

東北大学工学部 正会員 河上 孝義
東北大学工学部 正会員 〇森 孝信

1. まえがき

著者等はここ数年未地震観測によりフィルタイプダムの地震時挙動について研究を行ってきた。ここではそれらの結果の中から気付いた2, 3の点について述べる。

2. 振動性状

図3は相野マダム(アースダム, 秋田県)で観測した地震の自己相関係数の一例を示す。相野マダムの1次固有周期はこれまでの観測により $0.4 \sim 0.45 \text{ sec}$ であることが確認されている。図3では堤体上部の約 $1/3$ 以内ではダムの1次固有周期に近い周期が優勢であるが、堤体下部の約 $1/4 \sim 1/5$ のところでは1次固有周期の約 $1/2$ の周期が優勢である。相野マダムの1次振動モード、入力地震波のスペクトル、および振動模型実験等⁽¹⁾から考え、堤体内でセン断波が重複反射していることも考えられる。

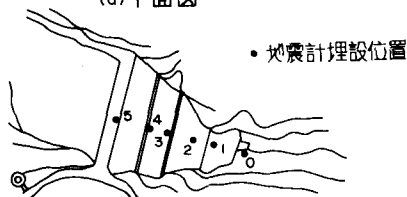
図4は牛野ダム(ロックフィルダム, 宮城県)で観測した地震の自己相関係数の例である。図4(a)の地震 σ_9 は非常に周期的な特性を持っている。この場合には堤体全体がほぼ入力地震波の卓越周期(0.35 sec)で振動しているが、堤頂に近づくに従いダムの1次固有周期(0.26 sec)に近づく(堤頂で 0.30 sec)。一方、入力地震波に周期性が少ない時(地震 σ_7)にはダムの堤頂ではその固有周期で卓越して振動して

あり、ダム中腹では短周期になっている。これらのことは総て堤体内でセン断波が重複反射している為とも考えることができる。

3. 固有周期

図5は著者等が測定した相野マダム、牛野ダム、および煤田ダム(アースダム, 宮城県)を含め、これまでに1次固有周期が明らかにされているダムの堤高と1次固有周期との関係を示したものである。これによるとアースダムとロックフィルダムとは明らかに傾向が異なり、アースダムの1次固有周期 T_1 は $T_1 = 0.065 \sqrt{H}$, またロックフィルダムの1次固有周期は $T_1 = 0.093 \sqrt[3]{H}$ (ここに堤高 H は m 単位で表わし、 T_1 は sec とする)で表わされる。図5に示したこれらの2本の曲線は原典を通るが、実際には堤高の小さいダムの場合ダム基礎地盤の固有周期の影響を強く受けることが考えられる。また、一般に堤高の増加と共に堤長/堤高の比が減少する傾向にあるので、堤高の大きなダムの場合には

図-1 相野マダム
(a) 平面図



(b) 断面図

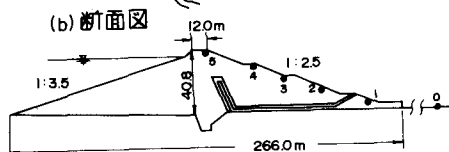
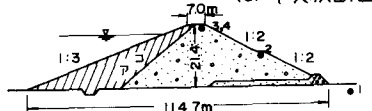
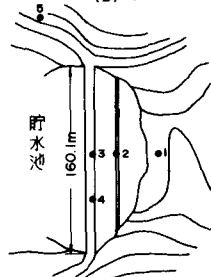


図-2 牛野ダム

(a) 中央横断面図



(b) 平面図



谷の拘束の影響が強くなっていることが考えられる。

地震観測と振動模型実験との結果から、フィルタイプダムでは堤体内でセン断波の重複反射が生じ、セン断振動していると考えられるので、図6のようにフィルタイプダムを有限幅の土層の重なりとして考え、堤体上半部と下半部の断面積の比を1:3、セン断弾性係数の比を1:2としてダムの1次固有周期 T_1 を求めると

$$T_1 = 3.65 \frac{H}{V} \quad (V \text{ はセン断波伝播速度})$$

となる。谷の拘束の影響を考慮する場合には係数を変化させなければならない。

4. 減衰定数

地震観測から求められた減衰定数を表1に示す。表1から判るように減衰定数は堤高にほぼ比例している。このことはフィルタイプダムのように高さに比して底面積が非常に大きな構造物の場合、堤体材料の粘性抵抗による減衰よりエネルギーの地下逸散による減衰の方が

大であることを示している。

この場合減衰定数が堤高に直接比例すると考えないで、谷の拘束の影響も入ったダムの1次固有周期に比例していると考えると一定の比例定数を得、

$$h_1 = 0.28 T_1 \quad (T_1 \text{ は sec 単位を無次元にしたもの})$$

となる。

これらの詳細については講演時に報告したい。

註(1) オク回土質工学研究発表会講演集

図-3 相野々ダムにおける自己相関係数

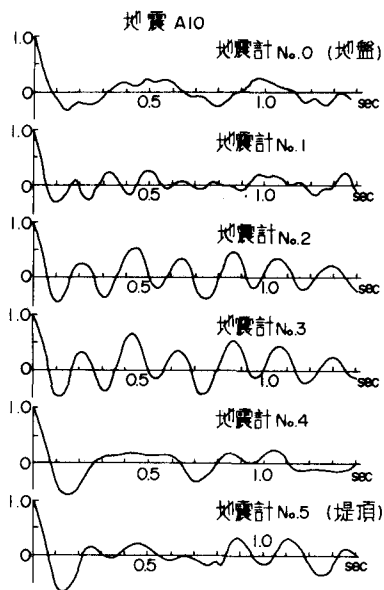


図-4 牛野ダムにおける自己相関係数

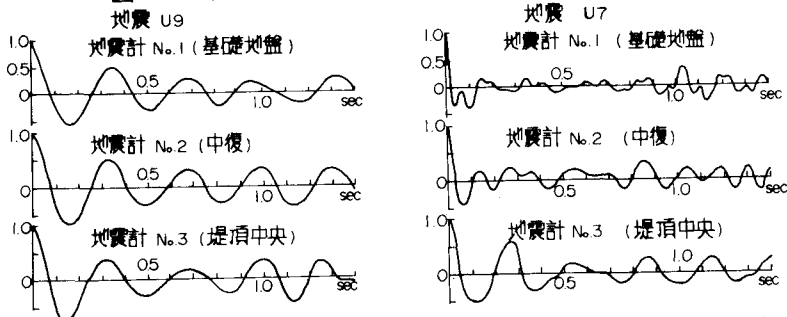


図-5 堤高と一次固有振動周期との関係

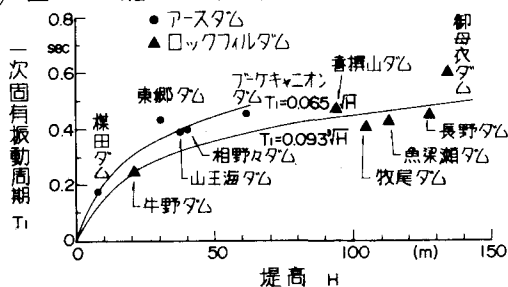


図-6

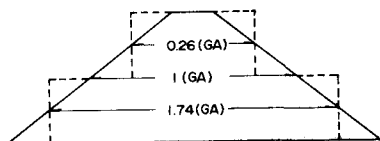


表-1 減衰定数 h_1 の比較

ダム名	堤高	実測値
相野々ダム	40.8m	0.118
牛野ダム	21.4	0.073
山王海ダム	37.0	0.090