

# 河川総合開発事業調査費

# サイトの地震動特性に基づく設計地震動の設定手法に関する調査

## Study on Procedures for Formulating Site-specific Design Ground Motion

(研究期間 平成 12～16 年度)

研究官(Researcher) 片岡 正次郎(Shojiro Kataoka)  
 研究員(Research Associate) 松本 俊輔(Shunsuke Matsumoto)

### 【要旨】

河川技術五計で提唱されている性能規定型設計技術を促進するためには、従来の震度法だけでなく、動的解析を活用したダムの健全性に対する照査を可能とし、耐震設計法の自由度を向上させる必要がある。その場合、入力としては設計震度ではなく、地震動を与えることになるが、合理的な設計地震動を設定するためには、サイト周辺における地震の発生特性を含めた、各サイトにおける地震動特性を反映する必要がある。本調査は、このようなサイトの地震動特性を反映した設計地震動の設定手法（図-1 参照）を開発し、動的解析による耐震性照査に基づくダムの耐震設計の高度化に資することを目的とするものである。13年度は、新しく昨年度にとりまとめられたダムサイトでの強震記録データベースをもとに、岩盤上で観測される地震動の最大加速度および加速度応答スペクトルの距離減衰式を提案した。

### 【研究目的】

距離減衰式は地震動の強さを推定する簡便かつ有用な手法であるが、ダムが建設されるような堅硬な岩盤については、観測記録が少ないことなどの理由により、距離減衰式に関する研究事例が限られている。13年度は、ダムサイト岩盤における最大加速度、及び加速度応答スペクトルの距離減衰式を提案することを目的とする。

### 【研究方法】

最大加速度及び加速度応答スペクトルの距離減衰式の導出に用いた強震記録は、土木研究所資料第 3780 号「ダムの地震加速度記録による岩盤の地震動とフィルダムの地震応答特性」に掲載された強震記録のうち、以下の条件を満たす記録である。

- 1) ダム堤体基礎・底部、地山、地表面で観測された記録
- 2) 成分の方向が明らかな記録
- 3) 地震の気象庁マグニチュード  $M_j$  が 4.5 以上の記録

強震記録は、強震計のトリガーレベルよりも大きい地点でのみ記録が得られるため、採取された強震記録を無条件に回帰に用いると、遠距離で本来の距離減衰式の傾きよりも小さな傾きが得られることになる。したがって、平均的最大加速度がトリガーレベルより小さいと予測される遠距離の強震記録を除外するため、上記の記録から地震の気象庁マグニチュード  $M_j$  と震源距離  $X$ [km]が(1)式の条件を満たす記録のみを使用する<sup>1)</sup>。

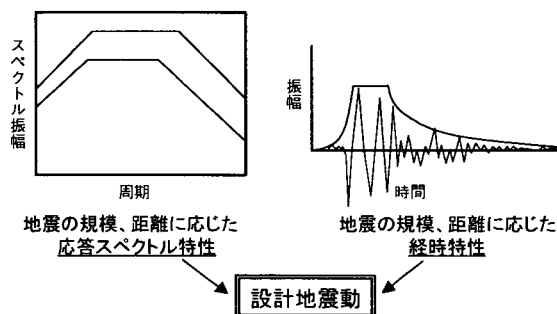


図-1 設計地震動の設定手法の例

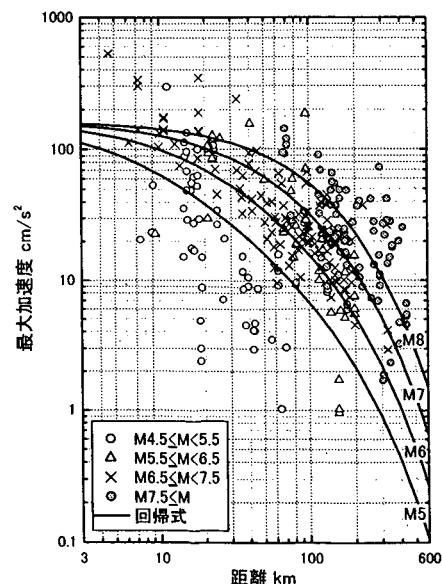


図-2 導出した最大加速度の距離減衰式と強震記録との比較

$$0.40M_j - \log_{10}X - 0.00164X + 1.18 \geq \log_{10}10 \quad (1)$$

提案する距離減衰式は(2)式に示す回帰モデルとし、福島<sup>1)</sup>の収束計算の方法に従い回帰係数を求めた。

$$\log_{10}A = aM_j - \log_{10}(R + d \times 10^{eM_j}) + bR + c \quad (2)$$

ここで、 $A$  は最大加速度[cm/s<sup>2</sup>] または加速度応答スペクトル値[cm/s<sup>2</sup>]、 $a, b, c, d, e$  は回帰係数、 $M_j$  は気象庁マグニチュード、 $R$  は断層面までの最短距離[km]である。断層面までの最短距離 $R$ は、地震の断層モデルが求められている 10 地震については断層面までの最短距離を計算し、その他については震源距離で代用した。

