

II-234

流水に対する野芝の侵食抵抗

北海道開発局 正員 柿沼 孝治
東京工業大学工学部 正員 福岡 捷二
建設省京浜工事事務所 正員 江幡 禎則

1. 目的 堤防表面の芝が、流水による侵食に対してどの程度抵抗できるかについては未だ十分明かにされていない。本研究では芝堤の侵食限界を見積るため、高水敷上の芝で覆われた地層について侵食実験を行い、流水に対する芝の侵食抵抗を水理量、芝、土質特性に対して見積っている。

2. 実験方法 実験場所は多摩川6k付近の高水敷上3地点である。実験場所の表層土質の特性と芝の生育状況を表-1に示す。表中には解析に用いる江戸川の資料²⁾も併せて示している。侵食試験器は長さ2メートル高さ12センチメートルの管路で、上蓋、本体、スカート部からなる（図-1）。高水敷上の芝をもつ地表面に直接このスカート部を埋めこみ通水し、侵食深、時間、流量、動水勾配を測定する。

3. 実験結果 侵食過程は、はじめ表層部の土が掃流され、しだいに根の根毛層に侵食が進む。やがて一部の芝が剥がれ、最後に全体の芝が剥がれる。本研究では芝の根が全体として破壊される前の段階までを対象とする。代表ケースの実験結果を図-2に示す。実験値は縦軸に侵食深 y 、横軸に通水時間 t の対数をとってプロットすると、侵食深は $y = A \cdot \log t$ で表現できる。図中

	粘土分 (%)	シルト分 (%)	砂分 (%)	レキ分 (%)	被度	根の侵入長 (cm)	根毛層厚さ (cm)
a 地点	6	23	71	0	5	30	5
b 地点	16	30	50	4	3	20	5
c 地点	21	38	28	13	4	15	5
江戸川	22	61	17	0	4	3	3

表-1 試験地点の土の特性

で $v=2m/s$ の場合急激に侵食深が増大しているのは芝の根がその時間に急激に破壊されたことを示している。

A の値と底面せん断力 τ_b の関係を図-3に示す。

図より A の値と摩擦速度はほぼ比例関係にあることがわかる。なお底面せん断力は、実測動水勾配を用いて求めた。これより侵食深は $y = \alpha \sqrt{\tau_b / \rho} \log t$ と表現できる。ここに α は土質とともに関係する量である。

4. 次元解析 芝の侵食深には、土質や芝の性質が複雑に絡み理論的に解くことは現状では困難であるため次元解析手法を適用する。侵食深に關係する物理量は時間 t 、底面せん断力 τ_b 、芝の根の最大長 R_{max} 、土粒子の粘着力 c 、細粒分 F 、芝の被度 H 等である。ここに、被度とは調査面積内の芝の被覆度合を示す¹⁾。次元解析より侵食深は次式で表される。

$$y = f \left(\frac{\tau_b}{c}, \frac{\tau_b}{\rho}, \frac{t}{R_{max}}, F, H \right)$$

上式と実験より得られた $y = \alpha \frac{\tau_b}{\rho} \log t$ を対比すると α は土の粘着力 c 、土の細粒分の割合 F 、芝の根の長さ R_{max} 、芝の被度 H の関数におくことができる。

