

## I - B392

## 既設アーチダムの貯水位変化に伴う動特性の計測

電力中央研究所\* 正会員 松尾豊史 豊田幸宏 西内達雄  
中部電力 正会員 上田 稔 水野和彦

## 1. まえがき

兵庫県南部地震で生じたコンクリート構造物の被害などを背景に、被害のなかったダム構造物に対しても耐震安全性を改めて評価する必要性が指摘されている[1]。本研究では、ダムの動的解析手法や耐震性能評価の高度化に資するため、竣工後20数年を経たアーチダムの貯水位変化に伴う振動特性(固有振動数、振動形状など)を把握することを目的として、起振実験及び常時微動計測を実施した。微動計測とはほぼ同時期に実施した静的計測結果も併せて示し、アーチダムの動的挙動に及ぼす施工ジョイントの影響について考察を加えた。

## 2. 起振実験および常時微動計測

## (1)対象ダムと計測時期

対象としたダムは、中部電力(株)所有のJダムで、ダム高130m、堤頂長275mである。計測は、平成8年11月から約1ヶ月間、貯水位が利用水深の範囲内と、それ以下に低下させた時期に実施した。

## (2)起振実験

貯水位が平均水位(EL.1056m程度)および空水位(EL.1000m程度)時に起振実験を行い、各計測点でアーチ半径方向の応答速度を計測した。起振実験は、2輪偏心重錘式起振機を2台使用し、天端13ブロック上に設置した。起振実験のケース一覧は表-1に示した。速度計は天端と下流面に計16ヶ所設置した(図-1)。

## (3)常時微動計測

平均水位(EL.1060m程度)から空水位(EL.1000m程度)になるまでの約1ヶ月間、常時微動計測を実施した。表-2に、今回対象とした代表的な貯水位の条件を示した。また、貯水位低下に伴う静的な継ぎ目計(3成分)の変位も合わせて計測した(図-1)。

表-1 起振実験のケース

| ケース名  | 加振力(5Hz時)<br><単位:段数> | 加振振動数<br>(Hz) | 貯水位       |
|-------|----------------------|---------------|-----------|
| A2DAN | 約30ton<2段>           | 1.0~6.2       | HWL-24.0m |
| A5DAN | 約50ton<5段>           | 1.0~5.0       | HWL-24.0m |
| E2DAN | 約30ton<2段>           | 1.0~6.3       | HWL-80.0m |
| E5DAN | 約50ton<5段>           | 0.5~5.0       | HWL-80.0m |

表-2 常時微動計測時の条件

| 測定日       | 貯水位        | ケース名   | 天候 |
|-----------|------------|--------|----|
| 10月29日(火) | HWL-24.55m | BD1029 | 快晴 |
| 11月3日(日)  | HWL-25.55m | BD1103 | 晴れ |
| 11月21日(木) | HWL-44.55m | BD1121 | 曇  |
| 11月24日(日) | HWL-57.28m | BD1124 | 曇  |
| 11月26日(火) | HWL-66.51m | BD1126 | 晴れ |

HWL:利用最高水深EL.1080m

## 3. 計測結果および考察

表-3に今回の起振実験の計測結果を示した。固有振動数と減衰定数は、各測点の共振曲線から求めたものの平均値である。なお、起振実験の減衰定数は、 $1/\sqrt{2}$ 法によって求めた。

表-3 起振実験の計測結果

(1)平均水位時&lt;HWL-24.0m&gt;

| 振動モード* | 固有振動数    | 減衰定数  | モード形状 |
|--------|----------|-------|-------|
| 1次     | 2.99(Hz) | 0.017 | 逆対称   |
| 2次     | 3.50(Hz) | 0.028 | 対称    |
| 3次     | 4.60(Hz) | 0.027 | 対称    |
| 4次     | 5.82(Hz) | 0.032 | 逆対称   |

(2)空水位時&lt;HWL-80.0m&gt;

| 振動モード* | 固有振動数    | 減衰定数  | モード形状 |
|--------|----------|-------|-------|
| 1次     | 2.79(Hz) | 0.016 | 逆対称   |
| 2次     | 3.19(Hz) | 0.026 | 対称    |
| 3次     | 4.01(Hz) | 0.022 | 対称    |
| 4次     | 5.16(Hz) | 0.024 | 逆対称   |

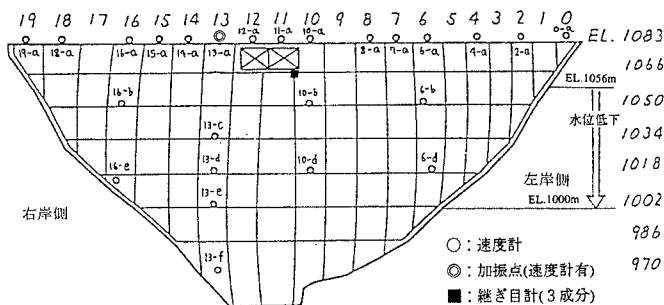


図-1 計測器の設置位置(下流面)

