

平成 30 年 7 月豪雨によるため池の浸潤線変動の検討

Estimation of the phreatic surface fluctuation of two irrigation tanks by the July 2018 heavy rain

○小林範之*・泉 智揮*・武山絵美*

Noriyuki KOBAYASHI, Tomoki IZUMI, Emi TAKEYAMA

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨によるため池被害は 187 件であった。その被害のほとんどが後背地からの土砂が貯水池に流入するというものであるが、宇和島市の鳥首池と今治市の塔の外池は決壊という重大災害となった。ため池の決壊形態は、浸透破壊、すべり破壊、越流破壊に大別されるが、どの形態も堤体内の浸潤線の動向がポイントとなる。本研究では、降雨データと貯水位から飽和-不飽和浸透流解析により、ため池堤体内の浸潤線変動を推定した。

2. 貯水位の推定

鳥首池と塔の外池の降雨データは、データ統合・解析システムの DIAS から国土交通省より提供された XRAIN データを取得した。貯水位は貯留関数法による流出解析により求めた。ここでの解析は、土地改良事業設計指針「ため池整備」にしたがって表 1 のため池諸元から簡易的に求めた。図 1, 2 に降雨と貯水位の経時変化を示す。鳥首池での時間最大雨量は 7 月 7 日 7:00 の 80.22mm であり、記録的な短時間降雨量があった。貯水位はこれに連動し、7 月 7 日 7:00 に堤体の天端高さに達し、越流が発生すると推定された。

表 1 ため池諸元

	鳥首池	塔の外池
堤高(m)	4.8	5.0
天端幅(m)	2.6	2.0
上流法面勾配	1:1.8	1:1.8
下流法面勾配	1:1.5	1:1.8
流域面積(km ²)	0.551	0.020
満水面積(km ²)	0.007	0.001
貯水量(m ³)	19,200	1,700
洪水吐流下能力(m ³ /s)	4.63	0.33
設計洪水量(m ³ /s)	10.68	0.19

実際にも、7 月 7 日 6:51 から越流が始まり、16 分後に破堤したとの報告があり、推定結果の妥当性が認められた。一方、塔の外池での時間最大雨量は 7 月 7 日 7:00 の 24.23mm、最大 24 時間雨量は 208.73mm であり、鳥首池と比較すると継続的に降雨があったことがわかる。貯水位は洪水吐を越え放水されるが、天端まで 1m の余裕があると推定された。

また、対象とした 2 つのため池の越流の有無は、降雨パターンの違いにもよるが、表 1 に示す設計降水量に対する洪水吐流下能力の大小が大きく影響していると考えられる。

3. ため池堤体内浸潤線の推定

上記の降雨と貯水位データを用いて飽和-不飽和浸透流解析を実施し、ため池堤体内の浸潤線を求めた。

3.1 土質試験

2 つのため池堤体でサンプリングした攪乱土を用いて、土粒子密度試験、粒度試験、締固め試験、透水試験、保水性試験を行った。土粒子密度試験、粒度試験、締固め試験、透水試験の結果を表 2 に示す。透水試験および保水性試験は、堤体土が D 値 90% で築堤されていると仮定し、最大乾燥密度の乾燥側 90% の供試体で実験した。鳥首池の堤体土の方が

*愛媛大学大学院農学研究科：Graduate School of Agriculture, Ehime Univ. キーワード：平成 30 年 7 月豪雨、ため池、浸潤線

