

入力地震動の位相特性がダムの動的応答に及ぼす影響

国土技術政策総合研究所 正会員 ○松本 俊輔

国土技術政策総合研究所 正会員 日下部 毅明

国土技術政策総合研究所 正会員 片岡 正次郎

1. 目的

ダム構造物の健全性照査を精度よく行うためには、ダムサイト岩盤の地震動の特性を反映した入力地震動を設定し非線形動的解析を行うことが望ましい。その際、ダムサイト岩盤における地震動の振幅特性と位相特性をモデル化することにより、両特性を反映した地震動を設定することができる。

地震動の振幅特性については、ダムサイト岩盤における地震動の加速度応答スペクトルの距離減衰式が提案されている。一方、位相特性については、観測記録が少ない等の理由から、ダムサイト岩盤を対象とした研究事例は限られているが、非線形動的解析では振幅特性のみならず位相特性も非常に重要となる。

本報告では、入力地震動として適切な地震動を選定する際に活用することを目的として、既往の地震によるダムサイト岩盤で観測された代表的な記録の位相特性を用いて、主にロックフィルダムを対象とした非線形動的解析を行い、地震動の位相特性がダム構造物の動的応答に与える影響を検討した結果を述べる。

2. 入力地震動の設定

動的応答解析に用いる入力地震動の作成にあたっては、以下のよう
に振幅特性と位相特性の設定を行った。

入力地震動の振幅特性として、図-1に示すとおり周期 0.1 秒から 0.7 秒までの最大加速度応答値が 1000gal となる加速度応答スペクトルを設定した。これは、距離減衰式より推定した M8 の地震が発生した場合の震源距離 10km のダムサイト岩盤における地震動の加速度応答スペクトル値を参考としたものである。位相特性については、既往の代表的な観測記録のうち、図-2 a) c) に示す 1995 年兵庫県南部地震で観測された一庫ダムと箕面川ダムの観測記録を用いた。

観測記録を基に、加速度応答スペクトルが目標値となるように振幅調整し、図-2 b) d) に示す入力地震動を作成した。

3. フィルダムの動的解析方法

3.1 解析モデル

解析に用いるダムモデルは、既存のダムの形状・寸法を参考に図-3に示すモデルとした。モデルは堤高 90m と 120m の 2 種類とし、ダム形状や要素分割形状は両モデルで相似形とした。なお、最大要素寸法を 2.6m に設定した結果、解析で考慮できる周波数はおよそ 15Hz 以下である。

3.2 物性値

単位体積重量、強度特性、弾性波速度、動的ポアソン比、ひずみ依存特性等については、文献類¹⁾²⁾より平均的な物性値を設定した。

3.3 動的解析

上記の解析モデルと物性値を用い動的解析により要素ごとの加速

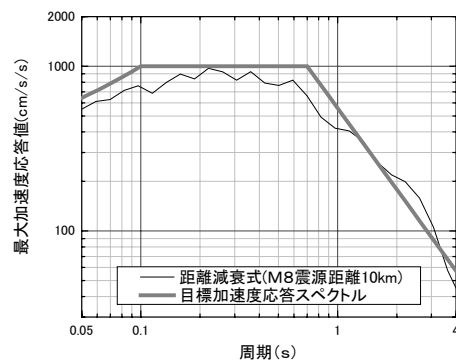
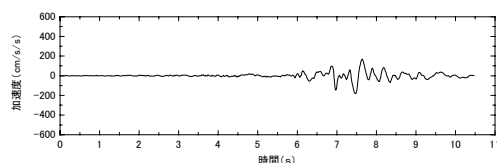
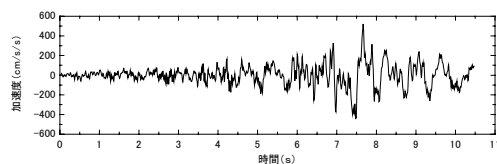


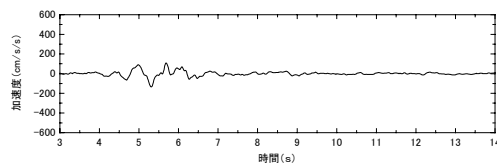
図-1 目標加速度応答スペクトル



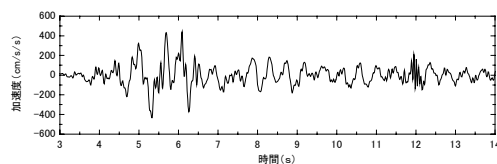
a) 一庫ダム観測記録



b) 一庫ダム振幅調整波



c) 箕面川ダム観測記録



d) 箕面川ダム振幅調整波
図-2 入力地震動作成例

キーワード 入力地震動、ダムの動的解析、位相特性

連絡先 茨城県つくば市大字旭 1 TEL:029-864-3245 FAX:029-864-0598

度時刻歴を求める。入力地震動は**2.**で作成した地震動とし、動的解析手法は、周波数領域における等価線形法による複素応答解析とした。

3.4 すべり滑動量

想定滑り線は、上流側、下流側それぞれに 20 本を設定した。一例として上流側の 5 本の想定滑り線を**図-4**に示す。設定した各想定滑り線に対して、**3.3**で求めた要素ごとの加速度時刻歴をもとにニューマーク法により滑動量の算出を行った。

