

現地浸食試験装置を用いた粘着性土の浸食実験

早稲田大学理工学部 正会員 関根 正人

早稲田大学大学院 学生会員 ○樋口 敬芳

早稲田大学大学院 学生会員 西森研一郎

1. はじめに

著者らは、粘土と砂とからなる粘着性土の浸食機構を力学的に理解し、浸食速度の予測を可能とすることを目指して実験的研究を継続してきている¹⁾。また、これまで培ってきた実験技術とその成果を踏まえて、実河川に堆積した粘着性土の浸食速度を現地において簡便に計測する試験装置ならびに試験法についての検討も進めてきており、本研究で試作した現地浸食試験装置の雛形となる装置を用いた実験も行ってきた²⁾。本研究では、これまでに明らかになった問題点を解消できる新たな装置を設計・製作し、これを用いた実験を行った。本論文では、この装置を用いた実験結果について報告する。

2. 現地浸食試験装置の概要と実験方法

図-1には本研究で試作した試験装置の概要を示す。この装置は、主として全長 2m のアクリル製水路からなり、その上流側 1m が固定床の整流区間、下流側 1m が移動床の測定区間となっている。整流区間の横断面形状は 10cm × 10cm の正方形であり、境界層の発達を促進するため、水路の上面および底面には高さ 3mm のピラミッド型の粗度が密についたゴム板が貼られている。測定区間は、整流区間と同様に幅が 10cm となるように鉛直に取り付けられた二枚の側壁と、取り外し可能な天板により構成されており、下流端の下端には高さ 10cm の鉛直の壁が取り付けられている。このアクリル製水路の上流側には同一の断面積を持つ長さ 8cm の正方形管路が接続されており、ポンプからの水を運び入れるビニールホースに接続されている。なお、この接続部分には長さ 22cm の円形管路が取り付けられている。また、上記の正方形管路内には、整流のため整流材が設置されている。そして、浸食実験を行う際には、測定区間の二枚の鉛直側壁を予め堆積させておいた粘着性土に垂直に差し込み装置自体を固定するため、通水時には粘着性土を底面としその他三方をアクリル板で囲まれた長方形断面管路が形成されることになる。なお、通水前の横断面形状は、著者らのこれまでの室内実験と同一の 10cm × 10cm の正方形となっている。ここで行った実験は、現地河川を模して全長 8m × 幅 60cm × 深さ 40cm、勾配 1/125 の屋外長方形断面水路を用い、その水路床上にこれまでと同様の方法で練り混ぜた TA カオリンを敷き詰め、水中で一昼夜静置した後に、その上に装置を据え付けて行った。

浸食深の測定は、通水前後において装置の天板を取り外し、その上からレーザ式変位センサーを用いて、側壁に平行にとられた 8 本の測線に対して行われ、この測線に沿って一定速度で移動させることで供試体表面の高さデータを計測した。これらの測線は原則として 1cm 間隔にとられ、各測線に沿って 60cm を測定対象とした。なお、各測線毎にとられるデータの数を 120 としたため、浸食速度としては合計 960 地点の平均量が求められることになる。

装置への水の供給は、併設されている 3m × 3m × 2m のタンクから水中ポンプを用いて行われ、試験装置から排出された水は再びこのタンクに戻るようなシステムをなっている。なお、この過程で浸食により運び出された粘土が再び試験装置に入ることをないように留意した。また、通水流量に関しては、上述の屋外水路の下流端に設けた越流堰から流出する流量を計測することにより求めることにした。通水時間については次のように考える。浸食が進行するにつれて粘着性土に作用する流速が低下することが予想されるため、その影響が比較的小さいと判断される時間に留めることが必要であり、これまでの室内実験と同様に 3 分ないし 10 分とした。

3. 実験結果と考察

以上のように行われた実験結果について考察を加える。図-2(a)には摩擦速度 u_* と浸食速度 E_s の関係を、図-2(b)には水含有率 R_{wc} と浸食速度 E_s の関係をそれぞれ示す。それぞれの図は両対数グラフとして整理したものであり、図中の実線が後述する浸食速度式に対応している。図-2より、浸食速度が摩擦速度の 3 乗に比例すること、実験条件の制約から水含有率の値の範囲が狭いものの、浸食速度が水含有率の 2.5 乗に比例することがわかる。これより、浸食速度と摩擦速度ならびに水含有率との関係は、これまでの研究成果と同様に、

$$E_s = \alpha \times R_{wc}^{2.5} \times u_*^3 \quad (1)$$

と表されることがわかる。図-3にはこの式による浸食速度の予測値と実測値とを比較した結果を示す。図中の太線は両者が完全に一致することを表し、二本の細線で挟まれた区域は、両者の誤差が 25% 以内であることを意味している。式(1)中の係数 α は主として水温の影響を表すパラメータである。ここで報告する実験データは、冬期

キーワード：粘着性土、浸食速度、現地浸食試験装置、浸食速度式、水温

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL 03-5286-3401 FAX 03-5272-2915

