

植生の違いによる耐侵食性に関する実験

復建調査設計株式会社 正会員 ○落合 清治
 国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 服部 敦
 国土交通省国土技術政策総合研究所 延常 浩次
 国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 福原 直樹

1. はじめに

河川堤防は、施工時にのり面をシバで被覆することが一般的となっているが、その後の植物の遷移によって多様な植物が繁茂している。そういった状況を踏まえ、堤防の流水に対する耐侵食性を把握しておくことは、堤防の維持管理の水準（除草頻度や表土打替えの時期）を設定する上で重要である。

2. 本研究の目的及び実験方法

(1) 本研究の目的

既往の研究では、堤防のり面に繁茂する植生としてシバやチガヤを対象としたものである。それに対し、本研究では、異なる植生(セイタカアワダチソウ、ネザサ)を対象として、植生の違いによる耐侵食性を評価することを目的として実験を行ったものである。以下に既往の研究で得られた知見を示し、本研究での実験方法について述べる。

(2) 植生の耐侵食性に関する既往研究の整理

植生(シバ、チガヤ)の侵食特性に関する既往の研究としては、福岡ほか¹⁾及び宇多ほか²⁾の報告等があり、侵食特性を式(1)により表している。

$$Z = A \log t \quad (式 1)$$

ここで、Z: 平均侵食深(cm), t: 通水時間(min), A: 植物の耐侵食性を表すパラメータであり摩擦速度 u^* 、根毛量 σ_0 を用いて以下の実験式を提案している²⁾。

$$A = \alpha(u^* - \beta) \quad (式 2)$$

$$\alpha = -50\sigma_0 + 9 \quad (式 3)$$

根毛量とは、「地表から3cmの深さまで単位体積あたりの土中に含まれる根や地下茎の湿潤重量」である。

上式はシバをはじめとするイネ科の植物を優占種とし、地表に洗い出された根が層状となって地表を覆うことにより地表近傍流速が低減されることにより耐侵食性が発揮される場合を対象としている。なお、(式2)の係数 β は、侵食面の限界掃流力 τ_c を摩擦速度 u^* に換算した値と考えられるが、係数 β を設計上見込むことは当時の知見では設計上考慮し得ないとしていることから、本研究においても $\beta=0$ とし、係数 α に着目して検討することとした。

(3) 実験方法

本実験は、表-1に示す堤防について、現地ののり面試料(幅1.0m, 延長1.5m)を不攪乱採取し、実際の洪

水時の流速と同程度の流速(2~4.5m/s)の通水可能な実験水路(国土技術政策総合研究所内)用いて行った。

実験では、段階的に流速を上げ、各断面平均流速に対して、通水時間毎(10~80min)の侵食深の時間変化、流速毎の鉛直方向流速分布等の測定を行った。なお、侵食深の計測は、供試体の侵食面のうち幅0.7m, 延長1.0mの範囲に対して0.1mピッチのメッシュを作成し、メッシュの交点(計88点)の侵食深を計測し、その平均値を各流速、通水時間の平均侵食深とした。

表-1 本実験で用いた供試体

実験ケース	水系名	河川名	表土の土質	優占種	試料の状態(刈り取り)
CASE1	利根川	利根川	シルト	セイタカアワダチソウ	刈り取り前
CASE2				チガヤ	刈り取り後
CASE3	天竜川	一雲齋川	砂礫	セイタカアワダチソウ	刈り取り前
CASE4				チガヤ	刈り取り前
CASE5	攝保川	林田川	砂礫	ネザサ	刈り取り前
CASE6				ネザサ	刈り取り後

3. 実験結果

各ケースにおける平均流速毎の通水時間及び侵食深の関係を図-1に示す。既往研究²⁾における実験では、断面平均流速を一段階大きくさせた直後または、一定流速の通水中に急激に侵食深が大きくなるケースが見られたが、本実験においては、そういった侵食現象は発生せず、全ての通水中に対数型の侵食が生じる結果となった。これは、供試体の通水幅が大きいこともあって(既往研究²⁾は通水幅0.3m)、局所的な洗掘が侵食面全体に影響するような侵食に至らなかったためと考えられる。

