

# あいのの(アース)ダムの地震応答

東北大学工学部

河上房義

同

○ 浅田秋江

同 大学院

柳沢栄司

## (1) まえがき

アースダムの耐震設計には現在震度法の適用されておらず、動的な設計基準のない状態である。しかしアースダムの地震時の安定については、かなり多くの理論および実験的研究がなされており、また実在するアースダムの地震観測も最近各所で行われ、著者達も前に観測結果の一部を報告<sup>(1)(2)</sup>したが、その後更に二三の地震を観測および解析したので、本文にまとめてその結果を報告する。

## (2) 測定および解析

あいののダムは、秋田県横手市南東約8kmにあり、堤高40.8m、堤長133m、堤敷中266m、天端中12mの均一型アースダムであり(図-1)、ダム基礎には風化した頁岩が約10~20mの厚さで堆積している。堤体材料の大部分は粘土から成っている。

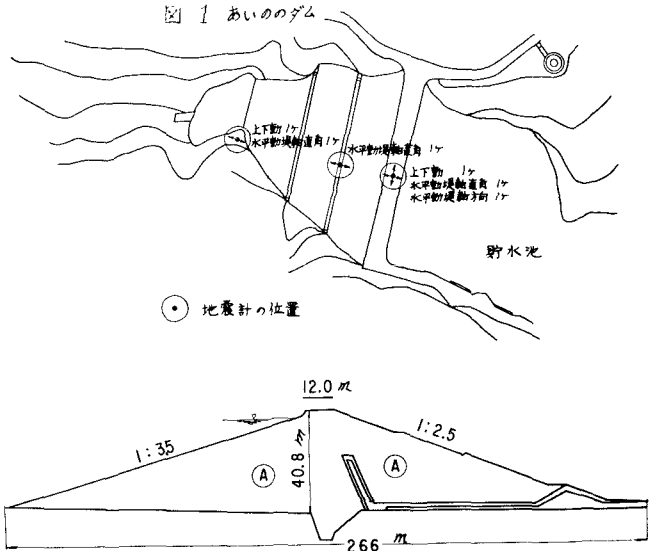
6ヶの地震計(固有周波数3%, 減衰定数 $\beta=11$ , 周波数0.5~20%範囲で加速度に比例する。)を図-1に示すように、堤頂の中央、下流側ノリ面の中段、および基礎の3ヶ所に設置した。記録装置(電磁オシログラフ)には、自動起動器をとり付け、地震時のみ記録できるようにした。

地震記録の解析は、主要動の中4sec間の記録を次式によって、フーリエ解析を行い、加速度スペクトラムを求めた。

$$G\left(\frac{2\pi n}{T_0}\right) = \sqrt{\left(\int_0^T f(t) \cos \frac{2\pi n t}{T_0} dt\right)^2 + \left(\int_0^T f(t) \sin \frac{2\pi n t}{T_0} dt\right)^2}$$

$T_0$  解析区間  $f(t)$ : 地震の加速度  $n$  正の整数

図1 あいののダム



記号	(A)	(B)	(B)	(C)	(D)	(D)	(D)	(E)	(F)
名称	粘土	砂質土	砂質土	砂	(D-D <sub>2</sub> ) (50-50)	小砂利	小碎石	砂利	玉石
15%SIZE	0.002 <sup>mm</sup>	0.02	0.0035	0.20	2.20	1.90	6.00	10.00	—
限界	—	-2.00 <sup>mm</sup>	—	0.15-5.0	1.0-5.0	1.0-10.0	5.0-15	70-250	60-300
数量	263650	38225	20260	33242	8115	—	—	6576	19260

