

### フィルダム堤体において液状化対策を施した事例調査

株式会社 フジタ 福島伸二  
(独)農研機構 農村工学研究所 谷 茂

#### § 1 . 老朽化フィルダムにおける液状化問題

フィルダムにおける液状化の検討は 1964 年に発生した新潟地震により受けた大規模な被害を契機に行われるようになった。したがって、新潟地震以前に築造されたフィルダムは地震の影響を震度法により考慮していても、堤体や基礎地盤の液状化の影響が考慮されていない。このため、築造年代の古いフィルダムでは液状化の発生を想定しておらず、現在の基準からすると液状化抵抗が不足して、対策を必要とされる事例が少なからずある。本稿は、老朽化したフィルダム改修で液状化対策が必要とされる場合の参考にするために、ダム建設時に地震時の液状化の発生を検討した事例からフィルダム堤体における液状化対策を整理し、その特徴について報告するものである。

#### § 2 . 液状化の検討を実施した事例

二ノ倉ダム (1970, 堤高 H=37m, 堤長 L=106m, 堤体積 V=約 18.6 万 m<sup>3</sup>) は、近傍で入手できたシラスからなる築堤土が遮水性に優れず、粒子が軽く流亡性が大きくパイピングしやすく地震時に液状化の発生が懸念されたため、図 1 に示すようにスファルトフェーシングによる表面遮水型とした。下流側堤体法面には堤体内への雨水浸透を防ぐために粘質土により覆っている。

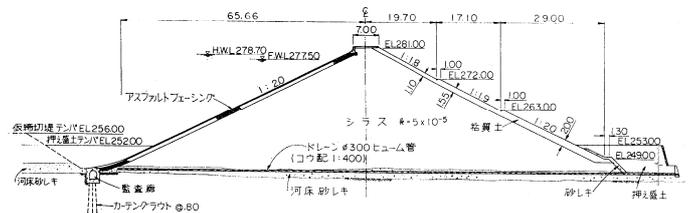


図 1 ニノ倉ダムの堤体標準断面 (青森県, 1970)

郡ダム(1972, H=39.2m, L=720.6m, V=約 95 万 m<sup>3</sup>)は、砂質系地山の浸透対策である地山ブランケットに接続しやすい図 2 に示すように傾斜コアゾーン型ダムである。ランダムゾーンは砂岩地山からの掘削土により築造されたため、地震時の液状化が懸念された。繰返し三軸試験によると、相対密度 Dr=68%以上で締め固めれば液状化は発生しないと判断されたので、締め固め度として Dr=75%以上を規定して施工し、さらに過剰間隙水圧消散のために化鉛直ドレーンを配置した。

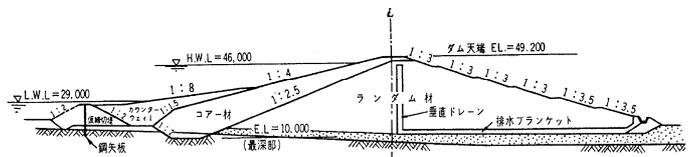


図 2 郡ダムの堤体標準断面 (千葉県, 1972)

広瀬ダム (1974, H=75.0m, L=255m, V=約 140 万 m<sup>3</sup>) は図 3 に示すような中央コア型ロックフィルダムであり、コアゾーンのマサ土が比較的均一な粒度径にあり、地震時に液状化の可能性が懸念されたのが、液状化試験により現場の平均締め固め程度を Dr=98%以上とすれば液状化による影響は少ないことが確認された。

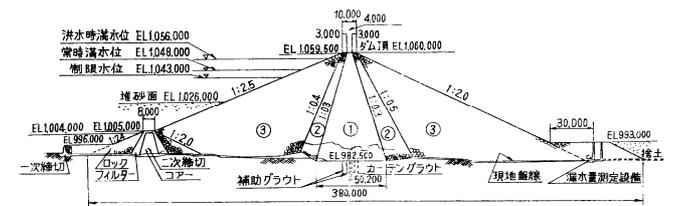


図 3 広瀬ダムの堤体標準断面 (山梨県, 1974)

浪岡ダム (1982, H=52.4m, L=304.5m, V=約 94.3 万 m<sup>3</sup>) は図 4 に示すような中央コア型ロックフィルダムであり、トランジションゾーン II に使用されたシラス状の軽石流堆積土に地震時に液状化発生が懸念されたため、過剰間隙水圧の早期消散のために内部に複数段の水平ドレー

ンを配置した。特に、上流側は水平ドレーンの配置間隔を小さく密に配置し、かつ緩勾配のゾーン III によりゾーン II の上載圧を高め液状化抵抗を増加させた。

又木戸ダム (1988, H=34.6m, L=179.6m, V=約 123.6 万 m<sup>3</sup>) は図 5 に示すように均一型フィルダムで、築堤土としたシラスが地震時に液状化発生が懸念された。上流側法面上載圧付加とドレーン機能を有する腹付け盛土を加え、さらに堤体下流側内部に鉛直ドレーンを配置し

キーワード フィルダム, 液状化, ゾーニング, ドレーン, 上載圧

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4 - 25 - 2 (株)フジタ 土木本部 TEL03 - 3796 - 2297

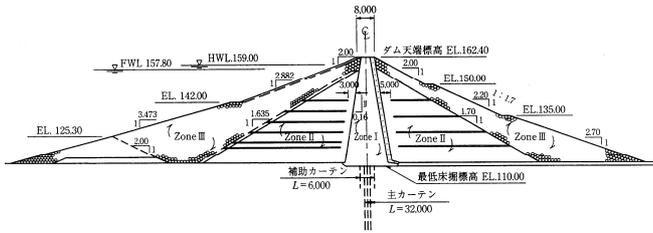


図4 浪岡ダムの堤体標準断面(青森県, 1982)

