

表面侵食試験方法とその結果の評価に関する実験的検討

日本大学工学部 学生員 ○小澤 来杜・高橋 俊樹
日本大学工学部 正員 梅村 順

1. はじめに

表面侵食現象は、複雑な現象であり、砂防学や水理学等、多くの分野で検討されてきたが、未解明な点が多く残されている。著者らは、この現象について地盤工学の分野からの解明が、有効な対策の 1 つになるのではないかと考えた。そこで本研究では、まさ土を例に侵食に対する抵抗力側である土の性質に着目して、表面流侵食実験を行った。その結果から、土の物理的性質に着目した表面侵食現象のモデル化を検討することを目的に進めた。

2. 本研究の力学モデルと表面侵食現象の捉え方

図-1 に、渡邊(2012)が示した表面侵食現象を模

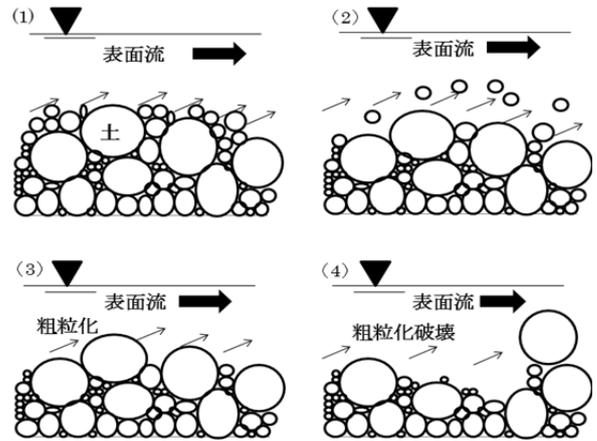


図-1 表面侵食模式図

図-1 表面侵食模式図

式的に示す。地表面に表面流が発生すると(1)、それに伴う流体力で土粒子が剥離や輸送されるか、剥離・輸送は流体力の増加に伴い、抵抗力の小さい土粒子から順次開始する(2)。そして次第に地表面には相対的に抵抗力の大きな粗粒子が多くなり、それらに覆われた状態となる。それを粗粒化と呼んでいる(3)。さらに流体力が増加し、粗粒化が破られると、土粒子は断続的に剥離や輸送されるようになり侵食が継続する(4)。本研究では、粗粒化が破られるときの流体力に対応する流速を表面侵食限界とし、また、その後の経時的に侵食が進行する部分とをそれぞれ評価するモデルを考え、表面侵食現象を説明することにした。モデルの概要を図-2 に示した。流速の増加に伴い侵食土砂の流出はあったが、粗粒化が破壊されるまでは、その量はわずかなので無視した。そして、破壊されると侵食が進行するので、それを次式として表すことにした。

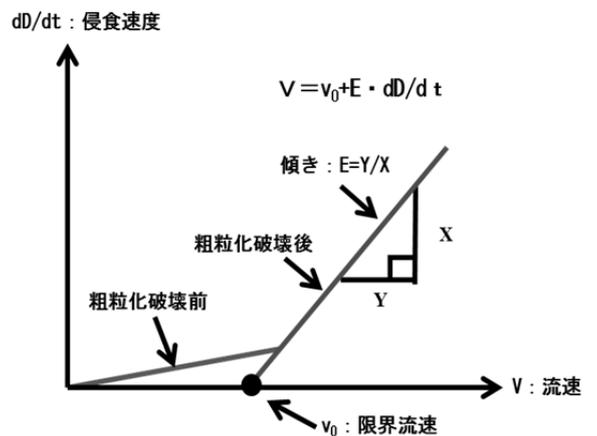


図-2 表面侵食モデルの概要とパラメータ

$$V = v_0 + E \frac{dD}{dt} \dots (1)$$

ここで、V: 流速、 v_0 : 限界流速、E: 侵食速度係数、 dD/dt : 侵食速度とする。

3. 実験装置・方法

実験装置は図-3 に示すような、面長 1000mm、幅 100mm、深さ 10mm の水路型で、水路部後部には、面長 500mm、幅 100mm、深さ 40mm の試料と箱を付けたものである。表面流水は、貯水槽からポンプで装置に給水し、越流排水後タンクで回収して、循環させた。流量調整はモーターポンプのバルブで行い、流速を 0.00~32.00(cm/sec) に調整できるようにした。計測には流量計や圧力計を使用し

