

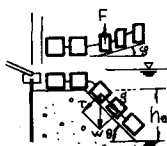
建設省工本研究所 正員・佐々木重義
馬場 洋二

まとめ

根固工の敷設について2~3の研究例がある。橋本は根固工ブロックが連結されているときの敷設をブロック前面の洗掘深度との関係で求めており¹⁾。関は経済圏からも考察を加える一方、現地河川での実験例から最大深掘れとの関係として示している。²⁾また全国主要河川の根固工に関するアンケート調査結果から4~6mの敷設例が多く、その中は蛇行特性量のひとつと考えられる川中水深比に強い相関をもっていることが明らかになっている。³⁾ここではブロックがたがいにつながれているときの橋本の洗掘深度との関係式に一考を加え、さらにブロックが連結されていない場合についても考察を行った。

1. 根固工ブロックが連結されているときの敷設に関する考察

図-1は根固工ブロックの前面が洗掘を受けたときのブロックの状態を示したものである。図でアンカーブロックが損傷しない状態を根固工の安全条件とし、静的な力の釣り合いを考えると(1)式が成り立つ。



$$mW_f + nW_f \cos \theta - nW_f \sin \theta - \sum G_i - nF \sin \varphi = 0 \quad \text{----- (1)}$$

ここに G_i は n 個の傾斜ブロックの崩りや回転により生じる法面向下の力、 F はブロック1個の受ける流体抵抗力(一定と仮定)である。そして m ; アンカーブロック数 W ; ブロック1個の水平重量 f ; ブロックと河床との摩擦係数(一定と仮定) θ ; 砂礫の水平安息角

(1)式で G_i および F は流体力の大きさに比して比較的小型なブロックを用いたときに考慮すべき項目となる。(1)式のはじめの3項のみを考慮したのが橋本の考え方であり、最後の2項を加えることによって安全限度の敷設はさらに広くなるはずである。

(1)式で $\sum G_i = n \cdot G$ とおき $G = \alpha \cdot W$ と仮定する。そして $F = W \cdot \sin \theta \cdot \tan \varphi$ とおき、さらに n 個の傾斜ブロックが洗掘法面を覆い尽くした状態を考え、必要敷設量 B を $B = (m+n) \cdot b$ とすると次式を得る。

$$\frac{B}{h\alpha} = \frac{1}{\sin \theta \cdot \cos \varphi} \left\{ 1 + \frac{1}{f} (\sin \theta + \alpha - \sin \theta \cdot \tan \theta \cdot \sin \varphi - f \cos \theta) \right\} \quad \text{----- (2)}$$

ここで橋本の理論と(2)式の比較を行うため、簡単のため $\varphi = 10^\circ$ $\alpha = 0.1$ と仮定し、 f は北海道開発局で実施した現地河川での実験結果より⁴⁾安全サイドから数値の小さい $f = 0.6$ を代表値として試算すると $\theta = 30^\circ$ (久留米の実験によれば $0.25 < \tan \theta < 2.0$ mmに相当する⁵⁾)として $B/h\alpha = 1.96$ (橋本) と $B/h\alpha = 2.13$ (2式)を得る。

2. 根固工ブロックが連結されていない場合についての考察

図-2に示すようにブロックが連結されていないときの傾斜ブロックの状態は連結されているときとは様相を異にする。そして傾斜ブロックによる洗掘法面上の被覆状態は θ と θ の関係によって概して決まってくる。表-1はその被覆状態をブロック間距離 Δx および非被覆部の長さ z で表わしたものである。同表で Δx は Δx の平面的な値であり、不等号記号はブロックが重なることを想定したものである。

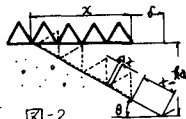


表-1で $\tan \theta$ の関係にあると傾斜ブロックは洗掘法面上端部に留る。ここで $h\alpha$ を最大洗掘深と考え、流れによって洗掘法面のみが後退するものとする。 $z = \delta \cdot \sec \theta$ の関係より z は洗掘法面の後退に伴って小さくな

り、 $\delta \leq 0$ で $\alpha' = 0$ となる。このような状態は連結のある場合の鉄筋長を α と
おいたときと水理的には同じ現象が生じることになる。また洗掘法面の保
護から考えて α および α' を小さくするためには θ および α を大きくする工夫
が望まれる。

