

アーチダムの振動観測 (II)

Observation of Vibration of Arch Dam

岡本 舜三・加藤 勝行・伯野 元彦・宮越 義暉

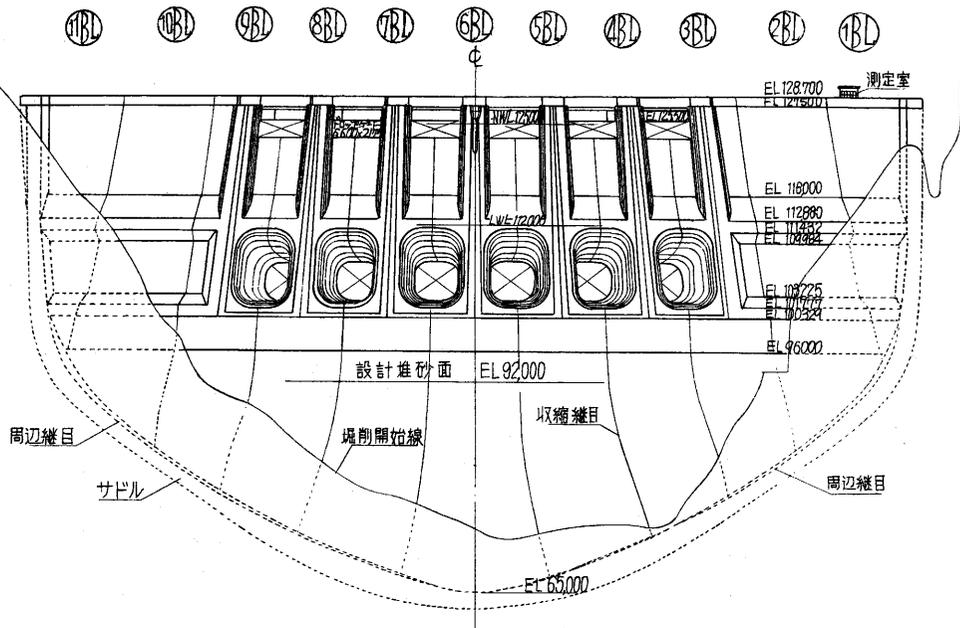
当研究室では関西電力株式会社と協力して自然力による殿山ダムの振動を測定していたが、若干の資料が得られたのでここに報告する。これらの記録はいずれもスターター付き振動計によって得られたものである。

(1) 放水による振動

殿山ダムの特性は第1表のとおりであるがその特長はサドルと周辺継目を持つこと、放水施設として6個の頂部越流堰のほかに堤体中腹部に6個の大口径オリフィスをもつことである(第1表)。オリフィス一門当たり放水量は528 ton で頂部越流堰一門当たり幅員は6.77 m 最大水深は1.5 m である。振動

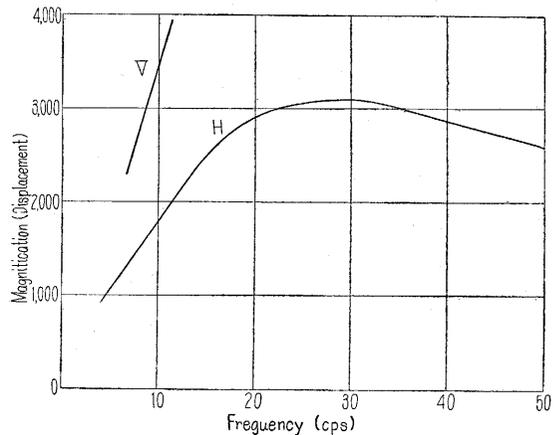
第1表 殿山ダム特性

基礎岩盤: 礫岩	越流頂標高: EL. 123.500 m
常時満水位: EL. 125.000 m	設計堆砂面標高: EL. 92.000 m
計画洪水水位: EL. 125.000 m	堰堤基準高: 62.000 m
計画洪水量: 3000 ton/sec	同余裕高: 2.500 m
堤体形式: 変心ドーム型アーチ	同天端長: 128.692 m
天端標高: EL. 127.500 m	同天端厚: 4.399 m
最低基礎岩盤標高: EL. 63.000 m	同最大厚: 12.408 m



