

表面遮水壁型ダム調整池の合理化設計

九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 田代 幸英
 九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 粟津 善文
 九州電力(株) 総合研究所 中山 浩章
 九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 松田 智行
 九州電力(株) 小丸川発電所建設所 大濱 隆司

1 はじめに

小丸川発電所は、九州電力(株)が宮崎県の中央部に位置する小丸川に建設中の純揚水発電所である。このうち、上部ダム調整池は、信頼性の高い遮水性を確保する観点からアスファルト全面表面遮水壁型を採用しており、その規模は国内最大のものとなる。しかしながら、水工アスファルトはコンクリートや土質材料等と性質が異なるため、それを材料とするアスファルト遮水壁については、未だ安全性評価方法が確立されていない。このため、当地点では、地域特性を考慮して設定した入力地震動を用いた動的解析を実施するとともに遮水壁の限界状態を設定した安全性評価を行うといった合理化設計手法を策定した。

2 遮水壁の安全性評価の流れ

遮水壁の材料となるアスファルトは、破壊強度が温度やひずみ速度に依存し、応力で評価できないため、遮水壁に生じるひずみで評価しなければならない。このため、遮水壁の安全性は解析により求まる最大ひずみを材料試験による許容ひずみと比較評価することとした。また、アスファルト遮水壁が上、下部二つの遮水層をもつ多層構造であることを考慮し、使用限界状態、及び終局限界状態と二つの限界状態を設定した。この設定に基づき、それぞれの限界状態に至ると考えられる事象を想定し、常時、地震時に分けそれぞれ解析を実施して最大ひずみを算出するとともに、各荷重条件、温度条件での破壊ひずみを室内材料試験により求めた。

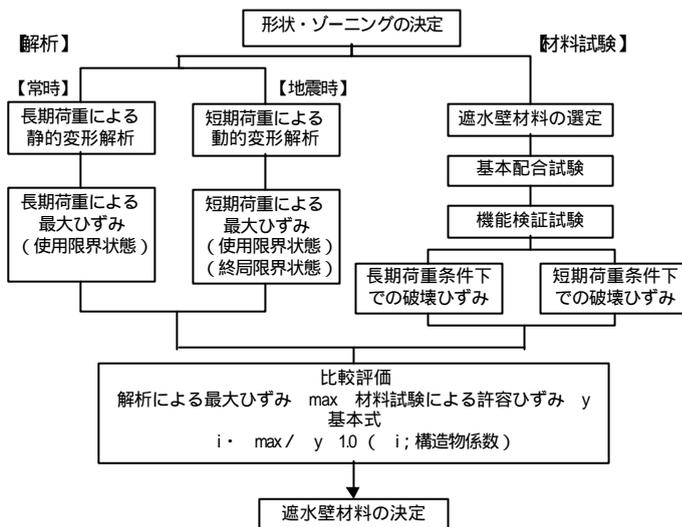


図 - 1 安全性評価のフロー

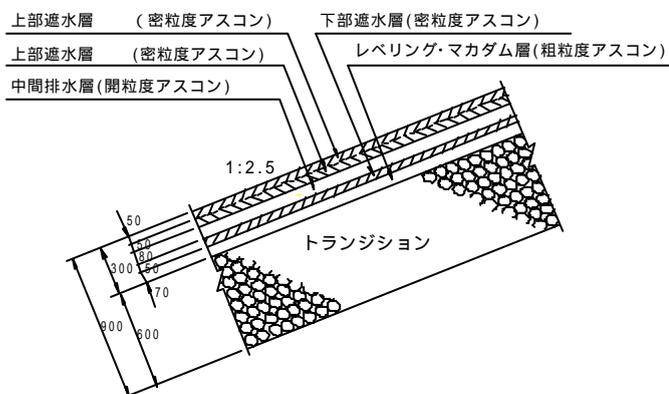


図 - 2 アスファルト遮水壁の構造 (斜面部)

表 - 1 アスファルト遮水壁の限界状態

限界状態の区分		遮水壁の状態	外力の対象
常時	使用限界状態	・上部遮水層が想定される外力に対し破壊しない限界 ・この限界を超えると上部遮水層が破壊する	自重及び湛水荷重
	使用限界状態	・上部遮水層が想定される外力に対し破壊しない限界 ・この限界を超えると上部遮水層が破壊する	レベル1地震動
地震時	終局限界状態	・下部遮水層が想定される外力に対し破壊しない限界 ・この限界を超えると下部遮水層が破壊する	レベル2地震動

キーワード：フィルダム，表面遮水壁型，合理化設計

連絡先：宮崎県児湯郡木城町大字椎木 4246 番地，TEL0983-32-4023，FAX0983-32-4037

3 動的解析における合理的入力地震動の設定

より合理的な遮水壁の安全性評価を行うためには、実現象を詳細に模擬した解析を実施する必要がある。アスファルトの特性として、低温でひずみ速度が速くなるに伴い破壊ひずみが小さくなり、低温時で地震が発生した場合の安全性が懸念される。このため、動的解析の条件としての入力地震動を合理的に設定した。入力加速度については(1)従来手法による推定(2)観測記録

