

# 芸予地震における被災ため池の3次元地震応答解析

Dynamic Behavior of Small Earth Dam Damaged by the Geiyo Earthquake in 2001

○ 小林 範之\*・吉武 美孝\*・古田 香苗\*

Noriyuki KOBAYASHI, Yoshitaka YOSHITAKE, and Kanae FURUTA

## 1. はじめに

2001年3月24日15時28分、安芸灘を震源とするマグニチュード6.4の地震が発生した。愛媛県松山市のA池では堤体天端に縦断方向のクラックが発生した。本研究では芸予地震時のA池堤体の挙動を再現するため、3次元線形地震応答解析を行い、堤体天端に発生した被害に対するコア部石灰処理土の影響を検討する。

## 2. A池の概要と被害状況

A池は、堤高24.0m、堤頂長143.0m、上流側法面勾配3.2割、下流側法面勾配2.0割の中心コア型フィルダムである。本ため池は、コア部の力学強度および遮水性を増すため、築造時にコア材を石灰処理して盛り立ててあり、築堤土と比較して、5倍のN値を有している。Fig.1にA池のクラック発生状況を示す。クラックは縦断方向に数本発生し、クラックの最大幅は6cm、最大深さは2.35m、最大長さは約10mであった。

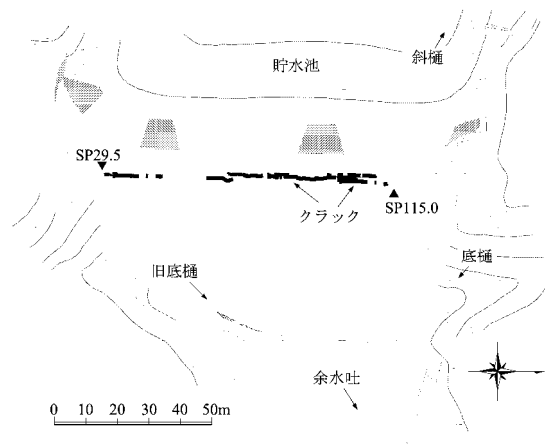


Fig.1 Plane view of irrigation tank

## 3. 解析方法

Fig.2に解析モデル、Table 1に解析パラメータを示す。地盤の剛性は、PS検層データおよびN値から決定した。総節点数は6,761、総要素数は5,852とした。底面は固定境界とし、その他の節点は全て拘束していない。入力地震動はKiK-net(基盤強震ネット)砦部観測点の基盤部で計測された芸予地震のNS(x), EW(y), UD(z)方向のデータを用いた(Fig.3)。解析は、ダムタイプに石灰処理を施した中心コア型と無処理の均一型を想定した2ケースで実施し、貯水がない状態をシミュレートしている。

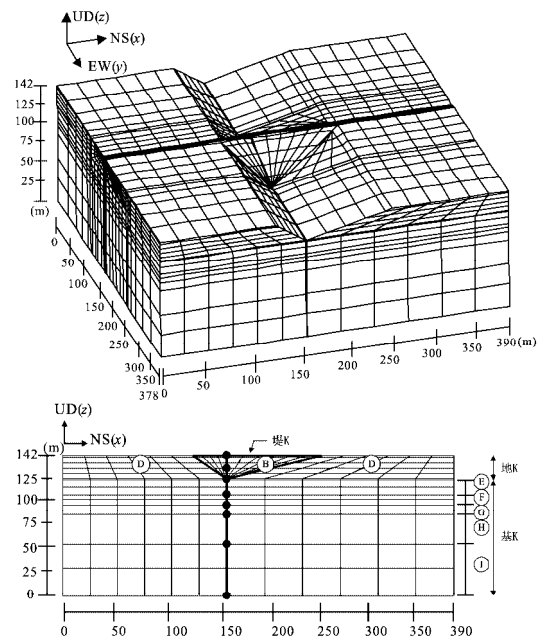


Fig.2 Finite element discretization

## 4. 解析結果

### 4.1 最大応答加速度と変位

Fig.4に地盤の高さとEW(y)方向の最大応答加速度、変位の関係を示す。最大応答加速度は、基礎部の応答加速度が入力加速度の約4倍の応答を示し、増幅しながら地表面に伝播している。一方、堤体部に入ると入力加速度の約3倍にまで減衰している。また、堤体天端の応答加速度はコア型のほうが

\*愛媛大学農学部； Faculty of Agriculture, Ehime Univ. キーワード；ため池，石灰処理，クラック，地震

Table 1 Model parameters

|       | $\gamma_t$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | N 値 | $E$<br>(MPa) | $G$<br>(MPa) | $\nu$ |
|-------|------------------------------------|-----|--------------|--------------|-------|
| A コア土 | 20.0                               | 50  | 140          | 58           | 0.2   |
| B 築堤土 | 19.5                               | 10  | 28           | 11           | 0.3   |
| C 底樋  | 20.1                               |     |              | 300          | 0.167 |
| D 地山  | 18.2                               |     | 839          | 117          | 0.48  |
| E 岩盤  | 18.2                               |     | 839          | 117          | 0.48  |
| F 岩盤  | 18.2                               |     | 3084         | 1106         | 0.48  |
| G 岩盤  | 24.0                               |     | 10271        | 3379         | 0.48  |
| H 岩盤  | 24.0                               |     | 13930        | 5513         | 0.48  |
| H 岩盤  | 24.0                               |     | 33658        | 14336        | 0.48  |