反対に $\theta < \tan \theta$ の場合は法面に沿って滑落あるいは転倒することになり、法面上部を覆い
尽くさないことになる。そうしたときに洗掘法面からの土砂の流出が多くなることが予想され、これを防止する意味で設置後の適
当な時期に法面上部にブロックの追加投入の必要が生じることと考えられる。

3. 根固ブロック設置にともなう洗掘法面の洗掘特性に関する実験

実験は水路幅1.5m 勾配 $1/400$ の矩形断面直線水路を用い、図-3に示すようにブロックを
布設し通水を行なった。ここでブロックには中空三角ブロック(4tonブロックの $1/3$ 長さ比
を用い一層層積とした。また砂の水平安息角を実験より求めた結果から $\theta = 29^\circ$ とした。

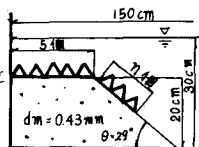


図-3 実験方法

実験ケースの一覧表を表-2に示す。

実験の結果と通水時間と洗掘法面肩の一樣な後退量で示したのが

図-4である。同図より実験初期においては洗掘速度 α も大きく、
実験経過とともに洗掘速度は減衰する傾向にある。これは洗掘法面の

表-2 実験ケース一覧表

連結のない場合		連結のある場合		備 考
実験ケース	傾斜ブロック数	実験ケース	傾斜ブロック数	
a-1	0	b-1	0	Q=210 $\frac{g}{s}$ R=30cm T=2 hour
a-2	3	b-2	3	
a-3	7	b-3	7	

後退とともないアンカーブロックが徐々に傾斜ブロックに変わったため、洗掘
法面のブロックによる被覆割合が大きくなり、そのため法面の流れがブロッ
クの遮蔽効果によって減速され洗掘速度が減衰していったものと考えられる。
このような洗掘法面の被覆割合という点からは、当初設定した θ の数が多い
ほど洗掘量が小さいとみられる。つぎにブロックの連結の有無による
洗掘量の比較を行なうと 連結のある場合の方が洗掘量は大きかった。この
ことは連結のない場合には通水中に傾斜ブロックが徐々に法面に沿って滑り
落ちたため洗掘法面を適当に覆い、その結果非被覆部長 α が掃流力の小さい
洗掘法面肩に生じたためと考えられる。そして逆に連結のある場合にはこ
の α が掃流力の大きい洗掘法面法尻に生じたためといえよう。参考まで洗掘
法面の法尻と法肩の無次元掃流力 α を調べると、 $\alpha = 0.30$ (法尻)と $\alpha = 0.10$
(法肩)を得る。また図中一部で堆積傾向(下の右下)がみられるのは、ブロックの布設区間より上流部の移動床
砂がブロックのあることで再堆積したものと思われる。なおこの実験で連結のない場合の傾斜ブロックの動向を
みると、ブロックの上流側が洗掘を受けたためにブロックが上流側に傾いたものもあり、平均的には $\theta = 0$ であ
った。この実験からいえることは根固工内の洗掘防止という点から洗掘法面の法尻の保護も肝要である。

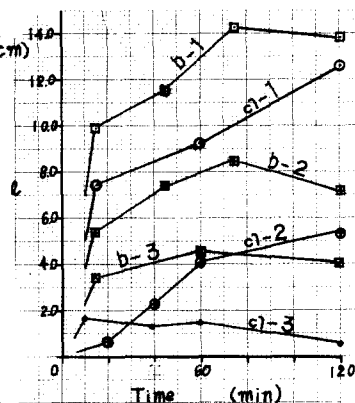


図-4 $t \sim \alpha$ 図

あとがき

今後(2)式中の α および θ 、連結のない場合の敷設中等についての量的把握が必要であろう。また実験では洗掘
法面肩にも大きな α が生じた場合についても検討を加える必要があろう。

参考文献

- 1) 橋本 「新河川工法」 森北出版 (B-31)
- 2) 関 「根固工の設計」 防災 37-38号 (B-46)
- 3) 馬場 「河川護岸根固工コンクリートブロックの集計調査」 工研 1345号 (B-53)
- 4) 北海道開発局 「護岸根固工設計指針」 (B-45~48)
- 5) 「土砂の水中傾斜角について」 林技術第6巻第5号 (1951)