第1図 殿山ダム正面図

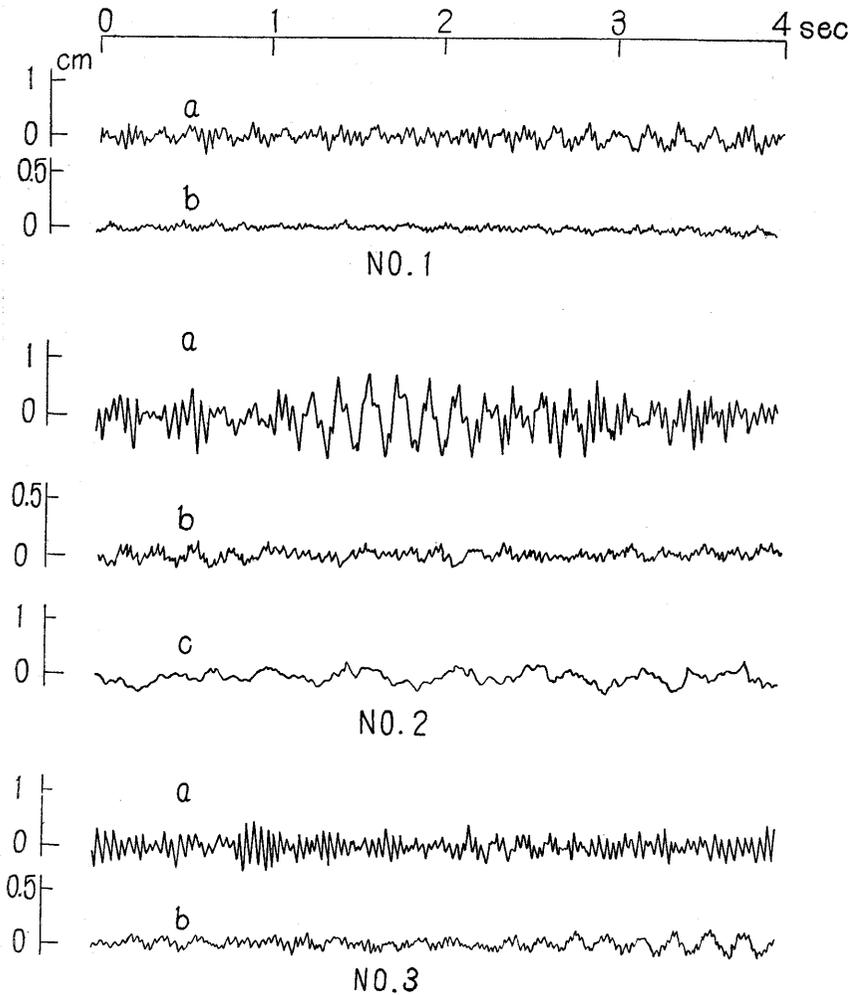
測定は、電磁感振器により堤頂中央部および右岸岩盤上で行なわれた。電磁感振器の感度は第2図のように20 cpsを境として以下は速度、以上は変位を表わす。振動記録を第3図に示す。aは堤頂中央部堤軸直交方向水平動、bは同堤軸方向水平動、cは右岸岩盤上下動であって水門開放条件を第2表に示す。



第2図 感振器感度曲線

おのおのの記録に顕著に認められる振動の振動数とその加速度は第3表のようになり、おおよそ次の性質が認められる。

- No. 2 の場合は計画洪水量の%を放水しているがそれによる堤体の振動は数ガル以下にすぎない。すなわち放水による堤体の振動は地震による振動に比較して非常に僅かであるが、水門扉を途中でとめると、大きな高周波振動を生ずる。



第3図 放水による堤体および岩盤の振動記録

第2表

洪水番号	月 日	放 流 量	オリフィス水門	越 流 水 門
No. 1	1960. 8. 13	935 ton/sec	No. 3, 4 全開	全部閉鎖
No. 2	" 8. 29	2070 "	No. 1, 2, 3, 4 全開	No. 1, 2, 3, 4, 5, 6 全開 水深 0.52 m
No. 3	" 8. 30	575 "	No. 4 全開	No. 1, 2, 3, 4, 5, 6 全開 水深 0.92 m

