

平成 28 年度環境・社会理工学院共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	土木・環境工学系
研究者 (フリガナ)	堀越 一輝 (ホリコシ カズキ)
タイトル	遠心模型実験における土内部の侵食現象に関する相似則の解明
助 成 名	若手研究奨励賞
採択金額	300,000 円
<p>研究の背景</p> <p>遠心模型実験は、遠心力によって小型模型地盤に実物と同じ応力レベルでの模型実験を可能するもので、地盤工学分野で広く用いられる研究手法の一つである。模型実験において、実物と小型模型の双方の挙動の間に成り立つ物理量・状態量の一定の関係を相似則といい、この相似則を考慮し模型実験の結果を解釈することで、模型実験の結果から実際の構造物の挙動を評価することができる。この相似則は、現在、遠心加速度場において土内部の侵食を伴わない地下水浸透流に関して確立されているが、侵食を伴う浸透現象の相似則に関しては確立されていない。</p> <p>本研究では、侵食を伴う浸透現象に関して、遠心模型実験で得られた結果を実物の構造物で生じる現象として取り扱い、評価する際に必要な、実物と模型の挙動の間に成り立つ一定の関係(相似則)を検討することを目的としている。</p>	
<p>結果と考察</p> <p>本研究では、遠心加速度場における侵食現象の相似則を明らかにするため、基礎地盤材料の粒子径を実験パラメータとし、遠心加速度 50G(重力の 50 倍)において堤防を模擬した模型浸透実験を 3 ケース実施した。基礎地盤材料は、非塑性シルト、細砂そして中砂 (平均粒径はそれぞれ、0.02, 0.16, 0.32mm) である。また、重力場での模型実験を遠心場と同じ基礎地盤材料で実施することで、侵食現象の応力依存性を確認した。これらの遠心加速度場での浸透模型実験システムは、申請者らがこれまでに使用したものを改良したものである。主な改良点は、高品質の映像撮影機器の導入である。</p> <p>まず、基礎地盤材料を細砂とした実験ケースは、土の水の通しやすさを示す透水係数が重力場の 50 倍となる遠心加速度 50G 場において、重力場での中砂と同程度の透水係数を有する。この細砂を使用した遠心模型実験では、堤防法尻からの進行的な侵食現象 (パイピング) が観察することができた。このケースで、基礎地盤に加わる平均動水勾配は、侵食開始時で 0.15、堤防の破堤段階で 0.22 であった。非塑性シルトは、その粒径を遠心加速度と同様に 50 倍した換算すると、その粒径は重力場での粗砂に対応する。地盤工学の分野では、土粒子の粒径をこのような遠心加速度に合わせ、その寸法を実物換算することは通常ないが、この非塑性シルトを基礎地盤材料として使用した実験では、模型に与える遠心加速度を段階的に上げた際、10G 程度で、その基礎地盤は大きく沈下した。中砂を用いた基礎地盤による実験は、実際の堤防基礎地盤において進行性の侵食現象 (パイピング) が生じる粒径レベルの試料を用いた実験である。この実験試料は、他の土試料と比較すると透水係数が大きく、遠心加速度 50G 場ではこの透水係数がさらに 50 倍されるため、模型地盤に水を供給する給水システムの容量が不足した。</p>	

細砂を基礎地盤材料に使用した遠心加速度 50G 場と重力場での小型模型実験では、前者は前述の通り、平均動水勾配は侵食開始時および侵食の終局段階である堤防の破堤時でそれぞれ、0.15 と 0.22 であった。このときの侵食のタイプは法尻から進行的にパイピングが進展するものであった。一方、後者は侵食開始時と破堤時のタイミングが同時で、このときの平均動水勾配は 0.55 であった。

上記の遠心場での基礎地盤材料を変更することによって、実際の地盤の状態と比較して、粒径を合わせる、透水係数を合わせる、もしくは、どちらも合わせず実際の地盤と同じ材料を遠心場で使用することになる。これらの実験結果から、最も実際の堤防で生じる侵食現象を再現できる条件は、50G 場での基礎地盤の透水係数を合わせることであった。

また、同じ細砂を使用した遠心加速度 50G 場と重力場での小型模型実験の実験結果とその実験中の観察結果から、地盤に作用する拘束圧（主に土の自重によって作用する圧力）が侵食現象に大きな影響を及ぼすことがわかった。

参考文献

1) Koito, N., Horikoshi, K. and Takahashi, A.: Physical modelling of backward erosion piping in foundation beneath levee, *Proc. 8th International Conference on Scour and Erosion*, pp. 445-451, Oxford, UK, 2016.

結論と今後の課題

本研究では、侵食を伴う浸透現象に関する遠心模型実験の相似則を検討するため、いくつかの模型実験を実施した。これの実験結果によって、最も実際の堤防で生じる侵食現象を再現できる条件は、遠心加速度場における基礎地盤の透水係数を実際の基礎地盤のそれと合わせることであった。さらに、地盤に作用する拘束圧が侵食現象の発生・進展に大きな影響を及ぼすことがわかった。

本研究では、その研究助成によって高い加速度場で使用できる映像撮影機器を導入し、これによって侵食現象を鮮明に視的に捉えることが可能となった。このことと、上記の実験結果によっては、相似則は、侵食現象の本質的な物理法則を見出す研究の発展に寄与するものである。

使用内訳書

費 目	内 訳	金 額
備品 1	映像撮影機器一式	103,360
備品 2		
消耗品		46,640
旅 費		
その他	研究補助人件費	150,000
合 計		300,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。