

I-597 ロマブリエタ地震によるダムの被害(その1)

関西電力 正員 三浦健志
佐藤工業 正員 中村 晋

電力中央研究所 正員 伊藤 洋
竹 中 土 木 正員○藤井義文

1. はじめに

カリフォルニア州では、高さが7.62m(25ft)以上で貯水容量が $18.5 \times 10^3 \text{ m}^3$ (15ac-ft)以上、かつ高さが1.8m(6ft)以上で貯水容量が $616.8 \times 10^3 \text{ m}^3$ (50ac-ft)以上の貯水池に設けられた1212個のダムを管理している。そのうち7割以上がアースダムであり、高さが45m以上の比較的大きな規模のダムは141個あり、そのうち49個がアースダムとなっている。地震被害を受けたダムのほとんどは、このアースダムであった。

ここでは、ダム被害の現地踏査およびカリフォルニア州の州政府機関〔貯水部門(Department of Water Resources)の中のダム安全部署(Division of Safety Dams)〕における聞き取り調査に基づき、その1では被害の全般および復旧状況、その2では最も被害の大きかったAustrianダムの状況について述べる。

2. 被害状況

上記州政府機関の話によると、被害を受けたダムは9つあった。諸元を表-1に示す。我々は、これらのダムのうち、Austrianダム、Lexingtonダム、Guadalupeダムについては現地調査も行った。

(1) Austrianダム: 詳細はその2で述べる。

(2) Newellダム: ダムに生じた被害は、堤体の沈下と亀裂である。堤体の沈下量は、堤頂部の余水吐面より12cmであった。亀裂は堤体の上流面に軸方向に沿って発生し、その最大深さは、1.8mであった。ダムの断面形状および土質定数を図-3に示す。ダム材料は7つの領域に分けられている。

(3) Lexingtonダム: ダムの断面形状および土質定数を図-4に示す。ダムの材料は4つの領域に分けられており、上流側のり面勾配は1:5.5と緩やかになっている。また、ダムの堤体天端(2か所)およびアバットにおいて地震観測が行われており、本震の最大加速度は堤頂部で水平方向が0.45G、鉛直方向が0.20G、アバットで水平方向が0.45G、鉛直方向が0.15Gであった。これより、堤体の振動つまり加速度の増幅は水平方向で見られず、鉛直方向で3割程度となっている。亀裂は、上下流面のダム軸方向、余水吐および右岸アバットに発

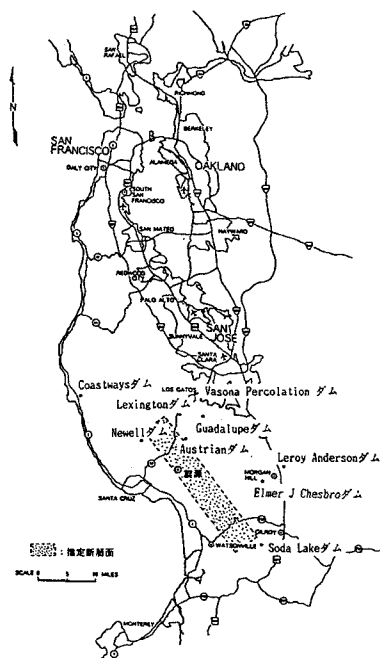


図-1 被害を受けたダムの位置

表-1 被害を受けたダムの諸元

名 称	型式	全高 m	全体積 m^3	堤頂長 m	貯水容量 m^3	地震時貯水量 (貯水率)	断面 からの 距離km	完成 年
AUSTRIAN	アース	56.4	1,231,271	213.4	7,647,000	863,000 (11%)	1.0	1950
NEWELL	アース	55.5	917,460	228.6	10,731,000	4,687,000 (44%)	6.0	1960
LEXINGTON	アース	62.5	1,591,653	246.9	26,433,000	3,700,000 (14%)	6.0	1953
VASONA PERCOLATION	アース	10.4	46,637	304.8	505,000	493,000 (98%)	11.4	1935
LEROY ANDERSON	アース	71.6	2,484,787	435.9	112,593,000	12,333,000 (11%)	21.0	1950
ELMER J. CHESBRO	アース ロック	29.0	328,756	210.3	9,974,000	123,000以下 (1%以下)	13.0	1955
GUADALUPE	アース	43.3	382,275	211.8	4,267,000	123,000以下 (3%以下)	11.0	1935
COASTWAYS	アース	14.0	15,230	304.8	123,000	61,000 (50%)	28.6	1951
SODA LAKE	アース	10.7	294,351	1123.5	2,246,000	残土 (0%)	4.3	1978

*図よりスケールアップした。
(出典) STATE OF CALIFORNIA, THE RESOURCES AGENCY, DEPARTMENT OF RESOURCES:
DAMS WITHIN JURISDICTION OF THE STATE OF CALIFORNIA, 1988.

