

III—49 重力ダムの設計震度に関する1私案

神戸大学工学部

正員

畑中元弘

重力、中空重力ダムの振動特性およびその耐震性に関する基礎的な問題につき、数回にわたって報告したが、今回は筆者等がこれまでにえた結果に諸家の研究成果を参照し、重力ダムの耐震設計方針に関する1つの提案を行ったもので、もちろん研究途上で十分なものであることをおことわりしてあきたい。

1 地動震度と設計震度

構造物の耐震設計にあたっては、いわゆる震度法が用いられ、設計震度は地域別地震の危険度、地盤、構造物の種類などにより過去の経験と工学的判断にもとづき適当な値がとられているが、地動震度と設計震度の概念が明確でない。これは地震時における構造物の挙動はもちろん、地震動の性質が明らかでないことによるものであろう。しかしおおよそながらわが国にあっては強震計による地動、構造物の振動観測が行なわれている現在ではこの点を明らかに区別しておく必要があるものと思われる。周知のように弾性構造物が地震力をうけた場合の変形、応力を慣用の震度法によって求めようとする場合、これに用いるべき震度は、構造物の基礎を原点として測った撓み曲線に比例した分布をなし、その絶対値は地動の形、すなわち波形、振幅、周期、継続時間と構造物の固有周期、減衰性などによって定まる。

2. 設計震度の分布

ダム建設地帯における地山の地震動の卓越周期はほか $0.1 \sim 0.3$ sec 程度であり、一方高さ 100 m 程度の重力ダム（ダムの底幅 b /ダムの高さ $h = 0.9$ ）の固有周期は約 0.18 sec、中空重力ダム（ $b/h = 1.25$ ）では約 0.15 sec となり地震動の卓越周期の範囲内にある。したがって少波数地動による堤体の共振現象を考慮する必要がある。このような場合のダムの固有周期および振動形は筆者の曲げ—せん断振動の理論¹⁾によって簡単に求めることができ、撓み曲線の形すなわち震度分布は基礎を通る直線形に近い上方に凸な曲線となる。この理論値の妥当性については文献 1) を参照されたい。なお以上は貯水の影響²⁾を考へない場合であるが、固有周期は貯水により重力ダムでは 9 ~ 22% (15%) 程度の³⁾のみるが、堤体の振動形にはあまり変化がなく、震度分布は空虚時のものを用いてさしつかえない。また固有周期は基礎の変形のために 7 割程度の⁴⁾のみる場合⁵⁾も考えられる。

動水圧について 現在最も広く用いられているのは Westergaard 氏の近似式であり、その後わが国の研究者によって多くのすぐれた研究がなされているが、動水圧分布はほか Westergaard 氏の近似公式で表わされるので、地動周期、継続時間および壁面傾斜などによる補正と小坪氏が指適されたダムの形、地形による補正⁶⁾を行えばよいものと考えられる。以上の諸事項を考えれば、次図に示すように重力ダムの固有周期、動水圧の共振周期、地動周期の三者が共振する可能性が考えられる。詳細は文献 1) を参照されたい。

3. sin型地動をうける1質点系構造物の震度

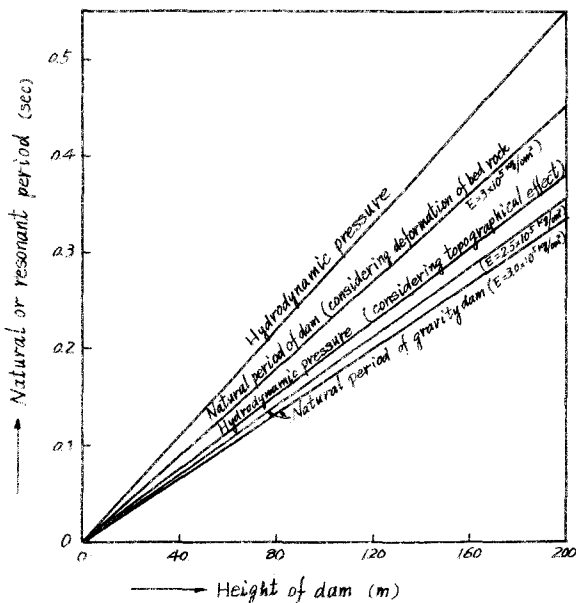
高ダムにおいては基本規準振動が支配的であり、震度分布はこの形と同形となることは前述のとおりであるが、その大きさは地動によってことになる。この地動に既往の大地震の記録を用いる San Francisco 委員会の提案の sin 型、cos 型その他の地動を採用した場合が報告されているが、こゝでは最も危険と考えられる場合として、ダムの変形および動水圧に最大値を与えるような周期をもった sin 型地動の場合を一応考えることにした。

いま動水圧の影響を考慮した1次元ダムの振動を1質点系にあきかえ、これに最大の変位をなわち本文でいう最大震度を与えるべき地動周期ならぬに最大震度を示せば次表のようになる。ただしそれぞれ(構造物の設計震度 K / 地動震度 K_0)、(構造物の固有円振動数 n / 地動の円振動数 p)として表わしてある。同表のように震度の最大値は $n=p$ の場合ではなく、たとえは1波の場合には $n/p=1.620$ となる。

4. 設計震度に関する1私案

現行の震度が高さ方向に一様にとられている現状にかんがみ、振動時の撓み曲線を直線で近似し、基礎部で0、堤頂で最大値を有する三角形型の分布を提案する。頂部の震度の値はダムの固有周期と地動の卓越周期を試算し上表と既往の震度の値を参照して決定する。満水時には Westergaard 氏の近似公式に前記の係数1.2程度の値を乗じ、壁面傾斜に対しては Zanger 氏の係数を用いる。

なお震度の絶対値に関しては今後さらに研究を進めて決定しなければならないが、筆者は一応地動震度の1.8倍程度の値を考えている。



sin型突然地動による設計震度

	1波	2波	3波	4波
n/p	1.620	1.164	1.068	1.04
K/K_0	1.768	3.225	4.793	6.34
$K/K_0(n=p)$	1.571	3.142	4.713	6.283

参考文献 1) 畑中: 神户大学政文報告, 465 Mar. 1958, 2) 畑中: 京大防災研究所年報 昭和33年度 1959 (印刷中)

3) 小坪: 土木学会論文集 35号 昭.33.5, 4) 1), 5) 3), 6) 小坪: 土木学会論文集 47号, 昭.32.8