

1993年釧路沖地震におけるダムの地震記録

建設省土木研究所 正会員 岩下 友也 安田 成夫 中村 昭

1. はじめに

1993年1月15日20時06分に北海道東部の釧路沖合い10数kmを震源としたマグニチュード7.8の地震が発生した。地震の諸元は表-1に示すとおりである。今回の地震は日本列島の下に沈み込む太平洋プレートの内部で起きた震源の深い地震であった。釧路地域では震度Ⅵを記録し、河川堤防や道路など土木施設に多大な被害が出た。ダム施設においては、地震により漏水量が一時的に増加したダムもあったが、堤体に亀裂が入るなどの被害は全くなかった。本報告では、北海道、東北地方の建設省系のダムで観測された地震動記録について報告する。

2. 最大加速度記録

表-2に、ダムで観測された地震記録の最大加速度値を示す。

図-1に、ダム堤体の基礎で観測された最大加速度 a_{fmax} の距離減衰を示す。図中には、岡本・田村らによる最大加速度の推定式¹⁾を付記した。岡本・田村の式は震央距離が280km以内の地震記録を用いて推定した式であり、釧路沖地震の記録についても、震央距離が300km以遠では推定式からかなり外れ、大きい値となっている。震央距離が300km以内の記録は、推定式と減衰の勾配は一致しているが、少し小さめの値となっている。それはひとつに、今回の地震の震源深さが100km以上の深い場所で発生した地震であること、またふたつめには a_{fmax} はダム堤体基礎（通廊）での記録なので堤体の影響を受けていることによる。

3. 加速度応答倍率

図-2, 図-3にそれぞれ、フィルダムとコンクリートダムにおける、基礎の最大加速度 a_{fmax} と天端での加速度応答倍率の関係を示す。図中には、他の地震における建設省系のダムでの記録を付記した。図-2のフィルダムにおいては、 a_{fmax} が50gal以下では、2～6の倍率を示すが a_{fmax} が50gal以上になると、倍率は2～3となる。これは、ひずみの増加とともに、減衰が増加するフィルダム材料の非線型性によると考えられる。図-3のコンクリートダムに関しては、重力式ダムは、 a_{fmax} によらず1～8倍であるが、アーチダムは全般的に他形式のダムよりも倍率は大きく、 a_{fmax} の増大にともない倍率の減衰も大きい。

4. 加速度波形解析

図-4, 図-5に、それぞれ震央距離が125kmであるAダム（ロックフィルダム）の堤体基礎で観測された上下流方向成分の地震動のパワースペクトル、加速度応答スペクトルを示す。図-4より、Aダム堤体への入力地震動の卓越周波数は1.2Hz（卓越周期0.83sec）であった。

表-1 地震諸元

地震名	平成5年(1993)釧路沖地震
震央地名	釧路沖
発生時刻	1993年1月15日 20時06分
震央位置東経	144° 23'
震央位置北緯	42° 51'
震源深さ	107km
マグニチュード	7.8

表-2 最大加速度記録

ダム形式	高さ(m)	震央距離(km)	地震計設置位置	上下流最大加速度(gal)	ダム最大加速度(gal)	鉛直最大加速度(gal)
G	55.6	116	底座監査廊 天端	23.1 8.9	21.8 2.4	18.1 25.9
E	84.3	125	底座監査廊 天端	29.7 95.8	34.9 120	15.3 62
E	86.6	142	底座監査廊 天端	10.5 60.8	4.5 23.9	9.3 25.5
A	120	149	底座監査廊 天端	35.5 230.6	35.9 114.7	27.2 57.3
R	45.5	239	底座監査廊 天端	32.2 7.6	32 5.2	16 7.9
G	117.5	263	底座監査廊 天端	9.7 43.5	6.1 12.2	7.9 13.9
A	103.6	263	底座監査廊 天端	7.1 87.6	7.9 13.1	7.2 9.9
G	73.9	273	底座監査廊 天端	8.5 25	9.3 14.7	7.2 8.9
G	55	337	底座監査廊 天端	9.1 33.3	13.2 17.2	7.4 12.3
GF	49	345	監査廊 天端	11.5 10	10.1 11.3	3.5 3.3
E	62	426	監査廊 天端	3 18	3 14	3 7
GF	50	438	左岸監査廊 7-1天端	13.7 42	12.6 25.6	9.6 28.9
G	59	439	監査廊 天端	45.6 20.5	28.1 15.2	14.5 10.6
GF	52.5	449	コンクリート底座 監査廊 フィル底座 天端	7.35 14.15 12.82	10.62 10.88 12.99	5.33 4.6 5.47
G	81.6	467	底座監査廊 天端	31.1 129.6	30.9 55.1	11.8 34.9
GA	89.5	492	金庫 天端	5.4 45.6	9.5 11.2	4.6 8.5
G	80	494	監査廊 天端	5.1 15.8	6.1 8.7	6.5 7.1
E	53	508	基礎 天端	10.4 24	12.8 20.1	8.4 17.6
E	74	567	監査廊 天端	10 28.9	14.4 15.2	7.7 9.3
G	59.6	726	監査廊 天端	4.3 21.6	3.8 6.4	2.8 9.5

