

大成建設	正員	泉 博允
関西電力	正員	坪田健一
大成建設	正員	亀村勝美

1. まえがき

アスファルトコアダムは堤体内に遮水壁として加熱混合アスファルトコンクリートを用いる形式のダムで、ヨーロッパを中心に二十数例を数えるようになり、現在、香港では2つの100m級ダムが建設中である。アスファルトコアダムの特長としては、アスファルトコアの変形特性により、ダム本体の沈下や基礎地盤の沈下に対して順応しやすく、コアの自重による下向きの力が水密性に対して有効に作用する点、また、コア自体の施工は鉛直施工であるので、小規模で施工法も比較的簡単であり、気象条件にも比較的左右されない点、および、土質コア型ダムでは築堤中に発生する過剰間げき水圧が問題となるが、アスファルトコアダムでは問題とならず、早期湛水も可能であるといった点があげられる。我国でも最近これらの特長を生かし、この形式のダムの建設計画が進められている。地震国として我国では耐震検討を十分行なわなければならないが、まだこのアスファルトコアダムについてはほとんど検討されていない。著者等はこの形式のダムの安全性について数値解析および材料実験によって、検討を行なったのでその結果を報告する。

2. 数値解析

アスファルトコアダムの地震時の安全性の検討を2次元有限要素法を用い、修正震度法により行った。ここで想定したアスファルトコアダムは図-1に示すようにダムの高さは50m、上流側および下流側の斜面勾配はそれぞれ、1:2.3、1:1.8、天端幅は10m、アスファルトコア幅は0.5m、トランジションゾーンはアスファルトコアの上下流両側にそれぞれ2mとした。余裕高さは4mとし、満水位は+4.6mとした。解析に用いたロックフィルおよびアスファルトコアの物性値を表-1に示す。

ロックフィルの動的弾性係数は、下小鳥ダム、喜撰山ダム、本沢ダム、山王海ダム(アースフィル)の弾性波探査および上下流方向の一次振動周期等を用いて、図-3に示すように、 $E_d = 650 \cdot h$ とした。ロックフィルの動的ポアソン比は上流側で0.45、下流側で0.35とした。単位体積重量は、上流側ではロックフィル内の間げき水も地震時に慣性力を受けると仮定して、飽和重量 2.31 t/m^3 を用い、下流側では乾燥重量 2.10 t/m^3 を用いた。一方、アスファルトコアの動的弾性係数は常時満水時に、アスファルトコアが受ける拘束圧が高さ方向に異なる点、および地震時に作用するせん断応力の大きさも異なることを考慮して、動的三軸試験結果より図-4に示すように、ダム天端で 1625% 、ダム底部で 20000% の分布とした。アスファルトコアの動的ポアソン比は周辺ロックフィルに左右されるものとし、下流側のロックフィルと同じとした。なお単位体積重量は 2.40 t/m^3 である。

修正震度法の解析での基盤の水平加速度は 150 gal とし、水圧と同一方向に作用するものとした。加速度の高さ方向の分布はダムの上下流方向の一次振動モードの形状と同じとし、天端での増幅率が3倍(450 gal)5倍(750 gal)の場合について検討した。

3. 解析結果

修正震度法の結果、地震時にダム天端の水平変位は天端での水平加速度が 450 gal の場合 1.69 cm 、 750 gal の場合 2.57 cm であり、両者とも上流側ロックフィルに引張り応力が生じた。これらの引張り応力の最大値はそれぞれ、 0.65% 、 1.48% である。図-5にこれらの応力図を示す。堤体材料が引張り応力に抵抗できない材料であることを考慮し、No-Tension解析法による検討をそれぞれの場合について行った。天端での水平加速度が 450 gal の場合には天端の変位が 1.69 cm から、 2.95 cm と増大したが、堤体は安定であった。しかし、 750 gal の場合には安定しない結果となった。天端の水平加速度が 450 gal の場合のアスファルトコアの応力状態を次に示す。常時満水時の応力を重ね合わせると、ダム底部では $\sigma_1 = -1.52\%$ 、 $\sigma_3 = -6.59\%$ 、 $\tau_{\max} = 2.53\%$ であり、No-Tension解析を行なうと、 $\sigma_1 = 0.33\%$ 、 $\sigma_3 = -4.68\%$ 、

