

II-254 根固め工に関する研究

建設省土木研究所 正員 西尾 正博

建設省土木研究所 正員 山本 晃一

1. まえがき

護岸根固め工は、洪水から堤防等を保護する河川構造物であり、十分な安全性が求められる。近年は安全性に加えて、治水目的以外の付加的価値を併せ持つ等の多機能な構造物を新たに開発することも求められている。このような状況を踏まえて、特に本研究では根固め工の機能や破壊機構をより物理的に明確な形で把握し、それに基づいて今まで以上に合理的かつ一般的な設計法を開発することを目標としている。

2. 実験方法

合理的な根固め工の設計法を見出すためには、根固め工の河床変動に伴う沈下特性を把握しなければならない。そこで、直線水路の一部に側岸で局所洗掘が生じるよう水衝部を作り、そこに根固め工を設置してその沈下特性を調べ、設計法を確立するための基礎資料を得た。

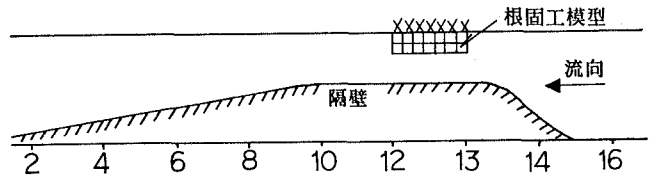


図-1 実験水路平面図

実験では、図-1に示す直線水路内の×××の部分の水衝部にした。水路諸元および水量は以下のとおりである。

河床勾配 $1=1/500$ ，水路幅 $B=3\text{m}$ ，川幅（急縮部） $B=1.4\text{m}$ ，河床材料 $d_m=0.6\text{mm}$ ，流量 $Q=220\text{ l/s}$ ，水深 $H=16\text{cm}$

上記の条件は砂利河川を想定し、実河道の水衝部付近を縮尺 $1/40$ で抽出したものである。この水路に、根固め工模型を設置しない条件で通水を行うと水衝部において平均 $12\sim13\text{cm}$ の洗掘が生じる。実験ではまず、局所洗掘が生じる前の河床の水衝部位置（図-1のNo12～14.5間）に種々の敷設方法で層積み根固め工模型を設置し、通水時の局所洗掘の進行に伴う根固め工模型の沈下特性と、それに与える敷設方法の影響を調べた。なお、用いた層積みブロック模型は、ホロスケーヤ型（ $B=4.5\text{cm}$ ， $H=2.4\text{cm}$ ）（現地相当重量 $W=4\text{t}$ ）である。ブロックの沈下の測定は、15分ピッチで各々のブロックの先端部（河道中央より）の高さおよび位置を測定することにより行った。

3. 連結層積みブロックの沈下特性

横断方向に模型ブロックを5列並べ、互いに針金でつなげた連結層積み根固め工模型を設置したときの沈下過程を図-2に示す。図中の●線は、各ブロック上面の水路中央よりの端の高さを連ねたものであり、▲線は各時刻の根固め工模型前面の河床高を表している。なお実験は、水路側壁と根固め工とを連結し、ブロックの滑動を許さない条件で行った。この図から、以下のことがわかる。ブロックは河床の低下に伴い前縁一列目より一列ずつ順々に沈下して行く。その時の沈下角 θ は、ほぼ一定角度（約 34° ）となる。

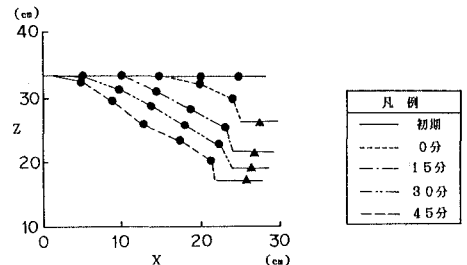


図-2 連結層積み根固め工の沈下過程

また、河床材料に用いた砂について水中安息角の測定を行った結果、砂の水中安息角は、 34° という結果が得られた。この結果より、想定した河川の条件で敷設幅が充分ある連結層積み根固め工の沈下角は、根固

め工下の河床材料の水中安息角にほぼ一致することがわかった。このことは、根固め工下の流速は極めて小さくなり、斜面上での河床材料の安定条件が静的条件で成り立つためと考えられる。