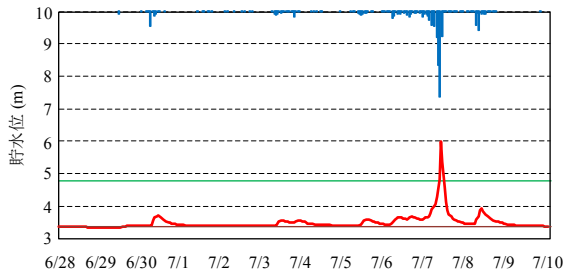


図1 鳥首池の貯水位と降雨

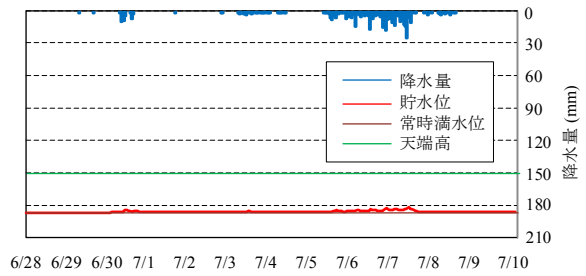


図2 塔の外池の貯水位と降雨

粒度が良く細粒分も多いが、塔の外池は真砂土であり、砂分が多かった。また、塔の外池の締固め特性は、最大乾燥密度が大きく、最適含水比が小さくなり、砂質土の特徴を示した。図3は実験結果を最小二乗法により van Genuchten モデルで近似した不飽和特性である。これにより、飽和-不飽和浸透流解析を行った。

表2 土質試験結果

	鳥首池	塔の外池
土粒子密度(g/cm ³)	2.66	2.61
平均粒形(mm)	0.6	2.2
均等係数	1889	60
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.403	1.860
最適含水比(%)	31.7	12.5
飽和透水係数(cm/s)	8.42×10^{-5}	1.30×10^{-4}

3.2 浸潤線による被災要因の検討

図4(a), (b)に浸透流解析により得られた浸潤線を示す。図中の赤線は、貯水位が常時満水位付近であった6月28日午前0時時点の浸潤線、青線は、時間最大雨量を示す7月7日7:00での浸潤線である。赤線は、均一型ため池の標準的な浸潤線の形状を示すが、青線の浸出点は、法尻から鳥首池で1.5m、塔の外池で2.5mの位置まで上昇した。また、堤体上流側法面においては、両池で飽和した。鳥首池は越流しているため、越流水による侵食が決壊の主要因であると思われるが、堤体内部の飽和領域の増加が有効応力の低下につながり、侵食を加速させたと考えられる。また、塔の外池では貯水位は常時満水位とほぼ同程度にもかかわらず、降雨の影響により飽和領域が大きくなり、すべり破壊を誘発したと考えられる。

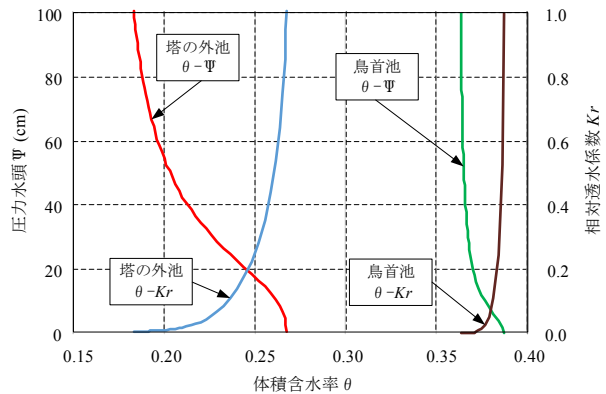


図3 不飽和土の浸透特性

4. おわりに

豪雨時のため池の浸潤線の上昇は、貯水位の上昇はもちろんのこと、降雨浸透の影響も大きいことがわかった。

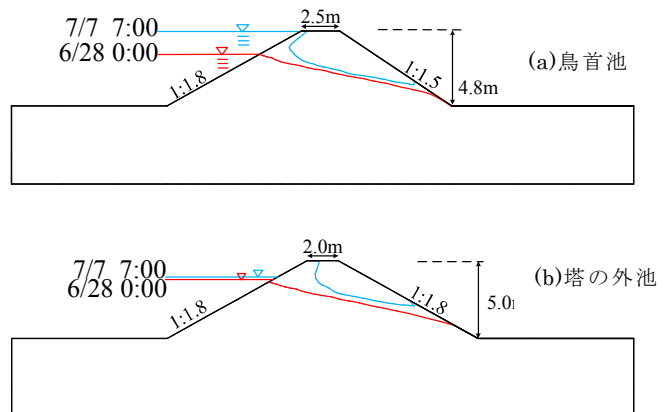


図4 各ため池の浸潤線

参考文献：赤井浩一（訳監修）：地下水解析の基礎と応用，現代工学社，1987.