



ため池堤体の豪雨時の崩壊機構について

ため池の被害 - 提言と報告

岡山大学 西村伸一

ため池堤体の損傷(冠光寺池)



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



堤高：12.9m，堤長：111.0m
上流勾配：1:2.0，下流勾配：1:1.6
天端幅：4.8m，総貯水量：337,950m³
堤体土質：まさ土

崩壊機構：

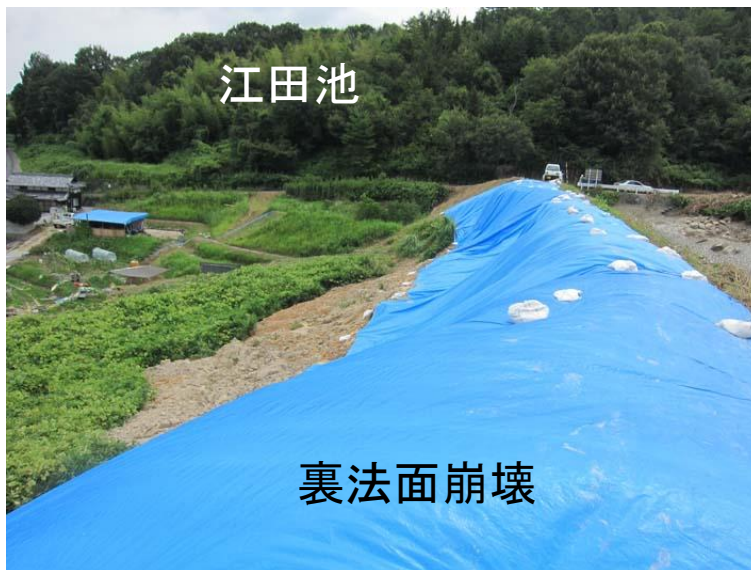
- ・ 降雨と浸透水による間隙水圧の上昇によりすべり破壊が発生した可能性が高い
- ・ 右岸側の道路から大量の雨水が流入し下流斜面に流下していたとの情報もあり，侵食された可能性も否定できない



岡山県内の損傷・破堤ため池



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



江田池（岡山市北区／倉敷市）

（堤高：9.0m，堤長：102.0m，上流勾配：1:2.0，下流勾配：1:1.8，天端幅：3.9m，総貯水量：31,660m³，堤体土質：まさ土，傾斜コアゾーン型ダム）

- ・ すべり破壊が発生したものと思われるが，堤体から水が噴出していたとの証言があるため，パイピングによる浸透破壊の可能性もある。

大田池（浅口市）

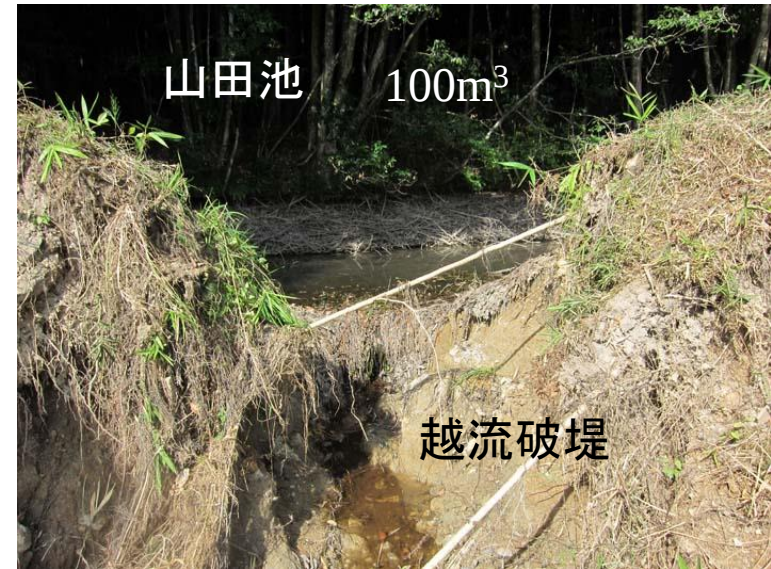
（堤高：9.3m，堤長：112.0m，上流勾配：1:1.0，下流勾配：1:1.5，天端幅：5.1m，総貯水量：17,000m³）