4. 設計法の提案

前述の実験結果をふまえ、連結層積みブロックは河床材料の水中安息角で沈下して行くことから、その安定性についての検討を行う。理想的な条件においては、図-3に示すように想定される洗掘深Dに対して、まず第一に根固め工前縁が河床に追隨していかなければならない。また、第二にこの状態において根固め工が安定でなければならない。第一の条件を満たすためには、(1)式が成立しなければならない。

★敷設幅決定式

$$B_t \geq \frac{D}{\sin \theta} + B_f \quad (1)$$

B_t :設計敷設幅, B_f :必要天端幅, D :予想される洗掘深,
 θ :根固め工設置箇所の河床材料の安息角

B_f は、根固め工が滑動しない条件、すなわち上述の第二の条件から決まってくる。第二の条件が成立するためには、以下のことが満足されなければならない。

★滑動しないための安定条件

- 斜面上の根固めブロックの安定条件（図-3中の①）

$$\sqrt{(w_s \cdot \sin \theta - V)^2 + (\tau_s \cdot A_s - H)^2} = \mu_s \cdot (w_s \cdot \cos \theta - L_s) \quad (2)$$

- 平坦部の根固めブロックの安定条件（図-3中の②）

$$\sqrt{V^2 + (\tau_f \cdot A_f - H)^2} \leq \mu_f \cdot (w_f - L_f) \quad (3)$$

- 斜面上ブロックと平坦部ブロックとの境界部（連結鉄筋）に係る合力の方向

$$\frac{H}{V} = \frac{\tau_s \cdot A_s - H}{w_s \cdot \sin \theta - V} \quad (4)$$

上記の安定条件を満たすことにより、 B_f を定めることができる。

w_s, w_f :単位河道方向長さ当りの根固め工の水中重量,
 L_s, L_f :ブロックに作用する揚力（単位河道方向長さ当り）,
 τ_s, τ_f :ブロックに作用するせん断力（単位河道方向長さ当り）,
 A_s, A_f :断面積（単位河道方向長さ当り）,
 V :斜面上のブロックと平坦部ブロックとの境界に作用する河道横断方向の引張力,
 H :斜面上のブロックと平坦部ブロックとの境界に作用する河道方向の引張力（単位河道方向長さ当り）,
 μ :河床とブロックとの摩擦係数, 添字s, f:図-3中の①, ②断面

この方法により、実際に計算した結果を図-4に示す。図は設計洗掘深Dと設計敷設幅 B_t の関係について、単位面積当りのブロック重量別に示したものである。これより、設計洗掘深Dが決まれば、現地において必要な敷設幅を得ることができる。

5. まとめ

今回は、特に連結層積み方式の根固め工に絞って一設計法案の提案を行った。今後は、この設計法をさらに充実（土砂の吸出し、最適ブロック重量の考慮）させるとともに、連結しない層積み根固め工や乱積み根固め工についても、個々の現象を把握し、設計法を導く予定である。

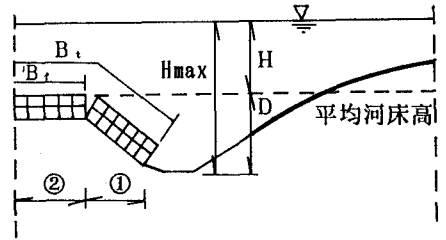


図-3 設計において想定する沈下形態

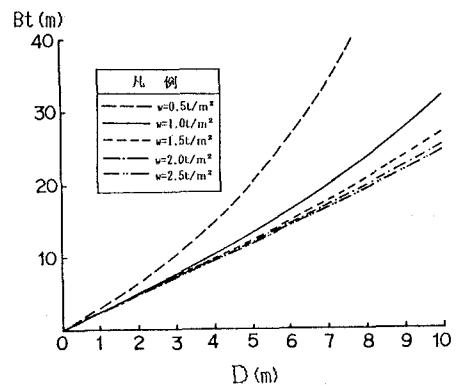


図-4 洗掘深と敷設幅の関係
 (V=3.7m/s, ホロスケータイプの場合)