

## ダム軸が大きく湾曲したフィルダムの常時微動特性

東京工業大学 学生会員 戸田 忠友  
 東京工業大学 正会員 大町 達夫  
 東京工業大学 正会員 井上 修作

## 1. 背景・目的

2004年10月23日17時56分頃、新潟県中越地震が発生した。この本震により、新潟県小千谷市内にある新山本調整池のダムは深刻な被害を受けた<sup>1)</sup>。

このダムのように、ダム軸が大きく湾曲したフィルダムの振動特性は明らかではない。このダムの振動特性を調査するため、

- ・地震の被害を受けた直後の状態(2004年11月)
- ・復旧後貯水されていない状態(2005年11月)
- ・貯水されている状態(2006年8月)

の三つの時点において常時微動測定が行われた。本研究では、得られた常時微動からダムのそれぞれの状態における振動特性を明らかにするとともに、復旧工事と貯水がダムの振動特性に与える影響を検証することを目的とする。

## 2. 常時微動測定

常時微動測定は、堤体天端で右岸側から左岸側にかけて合計32箇所で行われた(図2.1)。測定時間は1箇所につき3分間、サンプリング周波数は100Hzである。



図2.1 新山本調整池<sup>2)</sup>と常時微動測定箇所(番号は測点番号)

得られた時刻歴波形のデータからノイズの少ない20秒間を5箇所選び、フーリエ変換しバンド幅0.3秒で平滑化したものをその測定点でのスペクトルとした。水平方向H(上下流方向、ダム軸方向)と鉛直方向Vのフーリエスペクトル比(以下、H/V比)を用いてダムの振動特性を求める<sup>3)</sup>。H/V比をとる

ことによって地盤や重機などによる影響を排除し、ダム自体の振動特性を抽出できると考えられている。

ダム全体での常時微動特性を調べるため、H/Vスペクトルを全測点で調べ、コンター図で表したものを図2.2に示す。図の横軸は測点番号、縦軸は周期である。コンター図に堤高bの三角形断面を持つ二次元フィルダムの、せん断自由振動理論周期Tをプロットする。Tは各測点における堤高bの関数であり、式(2.1)で表される<sup>4)</sup>。ただしせん断波速度cは一定とする。ただし $\lambda_s$ はs次の定数で、1次に対しては2.4048である。

$$T = 2\pi b / c \lambda_s \dots \text{式(2.1)}$$

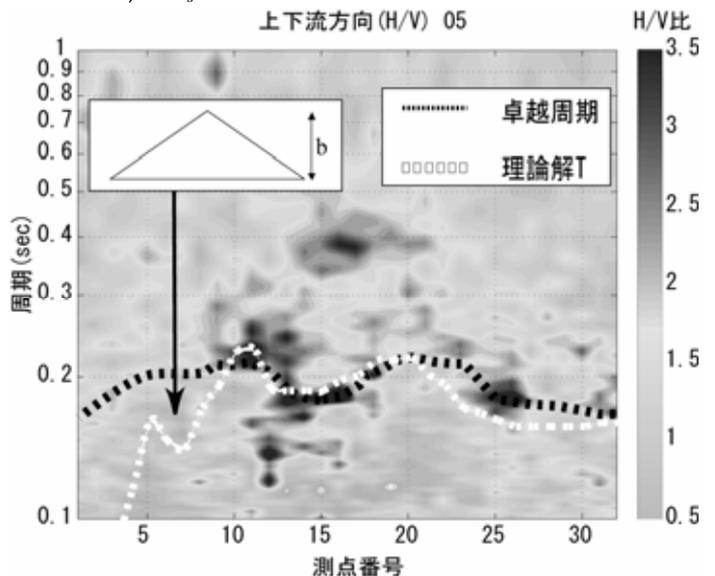


図2.2 H/V比のコンター図(2005年)

各測点のH/Vスペクトルから、その場所で定常的に卓越している周期を読み取り、その周期を測定した場所での卓越周期と推定した(図3.3の黒線)。ただし明らかに入力や基礎地盤に起因すると思われる周期は除した。推定の際には、卓越周期は、

- ・上下流方向、ダム軸方向による違いは小さい。
- ・ダムは連続体であるので、隣り合う測点で卓越周期は急激に変化しない。

といった特徴をもつと考えた。

実測した卓越周期と理論周期T(図2.2中の白線)を比較すると、右岸側では若干異なっているが、堤体中央ではほぼ同じ変化をしていることがわかる。よってダムの各測点における卓越周期はその場所での堤高の影響が強いことが指摘できる。

キーワード：ダム、常時微動、新潟県中越地震

連絡先：〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町4259-G3-2 東京工業大学大町研究室 Tel.045-924-5605