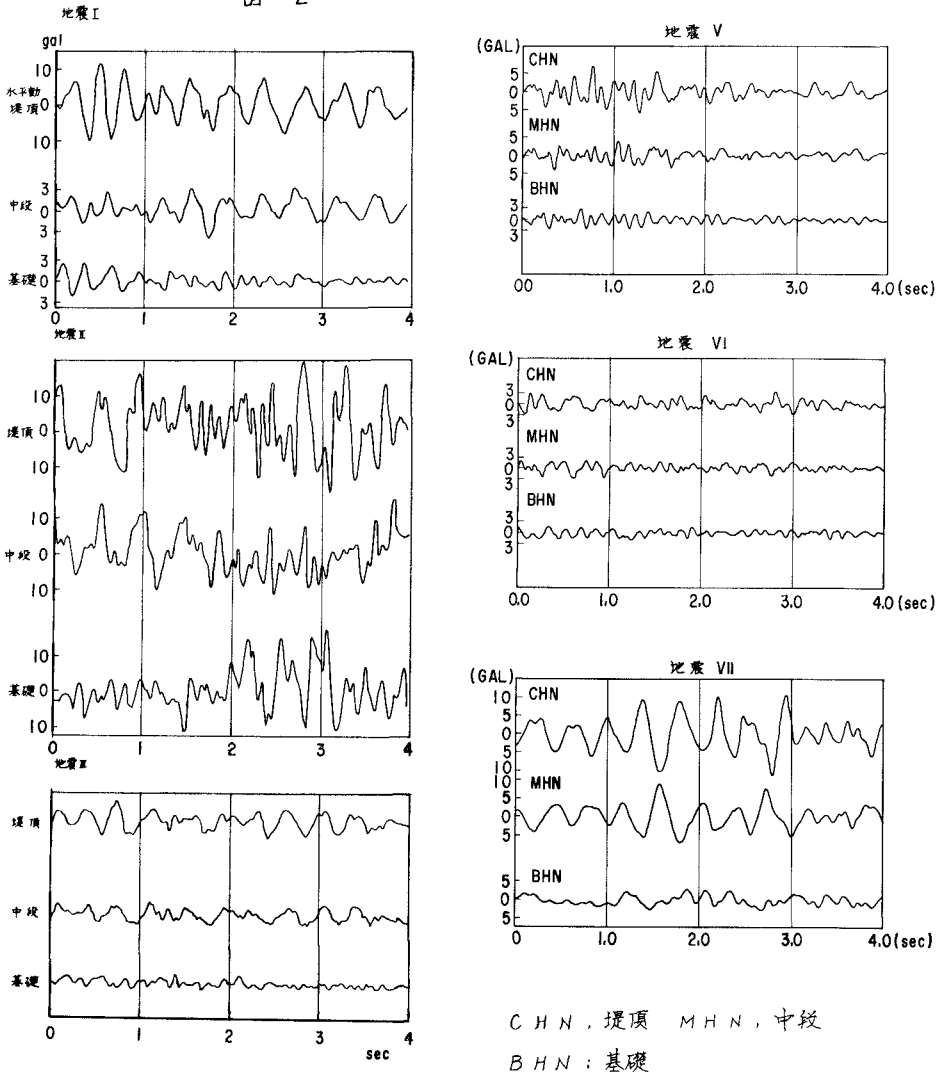
表-1 地震記録

地震番号	発震時	震源位置		震源の震央距離		
		震源地	N	E	深さ(KM)	(KM)
地震Ⅰ	昭和39年11月27日 22時48分17.6秒	新浮梁沖	37.6°	138.4°	40	280
地震Ⅱ	昭和39年12月11日 00時11分23.7秒	男鹿沖	40.4°	138.9°	60	120
地震Ⅲ	昭和39年12月11日 08時31分08.2秒	男鹿沖	40.2°	139.1°	20	100
地震Ⅳ	昭和40年5月16日 14時40分36秒	宮城県 北東部	38.6°	145.0°	30	80
地震Ⅴ	昭和40年5月23日 0時50分	岩手県沖	39.7°	142.1°	40	140
地震Ⅵ	昭和40年5月31日 17時38分	関東沖	35.8°	140.0°	100	420
地震Ⅶ	昭和40年10月26日 7時35分36秒	根室 南東沖	44.1°	145.7°	160	640

(3) 結果および考察

これは観測した地震の震源地、震央距離および震源の深さ等を表-1に示した。また各地震の主要動4sec間の記録を図-2に示している。これらの記録の内、地震ⅡおよびⅢは震央がほぼ同じであるにも拘らず、基礎に達した地震波が全く異っている場合もある。また地震ⅠとⅦの場合のように、震源が異なっているにもかかわらず、基礎に達した波の周期特性がほぼ同じ場合もある。すなわち震源が異なっても、ダム基礎および環体が同じような振動をすることもあり、震央が同じでも振動の状態が異なることがある。

図 2



次に図-2の地震記録について夫々堤頂、中段および基礎の堤軸直交方向の水平動の加速度スペクトラムを図-3に示す。これらのスペクトラムから各地震について卓越する周期を求めると表-2に示す如く、堤頂、中段とともにほぼ0.40~0.44secで卓越する。一方基礎において卓越する周期は地震によって全く異なる。すなわち図-4に示す如く、基礎における卓越周期は震央の遠近によって異なっているが堤体の卓越周期は震央距離には無関係になっている。これは堤体自体一つの固有振動系をもっていることに他ならない。

