

前面コア型フィルダムのコアに亀裂が生じた場合の浸潤線に関する研究

Studies on the seepage from core is crack of Front Core Type Dam.

山口 裕介、角野 三好*、竹谷 雄大*

YUSUKE YAMAGUTI * , MIYOSHI KADONO * , YUDAI TAKEYA *

1. はしがき

堤高の低い農業用溜池では、前面コア型フィルタイプダムが多い。このタイプは前面コアで貯水を受持ち、コア後方の透水性ゾーンで水圧に耐える構造なので、溜池のコア下面側で浸潤線の低下を促進し、溜池全体の安全性を保証する。しかし、管理上の問題や地震などの不可抗力でコアに何らかの亀裂が生じた場合は深刻な問題が発生する。本研究では、万一前面コアに亀裂が生じた場合、亀裂位置と亀裂方向が浸潤線に与える影響について考察した報告である。

2. 実験および解析方法

本研究の主眼は、土の透水係数に異方性がある問題について、Hele shaw 模型を用いた可視化の効果を調べることにある。このため、実験結果について F. E. M. を併用し実験結果の検証を行ったものである。始めに、図-1 の Hele shaw 模型実験を行った。実験の緒元は表-1 に示すように、ダム底面からの任意の深さ(Hc)に亀裂を入れ、ダム上流水深(Hu)との比で無次元の亀裂位置 $hc = Hc/Hu$ を定義した。用いた hc の値を表-1 に示すように、4 case について実験を行った。なお、亀裂方向は水平亀裂とコアに直行する方向（垂直）の亀裂について行った。また実験模型の緒元に合わせて、F.E.M. は定常浸透流の簡易解析法（参考文献 1）によった。基本的な解析緒元は表-2 である。F.E.M.では、コア部の透水係数(Kc)と軸土部の透水係数(Ks)の透水係数比 $k = Kc/Ks$ を変え、さらにコアの亀裂位置 hc を変化させながら表-2 で示す組合せで解析を行った。

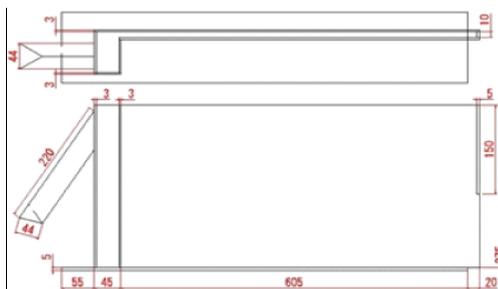


図-1 Hele Shaw model の実験装置

表-1 実験緒元

装置寸法	275×670×10(mm)	水平ドレーン	下流側20(mm)
前面コア材	スポンジ { (20±4)/25mm }		
定常水位(Hu)	250 mm (上流側水位)		
亀裂位置(hc)	0.18, 0.55, 0.60, 0.87 (4 Case)		

表-2 F.E.M. の解析緒元

全要素数 (2,808)			
コア部要素数	156	軸土部要素数	2,652
透水係数比(k)	1, 0.5, 0.1, 0.03, 0.05, 0.01, 0.005, 0.003, 0.001(9case)		
亀裂位置(hc)	0.2, 0.32, 0.44, 0.56, 0.68, 0.80, 0.92 (7 Case)		

* 弘前大学農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

地下水流動 Hele Shaw Model 数値解析

3. 結果と考察

写真-1に Hele Shaw 実験のうち、 $hc=0.55$ の垂直亀裂の一例を示した。ここで、使用したコア材のスポンジは、実験で可視化した浸潤線の逆解析から $k=0.03$ が得られた。同様な亀裂の位置の変化と亀裂方向の違いによるコア下流側の浸潤線の変化の様子を得た。紙面の関係で割愛するが、結果の確認を行うために、F.E.M.解析を行った。解析から、亀裂がコア下流側の浸潤線の上昇を促し、その上昇高を最大にする亀裂位置が明らかになったので、図-2 および図-3に示す。図-2は $k=0.01$ の場合、y軸にコアの亀裂（水平、垂直）が生じた場合 (hc) を表示し、コア下面直後の浸潤線の上昇高 $ht=Ht/H_0$ を x 軸に表示した。なお、 H_0 は亀裂の無い正常な浸潤線の高さである。図より亀裂位置が堤体底から $0.4 \sim 0.55$ の範囲で最大上昇が現れることが分かった。さらに亀裂方向はコアに直行する垂直亀裂で大きな上昇があることも分かった。この理由は亀裂方向が流線方向に近似することが原因と推察される。図-3は、図-2で示した上昇高の最高位置を基に k の変化 (x軸) に伴いどのように変化していくかを示したものである。正常なタイプは、コアの透水性が小さくなるに従い低下するが、亀裂がある場合はほぼ上流水深の半分(0.5)付近に収束することが分かった。

4. おわりに

本報告は、土の透水係数に異方性を有する場合の Hele Shaw model の実験法を再現する過程で得られた可視化実験の検証を F.E.M.解析で行ったものである。この結果、可視化の結果が解析で得られる値を再現できることが確認できた。従って、従来の Hele Shaw model を拡張することにより、透水係数に異方性がある場合でも簡単に可視化が可能と考えられる。今後、実験精度を上げるための装置の工夫する積りである。なお、この実験全般に、本研究室の高井麻里菜さん、後藤大輔君の協力を得た。記して感謝いたします。

5. 参考文献

- (1)自由水面を持つ定常浸透流の有限要素法による新簡易解析法 吉田昭治
土と基礎 41-11,1993

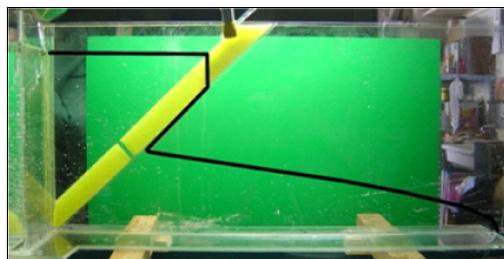


写真-1 Hele shaw 実験の一例

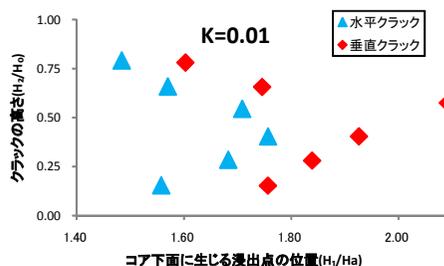


図-2 亀裂の影響($k=0.01$ の場合) : F.E.M

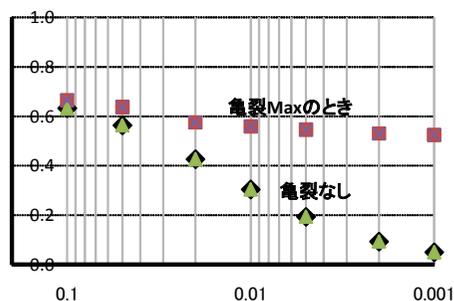


図-3 k と亀裂位置 hc がコア下流側浸潤線を上昇させる最大位置 hc_{Max} との関係