

第2章 流れに対する安定重量（河川）

2.1 概要

河川においては、堤防の損壊などを防ぐ目的で法覆工、基礎工、天端保護工、根固め工などさまざまな構造物が設置されている（図-2.1）。このうち、根固め工は流水による急激な河床洗掘を緩和し、護岸基礎工の沈下を防止するために、護岸の基礎工前面に設置する構造物である。流水の作用に直接さらされる部分であるため、各設置状態に応じて流れに対して安定性を確保している必要がある。本章では、「護岸の力学設計法 p.100 5-5 根固め工の力学的安定性の照査」に準じた根固め工の安定重量照査の考え方を示す。

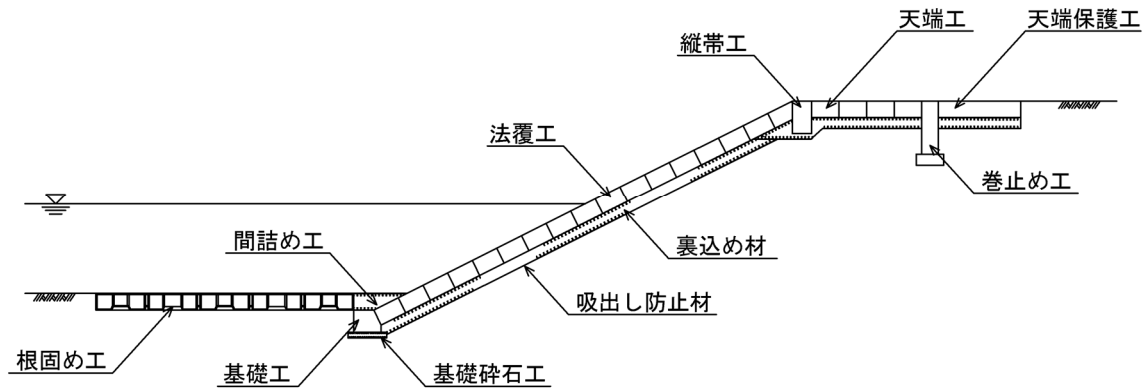


図-2.1 各部の名称

2.2 根固め工の構造モデル

2.2.1 破壊要因

根固め工の破壊は流体力が主要因である。洗掘による変形に対しては、最深河床高の評価高を想定して十分な敷設幅を持たせることにより対応する。

2.2.2 主な破壊形態

根固め工の主な破壊形態は、「滑動」と「転動」である。「滑動」は、ブロックに作用する流体力が底面摩擦力を上回った場合に生じる現象である。これに対して「転動」は、流体力の作用によってある一点を支点としてブロックがめくれ、回転する現象である。図-2.2 に破壊形態の模式図を示す。

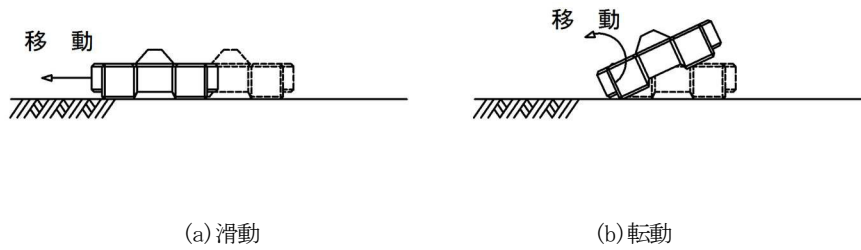


図-2.2 根固め工の破壊形態

2.2.3 設置状態

ブロックが規則的に敷き並べられた状態が「層積み」である。これに対して、ブロックが不規則的に積み上げられた状態が「乱積み」である。図-2.3 に設置状態の模式図を示す。

