

ベトナム紅河流域およびメコン河流域の侵食被害の軽減のための適切な締固め度の提案

茨城大学 学生会員 ○藤田圭介

茨城大学 正会員 小峯秀雄 村上哲

茨城大学 フェロー会員 安原一哉

1. はじめに

ベトナムの紅河流域およびメコン河流域では、集中豪雨が頻発しており、それに伴い河川流域の決壊が発生している¹⁾。決壊の要因としては、河川水の流量および流速の増加に伴う侵食が報告されている²⁾。そのため、侵食に対する具体的対策が急務である。本論文では、第一に、河川流域の締固め度管理が侵食被害の軽減へ及ぼす影響に着目し、砂質土系の土質材料 1 種類、粘性土系の土質材料 3 種類を対象に水路型侵食試験を実施した。第二に、上述の試験結果より、各土質材料において侵食現象の遅延および総侵食率の軽減に適した締固め度を提示した。

2. 紅河流域およびメコン河流域の模擬土質材料の作製

本論文では、現地の河川流域を構成する土質材料の粒度組成に着目し、それを模擬した材料 A, B, C および D を作製した。表 1 に各模擬土質材料の土粒子の密度および粒度組成を示す。また、図 1 に各模擬土質材料の締固め曲線を示す。作製する供試体は、締固め度 70%, 80%, 85%, 90% および 95% を目標とした。

3. 各模擬土質材料の侵食特性の評価

3.1. 水路型侵食試験の概要

図 2 に水路型侵食試験装置の概略図を示す。本試験は、水路の河床勾配 0°, 流量 1026cm³/s, 流速 13.5cm/s で通水し、各模擬土質材料の締固め度の差異が飽和度の変化と侵食量の変化へ及ぼす影響を調査する試験である。本論文では、河川流域における河岸部および河川堤防部の侵食現象に着目するために、水路側面に位置する供試体②(全長 640mm, 高さ 60mm, 奥行き 50mm)を用いた。土壌水分計(Decagon 社製 EC-5)は、体積含水率の測定範囲が 0~100%, 分解能が 0.01% であり、供試体②に対して 160mm 間隔, 奥行き 25mm, 深さ 50mm の位置に計 3 か所設置した。

3.2. 侵食メカニズムの考察

図 3 および図 4 に示す材料 B の測定時間と飽和度および供試体侵食量の関係と、測定時間と細粒分侵食量の関係より、侵食メカニズムを考察する。図 3 より、供試体侵食量が急増する時は、飽和度の上昇も顕著になる傾向が確認できる。そのため、侵食現象は飽和度が上昇するに伴い顕著になると推察される。また、図 4 より、供試体侵食量が増加する前には、細粒分侵食量も顕著に増加することが確認できる。そのため、侵食現象が激化する際には、細粒分の侵食も顕著になると考える。以上より、図 5 のような侵食メカニズムを考察した。侵食現象開始前には、河川水の浸透により飽和度が上昇し、

表 1 各模擬土質材料の土粒子の密度と粒度組成

模擬土質材料名	A	B	C	D
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.560	2.637	2.642	2.609
粗砂含有率 (%)	1	10	21	0
中砂含有率 (%)	1	10	21	0
細砂含有率 (%)	2	11	21	0
シルト含有率 (%)	64	60	27	62
粘土含有率 (%)	32	9	10	38