備考 水門は右岸側より順次番号を付す。

第3表

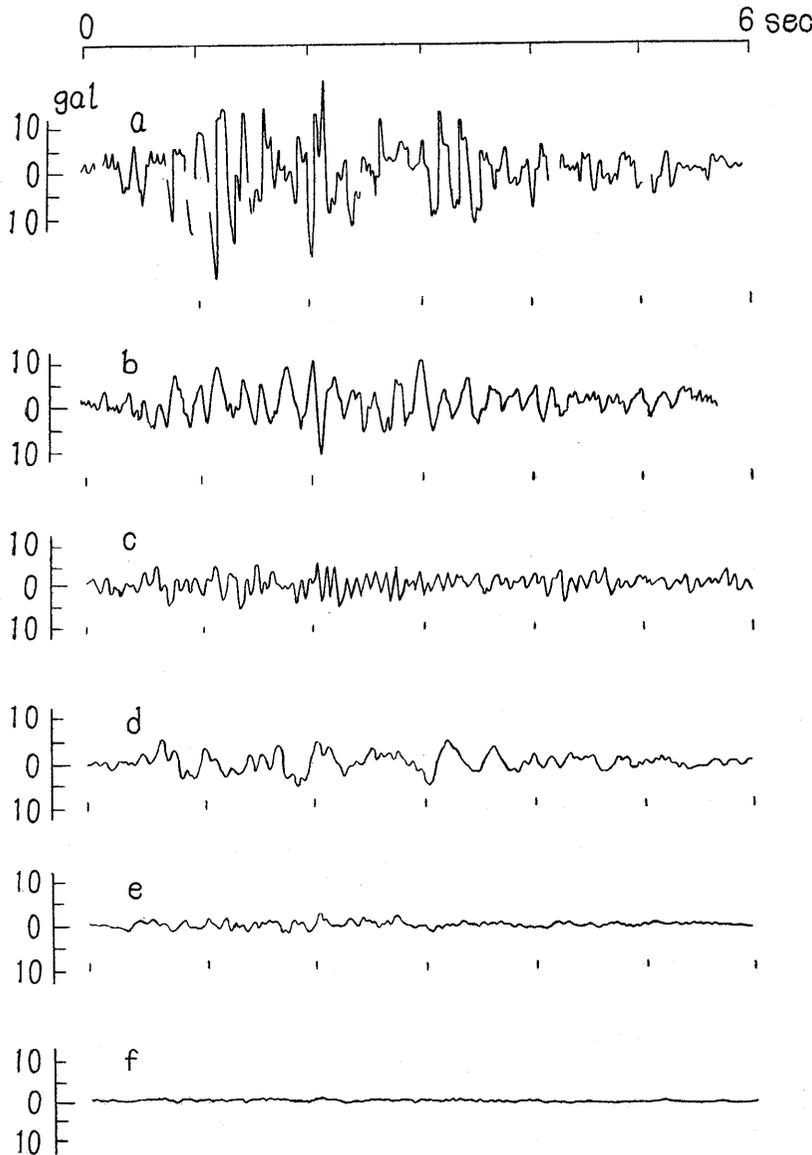
洪水番号	放流量	振 動 方 向	顕著に認められる振動			
			振 動 数	加 速 度	振 動 数	加 速 度
No. 1	935 t/s	堤頂中央水平動(堤軸直交方向) 同上 (堤軸方向)	6.2 cps	0.4 gal	27 cps 39 cps	0.7 gal
No. 2	2070 t/s	堤頂中央水平動(堤軸直交方向) 同上 (堤軸方向) 右岸側岩盤上下動	5.8	0.8	18 27 約20	3.0 0.5
No. 3	575 t/s	堤頂中央水平動(堤軸直交方向) 同上 (堤軸方向)	5.0	0.2	18 27	2.2 0.5

