

簡易試験装置による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	学生員	○西森 研一郎
早稲田大学大学院	学生員	安藤 史紘

1. はじめに

著者らは、砂と粘土からなる粘着性土の浸食機構を力学的に理解し、その浸食速度の予測を目指した実験的検討を進めてきている¹⁾。本研究では、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特性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検討することをひとつの目的とする。これは、主として次のような点を考慮してのことである。まず、実河川を流送される粘土の鉱物組成は水系毎に異なることが予想され、その鉱物組成に応じて浸食特性が大きく異なる可能性があるため、現地河川の計画・管理を行う上で必要となる粘着性土の浸食特性については、各河川毎に評価したものをを用いるべきである。これには、現地材料をサンプルとして持ち帰り、これまで通り室内の実験水路で検討を行う方法が考えられるが、現実問題としてどの程度供試体の水分状態を保ちながら輸送することが可能かについて疑問がある。こうした点に鑑み、著者らは、室内実験による検討とあわせて、粘着性土の現地浸食試験についても検討を始めたところである。本論文は、試作した試験装置における検討結果について報告し、その可能性と問題点を明らかにするものである。

2. 浸食試験装置の概要と実験方法

写真-1にここで試作した試験装置の全容を示す。この浸食試験装置は、厚さ1cmのアクリル板で作られた水路を中心とした装置であり、図-1にその横断面図を示すように矩形断面の一边に当たる部分が閉じておらず、この部分を供試体に差し込むような形で水路床上に設置される。この装置の規模は、全長が90cm、水路側壁の間隔が10cm、下端から天板までの距離が20cmとなっている。本研究では基本的に10cmの厚さにわたって粘着性土を敷き詰め水路床としているため、水路内に生じる流れは、著者らのこれまでの室内実験と同様に、幅10cm×深さ10cmの管水路流れとなる（図-1参照）。浸食実験に当たっては、管内の流れが満管状態となるように留意し、あらかじめ水路全体に十分な水を張った状態とする。実験は、現地河川を模して全長18m×幅60cm×深さ40cm、勾配1/125の屋外実験水路を用い、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、その上に試験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、その上からレーザー式変位センサーを用いて、供試体上の合計1260点の表面高さを測定した。計測は、側壁から1cmおきに流下方向にそれぞれ平行に設けた9本の測線に対してレーザー式変位センサーを一定速度で移動させることで行い、各測線毎に140点の表面高さのデータを連続的に採取した。なお、センサーの感度の制約上、水路に濁った水が満たされた状態で水路床の粘土の浸食深を計測することができないため、測定時には水を抜き、供試体表面を大気に晒しながら行うこととした。

