

低温時のアスファルト表面遮水型土構造物の地震時応答と遮水壁の安定性評価

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○小木曾 隆明  
 芝浦工業大学 正会員 岡本 敏郎

1. 研究背景及び目的

アスファルト表面遮水壁はロックフィルダム、溜池、管理型の処分場等多くに使用されている。地震が発生した場合、遮水壁の安定性は変形によって評価されるが、アスファルト混合物は低温時には脆性的になり、変形しにくくなる。そのため、破断ひずみは温度が低くなるにつれて小さくなり、破壊を起こす可能性が高くなる。そこで本研究では、アスファルト表面遮水型土構造物の地震応答解析を行い、低温時に発生するアスファルトのひずみを検討し、遮水壁の安定性について評価することを目的とする。

2. 解析概要

地震応答解析は、「Super FLUSH」を用いて2次元 FEM 等価線形解析を行った。解析モデル(図1)は、堤高50m、斜面勾配は2.5割勾配とし、貯水池側にアスファルト表面遮水壁を有するモデルとした。解析条件は、貯水を考えない堤体のみのケースと水位30m及び45mの3ケースについて、それぞれ入力加速度を変化させて検討した。貯水ケースでは、遮水壁と水の間ジョイント要素を設け、水の変形が遮水壁の変形に影響しないようにした。

地震応答解析の入力物性を表1に示す。解析では、堤体ロック、トランジションに関しては、深さ及び水の有無により異なる物性を入力した。初期せん断剛性は、自重解析により求められる平均主応力を実験式に代入し求めた。ひずみ依存性は、安山岩質ロック材料の三軸試験の結果を使用し、試験結果の不足部分は非線形モデルを参考に補った。

解析に用いた地震波形を図2に示す。兵庫県南部地震時に箕面川ダム基礎において観測された水平方向波の波形を利用し、最大加速度を100~300galまで変化したものを地震応答解析に用いた。

3. 解析結果

解析結果は、遮水壁の全ての要素についてまとめた。ここではその一例を示す。まず、地震応答解析におけるアスファルト表面遮水壁の最大及び最小主応力の結果を図3に示す。最大主応力が大きく変動している時、最小主応力はほぼ零であり、反対に最小主応力が大きく変動している時は、最大主応力がほぼ零であり、圧縮と引張が交互に繰返し作用していることが分かる。

主ひずみの方向に関しては図4に示す。主ひずみの方向は、キーワード 動的解析、アスファルト表面遮水壁、低温

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-8360

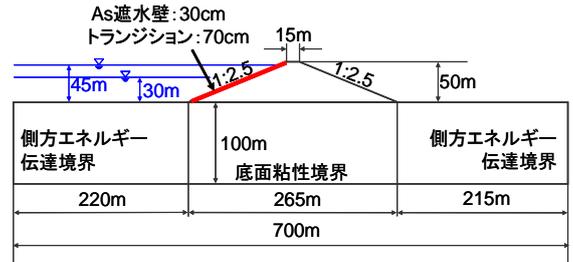


図1 FEM解析モデル

表1 地震応答解析に用いた入力物性

	堤体ロック トランジション	基礎地盤	アスファルト (-10℃)	水
密度 (kN/m <sup>3</sup> )	19.6	24.5	22.54	9.81
G <sub>0</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	2.81 × 10 <sup>5</sup> × (σ <sub>m</sub> /σ <sub>m0</sub> ) <sup>0.42</sup>	2.52 × 10 <sup>6</sup>	2.06 × 10 <sup>6</sup>	1.0 × 10 <sup>2</sup>
G/G <sub>0</sub> ~ γ	実験値に基づき 若干修正	—	—	—
h ~ γ	—	3%	1%	1%
ポアソン比	0.375 × 0.006z <sup>0.58</sup>	0.30	0.20	0.49

σ<sub>m</sub>:平均主応力 σ<sub>m0</sub>=100kN/m<sup>2</sup> z:深さ(m)

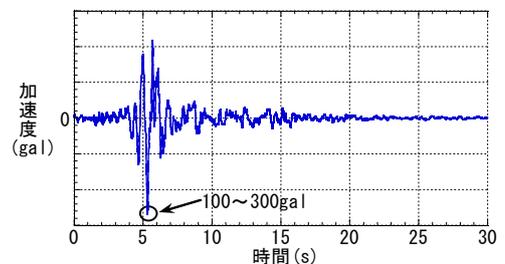


図2 入力波形

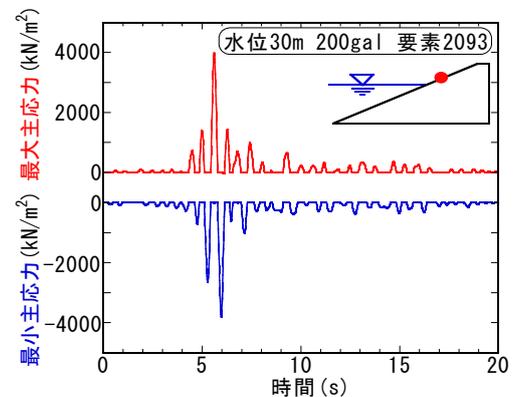


図3 遮水壁の最大及び最小主応力

ほぼ全ての要素で斜面方向に沿い一定であった。またアスファルト混合物は、ひずみ速度が速くなるに伴い破断ひずみが小さくなり、さらに破断ひずみは引張の方が圧縮よりも1オーダー近く小さいため、引張となる最小主ひずみに着目する必要がある。そこで解析より求めた最小主ひずみと引張試験結果を基にした推定式から求めた破断ひずみとの比較を行い、**図5**にその結果を示す。破断ひずみは、水中の要素では0℃、水に接しない要素では-10℃に設定し、水中にある場合とない場合で異なる破断ひずみで比較を行った。最小主ひずみが破断ひずみを越えている部分は、入力加速度が大きい部分であり、ひずみが入力加速度に影響されていることが分かる。

