

## アスファルトセンターコアをもつロックフィルダムの震度法による耐震性の検討

(アースコア型式及びアスファルトフェーシング型式との比較)

中央大学 片山 恒雄

大成建設 泉 博允

同上 ○ 浜田 政則

### 1. まえがき

近年、アスファルトコンクリートを遮水材としてもつロックフィルダムの建設が多く行われているが、これらのダムの耐震性は未だ十分に検討されていない<sup>(1)</sup>。本報告はアスファルトセンターコア型式のロックフィルダムの耐震性を、アスファルトフェーシング型式及びアースコア型式のロックフィルダムと比較検討したものである。計算は震度法により静的計算で行った。空虚時及び満水時について計算条件を変えて約20通りの解析を行ったが、満水時の場合が空虚時に比較し、よりダムの安定性に問題のある結果を得たので、ここでは主として満水時の結果を述べる。

### 2. 計算条件

計算は有限要素法を用いて、2次元平面歪として解析した。対象としたダムは図-1に示すようなアスファルトセンターコア型式、アスファルトフェーシング型式、及びアースコア型式の3種類のロックフィルダムである。3型式のダムとも、ダム高70.0M、斜面勾配上下流側ともに1:2.5である。アスファルトセンターコアの厚さは上部で0.5M、下部で1.0Mである。アスファルトフェーシング厚さは一律に0.3Mとした。アースコアの厚さは堤頂において8.0M、ダム底部において50.0Mとし、上下流対称形とした。アスファルトセンターコア及びアスファルトフェーシングは曲げ、軸力を受ける線材として取扱った。又、ダムは弾性体として挙動するものと仮定したが、ロックフィル部及びコア部の弾性係数は図-1の別表に示す値とした。ロックフィル部及びアースコア部の弾性係数は深さ方向に変化しており、2,000Kg/cm<sup>2</sup>から3,000Kg/cm<sup>2</sup>の値となっている。この弾性係数の深さ方向の変化は主に次のことを勘案して決定した。

(a)アースコアの上部の弾性係数はアースダム表面の弾性波速度より推定されるものよりやや大きめの値とする。

(b)アースダムの実測作動形は堤体上部での振巾の増加が大きい<sup>(2),(3)</sup>。これと類似の振動形は表面より15M~20Mまでの間でかなり急激に弾性係数が増加するものと仮定しなければ得られない。

(c)ロックフィルダムの深さ方向への変化はアースダムから推定されるものと同じような傾向を示すものと仮定し、さらにモデルの固有周期が同じ位の高さのロックフィルダムの実測周期とほぼ一致しなければならない。

