

Point

河川には「粘性土」と呼ばれる土質層がさまざまな形態で存在します。陸上部の乾いた粘土層、水中部で露出した粘土層、河床砂下にある粘土層などです。これら粘土層が侵食を受けると河床の高さが維持できなくなります。その特性を分析し、土砂管理に役立つデータを得た事例を紹介します。

# 河川の土砂動態把握に向けた粘性土特性の分析

大阪支社 河川部 永谷 直昌、兵藤 誠、大阪支社 環境調査部 西林 健一郎、嘉村 優輝

※本事例は、国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

一級河川淀川水系宇治川(図1)では上流域からの土砂供給量の減少に伴い河床低下が生じています。河岸および河床の侵食に伴い、粘性土の露出が確認されています。露出した粘性土は、洪水を受けるたびに乾湿を繰り返す



図1 宇治川位置

すことでもろくなり、侵食が進行し、粘性土の下にある砂礫層が現れると一気に侵食が進行する可能性があります。

宇治川には、沖積粘性土と洪積粘性土の2種類の粘性土が確認されており、現状では、沖積粘性土は陸上でも露出している箇所がみられ、洪積粘性土は水面下の河床で確認されています。土砂環境改善の観点から置砂の試験施工等が実施されていますが、今後も河床低下が継続すると、河川管理上の重大な問題が生じることから、粘性土特性の把握が重要になります。そのため、以下の取り組みを行いました。

- 1) 沖積・洪積粘性土の特性の違いを把握するための物理特性試験(室内)
- 2) 陸上で露出している箇所の侵食特性を把握するための現地観測
- 3) 粘性土特性を把握するための水路模型実験(粘性土の露出や土砂還元等の有無等による河床侵食プロセスの分析)

## 物理特性試験(室内)

物理特性試験では、土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験、土の液性限界・塑性限界試験、岩石の密度・吸水率試験、土の湿潤密度試験、一軸圧縮試験を行いました。加えて、冠水時間と含水比の変化を分析し、土の耐久性を把握するためにスレーキング試験※を実施しました。

※ スレーキング試験：乾燥と湿潤を繰り返すことにより細粒化する現象(スレーキング)の起こりやすさを求める試験  
地盤工学会基準「岩石の促進スレーキング試験方法(JGS 2125)」に準拠

沖積粘性土と洪積粘性土の特性に明確な違いがみられ、洪積粘性土は、沖積粘性土よりも湿潤密度が高く、自然含水比が低くなり、一軸圧縮強さが高い(侵食されにくい)ことが確認されました。

一方で、スレーキング試験の結果、沖積粘性土・洪積粘性土ともに、1回の乾湿で全体が泥状化することを把握しました(写真1)。いずれの粘性土も一旦陸域に露出して乾燥すると耐性が無くなり崩壊しやすくなるため、河川管理および土砂管理を進めるうえで留意する必要があることが確認されました。

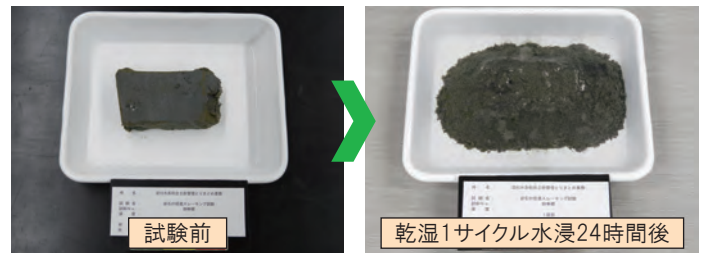


写真1 室内での物理特性試験(スレーキング試験)

## 現地観測

2019年度および2022年度の2回、横断測量による河床変動調査(1測線からの侵食量を算定)および流速計・水位計による掃流力の調査を行い、現地における侵食量の観測を行いました(図2)。流速計を設置した箇所周辺において、2019年度は最大1.7cmの侵食が発生し、2022年度は最大約7.0cmの侵食が発生したことが観測されました。

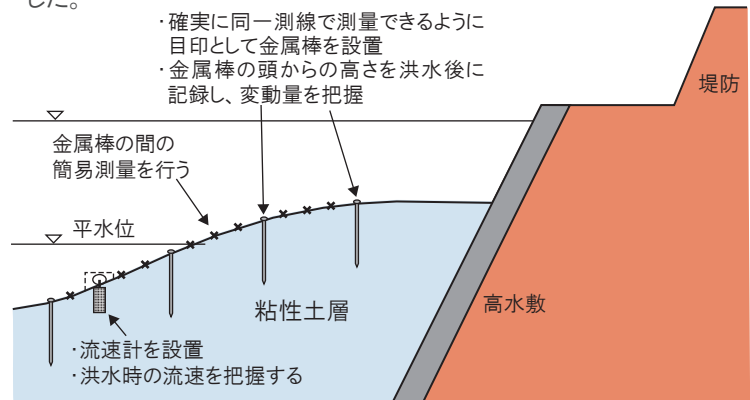


図2 現地観測の概要

しかし、現地での侵食量は横断1測線のみの結果を示したものであり、データが少ないため、水路模型実験を行うことで、さまざまな条件下における侵食量を評価し、現地観測結果の妥当性を確認しました。

