

粘着性土の浸食速度に及ぼす水温の影響

早稲田大学大学院 学生会員 ○西森研一郎
 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

1. はじめに

著者らは、これまで粘着性土の浸食機構を力学的に理解し、浸食速度予測式を誘導することを目指した実験的検討を継続して進めてきている¹⁾。この浸食機構に影響を与えるパラメータとしては、「作用せん断力（摩擦速度）」、「水含有率」、「粘土含有率」などが特に重要であることを明らかにするとともに、その影響についても定量的な評価を行ってきた。しかし、支配因子のひとつである「水温」に関しては、水温が18～22℃の範囲にある（「水温高」の場合）と8～12℃の範囲にある（「水温低」の場合）と大別して実験データを整理するのみで、それぞれの範囲内での水温の違いについて論じることはしてこなかった。ところが、データの蓄積が進むにつれ、水温の違いによって浸食速度に系統的な偏りが生じることが明らかになってきた。そこで、本研究では、支配因子のひとつである「水温」に改めて注目し、これが浸食速度に与える影響について検討することにした。そして、これまでに提案してきた浸食速度式に含まれる比例係数 α と水温との関係について明らかにした。

2. 実験概要と浸食速度式

浸食実験は、著者らがこれまでに用いてきた室内実験装置¹⁾の他に、新たに開発した簡易浸食実験装置²⁾とを用いて行われた。使用する供試体は、これまでと同じ市販の粘土（TAカオリン）と水とを、所定の重量比率となるように用意し、これらを機械的に均質に練り混ぜ、水深10cmのもとで半日程度静置したものをを用いた。実験時には、供試体作成用の水、静置時の圧密をかけるための水、ならびに浸食実験時に通水する水をそれぞれ必要とするが、これらはいずれもが水道水であるため、水温を直接制御することはできない。そこで、ここで検討に用いるデータは、平均水温5℃程度の冬季から25℃程度の夏季まで一年を通して計測された値ということになる。なお、水温の計測は実験中に数度にわたって行われたが、その間に大きく変動することはなかったため、計測された平均値を用いて結果の整理を行うことにした。

次に、著者らがこれまでに提案した浸食速度式を以下に示す。

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

ここに、 E_s は浸食速度（cm/sec）、 R_{wc} は水含有率、 u_* は摩擦速度（cm/s）であり、 α は水温や粘土の種類等に依存する（cm/sec）²の次元を持った係数である。これまでの研究においては、この α はTAカオリンの場合に、「水温高」の場合に 1.15×10^{-5} 、「水温低」の場合に 0.778×10^{-5} としてきたが、この係数の温度依存性については十分に議論してこなかった。

3. 実験結果

図-1に、浸食速度 E_s と水温 T の関係を示す。この図では、実験条件が摩擦速度 $u_* = 7.59$ （cm/sec）、水含有率 $R_{wc} = 0.75$ 程度のデータのみ抽出してある。この図より、水温が上昇するに伴い、浸食速度も増加する傾向が見てとれる。そこで、この結果を基に、係数 α と水温 T の関係として整理したのが図-2である。この係数 α は、式(1)より、実測の浸食速度 E_s の値を水含有率 R_{wc} の2.5乗、摩擦速度 u_* の3乗で除すことで算出された。この図より、水温が上昇するに伴い、係数 α も増加する傾向が見てとれる。また、水温が低い範囲では係数 α のばらつきが比較的小さいのに対して、水温が高くなると幾分ばらつきが大きくなる結果となった。詳細は今後さらに検討を必要とするが、概ね図中の直線のような傾向にあることが理解された。

次に、図-2の結果を踏まえ、係数 α を水温の関数として与えることにして、式(1)より算定された浸食速度の予測値と、実測値とを比較した結果を図-3(a)、(b)に示す。これらの図には、前述の従来係数 α の値を用いた予測値と実測値との関係についても併記してあり、比較のため水温15℃を境にしてデータを取りまとめることにした。図より、データのばらつきまでは補正できないものの、係数 α の水温との関係を考慮した方が実測値との対応関係がよいことが見てとれる。