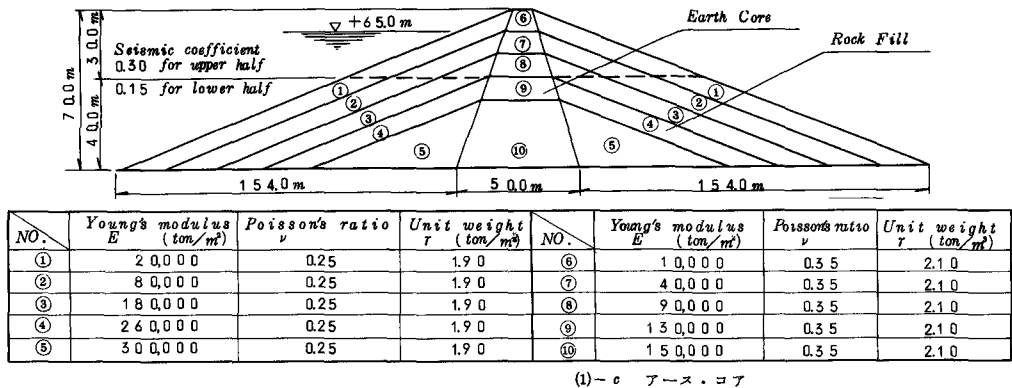
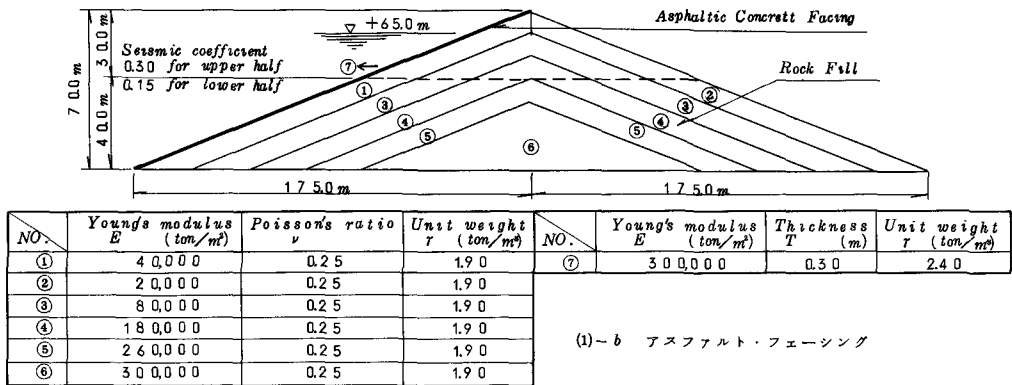
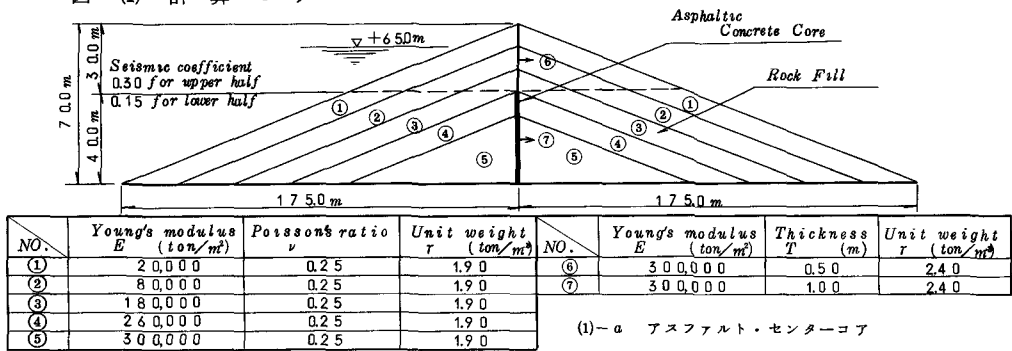
使用した弾性係数の値は、平面歪を仮定した有限要素法計算の結果が実測された固有周期や振動形と比較的よく一致するように決められてはいるが、これが材料の真の弾性係数であるとは言えないであろう。

境界条件としてはダムは底部において完全固定されているものとした。特にセンターコアはダム下端において剛結されているものとして解析したが、コアの下端部においてはある程度の回転変位が生

じるものと思われる。

荷重としては自重、水圧、地震力を考慮した。震度はダム上部において0.3、ダム下部において0.15とした。又地震力の算定においては堤体材料に働く慣性力はかりでなく、間隙水の水平慣性力もダム堤体に作用する外力として考えた。飽和状態にあるロックフィル部の自重はその浮力分だけを差引いた値を鉛直外力として作用させた。水圧については、センターコアの場合、コアの部分に水平に全水圧が作用するものとし、フェーシング型式の場合はフェーシングに直角に全水圧がかかるものとした。又アースコア型式の場合はアースコアの上流面に全水圧が作用するものとした。