### 水路模型実験

実験は幅0.35m、長さ5m、勾配1/100の水路を用い、下流から2.5m地点の河床底面に4.5×4.5cmの粘性土のブロックを設置しました(写真2)。

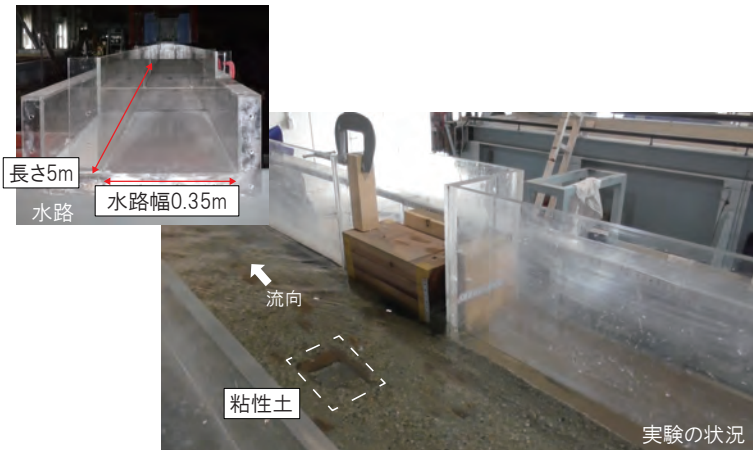


写真2 水路模型実験

以下の①～③の条件で各2ケースを組み合わせ、8ケース(2×2×2ケース)を設定しました。流量は摩擦速度が現地と同様になるような5ケースを設定し、全40ケースの実験を行いました。

- ①粘性土の種類(沖積粘性土、洪積粘性土)
- ②粘性土の状態(湿潤状態、乾燥状態)
- ③土砂供給条件(土砂供給なし、土砂供給あり)

実験結果から、X軸を摩擦速度 $u^*$ の3乗、Y軸を侵食量Eとする関係図を作成しました。

土砂供給条件の違いによる沖積粘性土と洪積粘性土の比較を行いました。土砂供給がない場合の結果は、粘性土の種類による大きな差異はありませんでした(図3)。しかし、沖積粘性土に着目して、土砂供給がある場合(図4)と土砂供給がない場合(図3)の結果を比べると、土砂供給がある場合の侵食量の方が大きくなります。土砂供給量が増加すると、沖積粘性土への影響が大きい傾向があることが分かりました。

土砂供給がある場合の沖積粘性土の乾燥・湿潤状態の比較を行いました(図5)。一度乾燥した沖積粘性土では300m<sup>3</sup>/s程度の小さい流量でも侵食が生じていることが分かります。これは、スレーキング試験と同様の結果で、一旦乾燥すれば出水時に侵食しやすい傾向があり、粘性土を乾燥させない対策が必要になることが分かりました。

水路模型実験を実施することで、粘性土の露出や土砂供給の有無の影響を考慮した粘性土特性を分析することができました。

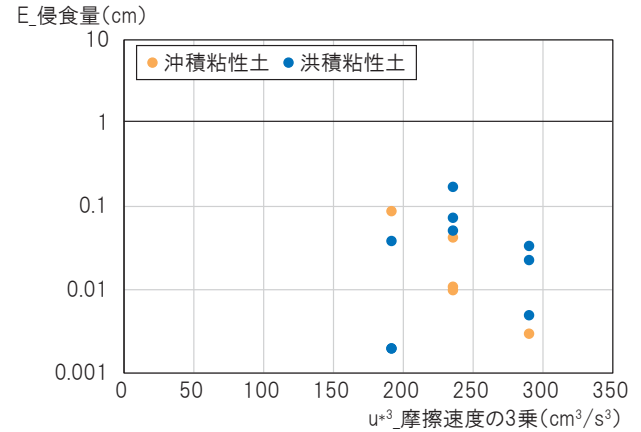


図3 粘性土の種類による比較[湿潤状態、土砂供給なし]

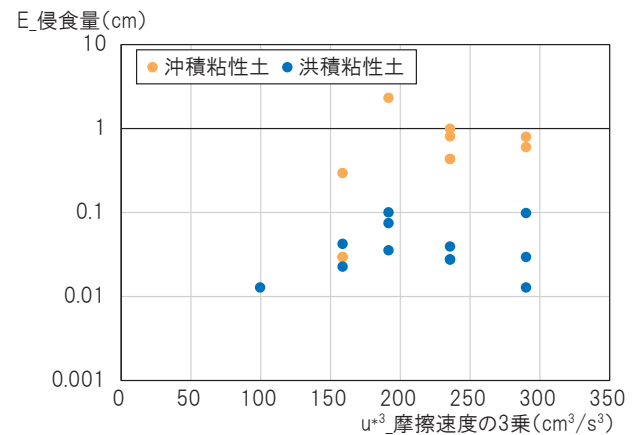


図4 粘性土の種類による比較[湿潤状態、土砂供給あり]

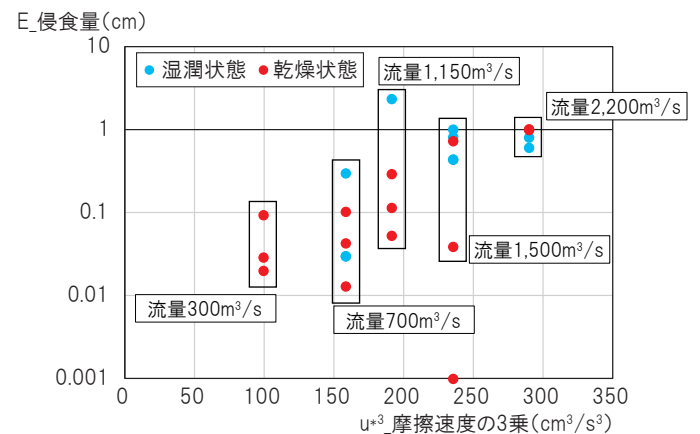


図5 粘性土の状態による比較[沖積粘性土、土砂供給あり]

### おわりに

土砂に起因する現象や実態の把握には高度な技術が必要であり、状況に応じて最適な手法を選択していくことが重要です。今後も土砂動態を把握するために必要な技術開発に取り組んでまいります。