

Point

水中の粘性土層分布を把握する手法を検討するとともに、砂礫層・粘性土層の構造を考慮した河床変動解析手法を開発しました。粘性土層の露出に伴う問題が懸念される河川の調査・解析において活用が期待されます。

水中粘性土層の分布調査と河床変動計算モデルの開発

大阪支社 河川水工部 加藤 陽平、馬場 宥樹、森 友佑、大阪支社 環境調査部 西林 健一郎、九州支店 河川水工部 田中 雄介

※本業務は、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

日本の平野部の地下には、数千年かけて堆積した粘性土層や砂礫層が混在しています。粘性土層が河道に露出していると洪水時に徐々に削られ侵食が生じます。橋梁等構造物の周辺で侵食が進むと構造物が不安定になり、倒壊等が生じる可能性があります。

水中の粘性土層は、陸上からの視認が難しく、また粘性土層の侵食を考慮したシミュレーション法も確立されていません。当社では上記に対応した調査・解析手法の開発を行いました。

対象河川の概要

本業務では、淀川水系宇治川を対象として調査・検討を行いました(図1)。宇治川を含む京都盆地南部は縄文時代には湿地帯であり、昭和初期に干拓が行われるまでは巨椋池という大規模な湖沼を形成していました。洪水時に湿地帯に砂礫や粘性土が流入することにより、宇治川河床の地質が形成されたと推定されます。



図1 宇治川位置

宇治川46.6km地点の横断形状と堤防付近のボーリング調査結果を図2に示します。下部には洪積礫質土層があり、その上に沖積砂礫質土層、沖積粘性土層が堆積し

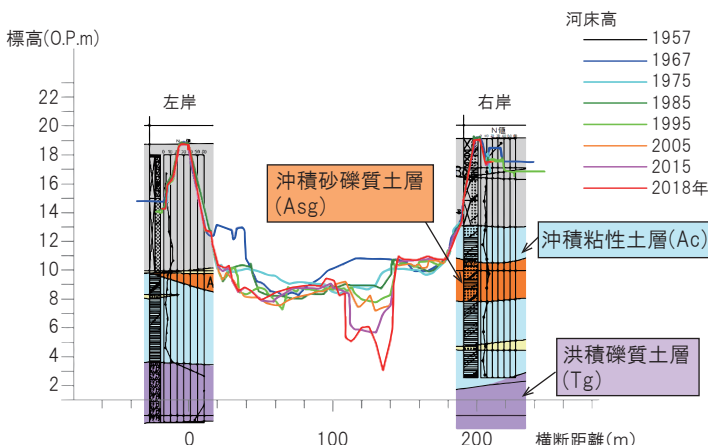


図2 宇治川46.6km地点の横断形状

ています。河床が低くなっている箇所は粘性土層(水色の凡例)で、侵食が生じていると考えられます。

粘性土層の分布調査手法

(1)調査手法

水中の粘性土の分布を面的に把握する手法として、サイドスキャンソナー(図3)を使用しました。この機器は、水中で超音波を発生させ、河床面からの反射波を測定することで河床の状況を調査します。宇治川では水深が浅い箇所があり一般的なサイドスキャンソナーは使用できないため、本業務では小型サイドスキャンソナー(機種: Blueprint Subsea社, Star Fish)をボートで曳航しました。

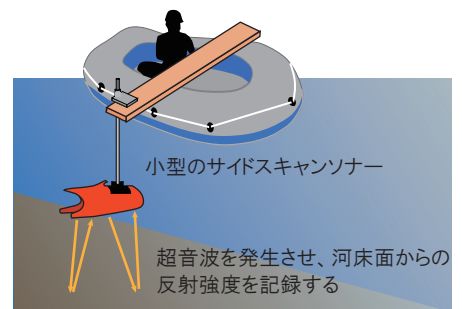


図3 調査イメージ

(2)調査結果

粘性土の面的分布の調査結果を図4に示します。画像には反射強度により色の明暗が現れ、暗い部分は粘性土層、明るい部分は砂礫層と推定されました。ただし、サイドスキャンソナーのみでは相対的な底質性状(柔らかい、固い)の把握となるため、潜水作業や船底につけた水中カメラにより河床の状況を確認し、画像の色調と実際の底質の状況が整合していることを確認しました。

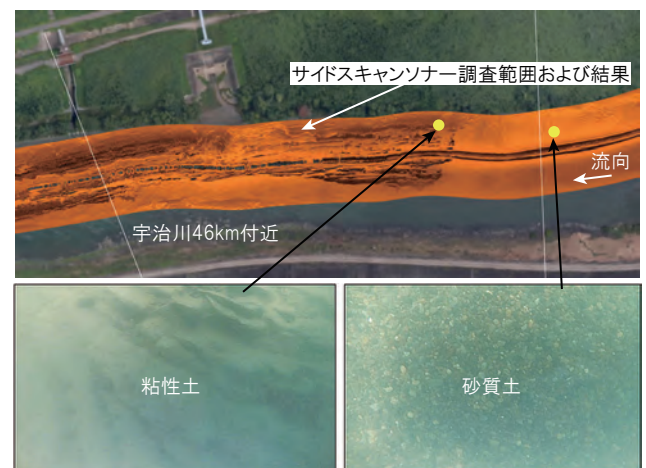


図4 小型サイドスキャンソナーによる調査結果

土層構造を考慮した河床変動計算手法の開発

(1)解析手法

構造物の倒壊等が生じる可能性のある箇所を予測するため、土層構造を考慮した河床変動計算を用います。本業務では、既往の研究で開発した準二次元河床変動モデル¹⁾をもとに、粘性土の侵食特性や鉛直土層構造を考慮できるように改良しました。