$\tau_{max}=2.51\%$ となり、セン断応力の増大はなく、拘束圧が減少する傾向を示した。また地震力のみによってアスファルトコアが受ける最大セン断応力はダム底部において生じ、 1.96% である。一方これらの応力状態を、動的三軸試験で再現した結果、アスファルトコアは地震時応力に対して、安全であることが確認できた。

4. 結論

修正震度法によって、アスファルトコアが地震時に受ける応力を算定し、堤体が安定する範囲においてはコアは安全であることが動的三軸試験によって確認できた。しかしながら、この解析では2次元弾性解析であり、3次元的な検討および、フィル材料の動的非線形性の考慮も今後必要であると思われる。

参考文献) (1) 伊藤 「アスファルトコアダム」 発電水力 No.126, 1973.9
 (2) 片山、浜田、泉 「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」 第11回地震工学研究発表会 1971
 (3) 原田、坪田 「アスファルト・コンクリートを内部しゃ水材として用いたフィルダムの安全性に関する検討」 発電水力 No.140, 1976.1

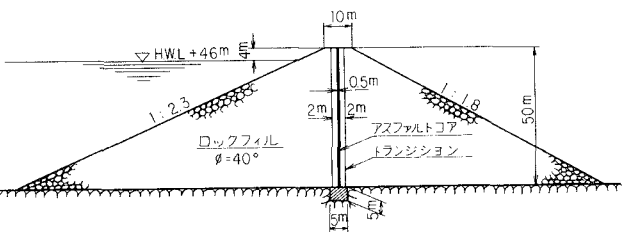


図 - 1 アスファルトコアダムの断面形状

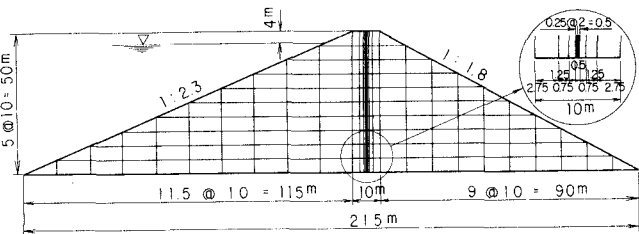


図 - 2 有限要素分割図

材質 物 性	ロックフィル		アスファルト コア
	上流側	下流側	
単位重量(t/m ³)	2.31	2.10	2.40
弾性係数(kg/cm ²)	650・h	650・h	1625~ 20000
ポアソン比	0.45	0.35	0.35

表 - 1 物性値

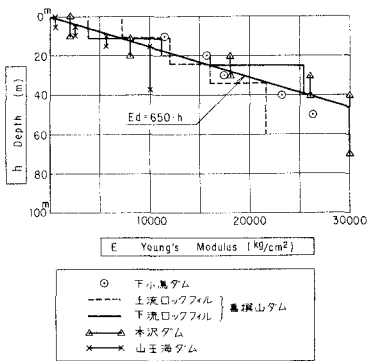


図 - 3 ロックフィルの動的弾性係数

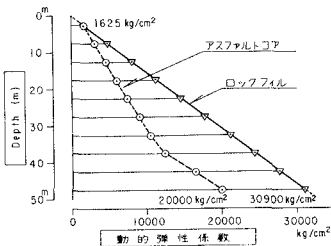


図 - 4 アスファルトおよびロックフィルの動的弾性係数の分布

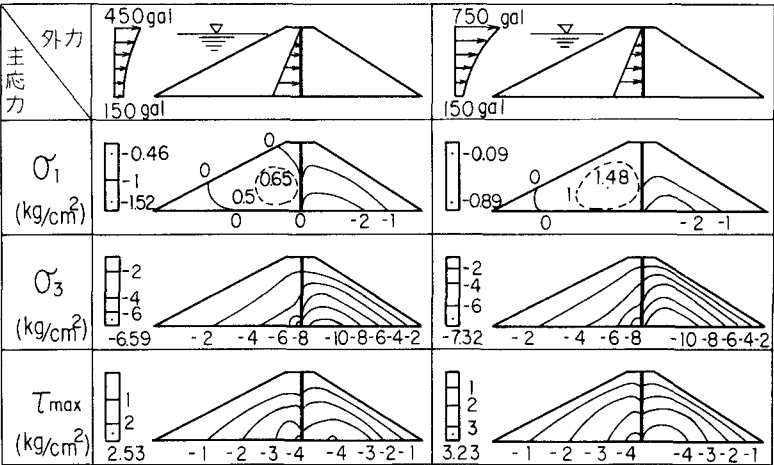


図 - 5 修正震度法による地震時主応力図