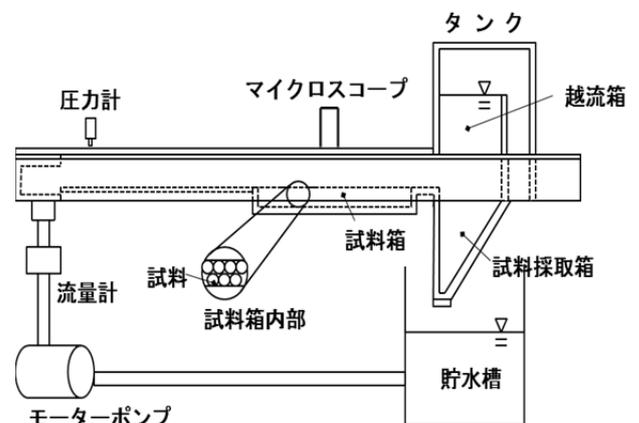


図-3 表面流実験装置

キーワード：表面侵食・室内実験

連絡先(〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL024-956-8709 FAX024-956-8858)

た。

また、越流箱の中に水温計を設置して、水温も計測した。また、装置中央部には顕微鏡を取り付け、実験時の試料の侵食状況を目視できるようにした。

実験には、表-1に示す粒径範囲のまさ土を供し

表-1 供試体の目標間隙比

試料(μm)	振動締固め時間(sec)		
	0秒	20秒	180秒
	e_{max}	e_{mid}	e_{min}
①106~850	1.347	1.167	1.092
②250~2000	1.230	1.051	0.976
③600~4750	1.281	1.145	1.088
④106~4750	1.083	0.903	0.828
⑤250~4750	1.094	1.025	0.996

た。これらの試料を表-1に示す振動締固め時間で締固めて供試体とした後に、表面流実験装置にセットし、実験を行った。実験は、所定の流量を段階的に与えて、それぞれの流量で5、10、15、20、30、40、60分ごとに侵食された試料を採取した。

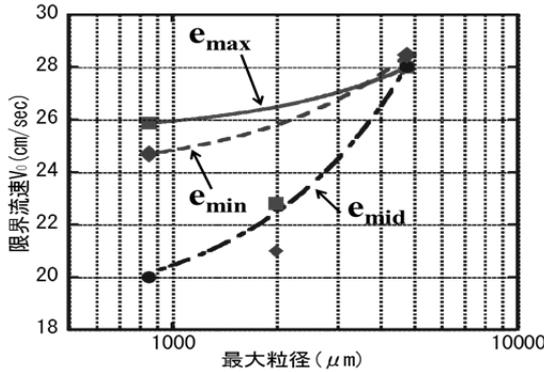


図-5 限界流速と最大粒径の関係

採取した試料は質量を計測した後に、ふるい分け試験を行った。

4. 試験結果とモデル化の評価

一例として、試料⑤(e_{min})の流出量と流速の関係を図-4に示す。このような結果から、図のように限界流速と侵食速度係数を求め、土の性質との関連付けを試みた。図-5には、均等係数が同じで最大粒径が異なる試料①~③の限界流速と最大粒径の関係を示した。また、図-6には、最大粒径が同じで最小粒径が異なる試料③~⑤の関係を示した。最大粒径が大きくなるにつれ、限界流速も大きくなり、また最小粒径も大きくなるにつれ、限界流速が大きくなった。一方、図-7、8には侵食速度係数と最大粒径、侵食速度係数と最小粒径の関係を示した。最大粒径、最小粒径と侵食速度係数には、明瞭な関係は認められなかった。以上のように、表面侵食現象をモデル化し、限界流速および侵食速度係数を求めることができた。

本研究では106~4750μmのまさ土を対象としたが、この範囲を超える粒径の試料や、他の土試料にも適用して、限界流速、侵食速度係数の値と、土の性質との関係に係るデータを、今後更に蓄積することが望まれる。