- 堤体には低次基準振動が誘起される。その振幅は放水量とともに増加しているが、その程度は開扉された水門の位置が対称的であるか否かでかなり影響されると思われる。
- 堤頂における測定によれば堤頂には 18 cps, 27 cps および 39 cps のような高周波振動があってその加速度は上記基準振動による値と同程度あるいはやや大きい。この振動数で堤体全部が振動しているのか、頂部橋脚付近だけなのかは明らかでない。
- 岩盤には 20 cps 程度の上下方向微振動が生じている。その他にも 1 sec 前後の変位振幅のやや大きな不規則な振動が生じている。後者のような振動は常時微動の中および弱震観測記録の中にも認められ、問題を提起するものである。

(2) 地震による振動

12月26日午前10時45分紀伊半島に発生した地震は震源を東経136°20'北緯34°10'深さ60kmにもち、京都、津にて震度IV、奈良、和歌山、白浜、洲本、潮岬、亀山、徳島、彦根、豊岡、尾鷲にて震度IIIと報ぜられている。殿山ダムは震央より南西75kmにある。機械的および電磁的地震計による記録が得られたが、これらはいずれもスターターによって起動記録されたものである。

石本式加速度計(固有周期上下0.08秒、水平0.1秒、幾何倍率200)による記録を第4図に示す。d, e, fは右岸岩盤上における堤軸直交方



第 4 図 12 月 26 日地震加速度記録

第 4 表

		振 動 数	最大加速度
水 平 動 (堤軸直交方向)	堤頂中央	5.5 cps	18.4 gal
	右岸側岩盤	9.2 cps	5.0
水 平 動 (堤 軸 方 向)	堤頂中央	5.4 cps	10.7
	右岸側岩盤		2.6
上 下 動	堤頂中央	12.0 cps	6.3
	右岸側岩盤	約25.0 cps	

第 5 表

- I: 左岸側岩盤上の堤軸方向水平動
- K: 右岸側岩盤上の堤軸直交方向水平動
- J: 左岸側岩盤上の堤軸直交方向水平動
- M: 右岸側岩盤上の上下動
- C: 堤頂中央点の上下動

向、堤軸方向、上下方向加速度であり、a, b, c は堤頂中央における堤軸直交方向、堤軸方向、上下方向加速度を示している。これによると地震動主部の持続時間は約 4 秒であって主たる振動の最大加速度と周期は第 4 表のとおりである。

電磁式地震計（固有周期上下 1.5 秒、水平 1.0 秒）による記録は、主部はスケールアウトし後半部のみがよみとれた。この図の起点は主部が始まってから 16 秒経過した時刻である。第 5 図、第 6 図における記録の位置と方向は第 5 表に示す。

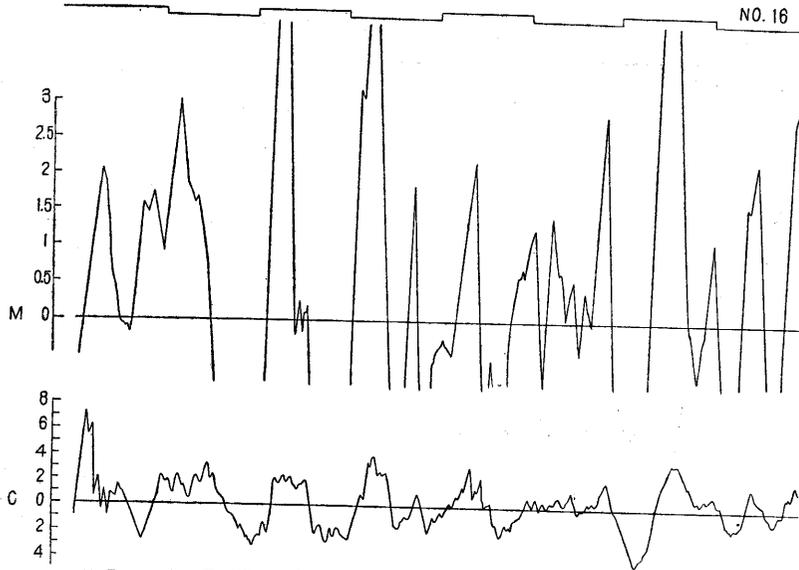
第 4~6 図からおおよそ次の性質が認められる。

1. 震度 III の区域の最大加速度は 8~32 gal とされているが、今回の例では 5.0 gal で上記の値より小さい。これは観測地点が岩盤地域であるためと思われる。
2. 河流方向の振動については両岸岩盤は同位相異振幅に振動している。対岸方向

