

ジオコンポジットを用いた河川堤防の侵食抑制効果に関する研究

防衛大学校 学生会員 山口将平
 防衛大学校 正会員 多田 毅
 防衛大学校 正会員 宮田喜壽

1. はじめに

多自然型の河川環境整備技術として、ジオシンセティックスを用いた侵食防止技術が注目されており、現在いくつかの製品が開発され、その性能評価も行われている。しかし、ジオシンセティックスの侵食防止メカニズムに関する検討は十分になされていない。そこで本研究では、より侵食防止効果の高いジオコンポジットの形状や設計法を確立するために、その耐侵食メカニズムを実験的に検討した。その実験結果を報告するとともに、ジオコンポジットの耐侵食性能の評価法を提案する。

2. 実験概要

本研究では、長さ 16m、幅 0.5m、勾配 1/500 の開水路（図 - 1）に定常流を発生させ、下流端から約 4.5 m 付近に設けた土槽区間において、流速の段階的な増加に伴う侵食量の経時変化を計測した。土槽区間における供試体の侵食量の計測は、ポイントゲージを用いて行った。供試体の流れ方向に 10 列、幅方向に 4 列の計 40 点において、初期状態と侵食後の侵食面の高さを計測し、その差をその点での侵食深とした。

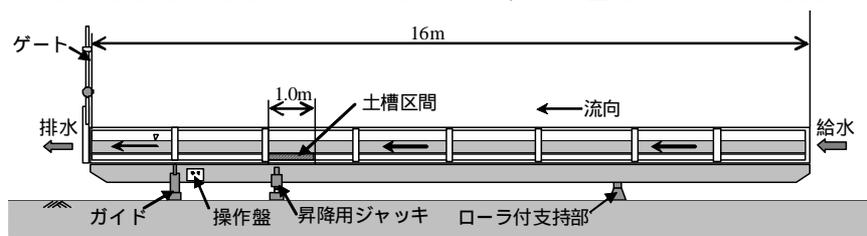


図 - 1：実験水路

土槽区間に設置する供試体には、砂質土として豊浦砂を用いた。供試体容器の底面から約 70mm まで空中落下法で砂質土を堆積させ、その上面に高さ約 30mm のジオコンポジットを設置した。その後、豊浦砂を空中落下法でジオコンポジットの空隙に堆積させた後、供試体を水浸させた。豊浦砂の目標密度は 60% 程度とした。

表 - 1 実験条件



写真 - 1 ジオコンポジットの外観（左から A,B,C）

Step	接近流速 (m/s)	通水時間 (分)	流量 (m ² /s)	水深 (mm)	フルード数
1	0.5	60	0.12	240	0.33
2	0.7	60	0.12	170	0.54
3	1.0	60	0.18	180	0.75

ジオコンポジットは 5 種類のものを用いた（写真 - 1）。密度が低い A-1,A-2、密度が高い B-1,B-2、ハニカム構造を持つ C の 5 種であり、いずれもポリエチレンを主原料とする繊維状の構成材を 3 次元的に絡み合わせた構造を有するものである。また本実験は、実験ケースごとに流速を 3 段階に変化させて行った。それぞれのステップの詳細は表 - 1 に示す通りである。

3. 実験結果

実験で得られた経過時間と侵食深さとの関係を図 - 2 に示す。この図より各ステップ内において時間の進行と共に侵食速度が減少していることが分かる。これは、侵食の進行に伴いジオコンポジットの露出高さが増すことで侵食面近傍の流速が減少するためであると推測される。図 - 3 は侵食深さと侵食速度の関係であり、い

キーワード ジオコンポジット 侵食抑制

連絡先 〒239 - 0811 神奈川県横須賀市走水 1 - 10 - 20 防衛大学校システム工学群建設環境工学科 TEL 046 - 841 - 3810

ずれの流速においても侵食速度は侵食深の増加に伴い指数関数的に減少することを示し、その近似曲線はジオコンポジットがない場合の侵食速度付近を通過することが分かる。このことから、ある侵食深さでの侵食速度は、その侵食深さに達するまでの侵食速度や経過時間に依存しないと判断できる。