- ・ 洪水吐付近に越流痕が無いため，浸透破壊もしくはすべり破壊が疑われる
- ・ 破堤箇所では基礎地盤（砂岩）が露出していた

岡山県内の損傷・破堤ため池



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



南谷池（総社市）

（総貯水量：100m³）

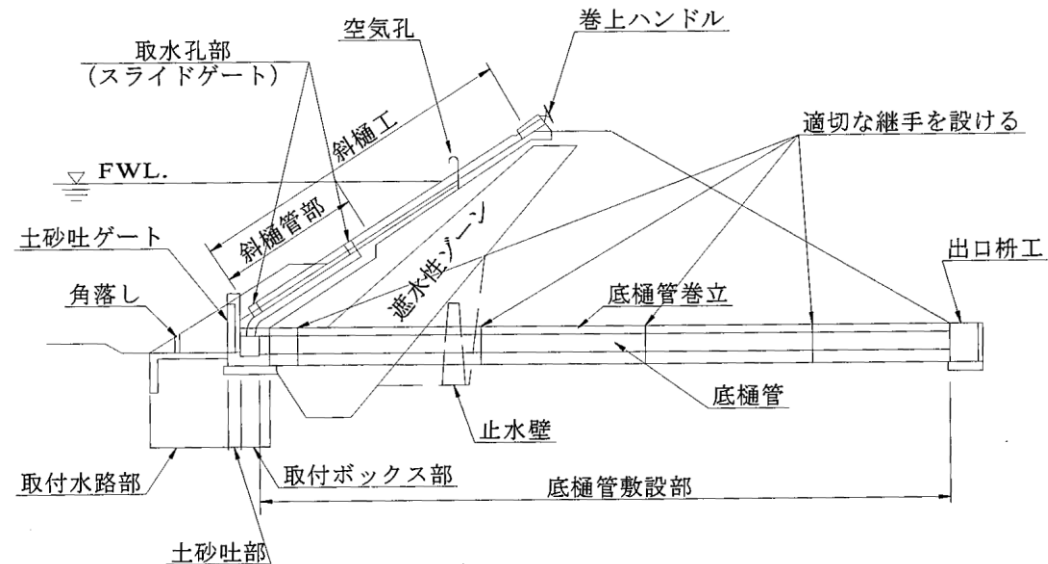
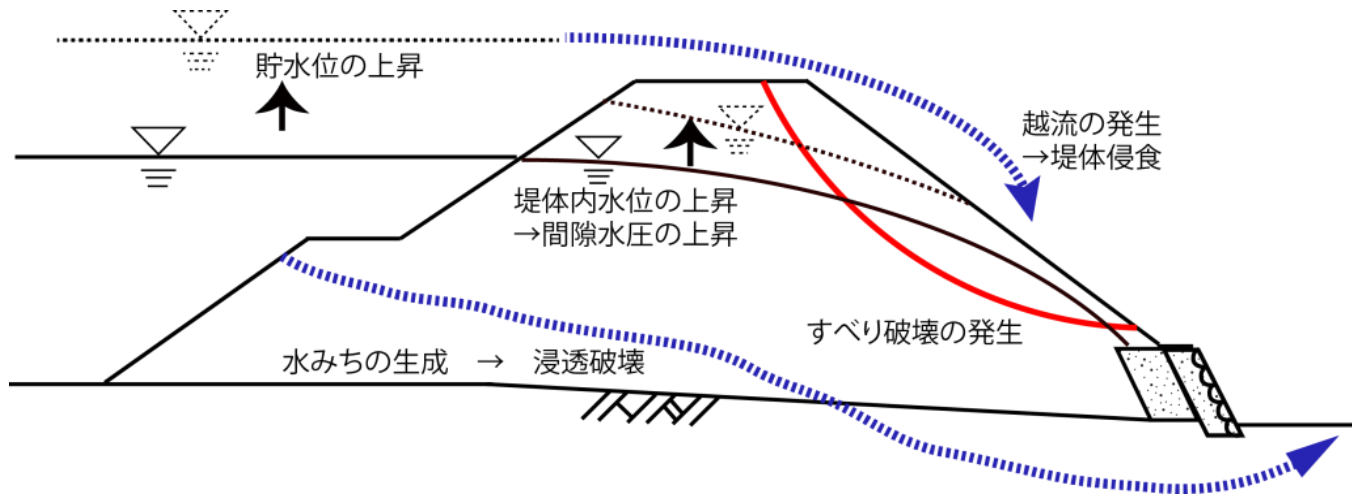
- ・ 谷川からの土砂が流入し、貯水量が増加することで越流破壊

