

コンクリート重力式ダムの高さと地震時応力に関する比較解析

電源開発株式会社 フェロー会員 有賀 義明
 電源開発株式会社 正会員 國崎 剛俊
 株式会社開発計算センター 曹 増延

1. はじめに

堤体材料やダム形状が同じ場合でも、また、想定される地震動が同じ場合でも、地震時の加速度応答や堤体に発生する応力やひずみは、ダムの高さによって変化するものと考えられる。ロックフィルダムに関しては、修正震度法の研究に関連して、ダムの高さの影響に関する比較研究が行なわれた事例があるが¹⁾、コンクリート重力式ダムに関しては、これまでにダムの高さをパラメータとして地震時応力に対する影響を検討した事例はあまり報告されていない。そこで、コンクリート重力式ダムの動的解析において、ダムの高さが加速度応答や堤体に発生する応力、ひずみに対してどのような影響を及ぼすかを明らかにするために、ダム堤体のみモデル化した二次元動的解析によって比較検討を行なった。

2. 堤高の影響に関する比較解析方法

(1) 解析モデル

解析モデルは、糠平ダム(高さ 76m、堤頂長 293m)を同定した²⁾、二次元ダム堤体モデルを基本形とした。そして、ダム形状を相似形とし、堤高 76m、100m、130m、160m の 4 通りの解析モデルを設定した。堤高と地震時応力の関連性をできるだけ単純化して比較検討するために、貯水池に関しては空虚時の状態を仮定した。解析モデルの形状は図 - 1 に示すとおりである。

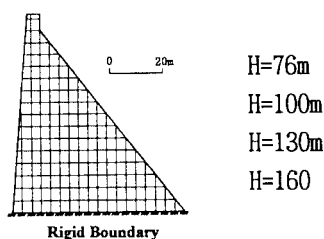


図-1 解析モデルの基本形状

(2) 入力地震動

入力地震動には、内陸の直下地震を想定して、大崎スペクトルに基づいて作成した、最大加速度 233gal の模擬地震動を使用した。

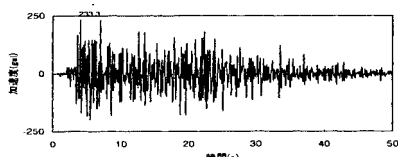


図-2 比較解析に使用した入力地震動

(3) 解析用物性値

解析に使用した動的物性値を表 - 1 に示す。動的せん断剛性および減衰定数は、1993 年釧路沖地震時の糠平ダムの再現解析によって同定した数値である。減衰定数に関しては、これまでの研究の中で堤体の材料減衰定数は 5% と評価しているが³⁾、ここでは、二次元の堤体だけの解析モデルを利用していることから、下方境界等でのエネルギー逸散等を考慮して付加減衰(15%相当)を含めた値として減衰定数 20% を設定している。

表 - 1 比較解析に用いた動的解析用物性値

項目	物性値
密度 (g/cm ³)	2.6
動的せん断剛性 (N/mm ²)	11,025
動ポアソン比	0.17
減衰定数 (%)	20

3. 堤高の影響に関する比較解析結果

図 - 1 に示した解析モデルの堤高を 4 通りに変化させた場合の、堤体での最大加速度、最大引張応力および最大引張ひずみの値を表 - 2 に示す。

表 - 2 コンクリート重力式ダムの高さと地震時応答に関する比較解析結果

堤高 (m)	最大加速度 (gal)	応答倍率	最大引張応力 (N/mm ²)	最大引張軸ひずみ ($\times 10^{-4}$)
76m	634	2.72	0.64	0.41
100m	671	2.88	1.07	0.71
130m	767	3.29	1.36	0.82
160m	803	3.45	1.41	0.86

表 - 2 から明らかなように、堤高が高くなるにつれて、堤体の最大加速度、最大引張応力、最大引張ひずみは、いずれも増大することが分かる。この相関性を図示した結果を図 - 3 (最大加速度)、図 - 4 (最大引張応力)、図 - 5 (最大引張ひずみ) に示す。図 - 3 では、堤高と最大加速度応答は、ほぼ線形の相関性を示している。また、図 - 4 と図 - 5 では、堤高と最大引張応力、及び、堤高と最大引張ひずみの関係は、緩やかな曲線状の相関性を示しており、堤高が高くなるにつれて、それらの値が増

キーワード：ダム、コンクリート重力式、動的解析、堤高、地震時応力

連絡先：〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88、TEL：0467-87-1211、FAX：0467-82-4003

大する傾向が明らかである。

次に、堤体内の最大引張応力の分布形状を図-6に、最大引張ひずみの分布形状を図-7に示す。最大引張応力の発生位置は、ほぼ下流側中央部に分布している。また、最大引張ひずみの発生位置は、ほぼ上流側下端部に分布している。引張応力や引張ひずみの最大値は、堤高が高くなるにつれて増大するが、図-6および図-7から明らかなように、最大引張応力や最大引張ひずみの分布形状は、ダム形状に大きく依存し、ダムの高さにはあまり依存しないことが分かる。

