

粘着性土の浸食特性の評価と浸食速度予測に向けた実験的研究

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	藤尾 健太
早稲田大学大学院	学生員	片桐 康博

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一連の実験的検討を進めてきている^{1),2)}。これまでの検討により、この浸食機構に影響を及ぼす因子として、「摩擦速度」、「粘土含有率」、「水含有率」、「水温」、および「砂と粘土の粒径比」等が重要であることを明らかにした。また、新たに開発した土質試験により測定される粘着性土の「粘着力C」と上記の「浸食速度」との関係についても論じ、浸食速度式の誘導を試みている。本研究では、これまでの検討がS.Aクレーという特定の粘土に関するものだけであったことを考え、これまで得られた知見の一般性を検討する目的から、異なる鉱物からなる粘土(ここではカオリン)を用いた一連の検討を行った。本論文では、その結果を報告するとともに、これを踏まえて行った浸食速度関数についての考察結果について説明する。

2. 供試体及び実験概要

本研究では、前報^{1),2)}におけるものと同一の装置を用いて浸食速度に関する水路実験を行った。また、粘着性土の耐浸食性を別角度から捉えるために、供試体に対する土質力学的なせん断試験(引張り破壊試験)を行った。ここでは、前報²⁾で説明した「供試体表層のせん断強度」を計測できる試験機ならびに試験法を用いた。ただし、ここでは、供試体として用いる粘土として、これまで用いてきたS.Aクレー(60%粒径0.016mm, 比重2.7, 関東ベントナイト鉱業(株))に代えて、鉱物組成の異なるT.Aカオリン(同0.005mm, 同2.7, 同社)を用いることにし、前者を用いた結果との比較を通じて、これまでの成果の一般性を検討できるように留意した。

3. 実験結果の考察と浸食速度式の誘導

浸食特性に関しては、**図-1**に摩擦速度と浸食速度の関係を、**図-2**に水含有率と浸食速度の関係を、それぞれ両対数グラフの形で示した。前報で誘導した浸食速度式が式(1)のような式形であることを考慮して、**図-1**の縦軸は浸食速度を水含有率の2.5乗で、**図-2**の縦軸は浸食速度を摩擦速度の3乗で、それぞれ除した値をとった。図中の直線は、それぞれ傾き3および2.5の直線であり、この図より、粘着性土の浸食速度式は水含有率の2.5乗、摩擦速度の3乗にそれぞれ比例することが確認できる。さらに、**図-3**には、式(1)による浸食速度の予測値と実験値とを直接比較した結果を示す。図のように両者の対応は良好であり、式(1)が適用可能であることがわかる。

$$Es = \alpha \cdot R_w^{2.5} \cdot u_*^3 \quad (1)$$

なお、 α は水温や粘土の種類に依存する定数で、長さの単位をcm、時間の単位をsecに統一すると、T.Aカオリンの場合には $\alpha = 7.78 \times 10^{-6}$ となる。なお、前報²⁾でのS.Aクレーを用いた研究では、同一の供試体の条件下では水温が高い夏期の方が冬期に比べて浸食速度は60%程度大きくなることを確認しており、夏期は 3.89×10^{-5} 、冬期は 2.44×10^{-5} と算出される。T.Aカオリンの上記の値は、水温が比較的低い冬期でのデータに基づくものであり、夏期の場合については今後の課題としている。

次に、**図-4**に引張りせん断試験試験の結果を示した。この図より、水含有率が小さいほど破壊面に生じるせん断力が大きいこと、すなわち供試体の粘着力Cが大きいことがわかる。一方、粘着力と粘土含有率の間には明瞭な相関性を見いだすことはできなかった。これは、S.Aクレーの結果とも一致する。このように、ここで評価した粘着力は供試体の耐浸食性を議論する上での指標として用いることができることも確かめられた。