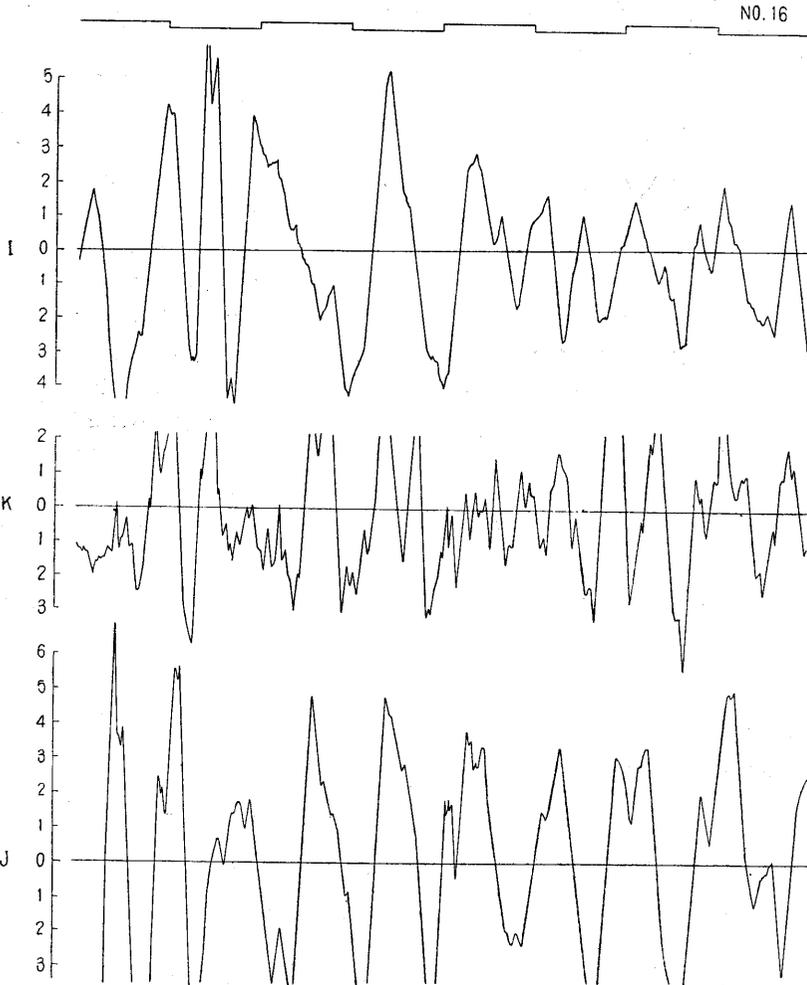
については今回は左岸のみしか記録されていないので比較できないが、微小地震についてこれまでに得られた記録には位相を異にして振動した例はまだない。

3. 岩盤振動について、上下動には約 1 秒、水平動には約 0.9 秒の長周期の波動が認められる。これらの長周期の振動が常時微動の中にしばしばあらわれていることは、今後の研究課題を提供している。
4. 右岸側岩盤の振動には 7~9 cps 程度の高周波の振

1) 岡本外 3 名、アーチダムの振動観測、生産研究第 11 巻第 12 号



第5図 12月26日地震上下動速度 (時間: 秒, 速度: 10^{-2} kine)



第6図 12月26日地震
水平動速度 (時間: 秒, 速度: 10^{-2} kine)

動も多く存在する。左岸側岩盤にはない。これは右岸側測点が山の鼻に臨んでいることと関係がありそうである。

5. 堤体にあらわれている主たる振動の周期は水平方向にも上下方向にも既報の振動試験による堤体の低次固有振動周期と事実上一致しているのが認められる。
6. 堤頂中央堤軸直交方向水平動は堤体に生ずる振動のうちで最大のものであるがその最大加速度は岩盤に生ずる最大加速度の3.6倍に達している。(1961. 1. 25)