

九州電力㈱	小丸川発電所建設所	正会員	田代 幸英
九州電力㈱	小丸川発電所建設所	正会員	大内 周
九州電力㈱	小丸川発電所建設所	正会員	松田 智行
西日本技術開発㈱	解析技術部	正会員	森 二郎
西日本技術開発㈱	解析技術部		衛藤 純一郎

近年の揚水発電所上部ダム調整池は、山体の頂上など地形、地質上基礎岩盤に遮水性が期待できないサイトに築造されることが多い。小丸川発電所上部調整池においても基礎岩盤の透水性が高いことから、アスファルトによる全面表面遮水壁型を採用している。当地点の特徴として、調整池全面に舗設する遮水壁の基礎に切土部と盛土部が混在することと、調整池の形状がやや不規則な楕円形を有していることから地震時に三次元特有の応答を生じる可能性が考えられる。このため、調整池全体をモデル化した三次元動的解析を実施し、加震方向や調整池形状がダム調整池の動的応答に及ぼす影響について評価を行った。

遮水壁の動的・静的安定性評価は、図-1に示すフローに基づき解析を実施している。このうち、三次元動的解析は、解析対象範囲が調整池を中心として周辺地山を含む南北方向（上下流方向）約 1,100m、東西方向約 800mと広いため、膨大な計算労力を費やすことから、三次元解析で安定性評価に関する数々のケーススタディを実施することは困難である。そこで、三次元全体モデルでの動的解析と代表断面での二次元解析を実施し、それらを比較検討した上で、二次元解析で遮水壁の安定性評価が可能か否かを判断した。

三次元動的解析の実施に先立ち、時間的に効率よく解析を行うために代表断面である主ダム断面で予備検討を実施し、解析条件の設定を行った。予備検討結果に基づき主な解析条件を表－１に示すとおりに設定した。また、加震方向による影響を評価するため、図－３に示す加震方向で三次元解析を実施した。

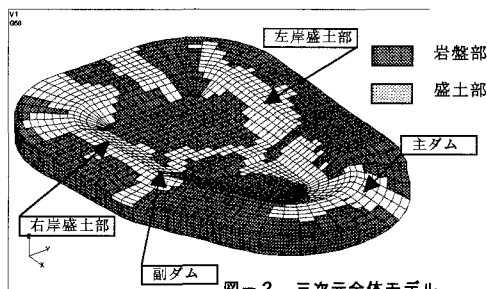
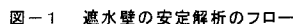


図-2 三次元全体モデル

連絡先：宮崎県児湯郡木城町大字椎木 4246 番地，TEL0983-32-4023，FAX0983-32-4025

表-1 主な解析条件

項目	三次元解析での条件
入力地震動	箕面川波 (兵庫県南部地震4波のうちひずみが最も大きい波形)
要素分割	最大要素高さ6~10m, 最大要素幅20m (ひずみが集中する傾向を損わない分割) 8節点アイソバラトリック要素, 要素数10,652, 節点数12,650
最大周波数	5Hz
盛土部の剛性	代表断面での収束剛性を深さ方向関数に整理し線形化
地下逸散減衰	他地点の事例 ¹⁾ を参考に15%とし, 材料減衰に上乗せ

4 解析結果

表-2に最大応答加速度, 最大主ひずみの発生箇所を, 図-4に最大主ひずみ分布の一例を, また図-5に二次元, 三次元それぞれの主ダム斜面部でのひずみの分布を示す。これより以下の評価ができる。

- ①ひずみ, 加速度とも, どの加震方向でもほぼ同じ分布をしており, 盛土高が高い主ダム, 左岸盛土部, 副ダム~右岸盛土部で応答が大きい
- ②切盛境界部, 隅角部でひずみが集中する傾向は認められない
- ③最大値発生箇所は加震方向の違いによって若干異なるものの, 概ね主ダムで発生している
- ④主ダム斜面部でのひずみは, 絶対値は二次元解析がやや大きいものの, 最大値発生の位置やひずみ分布の傾向は似通っている

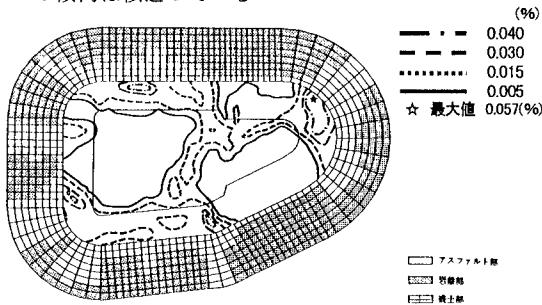


図-4 最大ひずみ分布

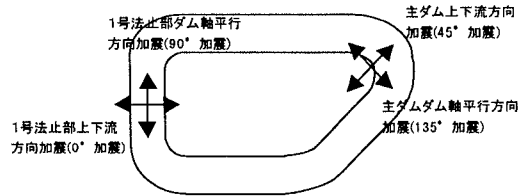


図-3 加震方向

表-2 最大応答加速度, 最大ひずみの発生箇所

加震方向	最大応答加速度発生箇所	最大主ひずみ発生箇所
45° 方向加震(線形)	主ダム	主ダム
135° 方向加震(線形)	左岸盛土部	主ダム
0° 方向加震(線形)	右岸盛土部	主ダム
90° 方向加震(線形)	主ダム	主ダム

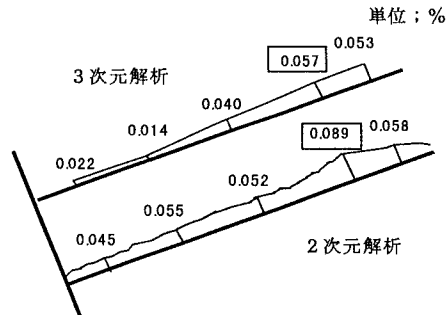


図-5 主ダム調整池斜面主ひずみ分布

5 結論

三次元動的解析結果では, 加速度・ひずみの分布は高盛土部で大きくなるという極めて一般的な傾向を示した。また, 代表断面での二次元解析とも加速度やひずみの分布傾向はよく整合した。従って, 切盛境界部の影響や加震方向の違いによる三次元特有の応答は無視できるものと考えられ, 動的安定性について二次元解析で十分評価可能であり, 三次元解析でのケーススタディの必要はないと判断できた。また, 調整池全体で加速度, ひずみの集中する箇所を特定でき, 二次元詳細動的解析で検討すべき断面の抽出も可能となった。

6 設計への反映

ダム調整池や遮水壁の動的安定性の検討項目としては, 堤体のすべり安定性評価, 遮水壁の剛性の影響, 遮水壁の剥離の有無, ひずみの絶対値評価, 波形や物性等の解析条件の影響評価がある。これらについては, 詳細な二次元モデルで解析を実施している。また, 安定解析のフローに示したとおり, 静的安定性を評価するため, 逐次盛立・湛水解析やクリープ, 浸水沈下解析も実施している。現在は, このようにして求まった解析結果について, 合理的な安全性照査方法を策定し, アスファルト遮水壁の安全性の評価を行っている。その上で, アスファルト材料試験を踏まえ当地点に最適な遮水壁材料の選定を行っていく所存である。

参考文献

- 1) 岩下, 吉田等: ロックフィルダムの実測地震応答解析とすべり安定性の評価, ダム技術 No.126, pp.27-35, 1997