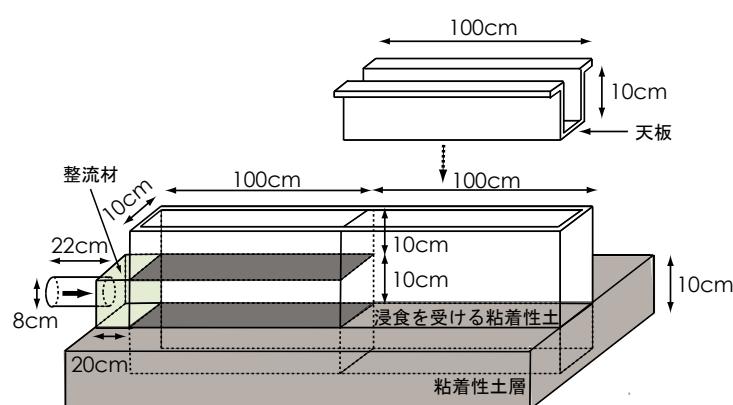


図-1 現地浸食試験装置の概要

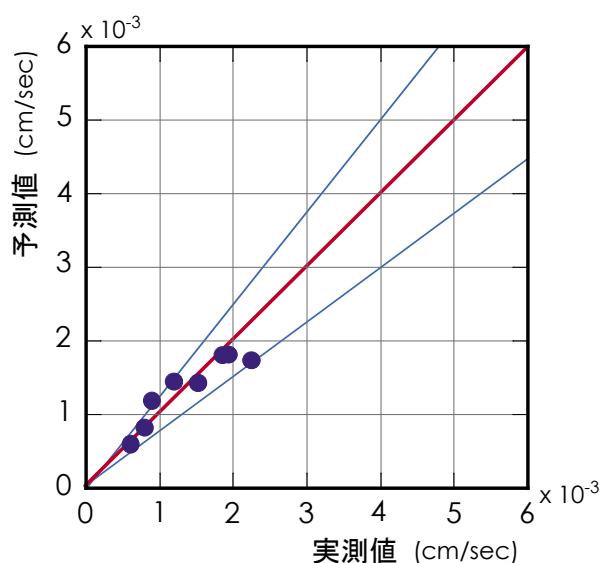
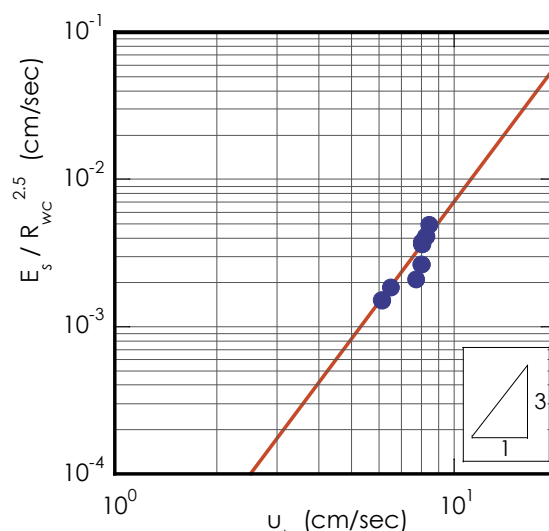


図-3 浸食速度の実測値と予測値の比較

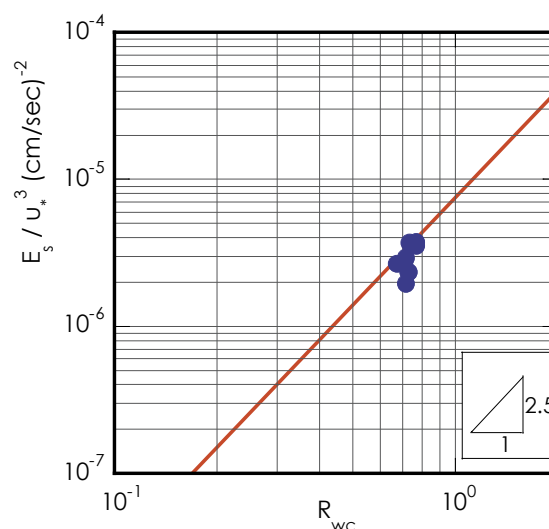


図-2 浸食速度と摩擦速度、水含有率との関係

に屋外でとられたものであり、著者らによるこれまでの室内実験時の水温 $8 \sim 12^\circ\text{C}$ よりも低い条件下での結果とすることになる。そこで、別論文³⁾で説明するような検討を行い、係数 α の値を定めることにした。これは、水温の低下に伴い α の値が低下する傾向が見られるためであり、それぞれの水温に対応する α の値を用いて予測値を算出することにした。図-3より、本研究で試作した現地試験装置を用いた浸食実験の結果が式(1)とよく一致することから、この計測方法が室内実験と同程度の精度を有するものと判断される。

4. おわりに

本研究では、現地に堆積した粘着性土の浸食速度をその場で簡易に計測できる試験装置を試作するとともに、これを用いた浸食試験を大型屋外実験水路において実施した。得られた浸食速度は、著者らがこれまで屋内実験水路で行ってきた実験結果と同程度の精度を有することが確認された。今後は、フィールドにこの装置を持ち出し、現地で実際に計測を行うことを考えている。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究C(研究代表者：関根正人, No. 17560463)の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 関根正人, 藤尾健太, 片桐康博, 西森研一郎: 粘着性土の浸食速度に及ぼす粘着力の影響, 水工学論文集第46巻, pp. 641-646, 2002.
- 2) 関根正人, 西森研一郎, 安藤史紘: 簡易試験装置による粘着性土の浸食実験, 土木学会第49回年次学術講演論文集, pp. 165-166, 2004.
- 3) 西森研一郎, 関根正人, 樋口敬芳: 粘着性土の浸食速度に及ぼす水温の影響, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集, 2006(投稿中).