

実河川に堆積した粘着性土の浸食速度評価に関する実験的研究

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人
 早稲田大学理工学術院 正会員 西森 研一郎
 早稲田大学大学院 学生員 ○ 樋口 敬芳
 早稲田大学大学院 学生員 赤木 俊雄

1. はじめに

著者らは、これまで市販の粘土からなる均質に練り混ぜられた供試体を対象として室内浸食実験を行い、これにより得られた膨大な実験データを基に、粘着性土の浸食過程に関する理解を深めるとともに、その浸食速度予測式の誘導を行ってきた¹⁾。こうした研究の究極的な目的は、実水域に堆積した粘着性土の浸食速度を定量的に評価するための計測技術を確立すること、ならびに、その普遍的な浸食速度予測式を誘導することにある。実水域に堆積した粘着性土の浸食速度を計測するための方法として、著者らは二つのアプローチの仕方を考えている。第一は、たとえば実河川において直接浸食速度を評価する方法である。著者らは、これを実現するための計測技術として簡易試験装置を開発し、これを用いた試験法についても検討してきている²⁾。第二の方法として考えられるのが、実水域に堆積した粘着性土を輸送して、室内実験水路において浸食速度を計測する方法である。これを可能とするためには、実際に堆積している粘着性土と同一と見なせる状態を水路内で再現する必要がある。本研究では、実河川で採取された粘着性土を用いた室内実験技術の開発と、これを用いた実験結果について報告する。

2. 実河川に堆積した粘着性土の物性と供試体の作成方法

本研究では、佐賀県六角川に堆積した粘着性土を対象として、以下に示す実験的検討を行った。供試体とする試料は、六角川が有明海に注ぐ河口から約 14 km 上流に位置する地点において、不攪乱ならびに攪乱状態で採取されたものである。この試料の鉱物組成を調べるために、X線回析分析による定性分析を行ったところ、次のような結果が得られた。この試料には、石英 (SiO_2 , Quartz) が非常に多く含まれ、灰長石 ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, Anorthite) が多量、白雲母 ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, Muscovite), 緑泥石 ($(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, Chlorite), 堇青石 ($(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3(\text{Si}_5\text{AlO}_{18})$, Cordierite) が少量検出された。このうち白雲母および緑泥石が粘土に相当する。図-1には本試料の粒径加積曲線を示した。土質工学上の分類によれば、粒径 5 μm 以下を粘土と呼ぶが、本試料の場合には粘土に相当する材料が 50 % 程度であり、粒度分布幅はかなり広いことがわかる。また、表-1には本試料の種々の物性値を示してある。液性限界に関しては、これまで用いてきた T.A カオリンが 48.6 % であったのに対して、本試料では 107.3 % となり、かなり水を含む材料であることがわかった。また、自然含水比を知るために不攪乱試料を用いて以下のような含水