図-1(1) 計算モデル



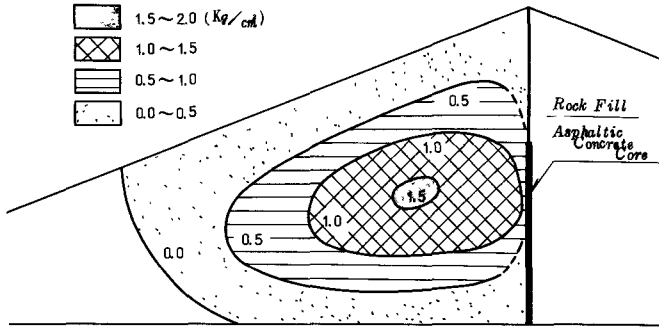
### 3. 計算結果とその考察

ロックフィル部に生ずる最大主応力分布を図-2に示す。アスファルトセンターコア型式及びアースコア型式の場合、コア部分に最大主応力が発生する。アースコア型式の場合、アースコアの上流面に最大主応力が発生する。

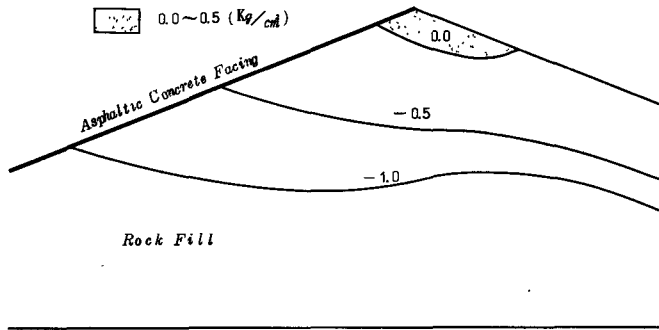
スコア型式では  $1.0 \text{ Kg/cm}^2 \sim 2.0 \text{ Kg/cm}^2$  程度の引張応力が生じている。従来、フィルダムの引張応力は

図-2 最大主応力分布

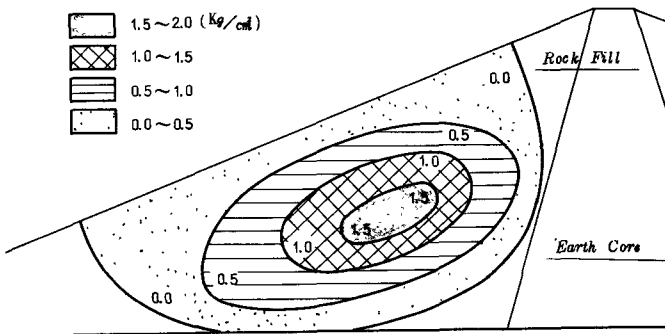
(2)-a アスファルト・センターコア



(2)-b アスファルト・フェーシング



(2)-c アースコア



上流側斜面に発生することが指摘されているが、本計算においては、引張応力の大きい領域はダム内部になっている。この傾向はアスファルトセンターコア及びアースコアに共通している。

これはロックフィル部の弾性係数を深さ方向に変化させたことが原因であると思われる。アスファルトフェーシング型式の場合には堤頂よりやや下流側の斜面に小さい引張領域を生じているが、上流側斜面には引張領域を生じていない。これはフェーシング型式においては他の二型式と異り、水圧の鉛直外力としての成分が大きいことが主な理由である。又、アスファルトコンクリートの弾性係数がその下のロックフィルの弾性係数に比較して相当大きいので、アスファルトフェーシングが膜として引張応力を分担することも一つの原因である。

センターコア型式及びフェーシング型式においてアスファルトコンクリートに生ずる応力を表-1に示す。センターコア型式においては空虚時及び満水時ともに自重による圧縮応力が曲げによる引張応力よりも大きい。

フェーシング型式では満水時地震において最大引張応力  $6.4 \text{ Kg/cm}^2$  が発生している。

アスファルトセンターコア型式の地震力と水圧力による変位図を図-3に示す。

又各型式の堤頂における変位を表-2に

示す。地震力のみを考慮した場合、アースコア型式がもっとも大きな堤頂変位を生じ、 $2.0 \text{ CM}$  である。これはアースコア部の弾性係数がロックフィル部の弾性係数よりも小さいためである。フェーシング型式では地震力により  $1.5 \text{ CM}$ 、水圧及び自重を含めた場合でも  $1.6 \text{ CM}$  であり、他の2型式に比較し、堤頂変位は小さい。水圧がフェーシングに直角に作用することが原因であり、水圧により堤頂の水平変位はほとんど生じていない。