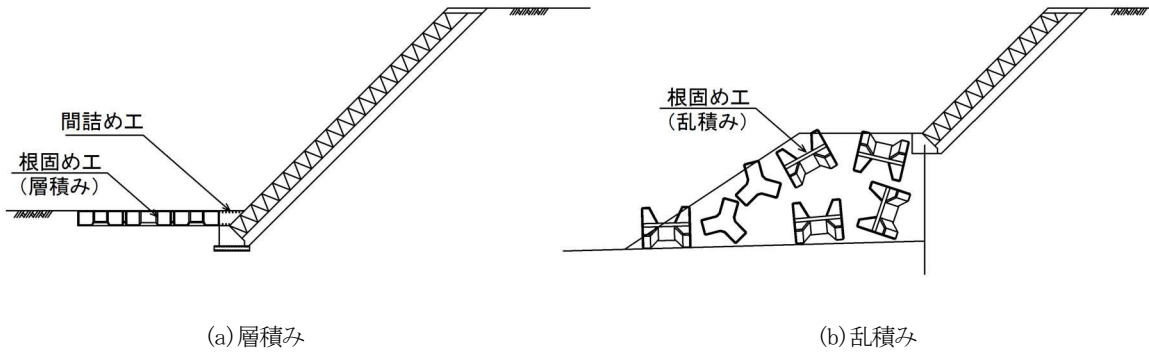


図-2.3 根固め工の設置状態

2.3 根固め工の安定重量算定

2.3.1 「滑動、転動一層積み」モデル

層積み状態で設置された根固め工は、流水の作用により「滑動」、あるいは「転動」が生じないように式 (2-3-1) を用いてブロック重量を決定する。

$$W \geq a \cdot \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6 \quad (2-3-1)$$

ここに、

ρ_b : 根固め工の密度 (=kgf・s²/m⁴) 【kg/m³】

ρ_w : 水の密度 (=102kgf・s²/m⁴) 【1,000kg/m³】

g : 重力加速度 (=9.8m/s²)

V_d : 設計流速 (m/s)

である。

通常、根固め工はサイズが大きく、設計流速 V_d と代表流速 V_0 はほぼ等しいと考えられるため、算定には代表流速 V_0 を用いてよい。また、式 (2-3-1) に用いられる a 、 β は、ブロックの配置形状によって異なる。これらの値は、根固め工の形状、ブロックの向き、配置形態に応じて、水理模型実験や現地の施工実績により求めることが望ましい。表-2.1 に、これまでの調査研究により得られた a 、 β の値を示す。

表-2.1 根固め工の係数 a および β の値

ブロック種別	模型ブロックの比重	$a \times 10^{-3}$	β
A : 対称突起型	$\rho_b / \rho_w = 2.23$	1.20	1.5
B : 平面型	$\rho_b / \rho_w = 2.03$	0.54	2.0
C : 三角錐型	$\rho_b / \rho_w = 2.35$	0.83	1.4
D : 三点支持型	$\rho_b / \rho_w = 2.25$	0.45	2.3
E : 長方形	$\rho_b / \rho_w = 2.09$	0.79	2.8

2.3.2 「滑動、転動—乱積み」モデル

乱積み状態で設置された根固めブロックの重量算定は、層積み状態のときと同様に式 (2-3-1) を用いる。乱積み状態の場合の係数 a は層積みの場合と同様であるが、係数 β については、一体性が認められる場合には $\beta > 1$ となる。一体性の弱いこのモデルでは、根固め工先端部では流速が大きくなるので、 $\beta = 1.2$ と設定するとよい。先端部より比較的流速の小さい本体部については、 β を 1.2 ~ 2.0 (層積みの割引係数) とする。