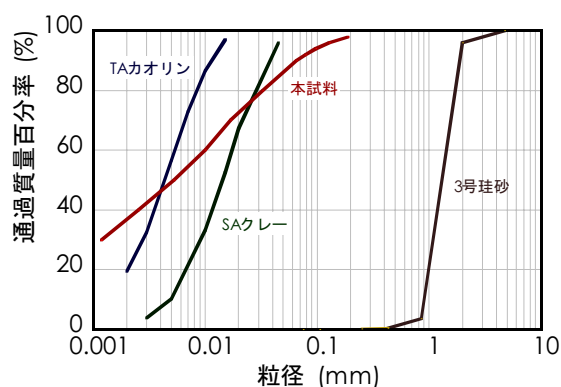


図-1 粒度分布

表-1 本試料の物性値

自然含水比 %	液性限界 %	土粒子密度 g/cm^3	強熱減量 %	塩分濃度 %
135.44	107.33	2.56	8.55	0.39

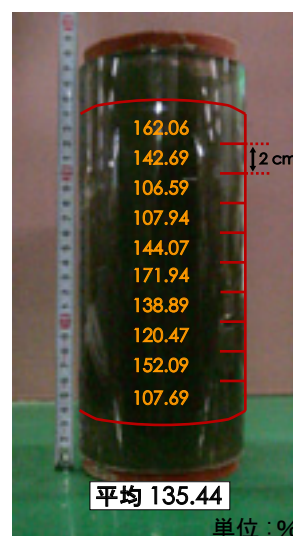


図-2 不攪乱状態で採取された試料の自然含水比

キーワード：粘着性土，浸食速度，自然含水比，圧密

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

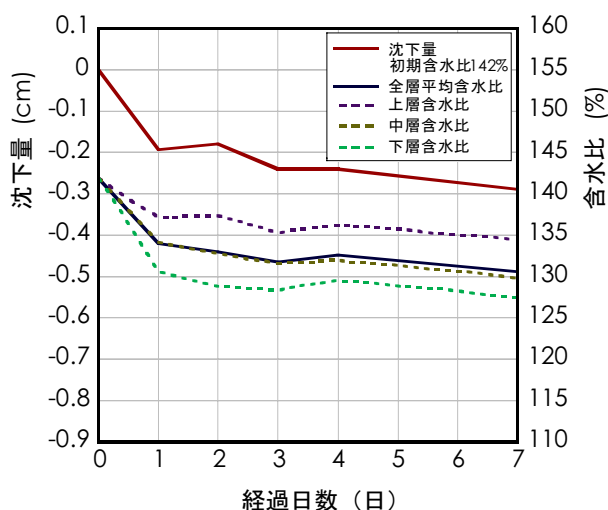
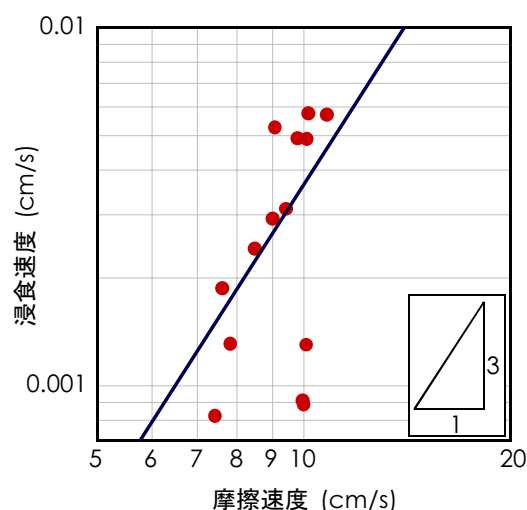


図-3 沈下量と含水比の経日変化

図-4 浸食速度 E_s と摩擦速度 u^* の関係

比測定を行った。ここでは、円筒状に採取された試料を図-2に結果を示すように10層に切り分け、その各々に対して含水比を求めている。これより、実河川に堆積している材料の含水比は液性限界を大きく超え、その平均値が135%程度であることがわかる。表-1には、これ以外に強熱減量や試料に含有される水の塩分濃度などの値を併記した。概して、強熱減量の値はさほど大きくなく、含有される有機物が浸食速度に与える影響は小さいと推察される。

次に、供試体の作成方法について説明する。ここでは、不攪乱状態で採取された試料の状態が実河川に堆積している材料の状態を表していると考え、この状態の供試体を攪乱状態で採取された試料を用いていかに作り出すかを試みた。本試料は液性限界よりも大きな含水比をもつ流動性の高い材料であるため、土質試験によって応力状態を把握することは困難である。そこで、試行錯誤の末、本研究では、十分な圧密を受けて締め固められた状態における含水比が上記の135%程度となるように供試体を作成することにした。具体的には、供試体の乾燥を防ぐため供試体を水面下に没した状態で一週間水中に静置することにより、供試体を作成することとした。図-3には供試体表面の沈下量ならびに含水比の時間変化を示してある。

3. 摩擦速度と浸食速度との関係

ここでの浸食実験は、著者らのこれまでの室内実験で用いたものと同じ正方形断面閉水路¹⁾を用いて行った。本研究では、含水比を上記の通り自然含水比とほぼ等しい値に固定しているため、浸食速度を支配する要因は摩擦速度のみとなり、これを7.42～10.80 cm/sの範囲で変化させて実験を行った。図-4には実験の結果として得られた浸食速度 E_s と摩擦速度 u^* との関係を示した。データにばらつきはあるものの、これまでの研究で明らかになった $E_s \propto u^{*3}$ の関係が成り立つことが示唆された。なお、図に見られるようにばらつきが生じる理由としては、以下のことが考えられる。ここで浸食実験に用いた供試体は、すべて同じ地点で一括して採取された試料ではなく、採取地点の違いによって材料の物性にもばらつきが生じることは避けられない。これは市販の粘土とは明らかに異なる点であり、より信頼性の高い関係を導こうとするとさらに多くの実験データが必要となることを意味する。

4. おわりに

本研究では、まず最初に、実河川に堆積している粘性土を対象とした浸食実験を可能とするため、現地で採取した試料を用いた供試体作成方法について検討を行い、その方法を導き出した。また、このように準備した供試体を用いた浸食実験を行ったところ、これまでに著者らが明らかにしてきた $E_s \propto u^{*3}$ の関係が概ね成立することが示唆された。ただし、今後検討すべき課題も多く、更なる実験を継続していく予定である。

謝辞：本研究の遂行に当たり、国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所の協力を得ました。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, 541-546, 2003
- 2) 西森研一郎, 関根正人, 樋口敬芳: 簡易試験装置を用いた粘性土の浸食実験とその試験法に関する研究, 水工学論文集, 第51巻, 865-870, 2007