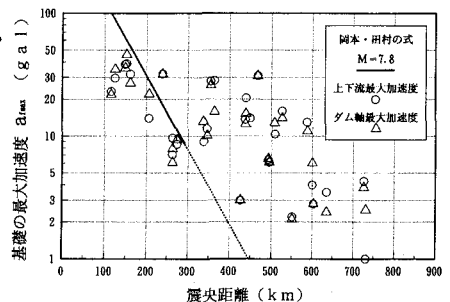


図-1 基礎最大加速度の距離減衰

図-6にAダム、Bダム、Cダムの上下流方向成分の周波数応答関数を示す。ここに、Bダムは震央距離が149kmのロックフィルダムであり、Cダムは震央距離が263kmの重力式コンクリートダムである。図-6より周波数応答関数の卓越周波数は、それぞれ2.0Hz、1.9Hz、3.5Hzであり、これは岡本の推定式²⁾より算出した固有周波数2.4Hz、1.7Hz、3.9Hz数とほぼ一致する。

図-6の周波数応答関数より、Half Power法を用いて減衰定数 h を求めると、Aダムは10.9%、Bダムは13.1%、Cダムは4.4%となった。図-5のAダムの加速度応答スペクトルにおいて、固有周期0.42sec（固有周波数2.4Hz）、及び $h=10.9\%$ では、応答加速度はほぼ50galである。よって、固有周波数での加速度応答倍率は1.7倍となる。

【参考文献】

- 1) 田村・岡本：岩盤地帯の地震動の最大加速度について、第13回地震工学研究発表会議講演概要，1979.7.
- 2) 岡本舜三：耐震工学，1971.9.

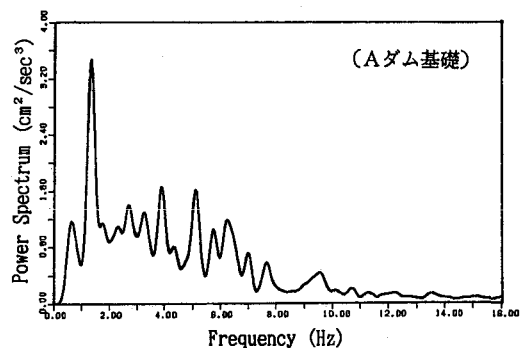


図-4 パワースペクトル

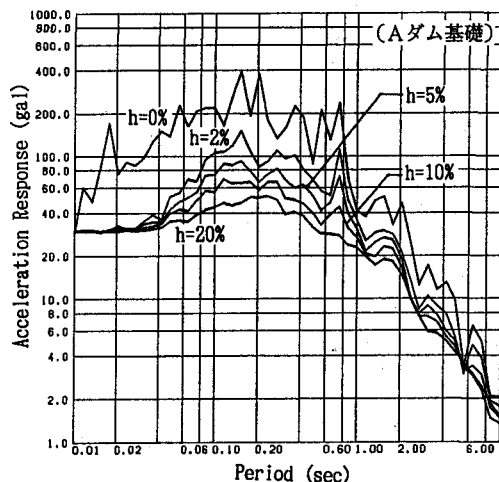


図-5 加速度応答スペクトル

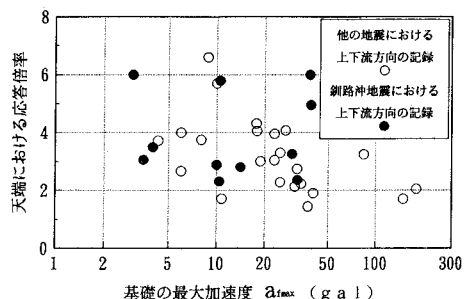


図-2 天端での加速度応答倍率(フィルダム)

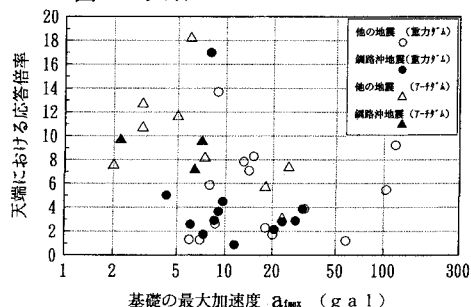


図-3 天端での加速度応答倍率(コンクリートダム)

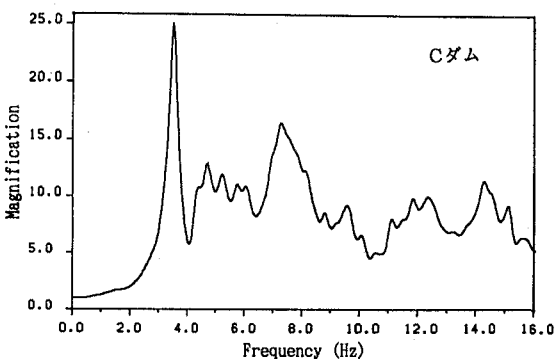
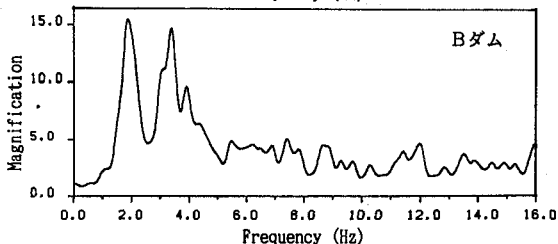
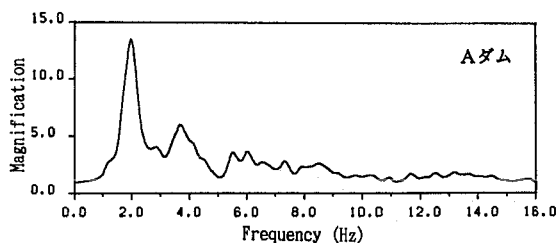


図-6 周波数応答関数