$\gamma_t$ : 単位体積重量,  $E$ : 弾性係数,  $G$ : せん断弾性係数,  $\nu$ : ポアソン比

均一型より大きくなっている．最大応答変位は，基礎部での変形はわずかであるが，堤体部で大きく変形している．堤体部のみで変位を比較すると，コア型より均一型の方が小さい．以上より応答加速度，変位に石灰処理の影響が現われているのがわかる．

#### 4.2 最大主応力

Fig.5 に最大主応力の時系列中における最大値  $\sigma_{1max}$  の分布を示す．圧縮を負，引張を正とし，ため池堤体部のみを表示している．堤体上部に引張応力，下部は圧縮応力が発生している．また，堤体横断の中央部に引張応力が大きくなっている．コア型および均一型の  $\sigma_{1max}$  の最大値は，それぞれ 30.32，23.65kPa であり，右岸側の堤体天端に発生している．また，どちらのケースも堤軸に沿って大きな引張応力が発生している．ため池堤体材料の引張強度は約 20kPa であり，これ以上の引張応力が発生するとクラックが発生するものと考えられる．これより，コア型の方が均一型よりも，堤体天端中央から端部にかけてのクラックが生じやすい状況になることがわかる．また，この解析結果は，A 池の被災状況とほぼ一致している．

#### 5. まとめ

A 池のコア厚は，上端から下端まで幅約 1m と薄い，その剛性は築堤土の 5 倍と大きく，動的挙動に大きく影響することがわかった．特に，堤体天端に大きな引張応力が発生することになり，地震時のクラック発生要因となることがわかった．

#### 参考文献

- 1) 戸川隼人 (1975) : 有限要素法による振動解析, サイエンス社, pp. 25-26.
- 2) 独立法人・防災科学技術研究所: <http://www.kik-net.bosai.go.jp/>.

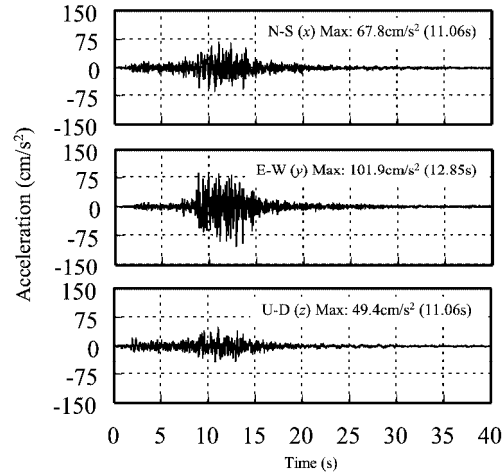


Fig.3 Input motion

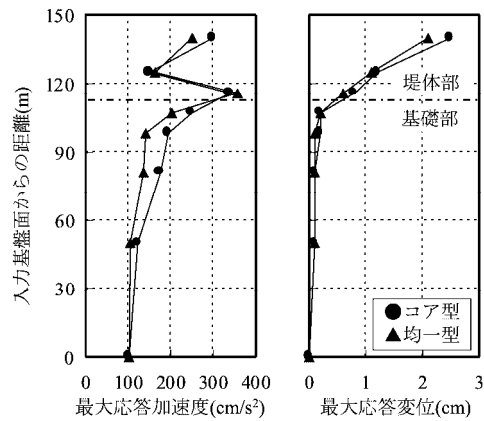


Fig.4 Maximum response acceleration and displacement

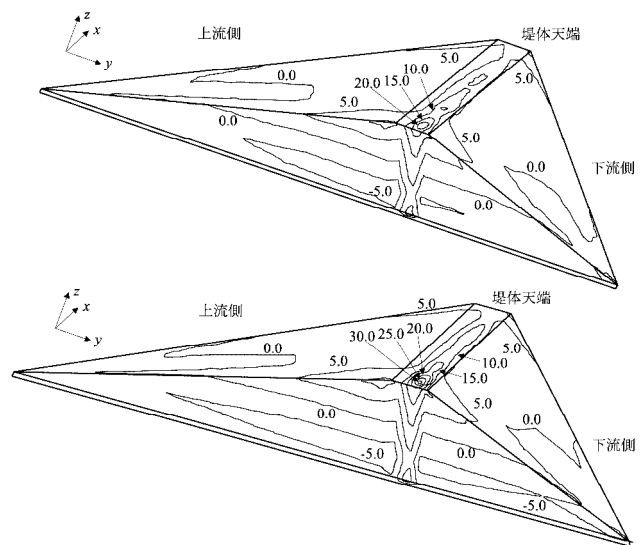


Fig.5 Distribution of maximum principal stress (kPa)