山田池（久米郡美咲町）

（総貯水量：100m³）

- ・ 堤体幅がやや狭い箇所で越流破壊が発生

ため池堤体の損傷の諸要因



樋管の存在が漏水および水みちの原因？

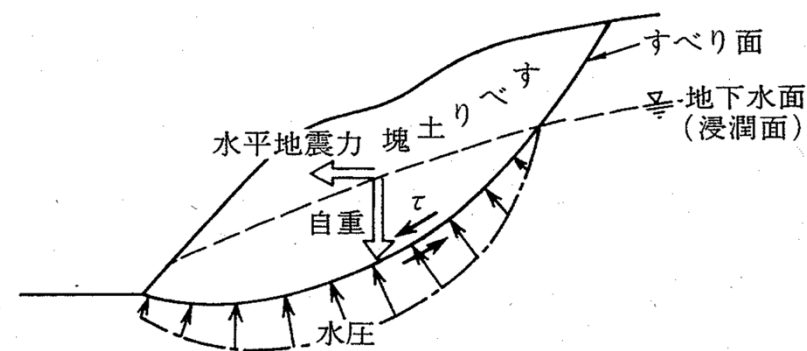
すべり破壊による損傷



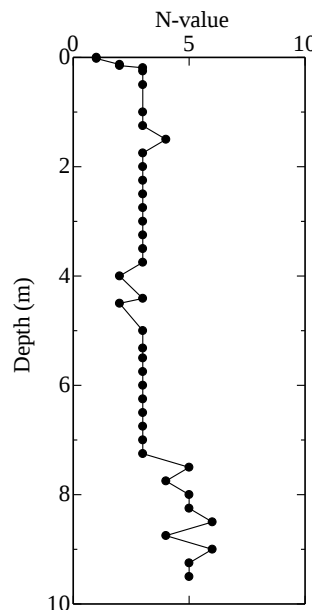
裏のり面のすべり破壊
近江谷中池（福山市赤坂町）



冠光寺池（岡山市北区）



すべり面上の強度安全率 $F_s = \frac{\text{せん断強度}}{\text{せん断応力}} = \frac{\tau_f}{\tau}$
 $\therefore \tau = \tau_f / F_s = c' / F_s + \sigma' \tan \phi' / F_s$



冠光寺池のN値分布
(SWSから換算)

多くのため池では、N値
が3以下の箇所が多く見ら
れる

潜在的にせん断強度が
低い

パイピングによって浸透破壊を生じたため池



洗掘された上流面



ため池上流面の穴



浸透破壊を起こした穴



堤体からの漏水によって浸水した農地

老朽化

- ・洗掘
- ・漏水
- ・動物による穿孔

浸透破壊リスクの上昇



越流によるため池の破堤断面
向迫田ため池(山県郡北広島町)
(平成30年7月豪雨)

