

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	現地調査と統計分析に基づく河川堤防を構成する沖積堆積物の水理特性に関する研究
Title(English)	A study on the hydraulic characteristics of alluvial sediments in river levee systems through field surveys and statistical analysis
著者(和文)	ZHANGWenyue
Author(English)	Zhang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12887号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 章浩,澤田 茉伊,鼎 信次郎,千々和 伸浩,田村 修次
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12887号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	ZHANG Wenyue		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	高橋 章浩	教授	審査員	田村 修次	教授
	審査員	澤田 茉伊	准教授			
		鼎 信次郎	教授			
千々和伸浩		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A study on the hydraulic characteristics of alluvial sediments in river levee systems through field surveys and statistical analysis (現地調査と統計分析に基づく河川堤防を構成する沖積堆積物の水理特性に関する研究)」と題し、全8章から構成されている。河川堤防は人々を洪水から守る役割を果たしているが、透水性が高い沖積地盤上に構築されている場合、漏水やこれに起因するパイピングが発生することにより、その機能を果たせないことがある。本研究では、漏水やパイピングのリスクをより正確に評価するため、そのリスクが高いとされている自然堤防を主な対象として、沖積地盤の水理特性を定量的に明らかにすることを目的として、主に原位置透水試験やサウンディング試験といった現地調査を通じて透水性の定量評価を行うとともに、統計分析を踏まえた堤防基礎地盤モデルの構築と内部浸食可能性評価も試みている。

第1章「Introduction (序論)」では、本研究の背景と目的が述べている。

第2章「Literature review (既往研究のレビュー)」では、パイピングのメカニズム、パイピングと沖積地形との関係、既存の透水試験法などを中心に、関連する研究の整理を行っている。

第3章「Statistical studies on hydraulic conductivities of the levees along the Kinu River (鬼怒川堤防の透水係数に関する統計的研究)」では、鬼怒川における河川堤防とその基礎地盤の浸透特性について、既存のデータベースを用いて統計的な検討を行っている。その結果、既存データベースの精度と密度には限界があり、詳細な現地調査が必要であることを明らかにしている。

第4章「Studies on the GP test in a model ground (モデル地盤における GP 試験の検討)」、第5章「Studies on the GP test by numerical simulations (数値シミュレーションによる GP 試験の検討)」、第6章「Verifications of the GP test in the field (現地における GP 試験の検証)」では、適切なスケールと空間密度での土の透水性評価を可能とする手法として、不飽和帯での簡易原位置透水試験法の一つである GP 試験 (Guelph Permeameter Test) を取り上げ、沖積地盤における同試験の適用性を明らかにするための一連の検討を行っている。その結果、不飽和土の特性や地下水位による誤差はあるものの、河川堤防の基盤漏水やパイピングのリスク評価に同試験を適用可能であることを明らかにしている。具体的には、GP 試験は基盤漏水やパイピング評価において重要な水平方向の透水係数の安全側評価が可能であること、細かい互層で形成される土層では漏水やパイピングのリスク評価で重要である透水性の高い層の特徴を捉えることができること、同試験における透水性評価領域の大きさはパイピングで形成されるパイプ径の数倍程度であること等を明らかにしており、同試験が透水性の高い土層で発生しやすく水平方向の土の浸食現象であるパイピングのリスク評価に有効であることを明らかにしている。

第7章「Studies on the hydraulic characteristics of alluvial sediments in the Kokai River (小貝川における沖積堆積物の水理特性に関する研究)」では、小貝川を対象に沖積堆積物の水理特性について現地調査を行うとともに、統計分析を踏まえた堤防基礎地盤モデルの構築と内部浸食可能性評価も試みている。現地調査では、サウンディング試験と GP 試験を実施することで堤防基礎地盤の土層構成と透水性を把握し、採取した試料を用いた室内透水試験結果と対比することで、沖積堆積物の透水性を調べている。現地調査や試験の結果、調査地点付近において漏水やパイピングのリスクが高い地表から 5m の深さまでの範囲に 5 種類の堆積相が識別され、その内 2 つが自然堤防堆積物であることを確認し、各堆積相を対象とした GP 試験を多数行うことで周辺の堤防基礎地盤モデルを構築することに成功している。地盤の不均質性がパイピングのリスクに及ぼす影響を調べるため、構築した地盤モデルを用いた浸透流解析を行った結果、不均質な自然堤防堆積物はパイピングのリスクを増大させる可能性があることを示す一方で、調査地点付近の自然堤防堆積物は主にシルト質砂で構成されていたことから、壊滅的なパイピングに起因する堤防決壊が発生する可能性は低いことも示唆している。

第8章「Conclusions and recommendations (結論と今後の課題)」では、第3章から第7章で得られた成果をとりまとめて本研究の結論を述べるとともに、研究の限界や残された課題について示している。

以上要するに、河川堤防の漏水やパイピングのリスク評価において重要な沖積地盤の水理特性を定量評価し、その方法を提示した本研究は、治水構造物の安定性評価における信頼性向上に資する成果であり、工学上・工業上、高く評価される。よって博士 (工学) 論文として価値が十分あるものと認められる。