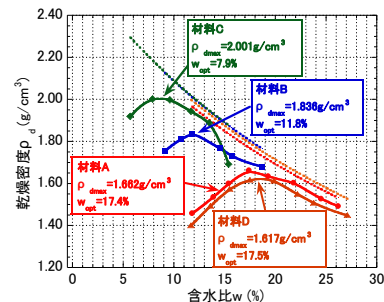


図 1 各模擬土質材料の締固め曲線

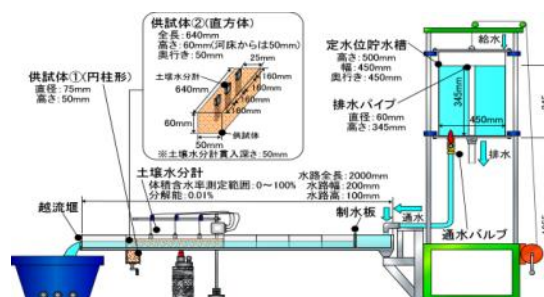


図 2 水路型侵食試験装置の概略図

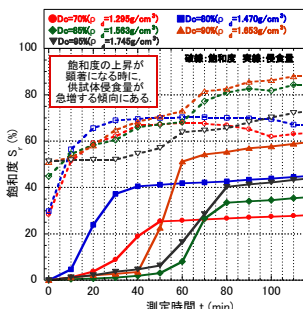


図 3 材料 B の飽和度および供試体侵食量の時間変化

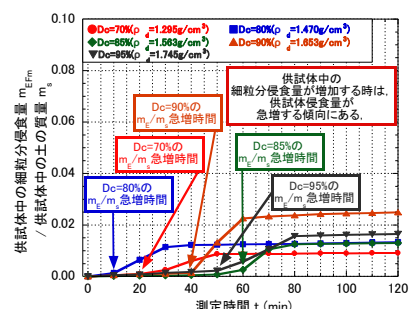
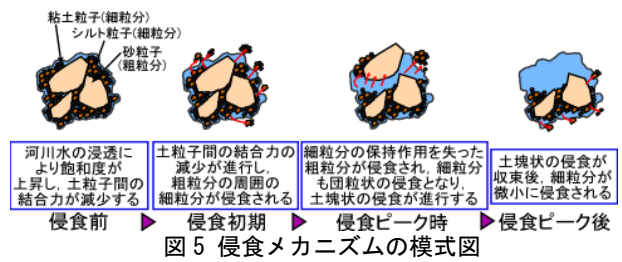


図 4 材料 B の細粒分侵食量の時間変化

キーワード 河川, 侵食, 締固め, 飽和度, 水路型侵食試験

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL 0294-38-5004 e-mail 11nm818a@hcs.ibaraki.ac.jp

土粒子間の結合力が減少すると考える。侵食現象の初期には土粒子間の結合力が減少し、粗粒分の周囲の細粒分が侵食されると推察される。侵食現象が顕著になる際には、細粒分の保持作用を失った粗粒分が侵食され、土塊状の侵食が進行する状態となり、供試体侵食量が急増すると考える。その後、土塊状の侵食現象が収束後、細粒分が微小に侵食されると考える。以上の考察は、既往の侵食メカニズムと整合しており^{3),4)}、飽和度の上昇が侵食へ及ぼす影響を考慮しているため、新たな知見であるとする。



3.2. 侵食特性評価方法の提案と侵食特性の評価

図6に本論文で提案した侵食特性評価フローを示す。侵食特性の評価は、測定時間と供試体侵食量の関係を表すグラフより行う。本論文では、侵食特性を以下の2項目より行う。1) 供試体侵食量が増加し始める時間の遅延効果。2) 試験終了時の供試体総侵食率の軽減効果。

上記の侵食特性の評価では、日本国内の河川土工マニュアルの締固め品質下限値80%を考慮し⁵⁾、締固め度70%の試験ケースは除き、模擬土質材料ごとに適切な締固め度を提示する。図7a), b), c), d)に各模擬土質材料の侵食特性の評価結果を示す。侵食現象の遅延に適する締固め度は、材料Aが締固め度95%、材料Bは締固め度85%、材料Cが締固め度95%、材料Dは締固め度90%であるとする。また、総侵食率の軽減に適する締固め度は、材料Aが締固め度80%、材料Bは締固め度85%、材料Cが締固め度95%、材料Dは締固め度85%であるとする。

3.3. 侵食被害の軽減に寄与する締固め度の提示

表2に土質材料の工学的分類に応じた侵食軽減に適する締固め度を示す。被災箇所の侵食対策を行う場合、河川流域を構成する土質材料の工学的分類を把握した上で、表2に提示した各対策項目に適する締固め度を適用することが具体的な対策の一部に寄与すると考える。