2.4 設計計算例

2.4.1 計算例 I

図-2.4 に示す護岸基礎工前面に層積み状態で設置する根固め工の安定重量の設計例を示す。

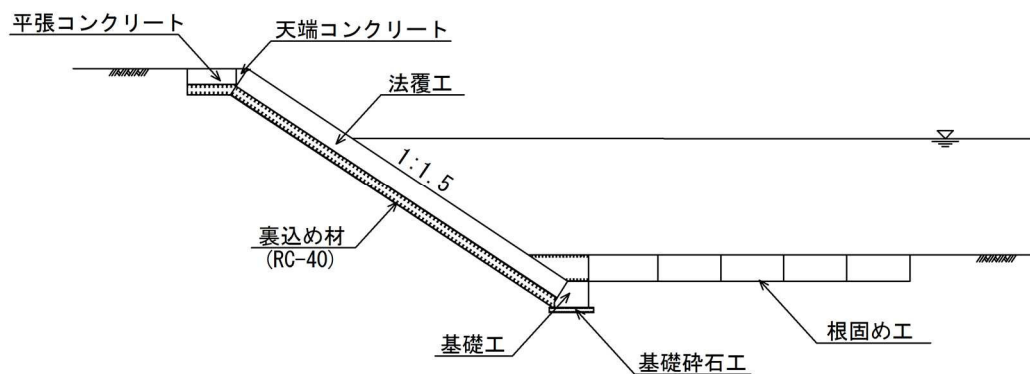


図-2.4 検討断面

- (1) 計算条件
- 1) 設置条件：層積み
 - 2) 流速条件：近傍流速 $V_d = V_0$ (代表流速) = 6.5m/s
 - 3) その他条件：
 - a) 検討モデル：「滑動、転動－層積み」モデル
 - b) 根固め工の種類：平面型
 - c) ブロックの比重： $\rho_b/\rho_w=2.03$

(2) 構造諸元の算定

1) 使用ブロック

根固め工に使用するブロックは、**図-2.5**に示すAブロックとする。**表-2.2**にAブロックの性能値を示す。

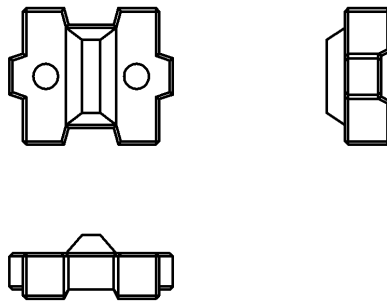


図-2.5 Aブロックの形状図

表-2.2 Aブロックの性能値

項目	値
係数 a	0.54
係数 β	2.0
公称トン数 (規格)	0.5 トン、1、2、3、4、5、8 等

2) ブロック重量の算定

式 (2-3-1) を用いてAブロックの必要重量を求める。

$$W \geq a \cdot \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

$$0.54 \times \left(\frac{1000}{2030 - 1000} \right)^3 \times \frac{2030}{9.8^2} \times \left(\frac{6.5}{2.0} \right)^6 = 12309N = 1.26tf$$

