

Ⅲ-A187

兵庫県南部地震によるため池の液状化被災メカニズムに関する研究

佐藤工業(株)	正会員 辻野 修一
神戸大学 農学部	正会員 内田 一徳
鹿島建設(株)	正会員 安藤 進, 東尾 啓司
(株)建設企画コンサルタント	正会員 鳥居 剛
兵庫県農林水産部	山本 谷晶

1. はじめに

兵庫県南部地震による被災ため池の内、液状化により破壊したと考えられる井手の尻池を対象に液状化解析による被害メカニズムの検討を行った。

井手の尻池は、淡路島津名郡一宮町の北西部丘陵地上部にある、堤長 $L=155.0\text{m}$ 、堤高 $H=5.5\text{m}$ 、堤長幅 $B=3.20\text{m}$ 、貯水量 $Q=17,500\text{m}^3$ の均一型アースダムである。地震により堤体はいたる所に縦断亀裂が発生し、堤体中央部全体が陥没して、完全に崩壊した。図-1に井手の尻池の断面図、被災後の形状（図中点線）、および地盤調査結果を示す。池敷内のかなりの箇所と町道をまたいで下流の水田にも液状化による噴砂跡が見られたことから、ため池基礎の砂層の液状化により決壊したと考えられた。

2. 解析方法

解析には2次元有効応力解析プログラム「TARA-3」²⁾を用いた。せん断応力-せん断ひずみ関係には、双曲線モデルを用い、有効応力の低下によるせん断剛性・せん断強度の低下を考慮した。また、過剰間隙水圧モデルには、2パラメータモデルを用いた。図-2に解析モデルを示す。入力地震動は、淡路島側では加速度が記録されていないため、神戸大学で得られた地震動（EW成分）の主要動部分のうち15秒間の波形を用いた。最大加速度は、墓石転倒に基づいて推定された加速度推定値³⁾から、水平加速度比0.45（最大加速度441gal）として解析モデル基盤に入力した。入力地震動波形を図-3に示す。

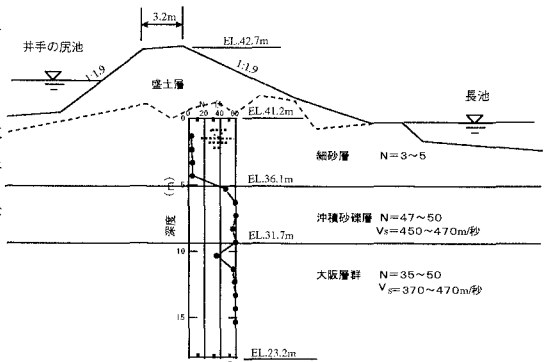


図-1 井手の尻池断面図

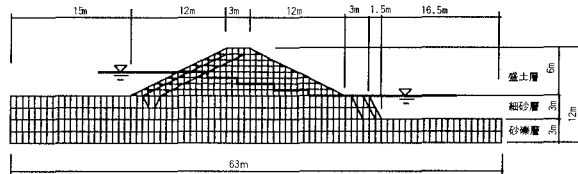


図-2 解析モデル

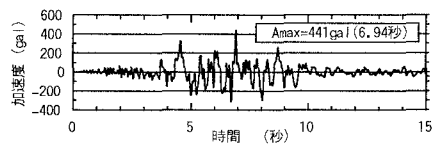


図-3 入力地震動

解析に用いたパラメータを表-1に示す。液状化パラメータは、当該地盤よりサンプリングした試料（堤体下部の盛土層）の液状化強度試験結果⁴⁾と一致させるように決定した。実験結果とシミュレーション結果の比較を図-4に示す。なお、沖積砂礫層については実験結果がないため、 $R_{20}=0.5$ となるようパラメータを設定した。

3. 解析結果および考察

液状化領域の時間的な変化を図-5に、堤体中央部の応答加速度の時刻歴を図-6に、過剰間隙水圧の時刻歴を図-7に示す。

キーワード：液状化、有効応力解析、ため池、兵庫県南部地震

連絡先（〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 TEL 03-3661-2297 FAX 03-3668-9481）

表－1 解析パラメータ

地 層	盛土層および細砂層	沖積砂礫層
強度定数	$\phi=30^\circ$ $c=0.0 \text{ kgf/cm}^2$	$\phi=40^\circ$ $c=0.0 \text{ kgf/cm}^2$
せん断剛性	$G_0=600 \text{ kgf/cm}^2$ ($\sigma_{v0}'=0.55 \text{ kgf/cm}^2$)	$G_0=4500 \text{ kgf/cm}^2$ ($\sigma_{v0}'=1.0 \text{ kgf/cm}^2$)
液状化 パラメータ	$C_1=3.5, C_2=5.0$ $K_2=0.25$ $m=0.43, n=0.62$	$C_1=0.6, C_2=3.5$ $K_2=0.15$ $m=0.43, n=0.62$