総貯水量 $6,300\text{m}^3$ のため池。
洪水吐は深さが20cm, 幅が
30cm程度であり, 流下能力は低
かったと考えられる。

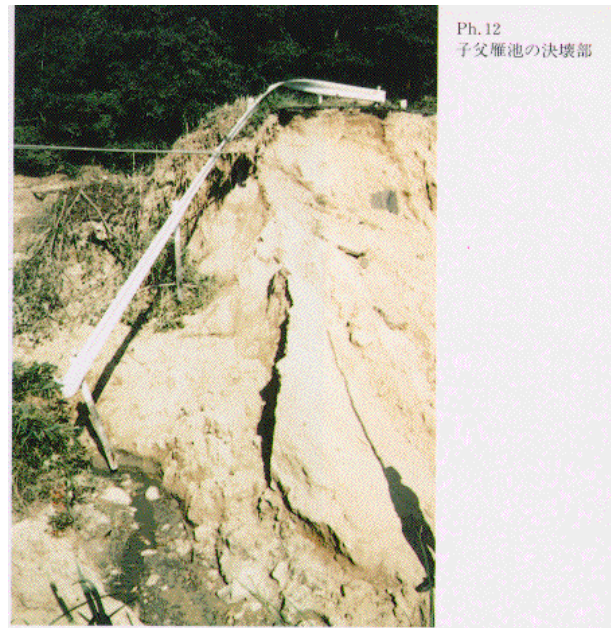
現況のため池は,
越流が生じると確
実に破堤に向かう



越流による下流法面の侵
食(越流箇所を下流側か
ら望む)

(岡山市東区宝伝)
(平成23年台風12号)

かろうじて破堤は免れる



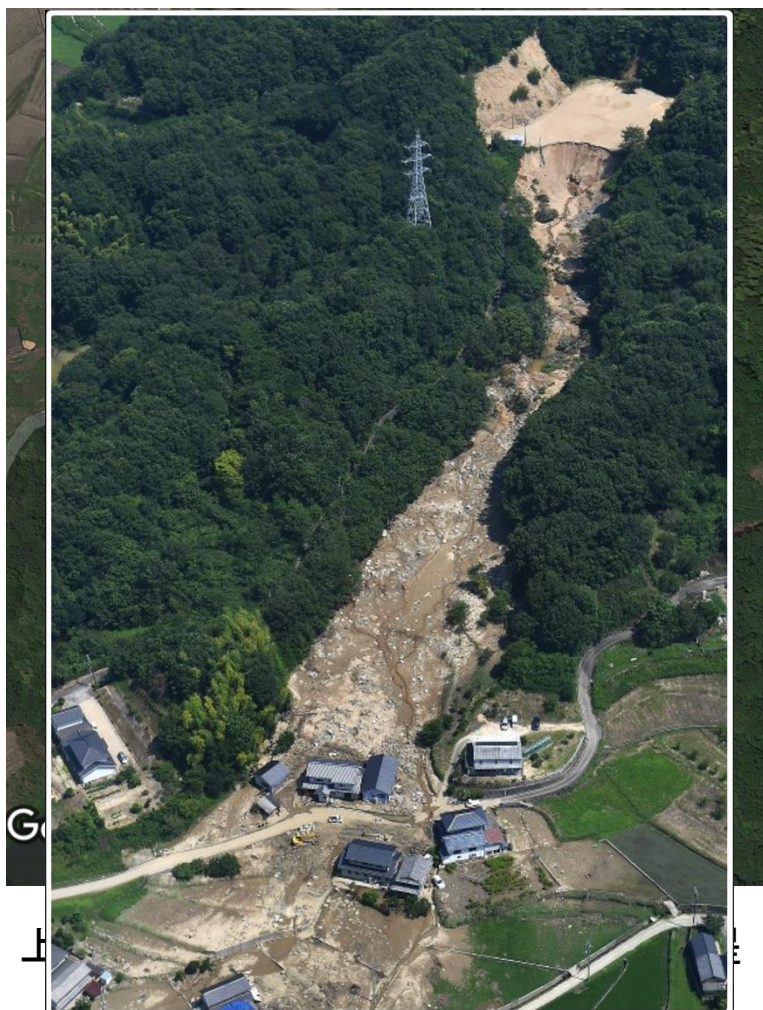
Ph.12
子父雁池の決壊部

子父雁池
(岡山県瀬戸内市)
(平成2年19号台風)

