

(44) 埋没谷を基礎にもつロックフィルダムの常時微動特性

東京工業大学	総合理工	正	○大町達夫
同		学	中尾益巳
同		学	年縄 巧
同		学	田中茂久

1. はじめに

近年、我が国で建設されるフィルダムの基礎は軟岩、未固結堆積層、開口摂理、埋没谷等の地質特性を示すことが多い¹⁾。これらのダム基礎や、断層破碎帯、変質帯あるいはレンズ状の堆積層が複雑に分布し、均質性の乏しいダム基礎においては、ダムの耐震性を検討する上で最も基本となる基礎自体の地震動特性さえ予想つかないことがある。

また、地形や地質上の理由からダム軸を屈曲させざるを得ない場合や、堅岩まで掘削せず軟質土質基礎の上に100m近い高さのダムを築造する場合もあるが、これらがダムの振動特性にどのような影響を及ぼすかは未だほとんど明らかにされていない。我々はダムの動的性状を実ダムでの測定をもとに究明しているが²⁾、ここでは、上述のことを念頭において実施した大白川ダムにおける常時微動測定の結果について述べる。

2. ダムと基礎の概要

大白川ダムは、岐阜県白山麓大白川上流に昭和39年 6月竣工した堤高95m、堤頂長388mの中

央土質遮水壁型ロックフィルダムである。ダムの平面図と断面図をFig. 1に示す。この図に見られるようにダム軸は中央で約35度屈曲しており、右岸側の本体部は堤長150m、左岸台地部は堤長238mである。右岸は主に石英斑岩で構成された平均45度の山腹傾斜であるが、部分的には風化の著しい所もある。一方左岸は右岸に存在する石英斑岩の上部に薄い旧河床砂れきをはさんで集塊岩があり、その上部に河床上約50m位まで刻蝕されて直立または一部オーバーハングした角閃石安山岩が位置しているが、それ以高は風化安山岩、扇状堆積物がほぼ水平に重なり、平坦な広い溶岩台地を形成している。このようにダム全体としては左右非対称な谷形状であり、地質的にはあまり良好とはいえない。

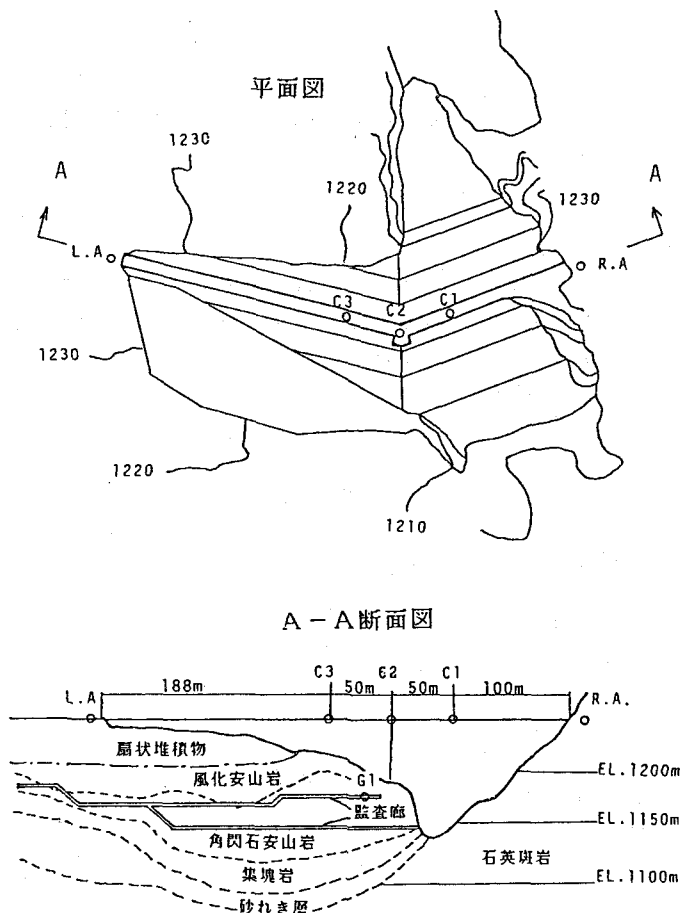


FIG. 1

3. 測定状況の概要

今回の常時微動測定は昭和59年 8月16日、快晴の下で実施した。 測定に使用した6台の微動計はいずれも固有周期1秒で、増幅器に接続した際の総合特性は1.5Hz 以上で平坦であるが1 Hz以下で感度は低下する。 また1 Hz以下の長周期成分はダムの振動と直接的な関連は少ないと考えられるので以下では考察の対象から除外する。 測定はFig. 1に○に示した7地点の常時微動速度について、