4. おわりに

粘着性土の浸食速度に及ぼす水温の影響について検討し、ばらつきは小さくないものの、浸食速度が水温に応

キーワード 粘着性土、浸食速度、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

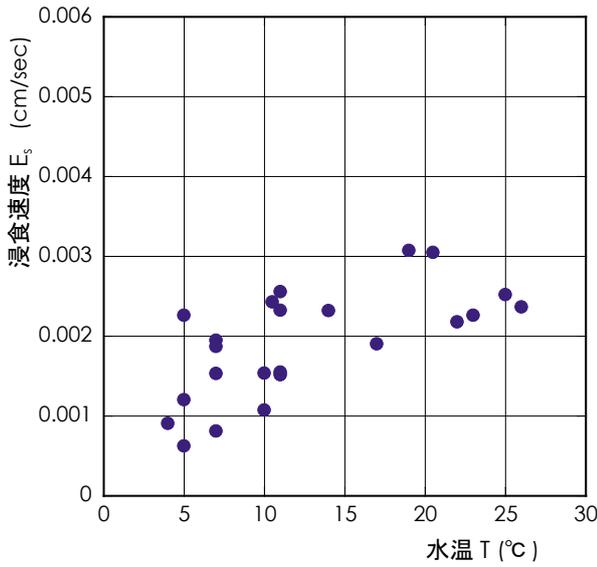


図-1 浸食速度 E_s と水温 T の関係

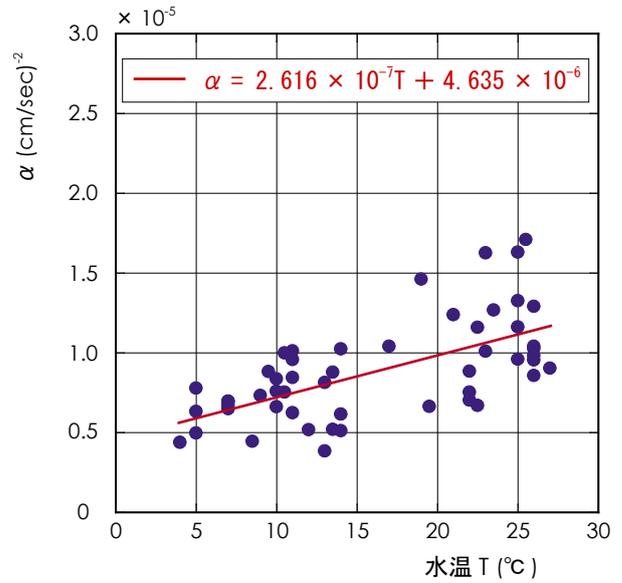


図-2 係数 α と水温 T の関係

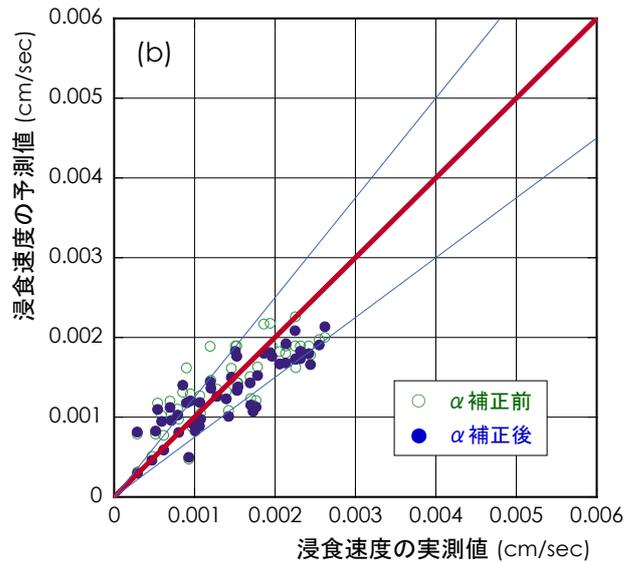
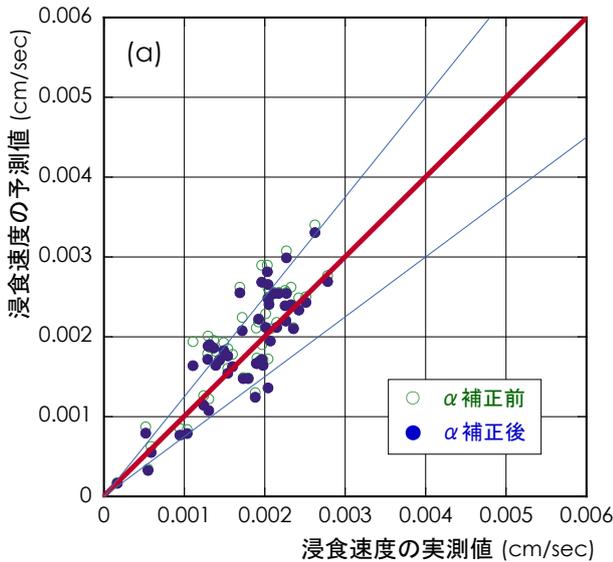


図-3 浸食速度の実測値と予測値の比較；(a) 水温 15°C以上，(b) 水温 15°C未満

じてどのように変化するかの関係を得ることができた。さらに、式(1)から逆算された係数 α の値と水温との関係を導き、この関係を加味して浸食速度の予測値を求めると、従来の方法により得られた予測値よりも精度が向上することがわかった。ただし、係数 α は、供試体中の粘土と砂礫の粒径比や、粘土含有率などのパラメータの影響を含んだパラメータであり、厳密には水温だけで決まるものではなく、上記のばらつきの原因はこうしたところにもある。今後は、さらに合理的な浸食速度予測式の形を探るべく検討を続けていく予定である。

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，西森研一郎，藤尾健太，片桐康博：粘着性土の浸食進行過程と浸食速度式に関する考察，水工学論文集第47巻，pp. 541-546，2003.
- 2) 関根正人，樋口敬芳，西森研一郎：現地浸食試験装置を用いた粘着性土の浸食実験，土木学会第61回年次学術講演会概要集，2006(投稿中)。