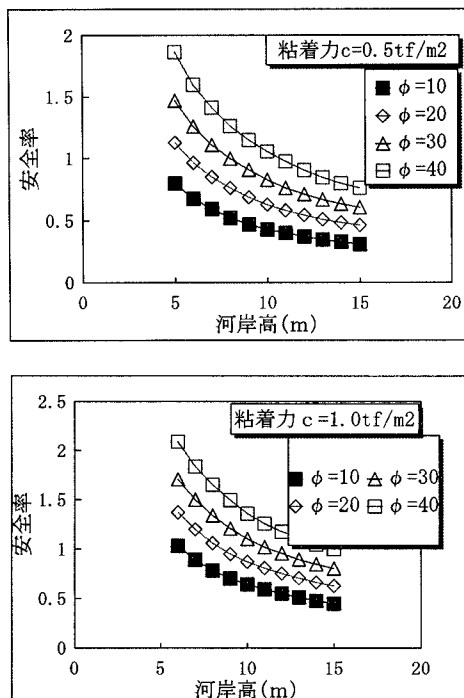


図-1 河岸高と安全率

線とは大きく離れている。しかし、こうしたすべり土塊が流送された後の1986年の河岸形状は $\Delta=2\text{m}$ の曲線とよく一致し、本文で対象としたような不安定化しつつある河岸の形状は(1)式で表すことができるよう。

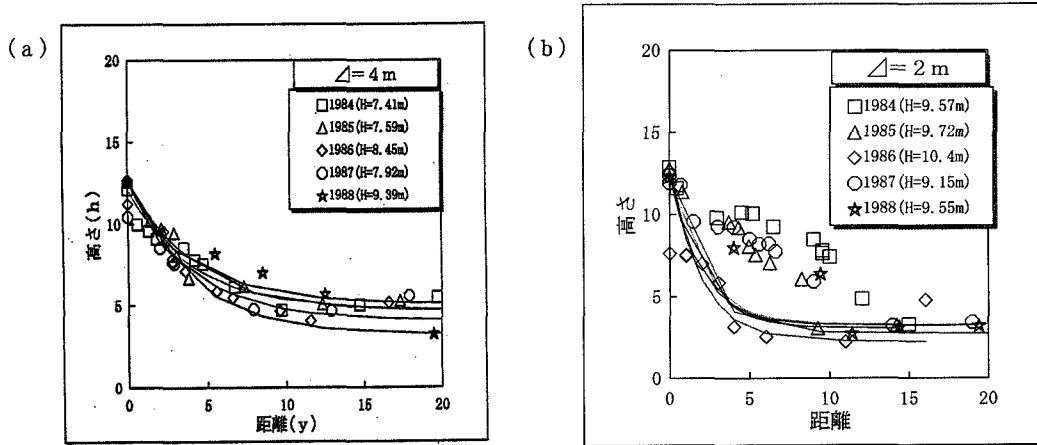


図-2 河岸形状の表現式の検討

4. 崩壊土砂の挙動について

不安定化した崩壊土砂は移動を開始しある位置で停止するが、この過程についてJanbuの斜面安定解析法を拡張して取り扱われる方法について考える。すなわち、図-3を参照して各スライスの水平方向の力のつり合いに慣性力を導入し、土塊全体について合算すると、

$$\sum W \tan \alpha - \sum T' \sec \alpha = \sum \left(\frac{W}{g} + a \frac{C_m}{2} \rho \right) \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

上式を dv/dt について整理すると、

$$\frac{dv}{dt} = \frac{g (\sum W \tan \alpha - \sum T' \sec \alpha)}{\sum \left(\frac{W}{g} + a \frac{C_m}{2} \rho \right)} \quad (4)$$

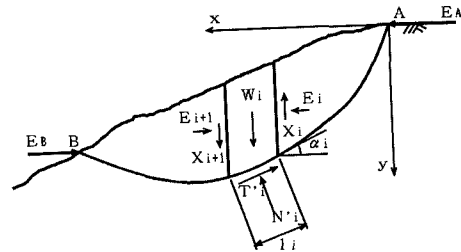


図-3 土塊スライスに働く力

ここで、 W は各スライスの重量、 N' 、 T' はそれぞれすべり状態にある各スライス底面の垂直力とせん断力、 v は土塊の水平方向の移動速度、 a は土塊の水中にある体積の割合、 C_m は仮想質量係数である。なお流体の抗力は相対速度 v を小さいとして省略している。

以上より(4)式で土塊の移動速度や移動量を求めることができる。実際は、土塊の移動に伴って α が変化し、これが土塊の停止に大きく影響すると考えられる。

5. あとがき

以上、高い河岸で生じる大規模な崩壊を伴った侵食過程を対象に河岸形状の変化と安定性の関係に検討を加えた。今後、ここで定式化のみにとどまった崩壊土砂の挙動について具体的に計算を行い考察を加えたい。

【参考文献】

- 1) Ikeda, S.: Self-formed straight channels in sandy beds, Proc. ASCE, Vol. 107, HY4, pp389~406, 1981.
- 2) 藤田裕一郎・八尋裕・村本嘉雄：淀川水系宇治川の低水路における河岸侵食過程，水工学論文集，第37巻，pp649~656，1993.
- 3) Takuo Yamagami・Yasuhiro Ueta: Noncircular slip surface analysis of the stability of slopes, Journal of Japan Landslide Society, Vol. 23, No. 4, pp8~16, 1986
- 4) 藤田裕一郎・村本嘉雄・八尋裕：河川堤防の侵食と安定について，京都大学防災研究所年報，第33号B-2，1990.