- A：右岸地山（RA）、左岸地山（LA）における3成分（ダム軸方向、ダム軸直交方向、鉛直方向）同時測定。
- B：ダムクレスト上の右岸部（C1）、左岸部（C3）における水平2成分同時測定。
- C：C2とギャラリー（監査廊）内（G1）での3成分同時測定。

の3つのパターンで行なった。 なお、C2におけるダム軸は左岸部に合わせた。

4. ダムの両岸における常時微動特性

パターンAで測定した左右両岸地山すなわちLAおよびRAでの微動速度の水平面内のParticle Orbit（軌跡）をFig.2 に示す。 1～5 Hzの周波数領域をとっているので、計器感度の悪い部分や風の影響による高周波の乱れはカットされている。 この図を見ると、堅固で急斜面をなす岩盤上のRAでダム軸方向すなわち地山斜面に垂直な方向に卓越しているのに対し、厚い堆積層をもつ平坦なLAでは振動の方向性は見られず、振幅もRAの3倍程大きいことがわかる。

そこで、この両地点のフーリエスペクトル比（LA/RA）を求めるとFig. 3のようになる。ダム軸方向で1.0Hz、ダム軸直交方向で1.2Hz のピークが見られる。 このピークは他の時刻にも見られるので、こ

れを堆積層の1次の固有周期 T_g と考え、堆積層の厚さを $H=120m$ とすると、 $T_g=4H/V_s$ より、平均的なせん断波速度 $V_s=480\sim 580m/s$ が求められる。 概略値ではあるが、ほぼ妥当な値であろう。

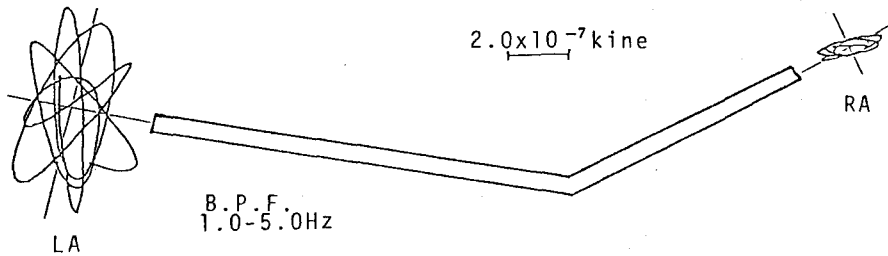


FIG. 2

ダム軸方向 スペクトル比（LA/RA） ダム軸直交方向

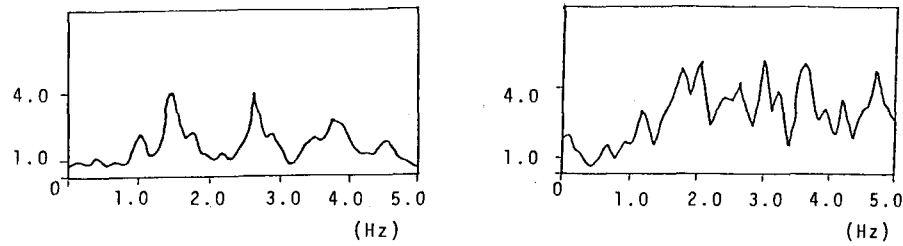


FIG. 3

5. ダム本体の常時微動特性

パターンBで測定したC1とC3のダム軸方向ならびにダム軸直交方向のフーリエスペクトルをFig. 4に示す。この4つのスペクトル図を見ると、2.4Hz 付近に共通のピークが見られる。そこで、2.3 ~ 2.5Hz についてガウス分布形のバンドパスフィルター(B.P.F.)を通してこの周波数付近のOrbitを描いてみるとFig. 5のようになる。これを見ると、C1、C3共ある一方向に卓越している

が、その主軸方向は一致せず、C2を中心として主軸が上流側に開く方向に向いている。これはやはりダム軸が折れ曲がっているためであろうが、振動形としては左右同位相なのか逆位相なのかわからない。そこで、パターンCの測定から、折れ曲がり点C2とその下のG1の振動を

調べてみた。この2点におけるダム軸直交方向のスペクトルをFig. 6に示したが、2.4Hz の他に2.0Hz と2.6Hz に共通のピークが見られる。そこで今度はC2とG1における1.9 ~ 2.1Hz のOrbitを描いてみるとFig. 7のようになる。この図からわかるように、2.0Hz ではC2、G1共にほぼ左右ダム軸の対称軸方向に向いている。再びFig. 4を