生した。亀裂の深さは、1.5～3.0mであった。

- (4) Vasona Percolationダム：右岸アバット部周辺にダム軸直角方向の亀裂が生じた。1989年8月の地震で発生した堤頂部のダム軸方向亀裂が拡大していた。

これらの亀裂はいずれも浅いものであった。

- (5) Leroy Andersonダム：2年前に堤頂部に新しく施工した盛土部分のダム軸方向に小さな亀裂が生じた。

- (6) Elmer J Chesbroダム：堤頂部に軸方向に沿った長さ75m 幅10cmの亀裂が生じ、6 cm程度の段差ができた。

- (7) Guadalupeダム：ダムの断面形状を図-5に示す。上流側上部には斜面安定対策と思われるコンクリートフェーシングが行われていた。被害概要を図-6に示す。亀裂は、堤頂部では軸方向に、コンクリートフェーシングではダム軸直角方向に幅5～10cm程度のものが発生していた。

- (8) Coastwaysダム：地震前より生じていた収縮亀裂の幅が大きくなった。

- (9) Soda Lakeダム：西側斜面に亀裂が生じた。

3. 復旧状況

Austrianダム以外の復旧状況を表-3に示す。復旧は、ブルドーザーで亀裂を埋めて転圧する程度のものが多かった。

4. おわりに

このように本体に亀裂が入ったダムがいくつも見られたものの、ダムは破壊に至らず被害が比較的軽微であった。その理由は、主に

- ① 9つのうち6つのダムは、地震時貯水量が計画容量の1割程であり、ダム内の浸潤面がかなり低かった。
② ダム堤体の盛土材が比較的粘着力の大きな材料であった。

ことによるものと考えられる。

なお本調査内容の公表は、前述州政府機関の V.H. Persson 氏の許可を得たものである。また、本調査報告をまとめるにあたり貴重な意見を頂いた埼玉大学 渡邊啓行教授、電力中央研究所 井上大榮氏に感謝の意を表します。なお、本報告は（財）地震予知総合研究振興会の調査団（団長：久保慶三郎 東大名誉教授、副団長：浜田政則 東海大教授）に参加しまとめたものである。

領域	材料（機能）	土の強度
①	磨細シリルト質砂（不透水性）	$C=1.0 \sim 4.0 \text{ t/m}^2$, $\phi=28^\circ$
②a	粗粒度の岩（排水）	$C=0.01 \text{ t/m}^2$, $\phi=35^\circ$
②b	砂と礫（フィルター）	—
②c	細かい碎石（透水性）	—
③a	ロックフィル（透水性）	$C=0.01 \text{ t/m}^2$, $\phi=35^\circ$
③b	炭石など（圧密）	$C=1.0 \sim 4.0 \text{ t/m}^2$, $\phi=28^\circ$
③c	風化岩など（圧密）	—

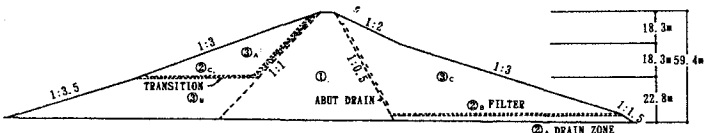


図-3 Newellダムの断面形状および土質定数

領域	機能	土の強度
①	不透水性	$C=4.0 \text{ t/m}^2$, $\phi=22^\circ$
②	フィルター	$C=0.01 \text{ t/m}^2$, $\phi=35^\circ$
③a	透水性	$C=4.0 \text{ t/m}^2$, $\phi=21^\circ \sim 48^\circ$
③b	不透水性	$C=4.0 \text{ t/m}^2$, $\phi=22^\circ$

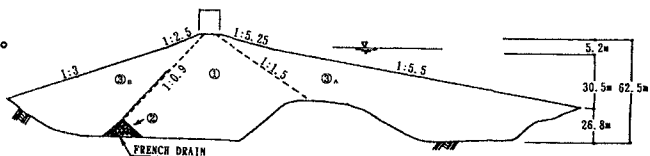


図-4 Lexingtonダムの断面形状および土質定数

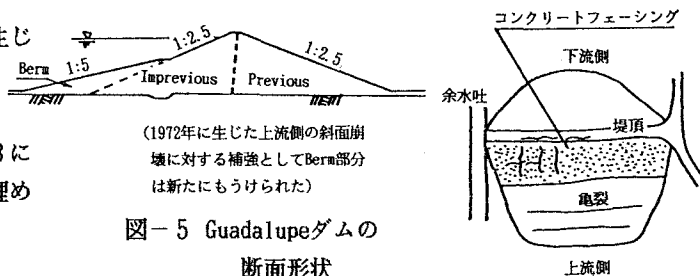


図-5 Guadalupeダムの断面形状

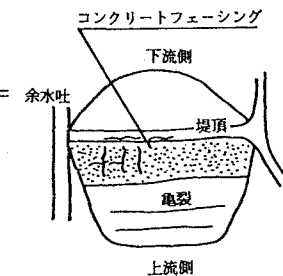


図-6 Guadalupeダムの被害状況

表-3 Austrianダム以外の復旧状況

名称	復旧状況
Newell	ブルドーザーで堤体の亀裂を潰していた。
Lexington	ブルドーザーで堤体の亀裂を潰していた。
Vasona Percolation	被害調査では堤体の亀裂が浅く、ダムは正常に機能している。
Leroy Anderson	亀裂は小さいと考えられている。
Elmer J. Chesbro	亀裂は仮シールし、今冬観察する。次の施工可能時期に復旧を行う。
Guadalupe	ブルドーザーで堤体の亀裂を潰していた。
Coastway	調査と復旧をダム所有者は指示している。
Soda Lake	復旧終了まで、ダムに残土を入れない。