聞き取りに基づいて
越流破堤を確認

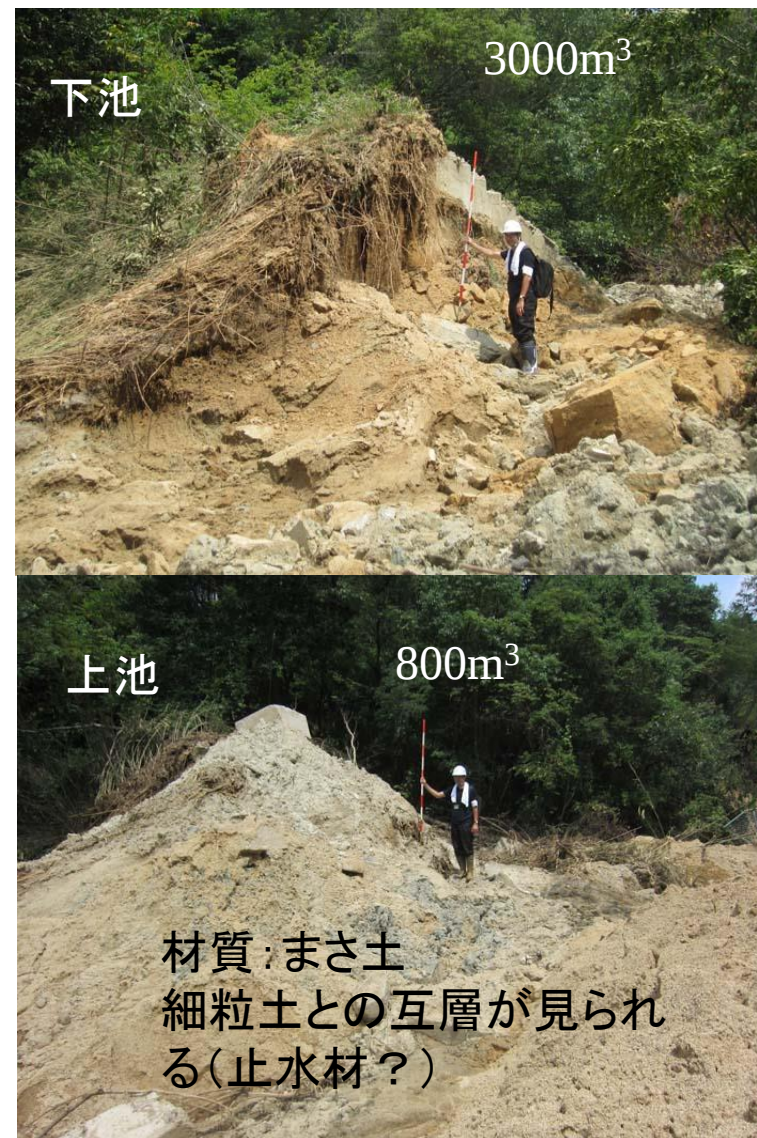
洪水吐の流下能力不
足が原因

斜面崩落による破堤



(毎日新聞, 2018/7/16)

勝負迫上池・下池(広島県福山市)



