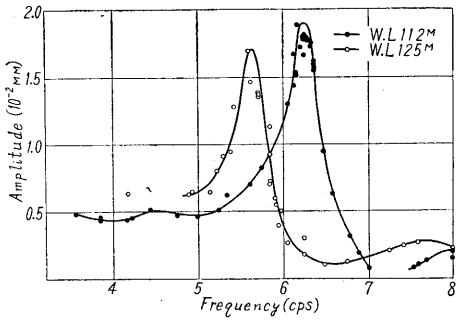
研　究　速　報

アーチダムの振動観測

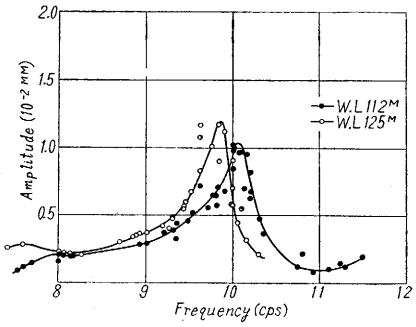
Observation of Vibration of Arch Dam

岡本舜三・加藤勝行・伯野元彦・荒川常昭

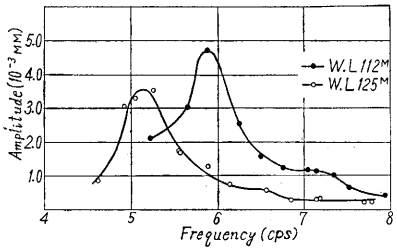
1. 当研究室では従来より構造物の動的性質研究の1部として実在する構造物の振動を調査してきたが，殿山ダムについての結果がまとまったのでこれを報告する．内容は貯水池の満水および渇水状態における起振機による振動試験および設置している地震計による地震観測の結果である．殿山ダムは変角アーチ式コンクリートダムで堤高 62m，頂長 128.992m，堤厚は天端 4.339m，底部約 12m であってその特徴はサドルを用いて形を対称としたこと，堤体中腹部に 5.2m×6.0m のオリフィス6門をもつことである．基盤は左岸の1部に硬質砂岩をみるほかすべて堅い礫岩層で断層はない．動弾性係数は左岸 358t/cm², 右岸 384t/cm² 河床部 443t/cm² でサドル基礎には consolidationgrout が，その下流にはcurtain grout が施行されている．



第1図　Resonance curve (symmetric vibration)

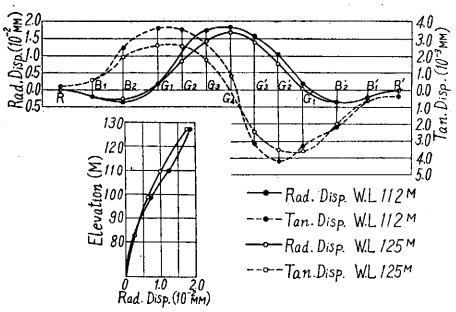


第2図 Resonance curve(symmetric vibration)

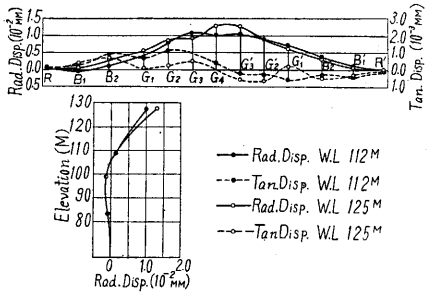


第3図 Resonance curve(asymmetric vibration)

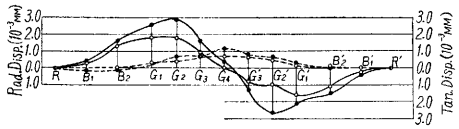
2. 最大遠心力 1.74t，最大回転速度 12 cps の起振機をダム頂部中央に上下流方向および河流に直交方向に据え，ダムに対称および逆対称振動を生ぜしめた．頂部アーチ上各点および中央片持梁上各点に感振器をおき response curve および mode を測定した．結果を第1～6図に示す．図には満水時と渇水時に行なった実験結果をならべてある．これより固有振動数および減衰常数を求めると第1表となる．これでみると周知のように固有振動周期は水位とともに長くなるが，減衰常数の値は在来の通念より小さい．減衰常数は反対称振動の方が対称振動より大きく，また水位の影響は余りない．水位上昇による動水圧の換算付加質量の増大，エネルギの水中逸散の増大等を考えればこの結果は理解できる．



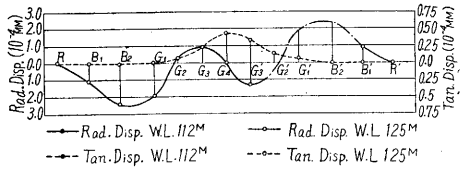
第4図　Mode of symmetric vibration of 1st order