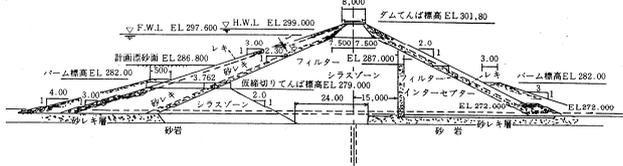


図5 又木戸ダムの堤体標準断面(青森県, 1988)

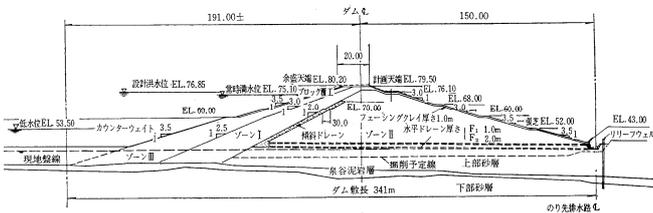


図6 長柄ダムの堤体標準断面(千葉県, 1989)

た. なお, シラスは振動三軸試験により十分な締固めを行えば液状化による影響は少ないことが確認された.

長柄ダム(1989, H=52.0m, L=250m, V=約 145.5 万 m<sup>3</sup>)は図6に示すように砂地盤上に築堤された傾斜コア型アースダムであり, 漏水や浸透水に対する安定性だけでなく, 地震時の液状化も問題となった. ランダムゾーンIIが成田砂により築造されたため地震時の液状化発生が懸念され, ランダムゾーンIIが飽和状態にならないようにコアゾーンI背面にドレーンを配置して飽和化しないようにするとともに, 地山からの浸透水がゾーンII内に浸入しないように遮水シートにより遮断し, かつ地山ドレーンを配置した. また, 下流側法面は雨水が堤体内に浸透しないようにフェシングクレイ層で覆った.

東金ダム(1995, H=28.3m, L=248m, V=約 46.3 万 m<sup>3</sup>)は, 図7に示すように高透水性基礎地盤の池底と左右アバットのブラケットとの接続性がよい傾斜コア型フィルダムである. ゾーンIIは成田砂を用いて築造されたため地震時の液状化が懸念され, ゾーン全体が飽和領域とならないようにコアゾーンとの間にフィルターを配置し, 地山から堤体内への地下水浸透を防止するために遮水シートを施し, 下流側堤体法面からの降雨浸透を防止するために関東ロームの覆土を施した.

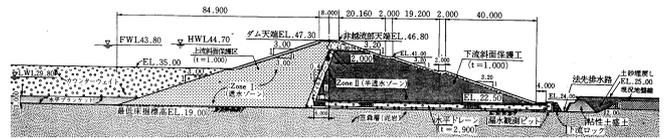


図7 東金ダムの堤体標準断面(千葉県, 1994)

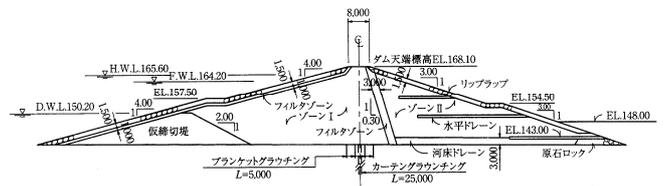


図8 菅生ダムの堤体標準断面(宮城県, 1997)

菅生ダム(1997, H=27.6m, L=257.2m, V=約 39.7 万 m<sup>3</sup>)は図8に示すようにゾーン型フィルダムであり, ゾーンIIが砂質系土により築造されたため地震時の液状化が懸念され, ゾーンI背面にフィルターゾーンを配置して浸透水を防止し, かつゾーンII内に水平ドレーンを2段配置して過剰間隙水圧を消散できるようにした.

### §3. 液状化の検討事例の特徴

以上の事例から, フィルダムの液状化対策は液状化ゾーンを含む堤体を液状化しにくいようなゾーニングを採用する場合, 堤体土を液状化しにくいように締固めるような締固め基準を設定する場合に分類できよう. 前者の堤体ゾーニングによる液状化対策は堤体規模によりさらに以下のように分類される.

堤体が小・中規模な場合に多い事例で, 1)コアゾーンと液状化ゾーンとの間にフィルターゾーンを配置して, 液状化ゾーン内を飽和させないようにした事例(ゾーン型長柄ダム, 東金ダム, 菅生ダム), 2)液状化ゾーン内に鉛直ドレーンを配置して下流側法先部を飽和させない事例(郡ダム, 又木戸ダム)がある.

堤体規模が比較的大きい中央コア型で採用されるもので, コアゾーンあるいはトランジションゾーンが液状化ゾーンとなる場合で, これの上・下流側に上載圧を付加して液状化強度を増大させ, あわせてドレーン機能を施した事例がある(広瀬ダム, 浪岡ダム, 又木戸ダム(均一型堤体)). 浪岡ダムではさらに液状化ゾーン内に複数の水平ドレーンを配置して過剰間隙水圧の早期消散を可能とした. また, 築堤土が遮水性に優れたコア材を入手できない, かつ使用可能な築堤土が液状化しやすい砂質土である場合に採用されたゾーニングであり, 表面遮水型として液状化ゾーンを不飽和化するゾーニングである(二ノ倉ダム).