連続池の連続破堤

乙池・大池・横池（東広島市）



災害前



災害後

最下流の乙池は越流するものの破堤を免れている。

土石流の流入による破堤



調査の方法 -サウンディング試験-



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



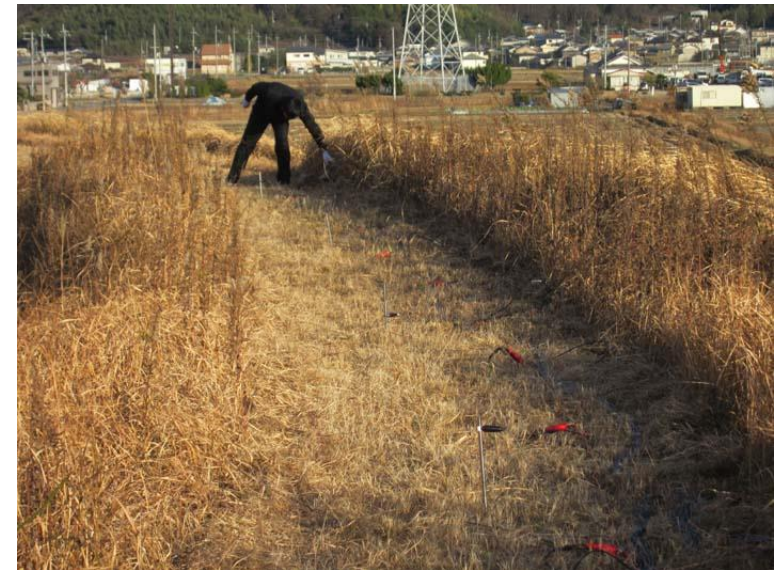
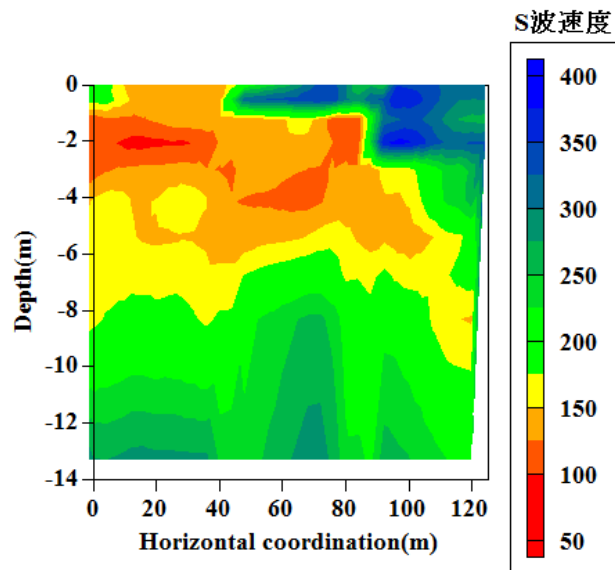
スウェーデン式サウンディング（SWS）試験
コンパクトな試験
狭小な現場で適用可能

電気式コーン貫入試験（CPT）
高性能・高効率
適用場所が限られる

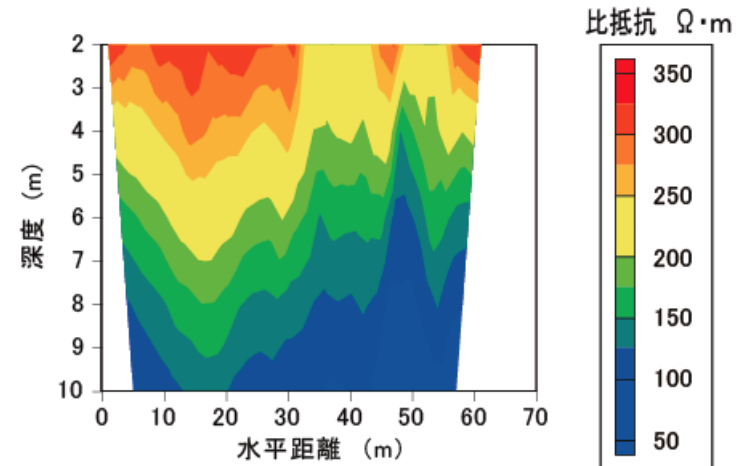




表面波探査



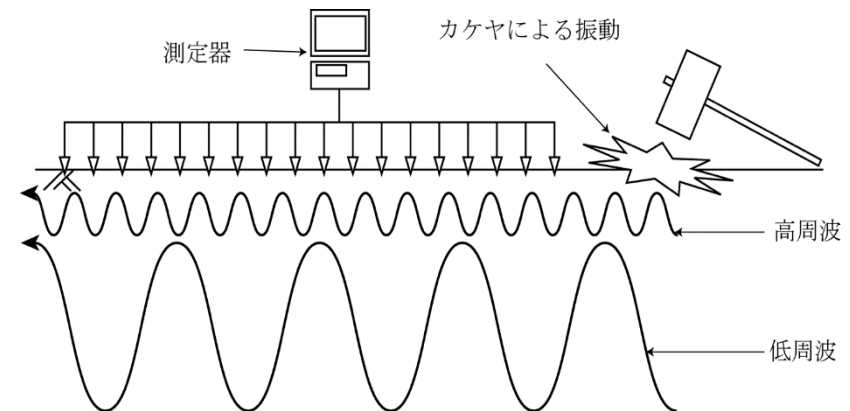
電気探査



結果の信憑性に難題！

CPT(静的コーン貫入試験)とSMW(表面波探査)を組合せ調査法

①CPT(3成分コーン貫入試験) ②SMW(表面波探査)