見てみると、この2.0Hz はC1、C3にもピークを示している。これらのことから、2.0Hz はFig. 8に示すような左右対称モードの固有振動数であり、堆積層も連成して振動

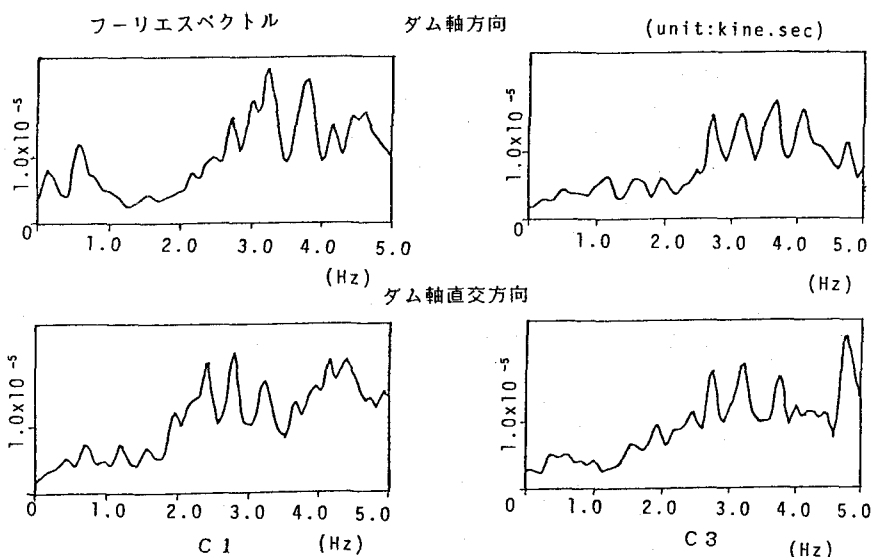


FIG. 4

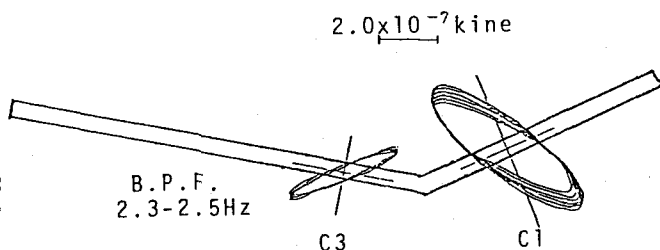


FIG. 5

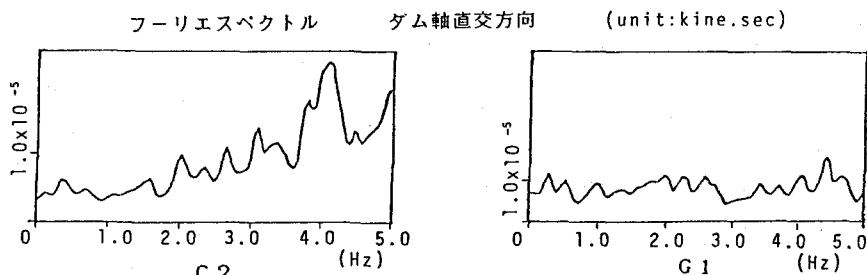


FIG. 6

しているものと思われる。
 一方、2.4Hz の成分によるC2、
 G1の動きは不安定で時間によ
 って変化する、一定の方向を示
 さない。（紙面の都合上、
 図は割愛する。）このことか
 ら、Fig. 5に示した2.4Hz 付
 近のC1、C3の振動はFig. 9に
 示すような左右逆対称モード
 の振動ではないかと思われる。

Fig. 6に見られるもう1つの
 ピーク、2.6 HzについてはFig.10に示したよう
 に、G1が非常に特徴的な動きを見せている。
 特にG1のほとんど円運動に近い動きは、堆積層
 の振動の特徴の1つとも考えられるが、これに
 ついてはさらに深い分析が必要であろう。

6. おわりに

以上、簡単ではあるが、大白川ダムにおける
 常時微動の速度記録を分析した結果について述
 べた。各測点での振動数スペクトルには数多
 くのピークが存在し、しかもそれらが比較的狭
 い振動数範囲内にあるため、スペクトル図だけ
 ではダムの振動性状を解明しようとする目的は
 達成しづらいことが分かった。そこで水平面
 内のParticle Orbitを調べてみたところ、ダム
 軸が大きく屈曲しているダムの特性として、振
 動主軸の方向がダム軸方向と一致しないことが
 見出された。また急斜面の岩盤部分と平坦な
 堆積物部分とでは振動特性は異なること、後者
 はダムと共に連成振動していることなども判明
 した。図に掲げたスペクトル
 からだけでも、このダムの振動
 がいかに複雑であるかはわかる
 であろう。