表-2

地震	位置	卓越周期 (sec)	減衰定数	振動倍率
I	堤頂	0.44	0.03	2.7
	中段	0.44		
	基礎	0.26		
II	堤頂	0.44	0.03	1.2
	中段	0.26		
	基礎	0.14		
III	堤頂	0.40	0.08	5.0
	中段	0.40		
	基礎	0.40		
V	堤頂	0.36		2.3
	中段	0.36		
	基礎	0.31		
VI	堤頂	0.40	0.05	4.0
	中段	0.40		
	基礎	0.19		
VII	堤頂	0.40	0.02	3.3
	中段	0.40		
	基礎	0.57		

よって全く異なる。すなわち図-4に示す如く、基礎における卓越周期は震央の遠近によって異なっているが堤体の卓越周期は震央距離には無関係になっている。これは堤体自体一つの固有振動系をもっていることに他ならない。

図 4

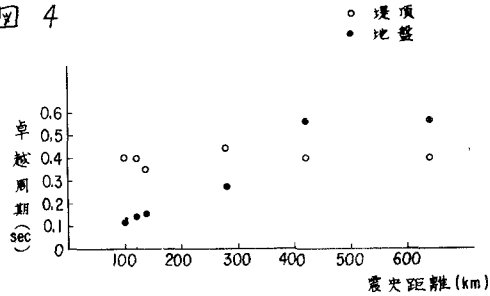
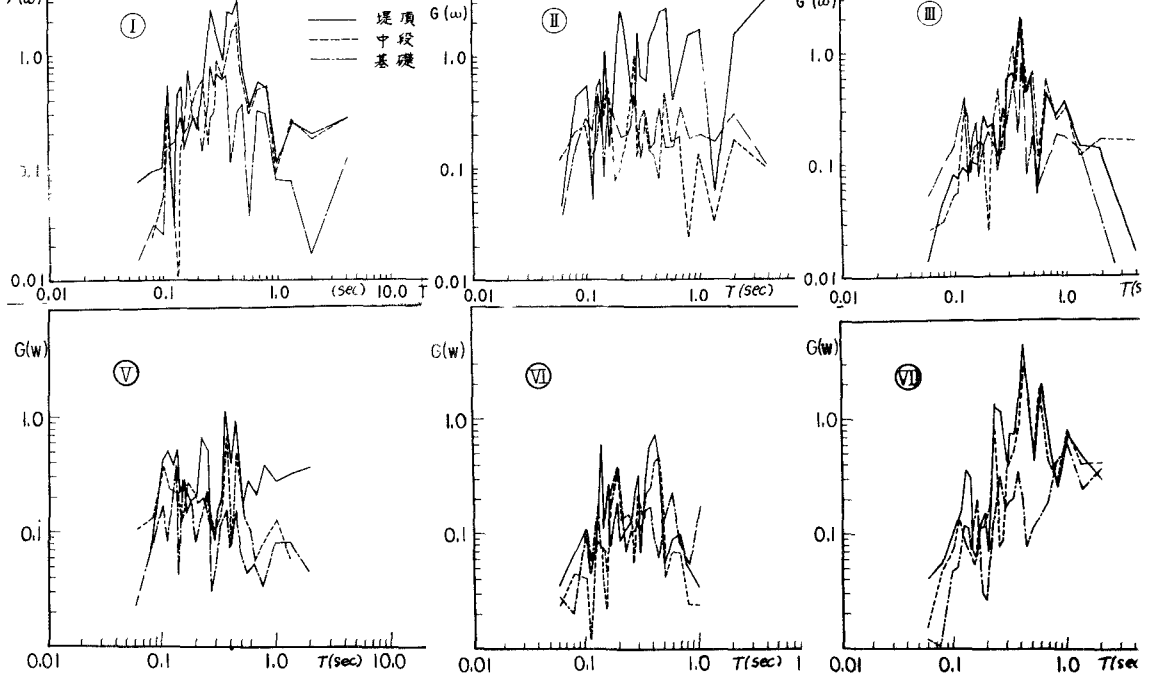
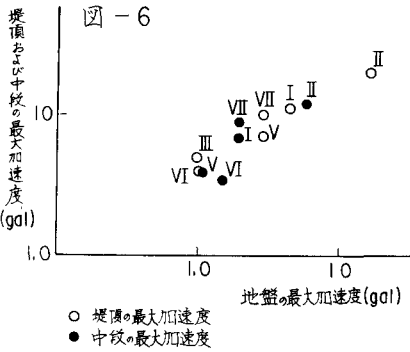
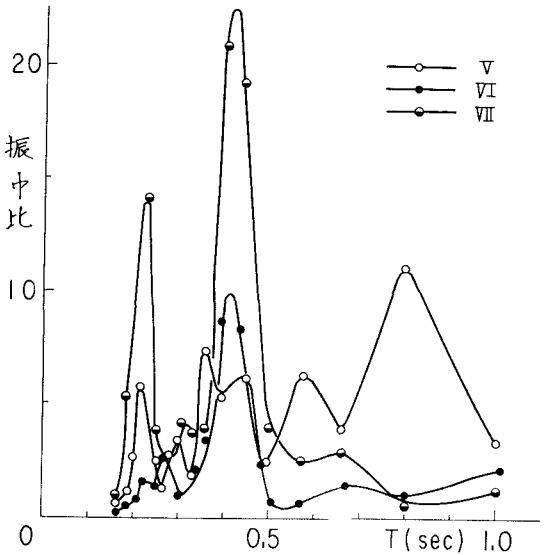
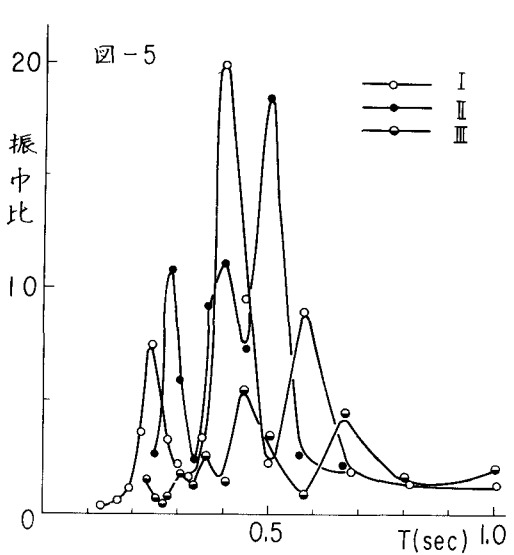