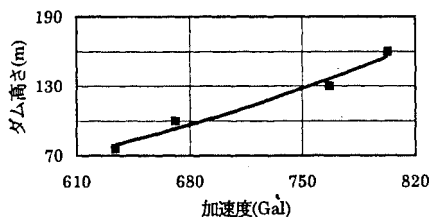


図-3 堤高と最大加速度応答との関連性

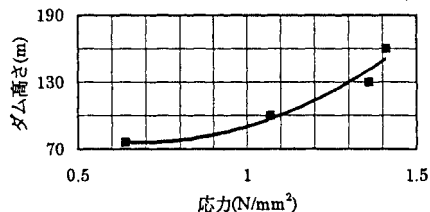


図-4 堤高と最大引張応力との関連性

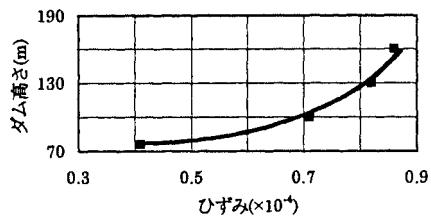


図-5 堤高と最大引張ひずみとの関連性

4.まとめ

コンクリート重力式ダムの堤高と地震時の加速度応答、堤体内の引張応力および引張ひずみとの関連性について、ダム堤体だけをモデル化したシンプルな二次元動的解析によって比較検討した。その結果、堤高が高くなるにつれて、堤体に生じる加速度、引張応力、引張ひずみの最大値は、いずれもほぼ比例的に増大する傾向が得られた。このことは、想定した地震動レベルが同様の場合でも、耐震性の評価結果は、堤高が低い場合と高い場合とで、変動することを示すものである。したがって、堤高が高くなればなるほど、耐震性が低く評価される傾向にあり、動的解析による耐震性評価の重要性、必要性が増すものを考えられる。

5.あとがき

ここでは、シンプルな比較解析として、ダム堤体だけをモデル化した二次元解析の事例を報告したが、今後、

貯水池との動的相互作用を考慮した場合や三次元動的解析による比較検討についても報告したいと考えている。

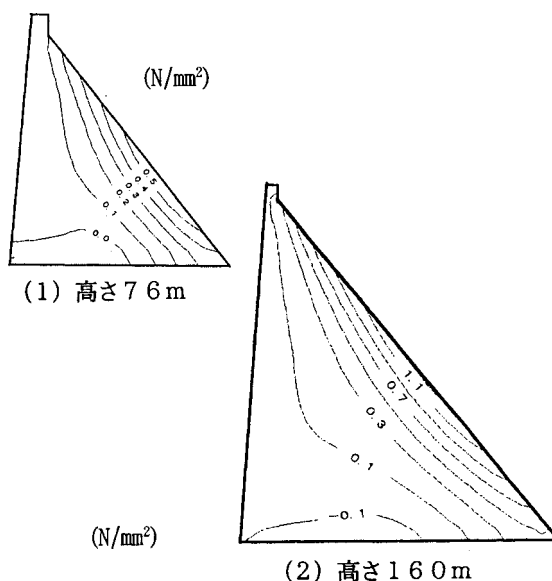


図-6 最大引張応力の分布形状

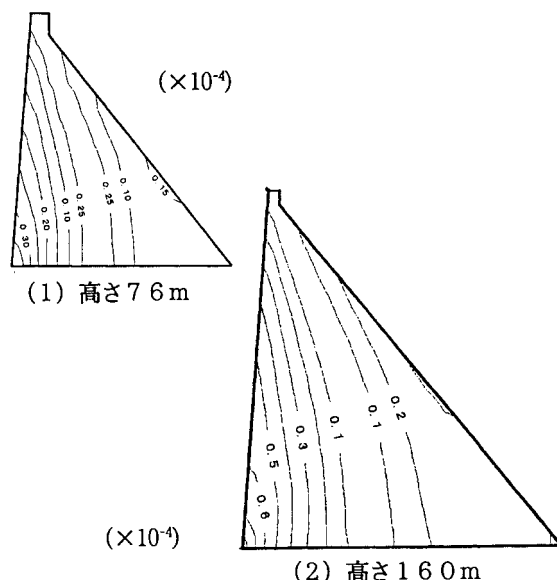


図-7 最大引張軸ひずみの分布状況

参考文献

- 1) ロックフィルダム耐震調査委員会：ロックフィルダムの耐震設計(案)，1989.3.
- 2) 有賀義明，曹増延：既設コンクリート重力式ダムの実地震時挙動の再現解析，土木学会第54回年次学術講演会 -B520， -B pp1036～10376，1999.9
- 3) 有賀義明，曹増延，渡辺啓行：強い地震動を想定した既設コンクリート重力式ダムの耐震性再評価，土木学会第2回構造物の破壊過程解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム論文集，d-16，pp249-254，2001.3