**4. 遮水壁の安定性評価**

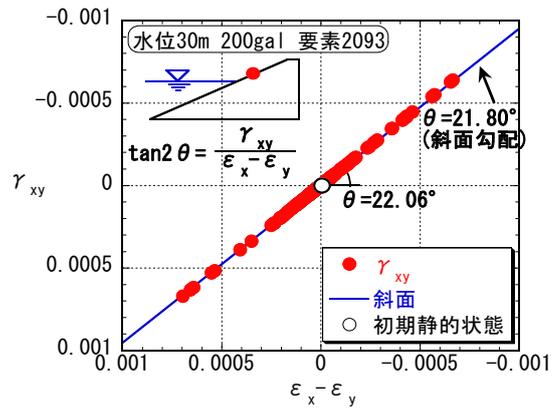
**図6**は、遮水壁の各要素の最小主ひずみの最大値と要素の位置関係を堤高で示したものである。貯水の有無に関係なく、35m付近のひずみが最も大きくなっているが、その値は貯水の有無によって変化している。水中部は貯水により堤体の有効応力が増大し、その結果、堤体の剛性は大きくなると考えられる。そのため、水圧が大きくなる程、遮水壁のひずみは小さくなっているが、水位30mの場合、湛水面より若干上部において遮水壁のひずみは最大となり、貯水がないケースよりもひずみが大きくなっている。

次に入力加速度とアスファルト表面遮水壁全長に対し、破断ひずみを越えた要素の割合を**図7**に示す。貯水がないケースでは、入力加速度が120galを超えると最小主ひずみが破断ひずみを越える割合が急増した。貯水ケースでは、貯水がないケースに比べ、入力加速度が120~140galの部分で破断ひずみを越える要素の割合は減っている。しかし、さらに入力加速度が大きくなると、破断ひずみを越える要素の割合は、貯水に関係なくほぼ一定となる。そのため、入力加速度が130galまでは、貯水が遮水壁の安定性を上げると考えられるが、入力加速度が150galを越えると、遮水壁の安定性は貯水の影響をほとんど受けない。この時、湛水面以下でも破断ひずみを越える要素があるため、水が堤体内に浸入する可能性がある。

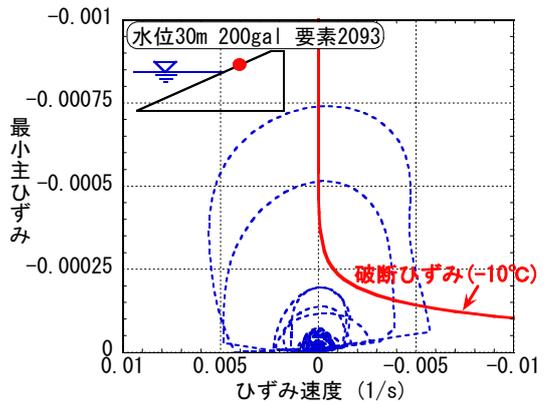
**5. まとめ**

入力加速度、貯水の有無といった条件の違いが遮水壁の安定性に与える影響について、遮水壁に発生するひずみを用いて評価することができた。今後はアスファルトの設定温度の検討や、入力物性について詳細な検討を行い、解析の精度を上げていく必要がある。

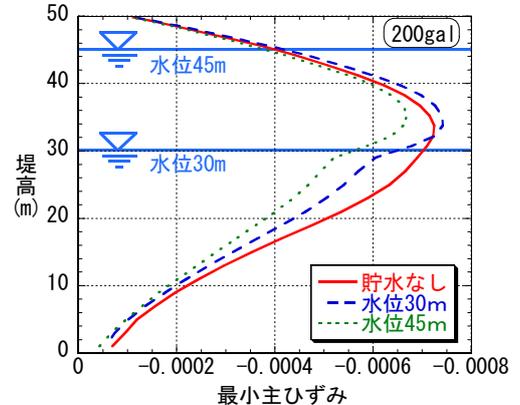
**参考文献**・岡本敏郎, 栃木均, 西内達雄 (2002) : 大型繰返し三軸試験による新鮮な安山岩質ロック材料の動的変形・減衰特性-初期せん断応力の影響および応力誘導異方性を考慮した評価、電力中央研究所研究報告平成13年12月



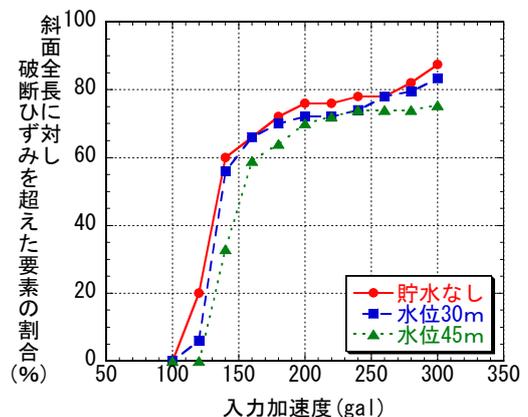
**図4** 遮水壁の  $\epsilon_x - \epsilon_y \sim \gamma_{xy}$  関係



**図5** 遮水壁のひずみ速度～最小主ひずみ



**図6** 遮水壁の最小主ひずみの最大値～堤高



**図7** 加速度～破断ひずみを越えた要素の割合