

模型堤体を用いた重力場・遠心場での浸透・越流破壊実験

徳島大学大学院 学生会員 ○大山一輝 非会員 西尾竜文, 日下拓也
徳島大学 正会員 鈴木壽, 上野勝利, 渦岡良介

1. 研究の背景と目的

地震や豪雨などを起因として発生した天然ダムは、時として水位上昇に伴い蓄えた水と一緒に下流域一気に土石流や洪水となって流出することがあり、危険である¹⁾。最近でも模型実験により天然ダムの安定性が検討されており、合理的な安定性の評価方法が望まれている²⁾。

そこで本研究では、まず模型堤体を用いて重力場において水位の上昇速度を変化させ、その違いが破壊形態にどのような影響をもたらすのかを比較した。次に、遠心場で同様の実験を行い、重力場と遠心場での破壊形態の違いを比較した。

2. 実験概要

図1に実験土槽と模型堤体を示す。図1のように、上流側に水位計を設置し水位を計る。上流側から給水した際に水が勢い良く模型堤体に浸透するのを防ぐため、また下流側に溜まった試料が堤体の破壊形態に影響するのを防ぐために木製の土台を模型の下部に設置する。下流側に溜まった水はポンプで貯水タンクに排出する。土槽のガラス面側と下流側上部にそれぞれ1台ずつカメラを設置し、浸透・越流破壊を観察した。

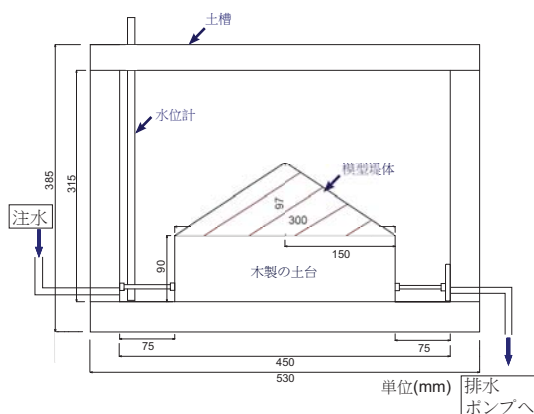


図1 実験土槽と模型堤体

模型試料には、基礎的検討として豊浦砂 ($\rho_s=2.635\text{g}/\text{cm}^3$, $\gamma_{\text{dmax}}=16.0\text{ kN}/\text{m}^3$, $\gamma_{\text{dmin}}=13.3\text{ kN}/\text{m}^3$) を用いた。天然ダムは崩壊した土砂によって形成されるので、空中落下法を用いて自由落下させることにより実験模

型を作製する。

表1に実験ケースを示す。CASE1, 2は重力場で行い、なおCASE3, 4は遠心模型実験装置を用いて50g場で実験を行った。重力場では0.1MPaの空気圧を貯水タンクに与え、流量調節弁を用いて注水流量を調整した。遠心場ではレギュレーターを操作して注水流量を調整した。CASE1, 2より浸透・越流による破壊の状況を観察する。また、CASE3, 4より重力場と遠心場での破壊形態の違いを観察する。CASE3ではCASE1の水位上昇速度に合わせて注水流量を調整した。CASE4では、CASE2に合わせて注水流量を調整しようとしたが、堤体が越流破壊に至らなかったため表のような空気圧を与えた。

表1 実験ケース

実験ケース	注水流量 (ℓ/sec)	場
CASE1	0.009626	重力場
CASE2	0.016693	重力場
CASE3	CASE1に合わせる	遠心場
CASE4	0.7MPaの空気圧を与える	遠心場

3. 実験結果と考察

図2から図5にCASE1からCASE4における水位上昇に伴う浸潤面の変化を示す。なお、図中の赤字は浸潤面の水位を示す。水位は、水位が0の地点から堤体が破壊し始めるまでの水位を測定した。