第5図　Mode of symmetric vibration of 2nd order



Mode of asymmetric vibration of 1st order

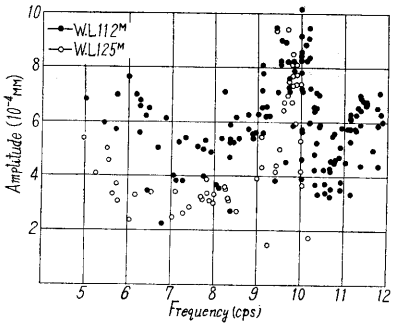


第6図　Mode of asymmetric vibration of 2nd order

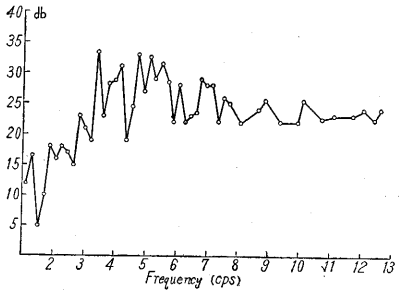
第1表　固有振動周期と減衰常数

	水位 125 M		水位 112 M	
	cps	h	cps	h
対称	5.6 9.8	0.03～0.04 0.02	6.3 10.0	0.03～0.04 0.02～0.03
逆対称	5.2 9.7	0.06～0.07	5.9	0.04～0.06
上下	5.5 9.8		6.0 10.0 11.5	

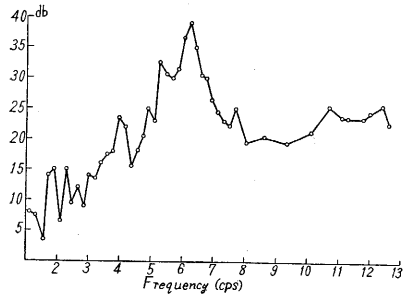
起振機を上下方向に起振することによりダムには上下



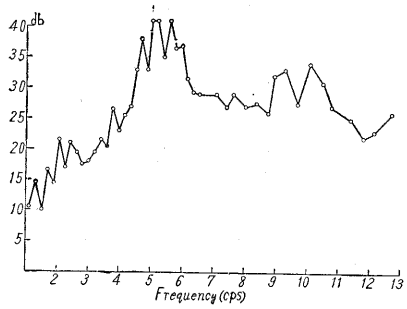
第 7 図　Resonace curve (vertical vibration)



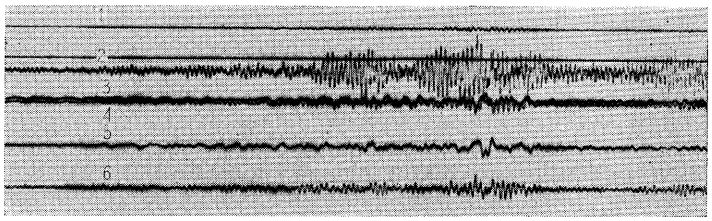
第 9 図　Frequency analysis of eart hquake motion on foundation



第 10 図　Fhequency analysis of earthquake motion at the crown of crest arch



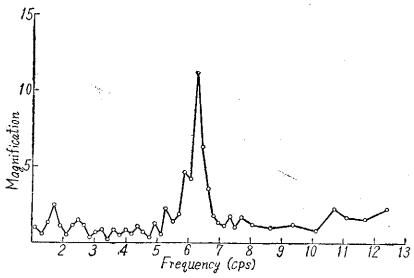
第 11 図　Frequency analysis of earthqnake motion at the 1/4 point of crest arch



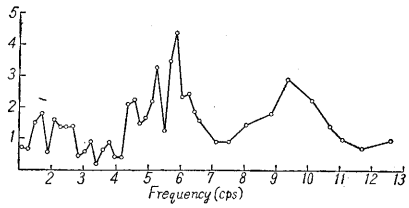
第 8 図　Records of earthquake motion of arch dam

方向にも共振現象のあることが初めて注目された．このうちには水平方向の共振を誘起した場合も含まれているがそれはダムがドーム状であるからであると推定される

3. 昨年来，石本式加速度計を天端中央部に設置し，地震を観測しているが，主要な地震について卓越する周期を示すと第 2 表となり先に振動試験で得た低次の対称および逆対称振動が地震時に誘起されて卓越していることが認められる．さらに電磁式地震計を天端上各点および岩盤上におきスターターを用いて詳細な地震記録をとることも継続している．第 8 図は 1959 年 6 月 28 日地震の記録（① と ⑥ は右および左側 1/4 点の半径方向，② と ④ は天端中央の半径および切線方向，③ と ⑤ は右岸基礎上の河流に直交および河流方向）である．その岩盤上，天端中央半径方向，および 1/4 点半径方向の記録を周波数分析すると第 9～11 図となり，先に加速度地震計から得られたと同じ結論が導かれる．なおこのグラフから基礎上とダム上の振動成分の比をとって（第 12, 13 図）減衰常数を推定すると対称および逆対称振動とともに先に推動実験から得られたのとオーダ的に同じ値が得られる．



第 12 図　Magnification of earthquake motion at the crown of crest arch



第 13 図　Magnification of earthquake motion at the 1/4 point of crest arch

第 2 表　加速度地震計記録における卓越周期

日　時	鉛直方向	半径方向	円周方向	水　位
1958. 12. 15	11cps	高周波 cps	5. 5cps	119. 77m
1959. 1. 3	10	5. 5	5. 0	124. 97m
2. 22	12	高周波	—	124. 90m
3. 3	11	6. 0	6. 5	111. 64m
5. 22	—	5. 5	5. 0	
5. 26	—	5. 5	5. 0	
5. 28	高周波	6. 0	5. 0	
6. 28	—	6. 5	5. 5	116. 60m
6. 28	9	6. 0	5. 5	116. 60m
7. 12	9	6. 0	5. 5	118. 45m

この研究には昭和 34 年度申請研究費，文部省科学研究費（総合），関西電力株式会社依託研究費を用いている．援助を与えられた関西電力株式会社に謝意を表する．

(1959. 9. 30)