参考文献

- 1) 第15回岩盤力学に関するシンポジウム：日本におけるフィルダムの基礎処理
- 2) 第16回岩盤力学に関するシンポジウム：堆積層のあるダム基礎における常時微動特性

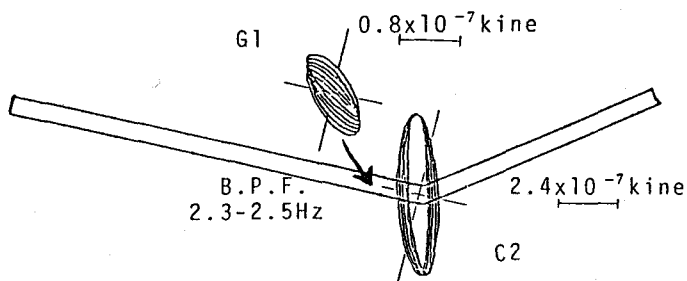


FIG. 7

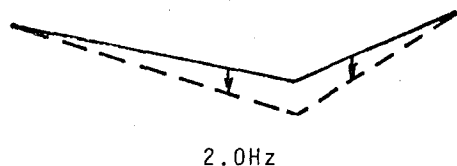


FIG. 8

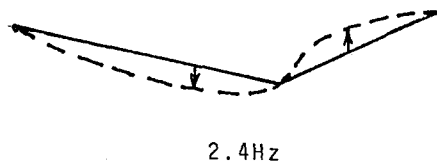


FIG. 9

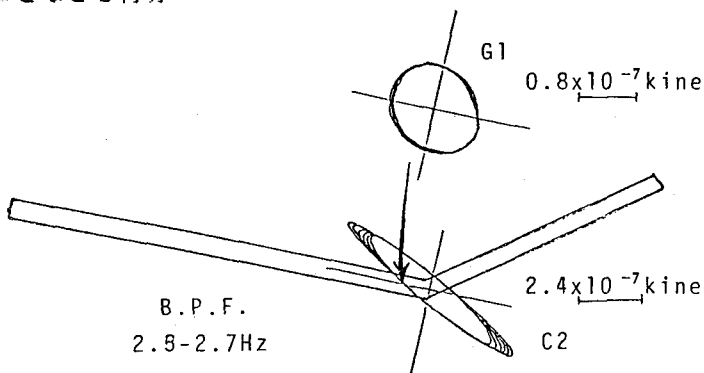


FIG. 10

(44) MICROTREMOR CHARACTERISTICS OF A ROCKFILL DAM LOCATED IN A WASTE-FILLED VALLEY

by

T. Ohmachi*, M. Nakao**, T. Toshinawa** and S. Tanaka**

Ohshirakawa Dam is a center core rockfill dam with the maximum height of 95 m and crest length of 388 m. Quartz porphyry is exposed over the entire right-bank side of the dam site, but on its left-bank side is located a waste-filled valley composed of fan sediments, andesite agglomerate and ancient river bed gravels. Figure 1 shows outline of the dam site and a profile along the dam axis, from which it can be seen that canyon shape at the dam site is asymmetric and the dam axis is bent at the middle part by 35 degree.

Microtremor measurements were done on a sunny summer day, using instruments whose overall characteristics are flat in a frequency range over 1.5 Hz. Motion of both abutments, the dam crest and the foundation was measured in terms of velocity. Observatin points are indicated in Fig. 1 by L.A., R.A., C1, C2, C3 and G1 which is located in a upper inspection gallery.

In Fig. 2 are shown particle orbits in a horizontal plane at both the abutments, from which direction and amplitude of the ground motion could be found. Fourier spectral ratios (LA/RA) shown in Fig. 3 reveal a peak frequency around 1.0 - 1.2 Hz. This will give $V_s=480 - 580$ m/s as shear wave velocity averaged over the whole deposits.

In Fig. 4 are shown Fourier spectra at the points C1 and C3. A peak can be seen at 2.4 Hz in all the apectra. The frequency component corresponds to the motion shown by particle orbits in Fig. 5. Note that the principal axis of the motion is slightly inclined against the dam axis. Particle orbits in Fig. 7 show the motion of 2.0 Hz component at the points C2 and G2, indicating coupled motion of the dam and foundation. These frequency components could be attributed to vibration modes illustrated in Fig. 8.

* Associate Professor, Tokyo Institute of Technology

** Graduate Student, ditto.