### 【研究結果】

水平 2 成分の最大加速度の平均値を説明変数として導出した最大加速度の距離減衰式を次式に示す。

$$\log_{10}A = 0.41M_j - \log_{10}(R + 0.065 \times 10^{0.41M_j}) - 0.0021R + 1.02 \quad (3)$$

導出した最大加速度の距離減衰式と導出に用いた強震記録の最大加速度を図-2 に示す。図より、導出に用いた強震記録の最大加速度は、対応するマグニチュードの距離減衰式の値に概ね一致していることが分かる。また、導出した最大加速度の距離減衰式は、特にマグニチュードが大きい場合には、震源近傍において値が飽和する傾向が見られる。

次に、最大加速度の距離減衰式と同様に、加速度応答スペクトル(水平 2 成分合成、減衰定数 0.05)の距離減衰式を導出した。断層面までの最短距離 $R$ を 10km、100km とした場合の加速度応答スペクトルを、それぞれ図-3、4 に示す。最大加速度と同様に、震源近傍において応答スペクトル値が飽和する傾向が見られる。

現在のダム構造物の耐震設計において、地域やダムの型式によって異なるものの設計震度は 0.1~0.3 と定められている<sup>2)</sup>。一般的にダム構造物の基本固有周期が 0.1~1.0sec の範囲にあることを考えれば、例えばマグニチュード 6 以上の地震が距離 $R=10$ km 以内に発生した場合、ダムに作用する慣性力が設計で想定した慣性力を上回る危険性があることが分かる。

ダムの計画地点周辺において将来発生の子測されている地震が存在する場合、ここで得られた最大加速度及び加速度応答スペクトルの距離減衰式を用いることにより、その地震動強さを推定し、設計地震動の設定に活用することができる。

### 【主な研究成果物】

- ・松本、村越、片岡：ダムサイト岩盤における地震動の距離減衰特性、第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2002.9

### 参考文献

- 1) 福島美光：震源近傍まで適用可能な最大加速度の距離減衰式の導出と改訂、清水建設研究報告 第 63 号、PP75-88、1996
- 2) 社団法人日本河川協会：改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編[1]、1997

(村越、片岡、松本)

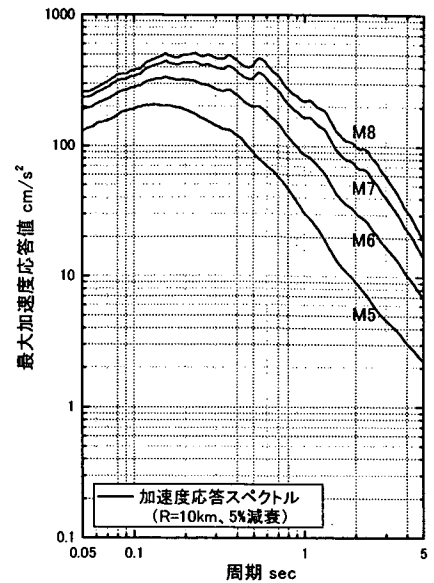


図-3 距離減衰式より求めた加速度応答スペクトル ( $R=10$ km)

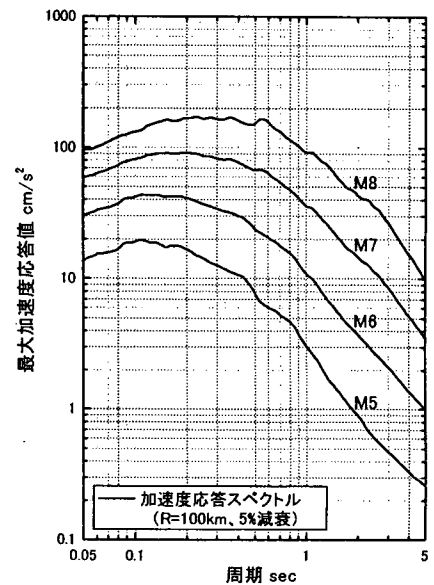


図-4 距離減衰式より求めた加速度応答スペクトル ( $R=100$ km)