試験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とり、浸食により運び出された粘土が再び試験装

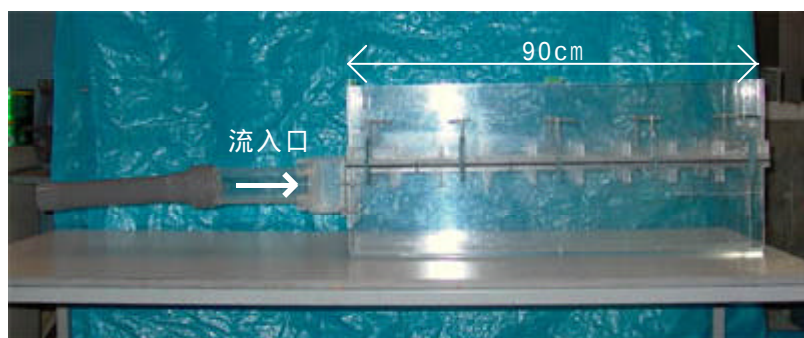


写真-1 浸食試験装置

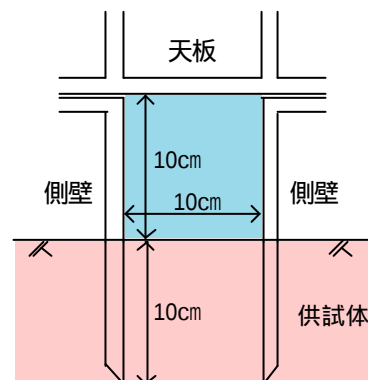


図-1 浸食試験装置の横断面図

キーワード 粘着性土、浸食速度、簡易浸食試験

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

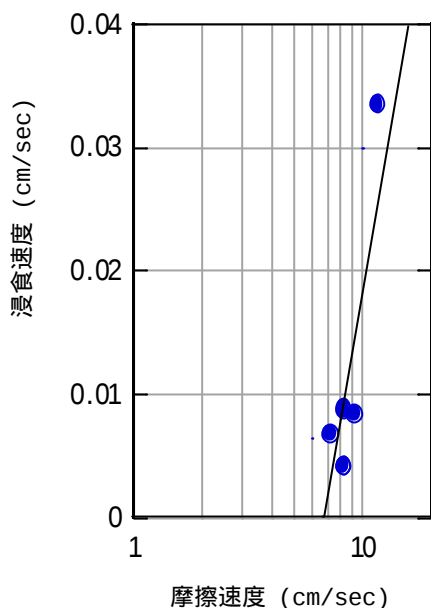


図-2 摩擦速度と浸食速度の関係

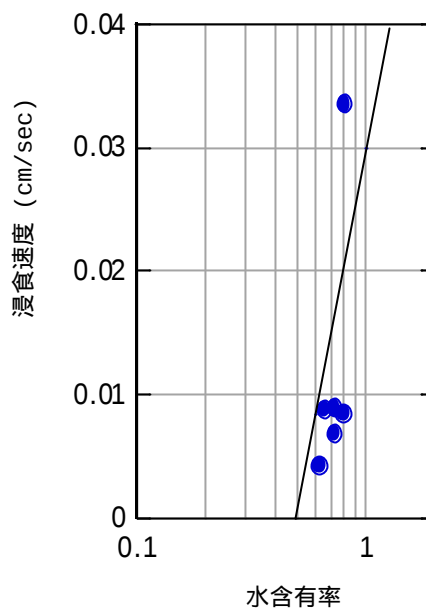


図-3 水含有率と浸食速度の関係

置に運び込まれることの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側の越流堰上の水深から計測した。

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。また、通水前の供試体についてはこれまで通り水中に一昼夜静置した。

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する。図-2には摩擦速度と浸食速度との関係を、図-3には水含有率と浸食速度との関係を示す。図中の実線は、図-2では浸食速度が摩擦速度の3乗に比例することを、また、図-3では浸食速度が水含有率の2.5乗に比例することを、それぞれ示すために描いたものである。これより、浸食速度 E_s と摩擦速度 u_* ならびに水含有率 R_{wc} との関係は、著者らのこれまでの研究成果と同様に、

$$E_s = a R_{wc}^{2.5} u_*^3$$

と表されることがわかる。ただし、実測値と予測値とを比較すると、実測値が予測値より5倍程度大きくなる結果が得られた。これは、装置の構造上、管内の流れが供試体の表面と平行にならない区間が生じていたこと、予測値から浸食速度を求める上で必要となる摩擦損失係数の値として概略値を与えていること、などの理由が考えられる。この点は今後の課題として残されるが、定性的には同様の傾向が示されたことは意義あることと考えている。また、試作した試験装置を改良することによって、室内実験に相当する検討が可能であることを期待させる成果であり、次に向けての第一歩と考えている。

4. 今後の課題

今後の課題としては以下の点が挙げられる。まず、浸食が進行するにつれて、供試体表面に作用する流れがこの面と平行ではなくなり、浸食が促進される区域が現れることがある。試験装置の中に生じる流れが流下方向に一樣となるように更なる制御が必要である。また、試験装置内部の流れ場を詳細に検討し、抵抗係数の評価をもしておくことが望まれる。さらに、現地で使用することを念頭において、粘土上部の濁水を除去しなくてもその浸食深の計測が可能となるように工夫することも必要である。

謝辞：本研究の遂行に当たり、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.14550516)の助成を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献：

- 1) 関根正人・西森研一郎・安藤史紘：粘着性土の浸食過程とそれと与える乾燥湿潤履歴の影響，水工学論文集，第48巻，937-942，2004.2.