以上より、公称2トン型 (実重量2.24tf) で安定である。

(3) 標準断面図

標準断面図は図-2.6 のようになる。護岸本体工及び基礎工等については概略で示している。

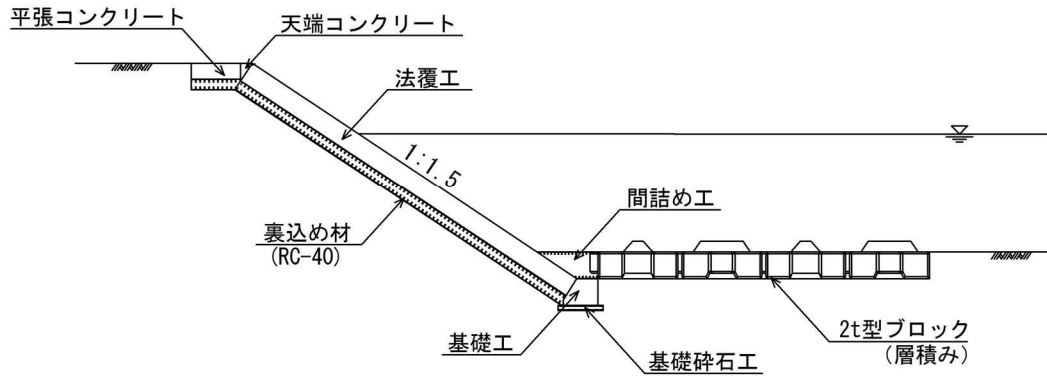


図-2.6 標準断面図

2.4.2 計算例Ⅱ

図-2.7 に示す護岸基礎工前面に乱積み状態で設置する根固め工の安定重量の設計例を示す。

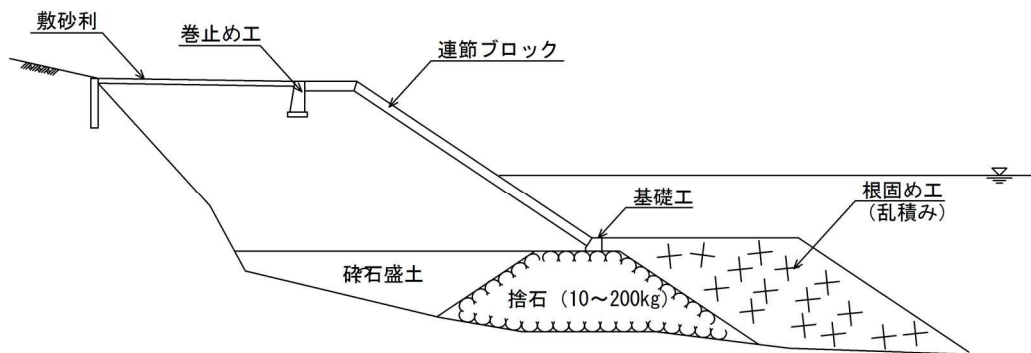


図-2.7 検討断面

(1) 計算条件

- 1) 設置条件：乱積み
- 2) 流速条件：近傍流速 $V_d = V_0$ (代表流速) = 4.0m/s
- 3) その他条件：
 - a) 検討モデル：「滑動、転動-乱積み」モデル
 - b) 根固め工の種類：長方形型
 - c) ブロックの比重： $\rho_b/\rho_w=2.09$

(2) 構造諸元の算定

1) 使用ブロック

根固め工に使用するブロックは、**図-2.8**に示すBブロックとする。**表-2.3**にBブロックの性能値を示す。

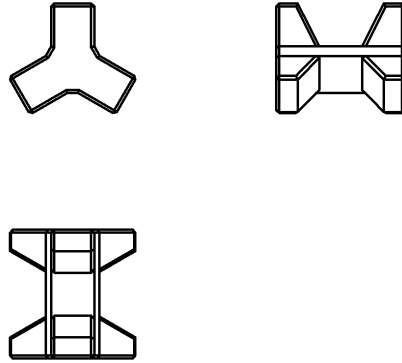


図-2.8 Bブロックの形状図

表-2.3 Bブロックの性能値

項目	値
係数 a	0.79
係数 β	1.2 ~ 1.6
公称トン数 (規格)	0.5 トン、1、2、3、4、5、8 等

2) ブロック重量の算定

式 (2-3-1) を用いて B ブロックの必要重量を求める。ここでは、一体性が比較的弱いと考えられる法先先端部を検討するものとして、係数 β は 1.2 とする。

$$W \geq a \cdot \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

$$0.79 \times \left(\frac{1000}{2090 - 1000} \right)^3 \times \frac{2090}{9.8^2} \times \left(\frac{4.0}{1.2} \right)^6 = 18210.18N = 1.86tf$$

以上より、公称 2 トン型 (実重量 2.08tf) で安定である。

(3) 標準断面図

標準断面図は図-2.9 のようになる。護岸本体工及び基礎工等については概略で示している。

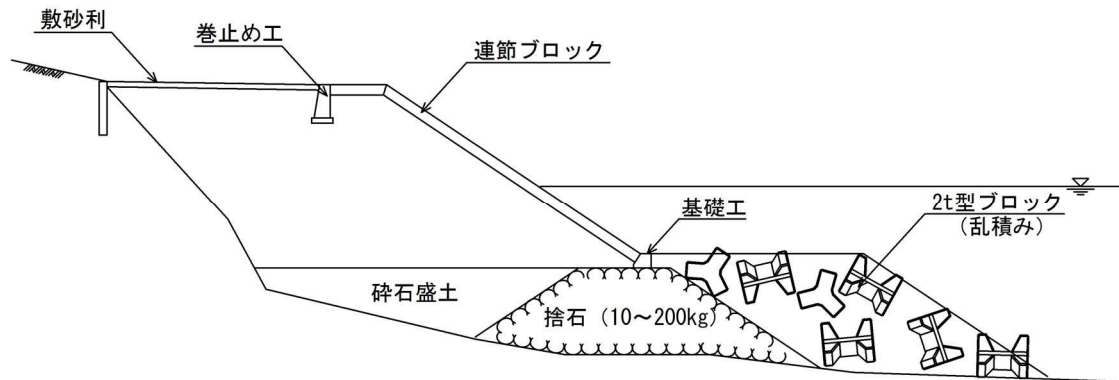


図-2.9 標準断面図

2.5 参考文献

- 1) 徳永敏朗, 山本晃一, 須賀堯三: 根固めブロックの特性について, 第33回学術年次講演会, 昭和53年9月