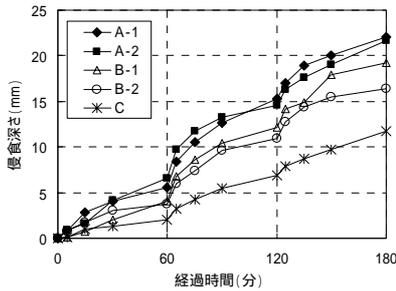


図 - 2 侵食深の時間変化

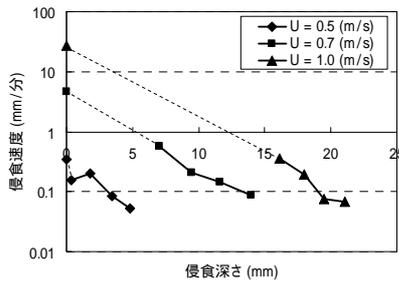


図 - 3 侵食深さと侵食速度の関係(A-1)

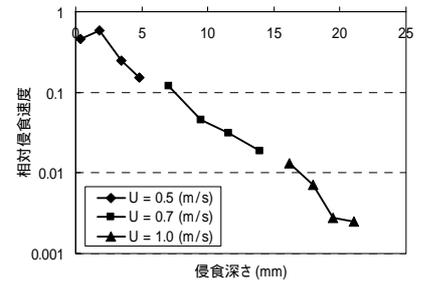


図 - 4 相対侵食速度と侵食深さの関係(A-1)

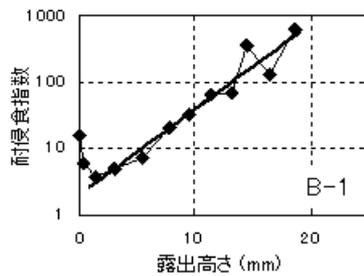
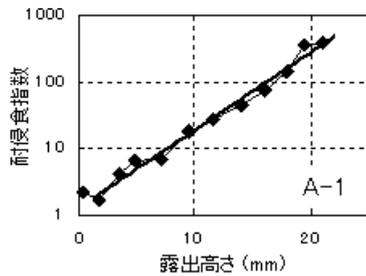


図 - 6 各ジオコンポジットの性能曲線

表 2 ジオコンポジットの性能指標

	初期性能	性能発現係数
A-1	1.30	14.8
A-2	1.30	16.0
B-1	2.04	19.2
B-2	2.15	31.1
C	7.27	58.8

そこで、実際の侵食速度をその接近流速でのジオコンポジットのない場合での侵食速度で除した値を相対侵食速度とし、侵食深さとの関係を整理した(図 - 4)。これより、ジオコンポジットで補強された砂質土の侵食進行速度は、相対侵食速度を用いることで、一つの指数関数で近似できることがわかる。この性質を用いれば、ジオコンポジットの耐侵食性能を評価する指標とすることができると考えられる。ここで、耐侵食という観点から侵食深さをジオコンポジットの露出高さを読み替え、相対侵食速度の逆数を取りそれを耐侵食指数とし、露出高さとの関係を性能曲線と定義する(図 - 6)。この性能曲線は次の指数関数で近似する。

$$I = a \times b^{h/10} \tag{1}$$

ここで、 I は耐侵食指数、 h は露出高さ(cm)、 a と b は定数である。定数 a 、 b は各ジオコンポジットに固有の定数であり、これを性能指標として用いることができる。定数 a は初期性能とし、対数グラフ上の近似直線の切片に対応し、ジオコンポジットが土の強度をいかに増加させるかを表す。定数 b は性能発現係数とし、対数グラフ上での直線の傾きに対応し、ジオコンポジットが侵食面の流速をいかに抑制することができるかを表す。以上より、ジオコンポジットの無い場合での侵食速度 V_0 (cm/s)と、ジオコンポジットの性能指標 a 、 b がわかれば、次式を数値的に積分することで侵食の進行を予測することが可能である。

$$h = \int_0^t \frac{V_0}{I} dt = \frac{V_0}{a} \int_0^t b^{-\frac{h}{10}} dt \tag{2}$$

4. おわりに

本研究では、ジオコンポジットの耐侵食性能を、初期性能と性能発現係数という2つの指標を用いて示すことを提案した。この結果の砂質土以外への適用可能性については現在検討中であり、今後はより実際の河川堤防に近い締固めた土を用いて実験を行っていく予定である。

参考文献：ジオコンポジットの河川堤防侵食抑制効果に関する水路実験，ジオシンセティックス論文集，第24巻，pp.183-188.