4. 動的解析の結果

4.1 最大加速度深度分布

3.3の動的解析より算出される各要素に作用する最大加速度分布を**図-5**に示す。天端の加速度をみると、一庫ダム波において堤高にかかわらず同程度の大きな最大加速度が確認される。また、**図-5 a)**から **d)**を比較すると、堤高が 90m のダムに箕面川ダム波を入力したときのみ、他の最大加速度分布と異なり全体に対して天端が揺れにくく、特徴的な差異がみられる。

4.2 滑動変位量

3.4より算出される滑動変位量を**表-1**に示す。滑動変位量は、全てのケースで**図-4**に示す上流側の想定滑り線①で最大となる結果となった。

一庫ダム波についてはダム高 90m の場合の滑動変位量が大きく、全ケースでの最大値となったが、箕面川ダム波についてはダム高 120m の滑動変位量がダム高 90m を上回った。

また、**4.1**において天端での揺れが比較的大きいケースで、滑動変位量が大きく出ている。これは、今回の解析条件では、最大の滑り量が発生する滑り線が比較的天端に近いと考えられる。

5. まとめ

本報告では、ロックフィルダムを対象とした非線形動的解析を行い、地震動の位相特性がダム構造物の動的応答に与える影響について検討した。位相特性の影響は複雑であり、入力地震動の選定には十分注意する必要がある。

参考文献

- 1) 岡本敏郎ら、ロックフィルダムの地震時安定性評価に関する設計・照査の現状と今後の展望、電力中央研究所
- 2) 最新フィルダム工学、(社) 電力土木技術協会

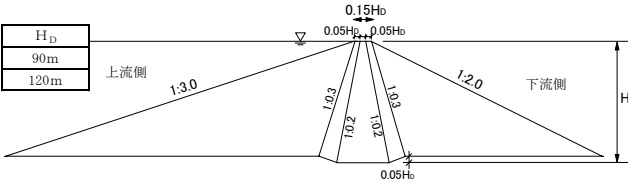


図-3 フィルダムモデルの形状寸法

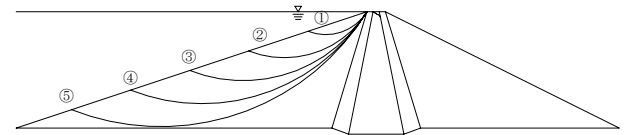
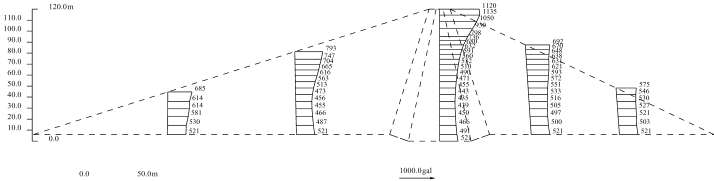
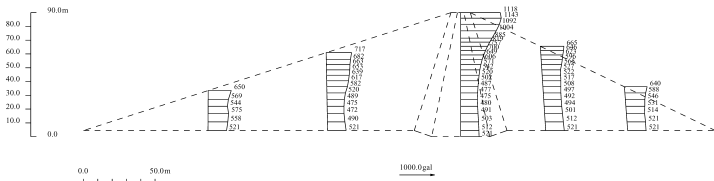


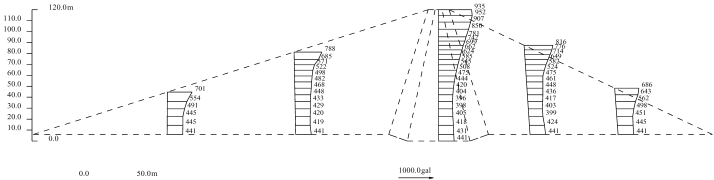
図-4 想定滑り線（上流側）



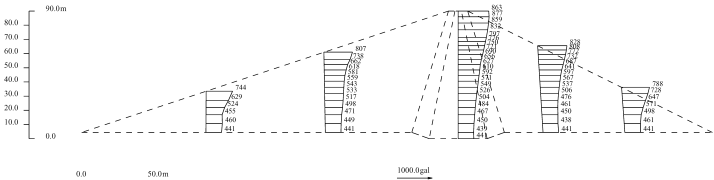
a) 堤高 120m 一庫ダム振幅調整波



b) 堤高 90m 一庫ダム振幅調整波



c) 堤高 120m 箕面川ダム振幅調整波



d) 堤高 90m 箕面川ダム振幅調整波

表-1 上流側の想定滑り線① 滑動変位量 (cm)

	一庫ダム 振幅調整波	箕面川ダム 振幅調整波
ダム高 120m	18.5	12.2
ダム高 90m	22.6	5.1