キーワード; アーチダム, 起振実験, 固有振動数, 施工ジョイント, 貯水位変化

\* 〒270-11 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL(0471)82-1181 FAX(0471)83-2962

表-3より、各振動モードとも水位低下に従って固有振動数は低下していることが分かる。減衰定数については、今回の実験結果では、水位低下による影響はあまり認められない。

図-3に平均水位と空水位におけるの測点13-aの共振曲線及び卓越振動数の1次と2次のものについて天端の振動形状図を示した。今回の起振実験では、Jダムの特徴として、左右の岩盤に近い部分はほとんど振動せず中央ブロックのみの振動となっている。また、堤体の付加質量がない分、空水位の方が単位加振力あたりの応答変位が大きくなった。

図-4に今回の計測結果と過去の地震計測記録[2]の結果の比較を示した。図中の起振実験の結果には過去の実験記録[3]も含めた。今回の結果と地震記録によれば、利用最高水深から平均水位までは、固有振動振動数は上昇している。これは、貯水位が下がり、堤体の付加質量が減ったためと考えられる。しかし、およそ平均水位(HWL-22.5m)以降は、むしろ小さくなる傾向にある。図-5に、10-11ブロック間の施工ジョイント部下流面に設置された継ぎ目計(3成分)の変位を示した。これより、施工ジョイント部は水位低下とともにダム軸方向にひらき変位を生じていることが分かる。また、図-4と図-5から、固有振動数が増加しなくなる水位と施工ジョイント部の変位が急に増加する水位に関連性があるようにみえる。この点については、今後解析的に検討したい。

以上より、Jダムでは、平均水位以下の貯水位で、水位低下に伴い固有振動数に増加が認められない原因として、ダムの施工ジョイントが影響していると考えられる。

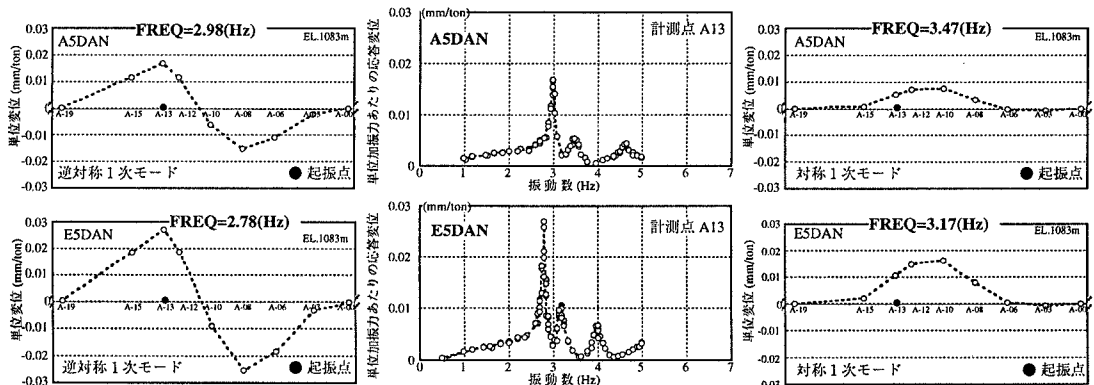


図-3 起振実験から得られた共振曲線及び振動モード形状図

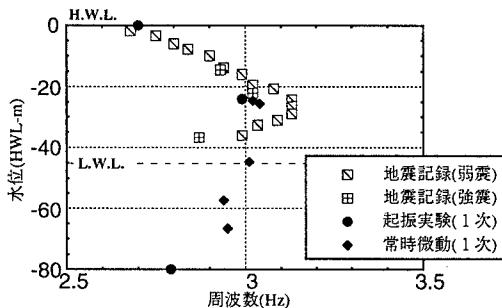


図-4 実験結果と地震観測記録の比較(固有振動数)

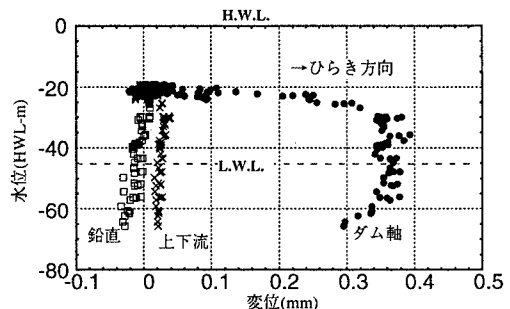


図-5 10-11ブロック間ジョイント部の静的変位

#### 4. おわりに

今後、施工ジョイントの特性を考慮した動的解析を実施し、施工ジョイントや間隙水の影響による岩盤特性の変化がダムの挙動に及ぼす影響を詳細に検討したい。

#### 参考文献

- [1] 田村重四郎ら；ダムの耐震性に関する評価検討委員会報告書，1995.11.
- [2] 上田稔・佐藤正俊・近藤寛通・恒川和久・塩尻弘雄；アーチダムの地震観測記録などから求めた固有振動数について，土木学会年講概要集，pp178～179，1996
- [3] 上田稔・奥田宏明・塩尻弘雄・田村重四郎；アーチダムの起振実験シミュレーション，土木学会論文集，No. 501/I-29，pp203-212，1994