参考文献 1) 橘 富和(1998): 室内降雨実験によるまさ土としらすの侵食特性に関する研究, 修士学位論文, pp.7-35. 2) 芦田 未来矢(2011): 土粒子個々に着目する力学系から見た地中および表面侵食の評価に関する基礎研究, 修士学位論文, pp.36-50. 3) 渡邊 慎仁(2012): 土粒子の移動による粗粒化に着目した表面侵食限界の評価に関する実験的検討 4) 鶴川 達也・桐生 大輝(2013): 表面侵食に対する抵抗力評価のための装置開の開発とそれを用いた2, 3の検討

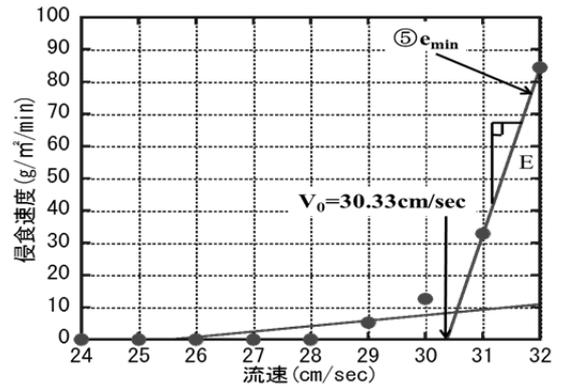


図-4 試料⑤(e_{min})の試験結果と限界流速および侵食速度係数の求め方

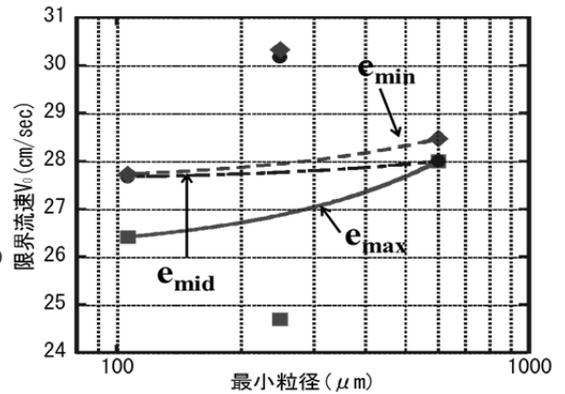


図-6 限界流速と最小粒径の関係

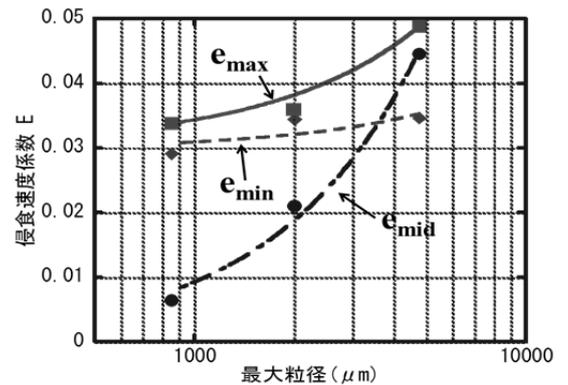


図-7 侵食速度係数と最大粒径の関係

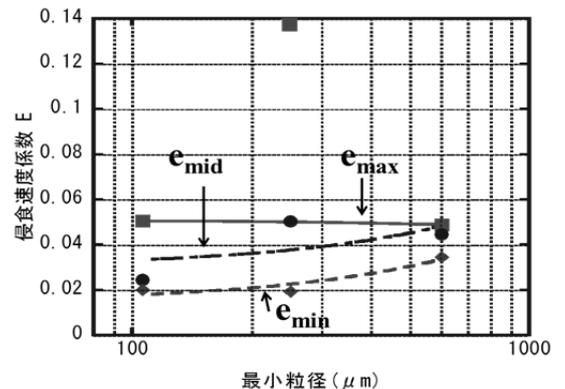


図-8 侵食速度係数と最小粒径の関係

に関する実験的検討 4) 鶴川 達也・桐生 大輝(2013): 表面侵食に対する抵抗力評価のための装置開の開発とそれを用いた2, 3の検討