### 3. 三時点での卓越周期の比較

図 3.1 はコンター図から求めた三時点での卓越周期である。これを比較し、修復や貯水によるダムの振動特性の変化を調べる。

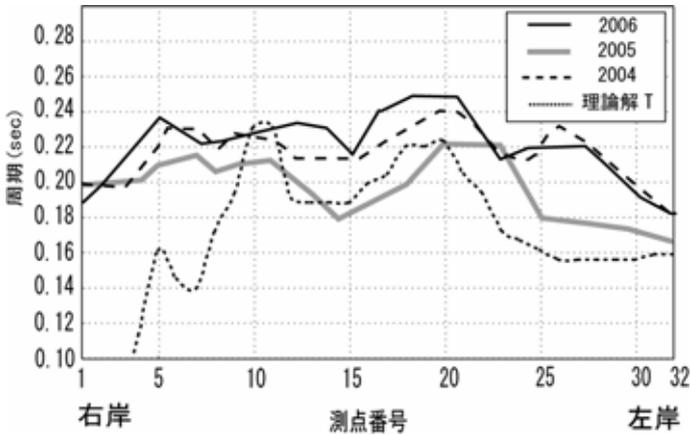


図 3.1 各年の卓越周期

#### 1) 修復過程による卓越周期の変化

修復前(2004年)と修復後(2005年)の卓越周期を比較すると、以下の点が指摘できる。

- ・ 修復前後で堤体全体は短周期化している。これは主に強震動によって密度が緩められたり変形したりした部分を除去し、新材料を入念に締固めて修復したことに起因すると考えられる。
- ・ 堤体中央の測点 15 付近と左岸側の測点 25~32 では卓越周期の差は比較的大きい。左岸側では堆泥やドレーンまでの表層が除去されており、上流面の修復範囲が広い(図 3.2)ことに起因すると考えられる。

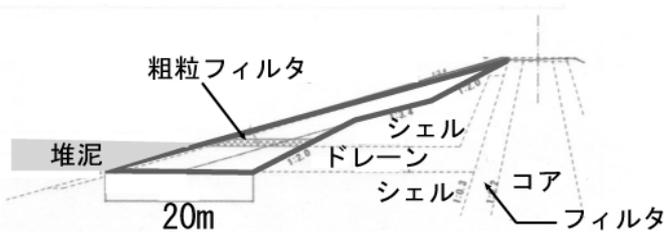


図 3.2 左岸側の上流面補修範囲 (1)に加筆

#### 2) 湛水による振動特性の変化

修復後(2005年)と湛水時(2006年)の卓越周期を比較すると、湛水時は堤体全体が長周期化している。この原因は、ダム内の貯水により有効応力が減少したためと考えられる。

また湛水時にはダムの振動周期とは別の、0.3~0.5秒程度の周期帯の振動も卓越していることが図 3.3 から確認される。測定時の注水口からサイフォンに向かう水の流れ(図 3.4)がこの振動の原因と思われる。

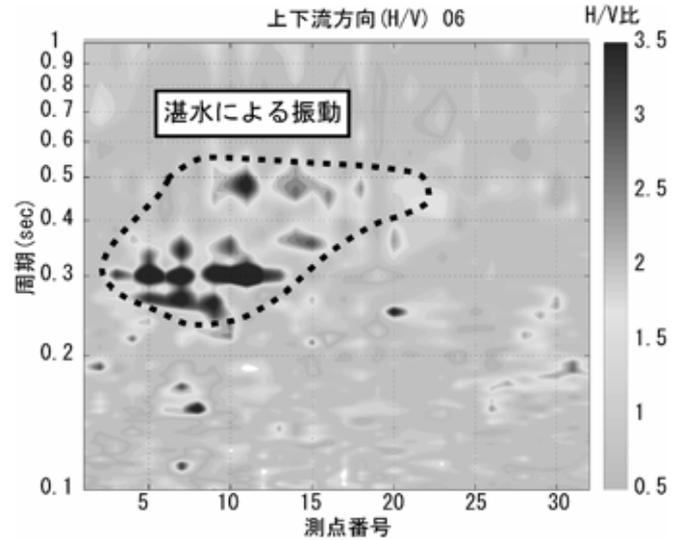


図 3.3 H/V 比のコンター図(2006年)

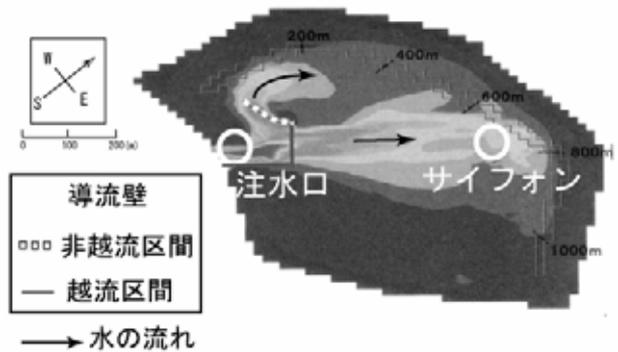


図 3.4 ダム内注水後の貯水の流れ (1)に加筆

### 4. まとめ

一連の常時微動測定から以下の点が指摘できる。

- ・ フィルダムの常時微動の卓越周期は測点の堤高によって変化する。しかし兩岸の地山に近く堤高の低い部分では、せん断振動理論と合わないことがあり、拘束条件が強く影響している。
- ・ 復旧工事と貯水によってダムの振動特性が変化することが確認された。

### 参考文献

- 1) 濃川発電所復旧工事技術専門委員会 (東日本旅客鉄道株式会社) : 委員会報告書、2006年5月
- 2) 土木学誌 vol91No11Nov2006P3、新潟県中越地震で被災した信濃川発電所の復旧
- 3) 中村豊: 常時微動に基づく表層地盤の振動特性の推定、RTRI REPORT Vol2 No.4、1988年
- 4) 畑中 元弘: 土堰堤の振動に関する三次元的考察、土木学会誌 37-10、1952年