

学位論文紹介

修士論文概要

論文名：豪雨浸透時の堤体内間隙空気の挙動および透気遮水シートによる水害対策の検討

著者名：柴田 賢

指導教員：前田 健一（名古屋工業大学）

授与年月：2012年3月

本論文では、河川堤防の耐豪雨・耐浸透・耐越流の複合的な対策法の検討を行っている。昨今の梅雨末期や台風時期の集中豪雨によって時間雨量 100mm を超えるような豪雨やこれに伴う河川の急激な増水により、計画高水位（HWL）を越え、場合によっては越流浸食現象が発生している。このような外力により、通常不飽和な堤防が時間雨量 10-30mm 程度の日常降雨と比較し急激に浸潤化し、堤防が不安定となるケースが増大している。急激な堤体土の浸潤化は通用降雨のような不飽和から飽和にむけての土・水・空気の物理・力学的変化のみならず間隙空気や浸透流に溶存している空気が空気塊として分離し、堤防の弱線に沿って地表に噴発するエアブロー現象が確認されている。本研究ではこのような間隙空気による堤防不安定化のメカニズムについて把握し、その対応策について模型堤防試験、実堤防モニタリング、対策工基礎試験に関する成果をまとめたものである。

第1章では、河川堤防に関する設計指針やその現状を紹介し、中でも集中豪雨が発生したときの特異な現象の発生やそのときの被災事例を紹介して本研究の背景と目的を述べている。

第2章では、河川堤防内の間隙空気の発生に関して1つのソース（源）である浸透流に溶存している空気（水中溶存酸素量）が溶出したときに、地盤にどのような影響を与えるのか、影響を与えるとすればどのようなメカニズムなのかについて既往の研究を紹介している。

第3章では、任意の降雨強度を再現可能な降雨発生装置を備えた模型堤防試験を実施し、降雨浸透や河川増水に伴う間隙空気の挙動を把握することを試みている。無対策の堤防では、豪雨浸透および河川水の上昇によりエアブロー現象の観察やその空気圧の上昇、越水に対する弱さを確認でき、耐豪雨、耐浸透および耐越流の総合的な対策工の必要性が検討されている。この結果を踏まえ、不透気遮水シート（水も空気も透さないシート）を用い、一般的な越流対策としてアスファルトフェイシングを模擬した試験を行うと、浸透抑制効果を確認することができたが、シート下位の間隙空気圧が上昇した。また、ジオシンセティックス（透気遮水シート：水は透さないが空気は透すシート）の敷設により、降雨浸透防止効果と間隙空気圧の上昇軽減効果が確認できた。

第4章では、設計書の残されていない築堤履歴、被災履歴、もぐら穴の存在、設計年代、水道管やケーブルの埋設の有無等の不確実性の多い実際の河川堤防の内部を可視化するために基礎試験を実施した。高周波の弾性波を用いることで高精度な地盤調査を可能とした音響トモグラフィを用い、土・水・空気の三相系地盤内部の気相の可視化を試みることで、地盤内の浸透流から溶出した気泡が発生、発達、移動および噴出する現象を可視化することに加え、この現象の繰り返しによって、地盤が劣化していく様子を可視化できた。また、実堤防におけるモニタリング手法としての適用を検討している。

第5章では、第3章の結果を踏まえ、実際の河川堤防に水分計、水位計および比抵抗モニタリング装置を設置し、降雨時およびこれに伴う河川増水による堤体内浸透の様子を長期モニタリングしている結果について述べている。この結果、模型堤防試験と同様に、豪雨相当の外力が作用すると、堤体

内の体積含水率が急激に低下する現象が現われ、豪雨浸透時には間隙空気の影響が顕著に現われることが検証されている。さらに、計測断面に透気遮水シートを敷設し、降雨および河川の増水を模擬した散水試験を実施した。その結果、透気遮水シートの敷設効果として、降雨浸透抑制効果に加え、間隙空気圧の上昇軽減効果を得られることが検証されている。

第6章では本研究により得られた結論を踏まえ、現在の浸透および越流対策工に対する提言として、「河川水の浸透および越流対策だけでなく、豪雨浸透と計画高水位（HWL）を越えることを同時に考慮する必要がある」ことを言及している。

参考文献：

前田健一，柴田賢，今瀬達也，馬場干児，榎尾孝之：豪雨と気泡の影響を考慮した河川堤防における透気遮水シートの設置効果(2010)，ジオシンセティックス論文集，Vol.25，pp107-112