液状化解析より、堤体全体が下流側へすべり破壊が生じる結果が得られた。解析から得られた堤体破壊のメカニズムは以下の通りである。

①解析開始 3.5 秒程度までは、応答加速度の増幅は見られるが液状化までは至っていない（図－8）。②3.5～4.0 秒で前法貯水位付近では既に液状化に至る要素が見られる（図－9の要素 428）。③ 4.5 秒程度で 300gal を越える入力により、前法および後法の要素が深さ 2m 程度まで液状化に至る（図－6）。④入力の最大加速度を示す 7 秒付近では、法面の深い部分まで液状化領域が広がるとともに、池敷部でも液状化に至っている（図－6）。⑤ 7 秒以後は、さらに液状化領域が広がり、堤体下部の前法、後法部の液状化領域がほぼ連続し（図－6）、堤体全体が下流側へ流動的な変形を示す。応答加速度は低下している（図－8）。

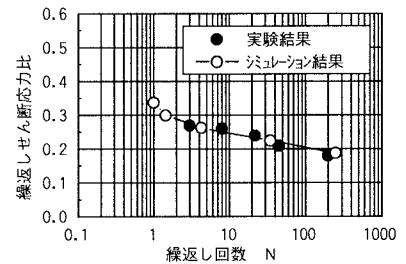
⑥その後 15 秒の解析終了時点まで堤体部の下流側への変位は増加していく。

4. おわりに

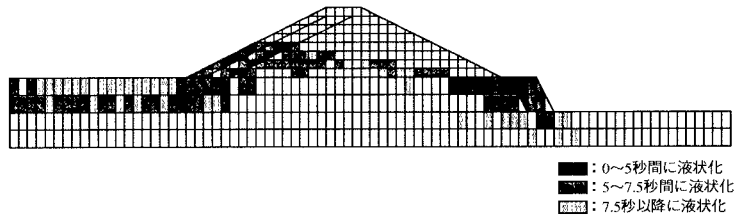
2次元液状化解析により井手の尻池の被災メカニズムについて検討した。これらの解析結果は、土質パラメータ・入力地震動の設定等に多くの仮定が含まれるものの、地震により堤体部全体が陥没し、崩壊上砂が下流側の池に埋積したこと、池敷地内で多数の噴砂孔が見られたこと等被災状況をある程度説明できているものと考えられる。なお、本研究は土木学会関西支部 阪神・淡路大震災調査研究委員会の活動の一環として実施したものです。

参考文献

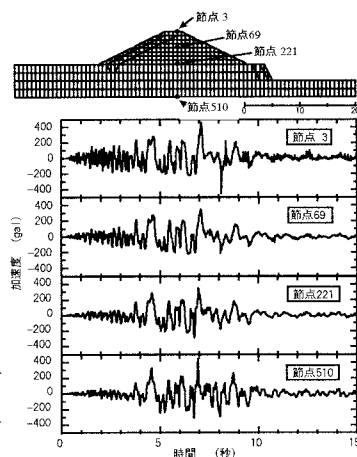
- 1) 兵庫県農林水産部農地整備課；兵庫県南部地震 農地農業用施設震災記録誌，平成 8 年 1 月 17 日。
- 2) Finn, W. D. L., Yogendrakumar, M., Yoshida, N. and Yoshida, H. (1986): TARA-3, a program for nonlinear static and dynamic effective stress analysis, Soil Dynamic Group, University of British Columbia, Vancouver.
- 3) 長谷川高士；阪神・淡路大震災とその特徴，農業土木学会誌 63(11), 1195.
- 4) 立石卓彦；被災ため池の現地調査と土質試験結果，土木学会関西支部阪神・淡路大震災調査研究委員会 地盤・基礎分科会 貯水上構造物研究部会資料，1996. 7.



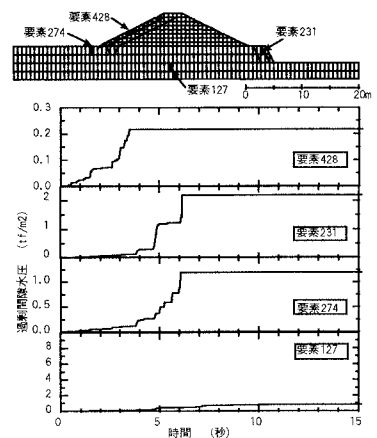
図－4 液状化試験シミュレーション結果（盛土層）



図－6 液状化領域の時間的变化



図－8 応答加速度時刻歴



図－9 過剰間隙水圧時刻歴