測定項目

- ・先端抵抗 q_t
- ・周面摩擦抵抗 f_s
- ・間隙水圧 p_w



深さ方向に0.05m間隔
水平方向に5m間隔で
データを取得

調査の方法 —SWS 適用事例—



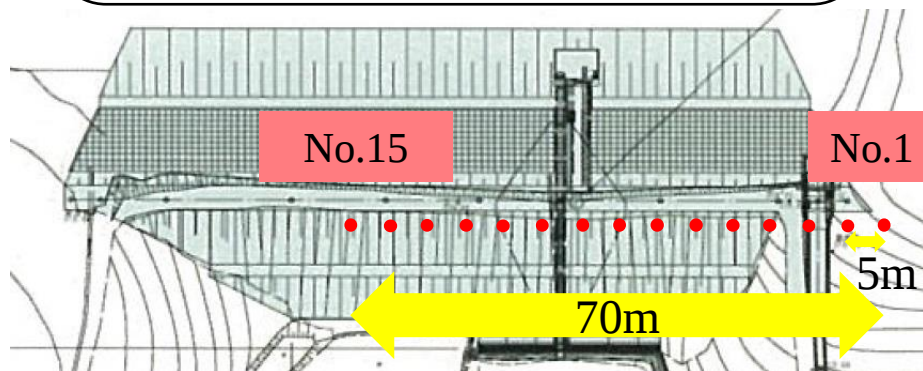
調査地点

岡山県内 改修予定のため池：O池

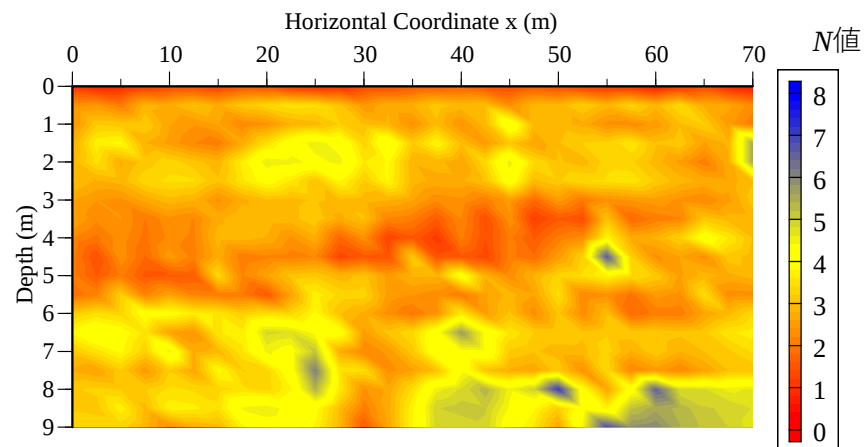
堤高：約10m, 堤長：約120m

5m間隔15地点でSWSを実施

法尻で漏水を確認



● SWS試験ポイント



弱部(漏水箇所を同定)



サウンディングロッド引き抜き時に噴出した堤体内材料

1. ため池の破堤・損傷は，せん断破壊，浸透破壊，越流破壊であるが，実際は複合している可能性が有る．また，斜面崩落や土石流の流入によって破堤・損傷に至る場合が有る．（提言4.1, 4.2, 4.3, 4.4）
2. ため池堤体の内部調査（弱部同定）に関しては，サウンディングや物理探査が有効である．（提言4.5）SWS試験は，ため池の強度に対して適切な試験法で，狭小な現場でも適用可能である．また，現地の条件が良ければCPTは非常に効率的な調査法である．
3. 対策法として，現在のため池改修法は，耐震補強であるものの，豪雨対策としても効果的である．また，抜本的な対策以外にも，崩壊に至る連鎖的な現象を断ち切る簡便な対策も検討されるべきである．（提言4.6）