4. 結論

侵食メカニズムを考察した結果、侵食現象は、飽和度の上昇に伴い粒状の侵食から土塊状の侵食へ変化することを明らかにした。また、各模擬土質材料の侵食現象の遅延と総侵食率の軽減に適する締固め度が明らかになった。

謝辞：本研究は、環境省地球環境推進研究「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」(研究代表者：茨城大学・三村信男)におけるサブ課題「③アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果評価指標に関する研究」(課題代表者：茨城大学・安原一哉)にて実施された研究成果の一部をまとめたものである。ここに深謝申し上げる。

参考文献 1) 気候変動に関する政府間パネル：IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書政策決定者向け要約, 2007. 2) アジア防災センター：ベトナムカンントリーレポート, pp. 3-5, 1999. 3) J. L. Briaud : Case Histories In Soil And Rock Erosion: Woodrow Wilson Bridge, Brazos River Meander, Normandy Cliffs, and New Orleans Levees, Fourth International Conference on Scour and Erosion 2008. 4) 谷口雄太, 小峯秀雄, 村上哲：河川堤防堤体材料中の細粒分の侵食特性に影響を及ぼす支配的物性値の調査, 第46回地盤工学研究発表会発表論文集, pp. 1051-1052, 2011. 5) 財団法人 国土技術研究センター：河川土工マニュアル, pp. 62-79, 2009.

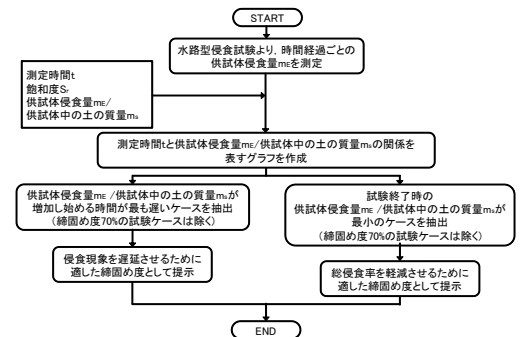


図6 侵食特性評価フロー

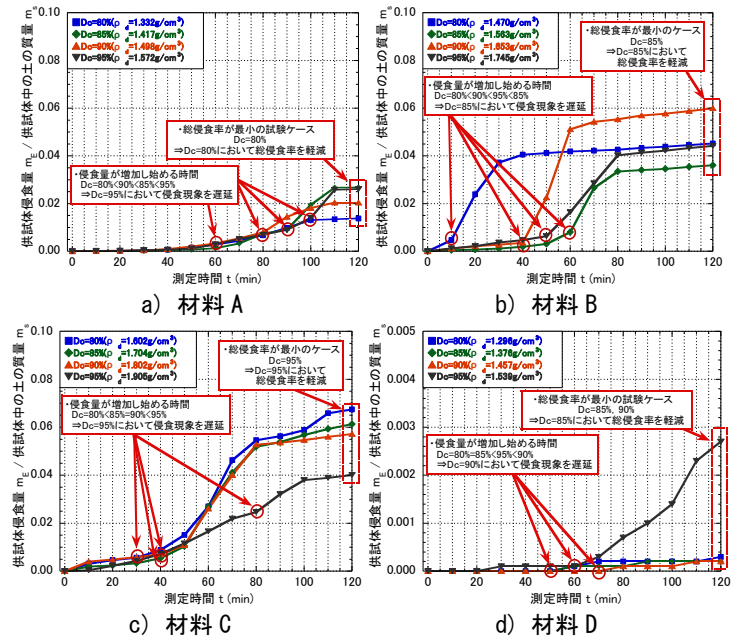


図7 各模擬土質材料の浸透特性の評価結果

表2 土質材料の工学的分類に応じた侵食軽減に適する締固め度

	材料A	材料B	材料C	材料D
模擬土質材料名	砂 4% シルト 64% 粘土 32%	砂 31% シルト 60% 粘土 9%	砂 63% シルト 27% 粘土 10%	砂 0% シルト 62% 粘土 38%
工学的分類名	粘性土	粘性土	砂質土	粘性土
侵食現象の遅延対策	Dc=95%	Dc=85%	Dc=95%	Dc=90%
総侵食率の軽減対策	Dc=80%	Dc=85%	Dc=95%	Dc=85%