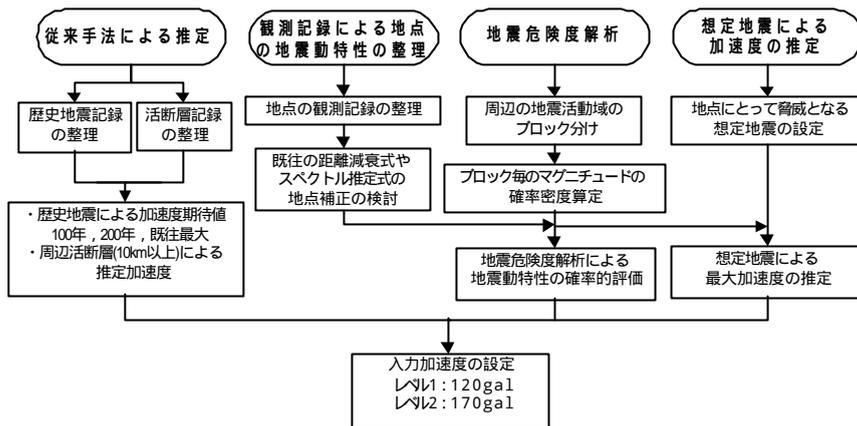


図 - 3 入力加速度の設定フロー

による地点の地震動特性の整理(3)地震危険度解析(4)想定地震による加速度の推定を実施し、総合的に判断し、土木学会提言に基づくレベル1、レベル2それぞれの入力加速度を設定した。また、入力地震波についても地域特性を反映した模擬地震波を設定した。このようにして設定した入力地震動を用いて動的解析を実施したが、当地点は遮水壁基盤に切土部と盛土部が混在する全面表面遮水壁型であるため、全体を模擬した三次元動的解析で加震方向に関わらずひずみの集中する箇所を特定した上で、詳細な二次元動的解析で最大ひずみを算出した。¹⁾

4 安全性評価

(1) 部分安全係数の設定

合理的安全性評価を行うに当たり解析による最大ひずみ、材料試験による許容ひずみそれぞれを算定する際の不確定要因を考慮し、部分安全係数の設定を行った。尚、部材温度換算係数は、当地点でのアスファルト遮水壁現地暴露試験による供試体各層の低温時での温度差を破壊ひずみの比に換算したものである。²⁾

表 - 2 安全性評価の基本式と部分安全係数

種類	記号	名称	内容
基本式			$i \cdot \max / y \cdot 1.0$
ひずみ	max	最大ひずみ	遮水壁に発生すると考えられる最大ひずみ (= $a \cdot a / sm$)
	a	解析ひずみ	解析で求まる最大ひずみ
	y	許容ひずみ	材料試験により求められる許容ひずみ (= $k \cdot temp / (r \cdot m)$)
部分安全係数	k	破壊ひずみ特性値	材料試験により求まる破壊ひずみのバラツキを考慮した値 (= $m - k$) m 試験値の平均値
	i	構造物係数	構造物の重要度を考慮する係数
	a	構造解析係数	解析において、堤体及び遮水壁のモデル化や材料の力学的特性のモデル化等の不確実性を考慮するための係数
	sm	構造モデル係数	基本解析と現実の諸元・物性値の違いによる解析結果への影響を考慮するための係数
	temp	部材温度換算係数	上部遮水層と下部遮水層の温度違いによる破壊ひずみの差を考慮した係数
	r	経年劣化係数	初期の破壊ひずみと経年劣化で低下した破壊ひずみとの差を考慮した係数
	m	材料係数	供試体と構造物中の材料強度の差や品質管理の程度を考慮した係数

(2) 安全性評価結果

表 3 に評価結果を示す。

この結果、当地点で現在計画されている遮水壁の構造及び使用材料を採用することで必要な安全性が確保できることが確認された。

表 - 3 安全性評価結果一覧

条件	限界状態	入力地震波	引張ひずみ (%)				$i \cdot \max / y$	
			a	k	max	y		
常時	使用限界状態	-	0.780	1.286	0.780	0.990	0.79	
地震時	レベル1 120gal	使用限界状態	模擬地震波	0.019	0.031	0.021	0.024	0.88
	レベル2 170gal	終局限界状態	模擬地震波	0.030	0.031	0.033	0.046	0.79

5 おわりに

アスファルト遮水壁型ダム調整池の合理化設計を行うに当たり、今回これまでに前例のない評価手法を策定し当地点でのアスファルト遮水壁の安全性を確認することができた。今後、施工中、運用開始後の計測管理を充実させ、安全性の確認、品質の確保、設計へのフィードバックができるデータの蓄積を行い、合理化設計手法の充実を図る予定である。

参考文献 1) 田代, 松田他: 表面遮水壁型調整池における三次元動的応答特性について, 土木学会第 54 回年次学術講演会概要集第 1 部(B)pp.18-19, 1999 2) 田代, 五十川他: アスファルト遮水壁の設計における温度条件設定法, 土木学会第 55 回年次学術講演会概要集第 5 部, 2000