キーワード 粘着性土, 浸食速度, 摩擦速度, 粘着力, 水含有率

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

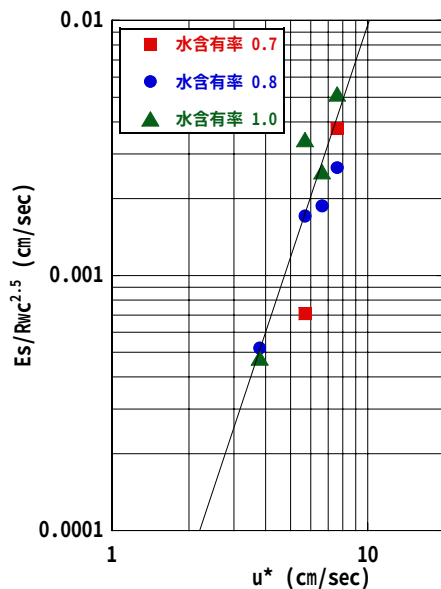
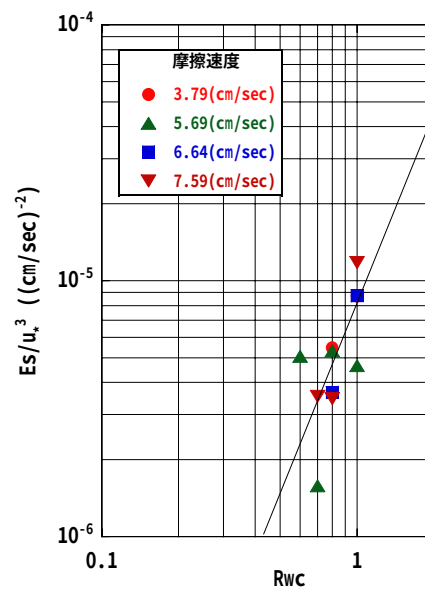
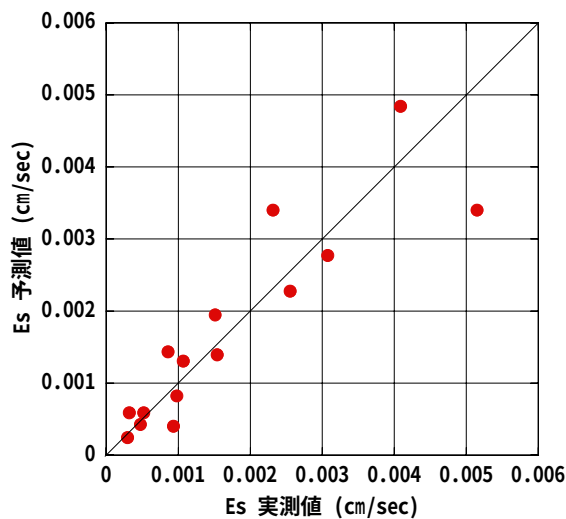
図-1 摩擦速度 u^* と浸食速度 E_s との関係図-2 水含有率 R_{wc} と浸食速度 E_s との関係

図-3 浸食速度式の妥当性の検証

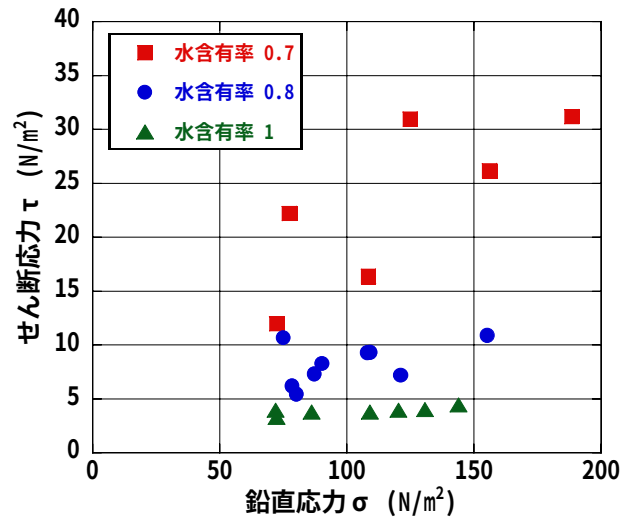


図-4 引張りせん断試験の結果:

同一の記号を連ねた直線の縦軸上での切片が粘着力を表す。

4. 結論と今後の展望

本研究では、これまで検討を進めてきたS.Aクレイという粘土とは鉱物組成の異なるカオリンを用い、同様の系統的な実験を行い、S.Aクレイについて得られた知見がどの程度一般性をもつのか、について検討を加えた。結果として、式(1)の浸食速度式に集約される諸要因の影響はほぼ同一であり、前報までに明らかになった知見は少なくともカオリンに対してまではほぼ一般性を持つことが確かめられた。また、浸食速度式に関して、これを粘着力 C との関係で定式化することを試みたところ、

$$E_s / u_* = \beta (u_* / C)^3 \quad (2)$$

で表されるような関係になるとの結果が出てきている。粘着力の測定値にばらつきが見られることなどから、この詳細については今後さらにデータを蓄積した上で報告することにした。今後は、浸食速度に関するより普遍的な関数を見出すために、ここで用いた粘土以外のものや現地河川に堆積した粘土を対象とした一連の研究を展開することを考えており、一部既に検討に入ったところである。

謝辞：本研究は、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)の助成を受けて行われた。

参考文献：

- 1) 関根正人・飯塚暢明・藤尾健太：粘着性土の浸食速度予測に向けた実験的研究，水工学論文集，第45巻，667-672，2001.2.
- 2) 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，641-646，2002.2.