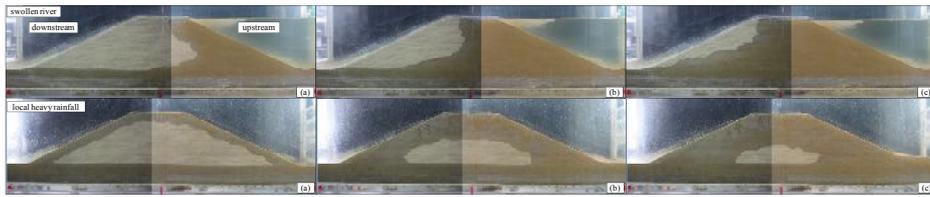


図1 模型堤防試験による浸透挙動の観察：上は河川増水時の堤体内浸透の様子、下は豪雨浸透時の堤体内浸透挙動を示している。

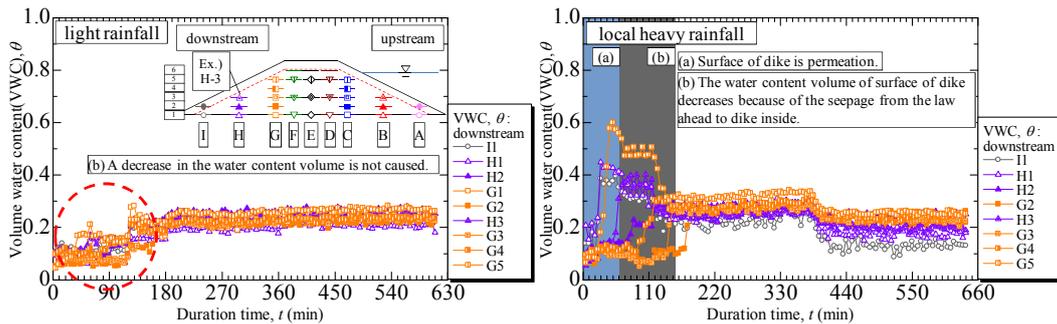


図2 降雨時における堤体内の浸透挙動：左は弱い雨の場合、右は豪雨時の場合を示す。

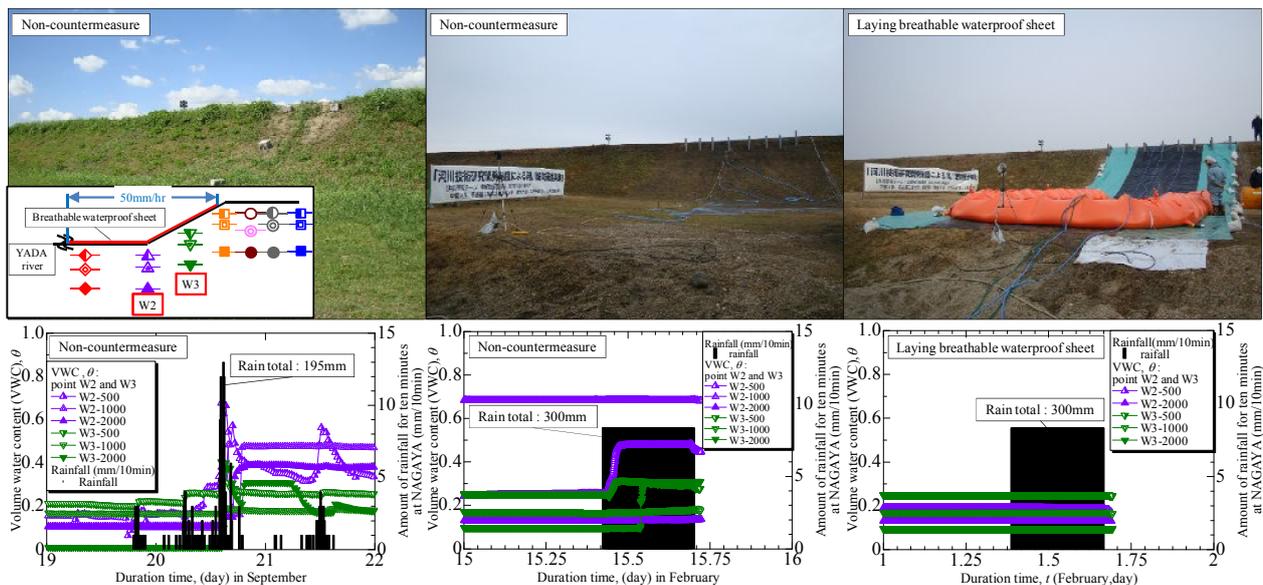


図3 透気遮水シートの実堤防への適用例：左は無対策堤防のモニタリング状況、中央は無対策堤防の散水試験の状況、右は透気遮水シート敷設時の散水試験の実施状況