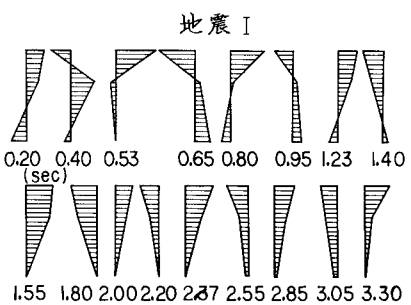
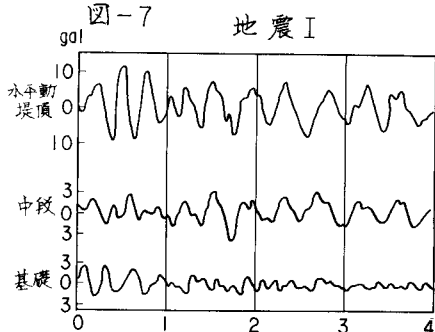
図 3



次に図-3の加速度スペクトラムから基礎に対する堤頂の加速度振中の比をとり(図-5)減衰定数を求めると堤頂では $\alpha = 0.02 \sim 0.08$ (表-2)となる。また図-5をみるとア-システムの振動は高次の振動をも含んでいることがわかる。更に地震記録(図-2)から基礎に対する堤頂の最大加速度の増中率を求めると2~5倍(表-2)になるが、基礎に達した地震の最大加速度が大きくなるにしたがって、堤頂における加速度の増中の割合は小さくなる(図-6)すなわち地震が大きくなると減衰効果が出てくる。



次に地震Ⅰと地震Ⅳの記録より、任意の時間間隔で高さ方向の振中の分布を描くと図-7に示すように定常状態において地震Ⅰでは堤頂と中綫で同位相であるが、地震Ⅳでは堤頂と中綫で逆位相になっている。すなわち同じ程度の加速度、周期特性をもつ地震でも震源の方向が異なることによって、堤体の振動型が異なることがある。



(1) 浅田, 柳沢, 地震に対するアースタムの応答について, 才20回土木学会年次学術講演会講演概要

(2) 河上, 浅田, 柳沢 アースタムにおける軽震の観測と解析, 才2回災害科学講演会論文集, 1965