芝の被度の関数におくことが出来る。

5. α と土質・芝の状態の關係 実験結果と次元解析を踏まえてパラメータ α について考察する。本実験結果

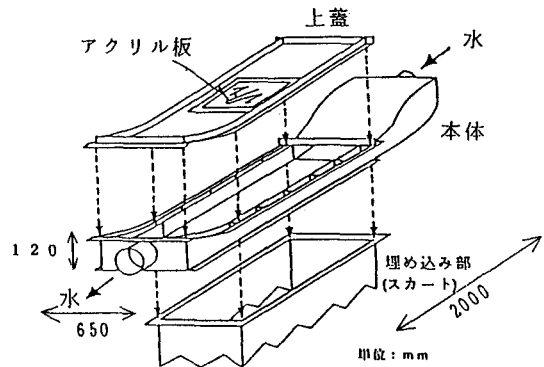


図-1 試験装置

および福岡、藤田らの江戸川における侵食実験結果²⁾³⁾について、土の細粒分、芝の被度、芝の根の深さと α の関係を図-4に示す。本実験と別に行われた多摩川堤防の土質及び堤防の芝の調査によると、芝の根が入っている堤体の表層土は粘土、シルトの細粒分が50%以上であり、芝の被度は4、根の深さは平均的に20cm程度であった。これらより土質及び芝の特徴はb地点、c地点、江戸川の土質、芝の特性とほぼ類似の特性を持っている。図-4よりこれら3地点における α と細粒分の関係はほぼ直線 $\alpha = -0.18F + 14.5$ で近似できる。なおa地点は砂分が多いため芝の根が深く入り、かつ密生度が高い場所であり、このため侵食抵抗が大きくなっている。これは一般の堤防の表層土質とは異なっているのでここでは除外している。

6. 侵食限界 α の値をF値よりほぼ推定することが可能であるので、芝の根による保護効果が期待できなくなるときの底面せん断力と冠水時間の関係をさきの式から求める。なお、限界侵食深は根毛層厚の半分とし安全側に見積っている。 α をパラメータとしたときのこの関係を図-5に示す。この曲線の右上にくると芝が剥がれ侵食がおこる。土木研究所による小貝川の堤防災害調査結果³⁾を図-5にプロットしたところ $\alpha = 5$ の曲線の右側に集まった。小貝川の土質は細粒分60%程度、被度4、根の深さ15cm程度であることがわかっている。図-4を準用すると、この条件では α が5程度となり、実河川の侵食限界に対しても図-5はほぼ妥当な判断を与えることがわかった。

7. 結論 ①土質・芝の特性と侵食抵抗の関係を求め、侵食深を表現する式を示した。②土質、芝の特性をパラメータとして洪水流のせん断力と芝の冠水時間の関数として野芝の侵食限界を示した。

参考文献 1) 建設省：河川砂防技術基準（案）～調査編～ 2) 福岡捷二、藤田光一、加藤善明、森田克史：土木技術資料第29巻12号、1987 3) 福岡捷二、藤田光一：水工学論文集、第34巻、1990

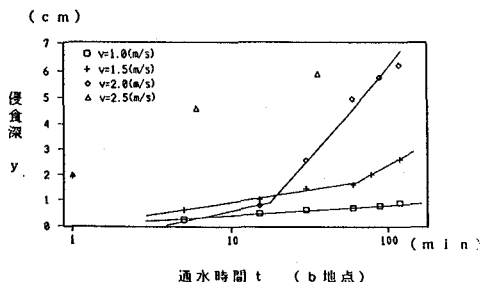


図-2 侵食深の時間変化

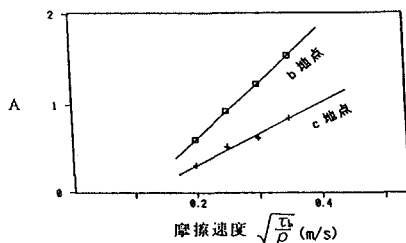


図-3 Aと摩擦速度の関係

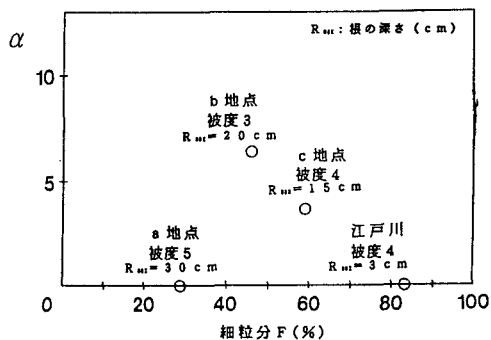
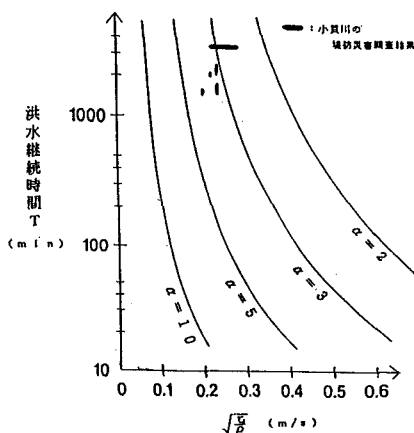

図-4 α と土の細粒分の関係


図-5 侵食限界推定図