砂や礫の移動には一般に用いられる流砂量式があり、本業務でもこれを適用しました。粘性土層の侵食速度は、西森・関根²⁾の研究成果をもとに摩擦速度 u_* の3乗に比例する式を採用しました。

(2)モデルの精度検証

開発したモデルの精度を検証するため、1975年の河床を初期として、2018年までの河床変動の再現計算を行いました。

土層の設定について、既往のボーリング調査結果をもとに粘性土層・砂礫層の互層構造を左右岸ごと、200mピッチの測量断面ごとに反映しました(図5)。粘性土の侵食について、侵食速度 $E = \alpha u_*^3$ としました。再現計算の

結果を図6に示します。侵食速度係数 $\alpha = 2.1 \times 10^{-5}$ とすることで、1975年から2018年の河床変動傾向を概ね再現できました。

(3)河床変動の将来予測

今後の河川管理を考えるうえでは、現在の河床地形からの変化を予測することが重要です。そこで、最新の測量である2018年の横断形状を初期とし、再現計算と同じ洪水が再来するものとして、43年後の河床低下を予測しました。低水路部の平均河床高の予測結果を図6に示します。脆弱な粘性土層を有する区間において今後も河床低下が進むことが予想されました。

開発の成果

宇治川は水深の深い部分・浅い部分が混在していますが、小型サイドスキャンソナーを使用することにより、宇治川の水中粘性土層の分布を面的に把握することができました。

また、粘性土層の空間分布を考慮した準二次元河床変動モデルを構築し、長期的な河床低下を再現することで粘性土層の侵食速度式を逆算できました。さらに、この侵食速度式をモデルに反映することで、今後の河床低下を定量的に予測できました。

これにより、構造物の倒壊等が生じる可能性のある箇所を抽出できました。ただし、河床変動予測にはさまざまな仮定条件を設定しており、予測結果の精度向上にはさらなる検討が必要です。

今後の展望

粘性土層は宇治川だけではなく、全国の河川にみられます。粘性土層による問題がある河川の調査・解析において、本業務で開発した調査・解析手法の活用が期待できます。

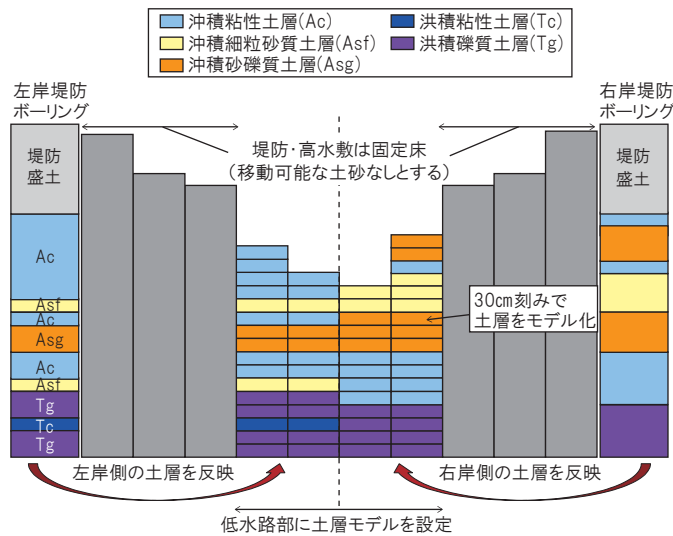


図5 土層構造のモデル化イメージ

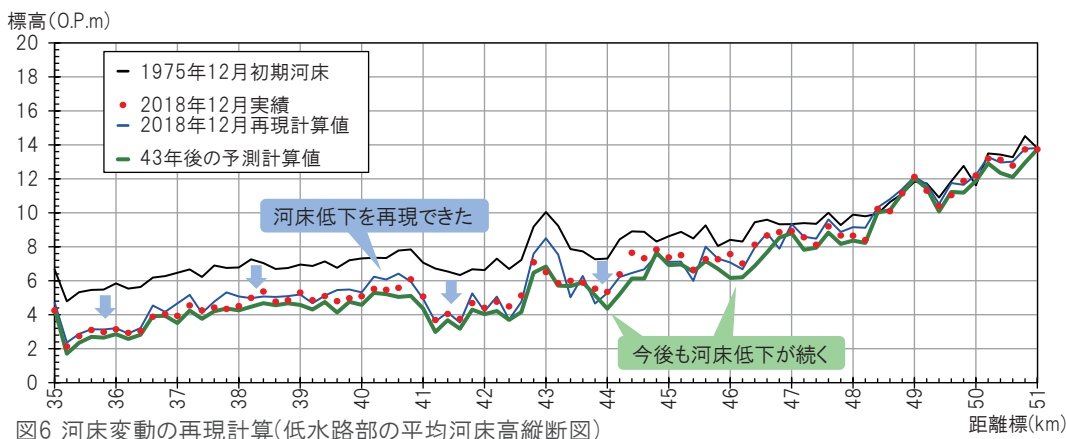


図6 河床変動の再現計算(低水路部の平均河床高縦断面図)

[参考文献]

- 1)加藤陽平(2014), 透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測に関する研究, 鳥取大学大学院学位論文(博士)
- 2)西森研一郎, 関根正人(2009), 粘性土の浸食過程と侵食速度式に関する研究, 土木学会論文集B, Vol.65 No.2, 127-140

【用語】

沖積層: 約2万年前以降に堆積してきた層
一般的に洪積層よりも軟らかい
洪積層: 約2万年前までに堆積してきた層

粒径が小さい順に
粘性土(c) < 細粒砂(sf) < 砂礫(sg) < 礫(g)