CASE1, 2とCASE3, 4を比較すると、図2, 図3に示すようにCASE1, 2では水位に対して浸潤面の水位が高い位置にあるのに対し、図4, 図5に示すようにCASE3, 4では水位と浸潤面の水位がほぼ同じ位置にあることがわかる。この原因としては、CASE3, 4に関しては50g場であることから、毛管現象による水位と浸潤面の水位の差が50分の1のスケールで表れ、観察することができなかったことが考えられる。

破壊形態においては、CASE1では水位が堤頂部に達するまでに下流側法面に浸透水が達し、パイピングによって下流側斜面が削られている間に水位が堤頂部に達し堤体が越流破壊した。CASE2では浸透水が下

流側法面に達する前に水位が堤頂部に到達し、堤体が越流破壊した。CASE3では水位が堤頂部まで達することなく水が下流側法面に達し、パイピングによって堤体の下流側斜面が削られ堤体が破壊した。CASE4ではCASE2と同様に堤体が越流破壊した。また、CASE2とCASE4の破壊形態を写真1と写真2から比較すると、CASE2では堤頂部から下流側法尻にかけて直線的に破壊しているのに対し、CASE4では堤頂部から下流側法尻にかけて広範囲に破壊しているのがわかる。この原因としては、重力場においてはサクションが働いたことにより侵食された砂の周りの砂が保たれたのに対し、遠心場においては、侵食された砂の周りの砂も侵食と同時に破壊したことが考えられる。なお、CASE1とCASE3についても同様の結果が得られた。

4. まとめ

1. 水位の上昇速度が遅い場合、パイピングによる破壊が生じ、水位の上昇速度が速い場合、越流破壊が生じることを確認した。
2. 重力場では浸潤面の水位が水位よりも高い位置に来るのに対し、遠心場では浸潤面の水位が水位とほぼ同じ位置に来ることがわかった。
3. 重力場では堤頂部から下流側法尻にかけて直線的に破壊するのに対し、遠心場では堤頂部から下流側法尻にかけて広範囲に破壊することがわかった。

参考文献

- 1) 田端茂清, 水山高久, 井上公夫著: 天然ダムと災害, 古今書院, 2002.
- 2) 小田晃, 水山高久, 長谷川祐治: 天然ダム決壊の模型実験, 砂防学会誌, 60(2), 33-38, 2007.

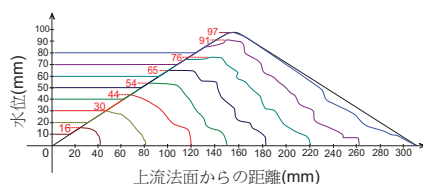


図2 水位が10mm上昇するごとの浸潤面の形状 (CASE1)

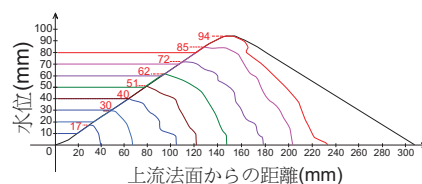


図3 水位が10mm上昇するごとの浸潤面の形状 (CASE2)

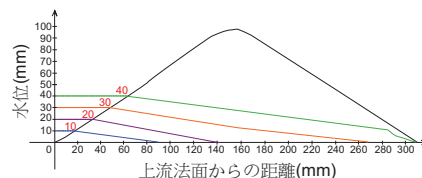


図4 水位が10mm上昇するごとの浸潤面の形状 (CASE3)

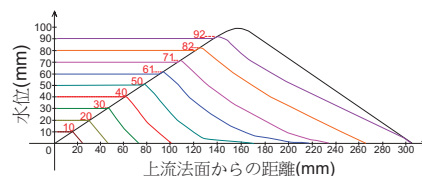


図5 水位が10mm上昇するごとの浸潤面の形状 (CASE4)



写真1 下流側上部から見た堤体の破壊形態 (CASE2)



写真2 下流側上部から見た堤体の破壊形態 (CASE4)