表-1 アスファルトコンクリートの応力 (Kg/cm<sup>2</sup>)

	センターコア型		フェーシング型
	曲げによる引張	自重による圧縮	フェーシングの最大引張
地震力のみ	1.9	0.0	3.3 (中腹)
空虚時地震 (地震力+自重)	1.8	- 2.6	3.7 (堤頂付近)
満水時地震 (地震力+水圧+自重)	4.6	- 7.8	6.4 (下端) 3.7 (堤頂付近) 4.1* (下端) 3.2* (堤頂付近)
備考	曲げによる引張、自重による圧縮ともにコアの下端で最大。せん断力は小さい。		* せん断力、曲げモーメントともに小さい。 フェーシング下のEは入念な施工のために下流側のり面付近のEの2倍であると仮定。

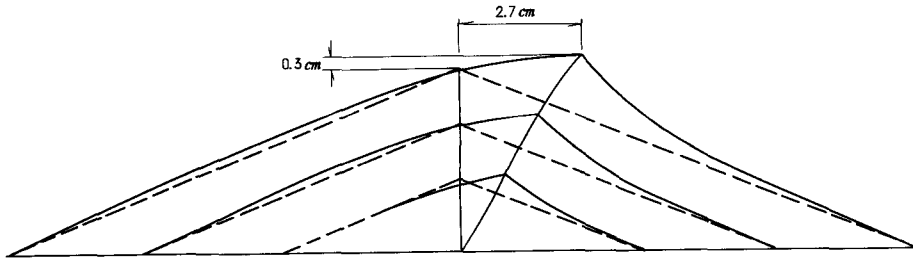
表-2 堤頂の変位 (単位 cm)

水平は下流側 + 鉛直は上方 +

	地震力のみ		地震力+水圧+自重	
	水平	鉛直	水平	鉛直
センターコア型	1.8	0.0	2.7	- 1.4
アースコア型	2.0	0.3	2.7	- 2.4
フェーシング型	1.5	0.0	1.6	- 1.9

\* この場合は堤頂 (巾8 m) の中央

図-3 センターコア 地震力+水圧による変位



#### 4. 結論

- (1) ロックフィル部に生ずる応力に関しては、引張応力の大きさもその生ずる領域も小さいフェーシング型式が、他の二型式に比較し有利である。
- (2) アースコア型式とセンターコア型式における最大主応力分布は類似しており、ダム内部に 1.0Kg/cm<sup>2</sup> ~ 2.0 Kg/cm<sup>2</sup> 程度の引張応力領域が発生している。このような内部に発生する引張応力が直接ダムの破壊に結びつくとは思われないが、現在の解析結果だけで結論を下すことは出来ない。
- (3) 曲げによってアスファルトセンターコアに生ずる引張応力は自重による圧縮応力よりも小さく、全体としてコアには引張応力は生じない。
- (4) アスファルトフェーシングに生ずる最大の引張応力は、頂部において 4.0 Kg/cm<sup>2</sup> 趾部において 6.5Kg/cm<sup>2</sup> 程度である。

#### 参考文献

- (1) 片山恒雄、浜田政則：アスファルトコンクリートコアを有するロックフィルダムの震度法による弾性解析 (第3回日本地震工学シンポジウム, 1970)
- (2) 河上房義、浅田秋江、森芳信：アースダムの地震応答特性 (第3回日本地震工学シンポジウム, 1970)
- (3) 岡本舜三、田村重四郎：ロックフィルダムの安定性 (ダム技術講演討論会テキスト, 1970)
- (4) 田村重四郎：フィルダムの耐震性について (土木構造物の新しい設計法, 1970)