

河岸崩落土砂の挙動に関する基礎的考察

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
 岐阜大学工学部 平野 拓男

1. はじめに

高い河岸で生じる侵食現象は、円弧・非円弧のすべり面を伴った大規模な斜面形状の変化であって、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。一般に、このような高い河岸では、護岸等の施工が困難であり、根本的な侵食防止策としては、河岸近くに土砂をとどめる手法を開発することが必要であると思われる。しかしながら、そのためには、高い河岸における侵食過程の実態とそのメカニズムを把握する必要がある。そこで、本研究では、はじめに不安定化した土塊の移動についてJanbuの斜面安定解析方法に慣性力を導入して具体的な計算を行い、移動過程を推算して高い河岸における侵食過程について考察する。

2. 解析方法

不安定化した崩壊土砂の移動過程についてJanbuの斜面安定解析方法を拡張して取り扱われる方法を考える。すなわち、図-1を参照して各スライスの水平方向の力のつり合いに、押し上げられる水塊を考慮した慣性力を導入して、すべり土塊全体について合算すると次式のようになる。

$$\sum W_i \tan \alpha_i - \sum T'_i \sec \alpha_i = \sum \left(\frac{W_i}{g} + \beta_i C_m \rho V_i \right) \frac{du}{dt} \quad (1)$$

上式を du/dt について整理すると、

$$\frac{du}{dt} = \frac{\sum W_i \tan \alpha_i - \sum T'_i \sec \alpha_i}{\sum \left(\frac{W_i}{g} + \beta_i C_m \rho V_i \right)} \quad (2)$$

$$T'_i = \frac{C l_i \cos \alpha_i + (W_i - u_i l_i \cos \alpha_i) \tan \phi}{\cos \alpha_i (1 + \tan \alpha_i \tan \phi)} \quad (3)$$

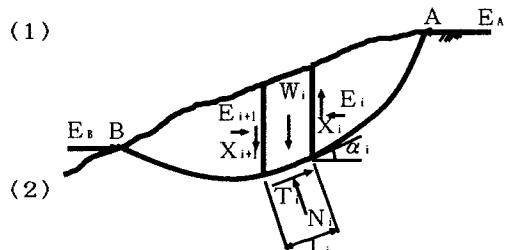


図-1 スライスに働く力

となる。

ここで、 W_i は各スライスの重量、 T'_i は各スライス底面に働くせん断力、 u_i は各スライス底面に働く間隙水圧、 l_i は各スライスの底面長、 C は土の粘着力(すべりはじめた土塊には粘着力は働くないと考えられるため、移動距離を求めるときは $C=0$ とおく。)、 ϕ は土の内部摩擦角、 α_i は各スライス底面の水平に対する傾き、 u はすべり土塊の水平方向の移動速度、 V_i は各スライスの体積、 β_i は土塊の水中にある体積の割合、 C_m は仮想質量係数、 ρ は土塊の密度、 g は重力加速度である。

以上より、(2)式を時間的に数値積分して移動速度と移動距離を求めることができる。実際は、土塊の移動に伴って α_i 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ため、この α_i を移動距離で重み付け平均して時間的に変化させながら計算を行う。

3. 解析結果

図-2は、河岸高12mの場合について単位体積重量 $1.7\text{tf}/\text{m}^3$ 、粘着力 $1\text{tf}/\text{m}^2$ とし、内部摩擦角を 10° 、 20° 、 30° に変えて評価した安全率とすべり面の形状を示したものであって、これまでの結果と同様に内部摩擦角が増加するに従って安全率が増加して崩壊土砂量は減少することがわかる。

図-3、4および5は、それぞれこの不安定化したすべり土塊についての加速度、移動速度および移動距離の時間的変化を(2)式から求めたものであって、不安定化した土塊は、動きはじめてから非常に短い時間で停止し、内部摩擦角が小さいほど移動距離が長くなることがわかる。

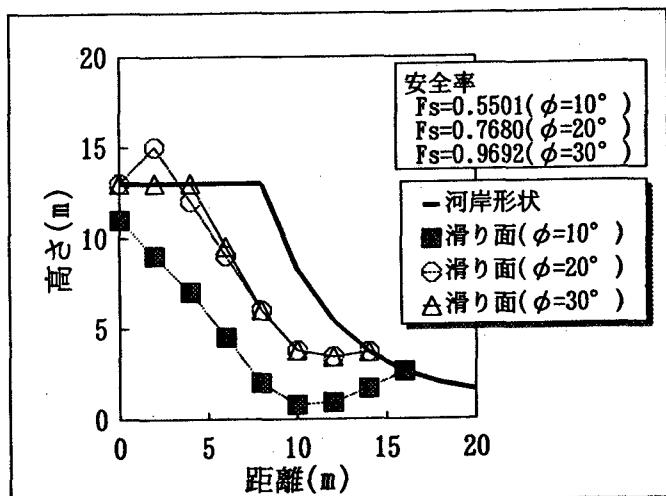


図-2 すべり面の形状

4. 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について、不安定化した崩壊土砂の挙動を具体的に計算して移動量を推算した。今後は、定式化式の適合性を検討するとともに、高い河岸における侵食過程について考察を加えたい。

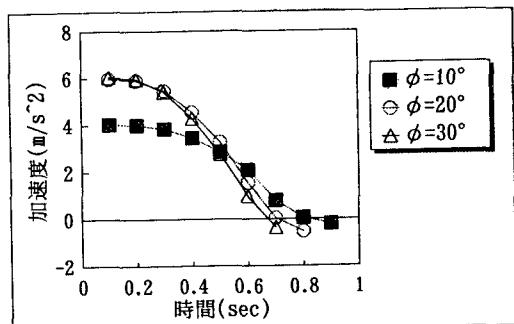


図-3 すべり土塊の加速度の時間的変化

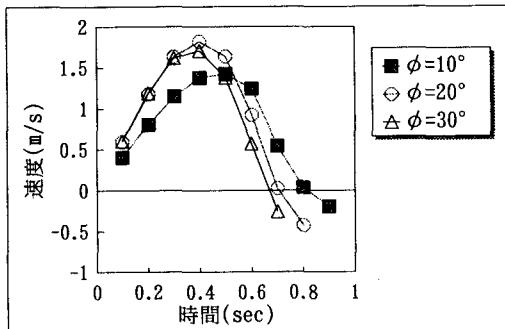


図-4 すべり土塊の移動速度の時間的変化

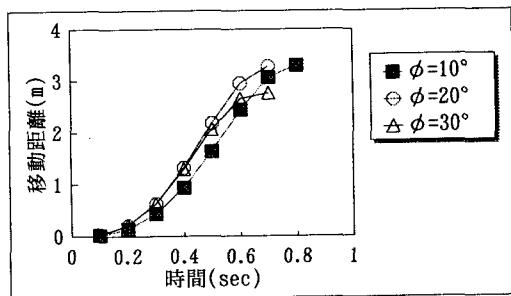


図-5 すべり土塊の移動距離の時間的変化