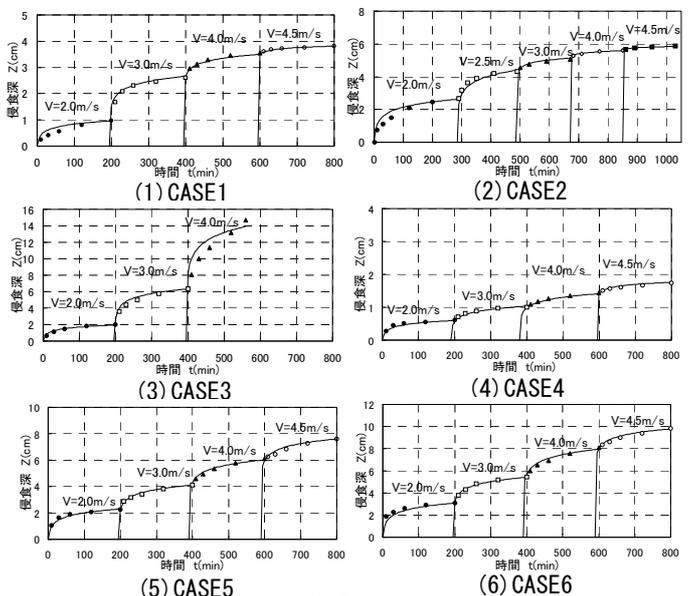


図-1 各ケースの平均流速毎の通水時間～侵食深の関係

4. 考察

本実験では3種類の優占種となる植物について実験を行っており、これらの根についてそれぞれ、(1)根毛層を主体としている(チガヤ: CASE2,4), (2) 3~4mm程度の主根が主体で根毛層がほとんどない(セイタカアワダチソウ: CASE1,3), (3) 5~6mm程度の比較的太い主根をもち、かつチガヤほどではないが根毛層をもつ(ネザサ: CASE5,6)の3つのタイプに分類される。これらのタイプ毎の耐侵食性について、既往研究²⁾に基づいて算出した係数 α と根毛量測定結果の関係(図-2)を示す。なお、根毛量の測定については、供試体近傍で同様に繁茂する試料を用いているため、CASE5,6については同じ値となっている。これらの結果より以下のことが考察される。

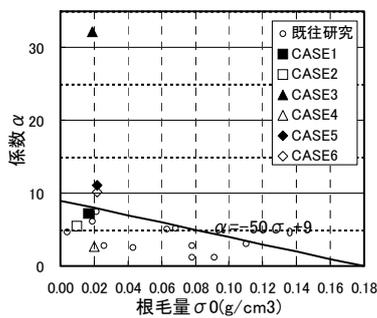


図-2 根毛量 σ_0 と係数 α の関係

(1) 根毛層が主体となる植生の耐侵食性

チガヤ(CASE2,4)は既往研究²⁾と同様の対数型の侵食傾向を示し、かつ根毛量も既往研究と同等の結果となった。また、CASE1のセイタカアワダチソウは、地上部では繁茂していたため優占種としたが、繁茂状況は疎な状態(43本/m²)であり、下草に存在するチガヤ(101本/m²)の影響によって対数型の侵食傾向を示したと思われる。

(2) 主根が主体となる植生の耐侵食性

セイタカアワダチソウ(CASE3)の根は、通水後410分(侵食深約6cm)で地表にほぼ全てが洗い出され、以降一部流出した。流出後の供試体をみると表土の礫(平均粒径は約5mmであるが、表層に最大10cm程度の玉石が覆っている)が地表に露出した状況であった。

(写真-1)

このため、侵食傾向が対数型を示したのは、根による耐侵食性のみではなく、粗粒化アーマータ化が生じた効果であると考えられる。

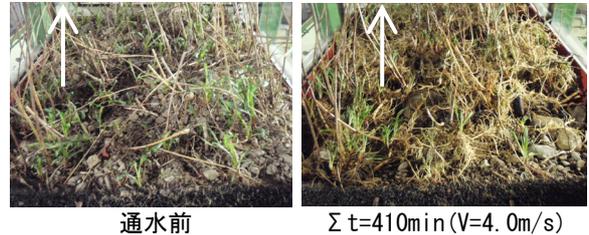
以上の観察に加えて、チガヤ(CASE1,2,4)での結果

参考文献 1)福岡捷二・藤田光一：堤防法面張芝の侵食限界，水工学論文集，第34巻，pp.319~324，1990

2)宇多ほか：洪水流を受けた時の多自然型河岸防御工・粘性土・植生の挙動，土木研究所資料第3489号，pp.97~214，1998

を考慮すると、セイタカアワダチソウは主に根で耐侵食性を発揮する植物ではなく、繁茂した状態での葉・茎など地上部で流水に対して抵抗し、地表近傍の流速を低減することによって耐侵食性を発揮するタイプであると考えられる。

写真-1 通水前後の供試体の状況 (CASE3)



(3) 主根と根毛を有する植物の耐侵食性

ネザサ(CASE5,6)は通水後、根が地表に洗い出され、主根とともに根毛が地表を覆う状態であった。表土の平均粒径は、1mm程度で、最大5cm程度の砂利が混在している。また、根毛量はチガヤと同程度ではあったが、係数 α は(式3)の範囲よりも大きな値を示した。

本ケースは、礫が地表を覆う状態ではないことから、根毛層が耐侵食性を発揮したものと思われる。ただし、ネザサは太い主根を有しているため、チガヤに比べて根毛層が相対的に小さいことから、大きな侵食傾向を示したものと判断される。ネザサはセイタカアワダチソウと同様に長く堅い茎を地上部に有する植物であり地上部の流速低減効果を期待できるとともに、根によっても耐侵食性を発揮するタイプと考えられる。

5. 本研究の成果と今後の課題

(1) 植生の根の違いによる耐侵食性の定量的評価

3種類の根のタイプによる実験結果から、耐侵食性を発揮するのは、根に存在する根毛の影響が大きいと思われる。そのため、根のタイプ毎の耐侵食特性について定量化する必要がある。また、植物の根のうち、根毛が耐侵食性を発揮することを踏まえ、主根を除いた根毛層に着目した測定方法の確立が必要である。

(2) 茎及び葉による侵食外力の低減効果の検討

本研究においては、茎の高い草本が多く繁茂している植生の実験については実施できていない。このため、草本が多く繁茂する供試体において、繁茂している本数や茎の葉の力学特性について整理し、草本に着目した水理実験を行って、茎・葉による地表近傍の流速低減効果を検証する必要がある。

キーワード 河川堤防 耐侵食性 侵食実験 根毛層

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3-8-15 復建調査設計株式会社 東京支社 TEL 03-5835-2631