

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	O2-他-F-19-0027_改0
提出年月日	2021年4月28日

盛土物性値の解析上の取扱い等に関する説明方針について  
(コメントNo.108への回答方針)

説明項目	説明内容	関連コメント	説明時期
<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土の動的変形特性設定の妥当性 (大ひずみ領域における骨格について静的三軸試験結果から設定していることの妥当性)</li> <li>盛土の強度設定の妥当性 (大ひずみ領域においても現設定の強度を適用することの妥当性)</li> </ul>	解析上の発生ひずみの確認 <ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤, アクセスルート, 屋外重要土木構造物(代表施設)を対象として, 基準地震動<math>S_{sl}</math>によって発生するひずみを確認し, 試験ひずみとの関連を説明</li> </ul>	73	次回(5月)
	動的変形試験のデータ取得範囲を超える領域での盛土の状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>試験終了時の供試体の状況, 応力履歴曲線, 液状化強度試験等から, データ取得範囲を超えても供試体が破壊していないことを説明</li> <li>あわせて, 大型三軸試験の計測可能範囲等, 大ひずみを計測できない理由を説明</li> </ul>	—	次回(5月)
	既往文献による動的変形特性設定の考え方 <ul style="list-style-type: none"> <li>参考文献を追加した上で, 全応力解析において動的変形特性を下げた場合には土圧が低減すること, また有効応力解析の結果と比較することにより全応力の保守性を担保する考え等, 動的変形特性の設定及び強度設定の妥当性を説明</li> </ul>	99	次回(5月)
	すべり安定解析(等価線形解析)における動的変形特性の影響 <ul style="list-style-type: none"> <li>アクセスルートを対象として, 動的変形特性を変化させた場合にすべり安全率にどのような影響が出るかを説明</li> <li>当該アクセスルート斜面については, 島根2号の周辺斜面の審査を反映し, 有効応力解析を実施し, 等価線形解析によるすべり安全率の妥当性確認を別途実施予定。</li> </ul>	—	次回(5月)  有効応力解析は次々回アクセスヒア予定(7月)

説明項目	説明内容	関連コメント	説明時期
<ul style="list-style-type: none"> <li>有効応力解析の妥当性 (液状化強度試験の再現性) (地下水位以浅の盛土の動的変形特性設定の妥当性)</li> </ul>	液状化強度試験の要素シミュレーション <ul style="list-style-type: none"> <li>解析の設定として女川の液状化強度試験結果(繰返し軟化)を再現できていることを確認</li> </ul>	—	次回(5月)
	二次元解析による繰返し軟化の再現 <ul style="list-style-type: none"> <li>二次元有効応力解析の結果として女川の液状化強度試験結果(繰返し軟化)を再現できていることを確認</li> </ul>	—	次回(5月)
	二次元解析による動的変形特性の影響確認 <ul style="list-style-type: none"> <li>小ひずみ領域に合わせた設定(動的変形試験に合わせた設定)と大ひずみ領域に合わせた設定(現状のFLIPの設定)により設計結果への影響を比較し、有効応力解析による耐震評価では液状化強度特性が支配的で動的変形特性が設計結果に及ぼす影響は小さいことを説明(代表:防潮堤鋼管式鉛直壁一般部)</li> </ul>	106	次回(5月)

### 関連指摘事項一覧

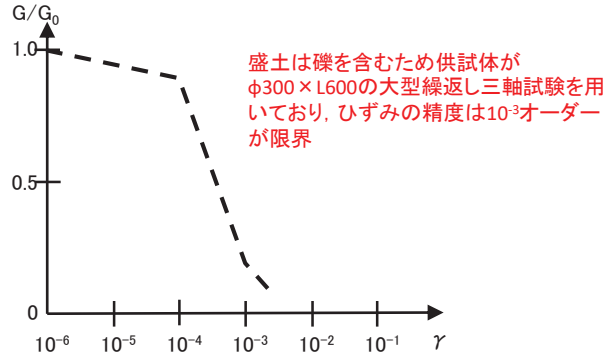
No.	指摘日	コメント内容
108	2021/3/31	G/G <sub>0</sub> - $\gamma$ 曲線における試験データの提示がない範囲について、有効応力解析、全応力解析及びすべり安定解析における解析上の取扱い及び設計結果に及ぼす影響を説明すること。
73	2020/10/2	盛土の動的変形特性に対して、実際の解析ひずみレベルを追記したうえで、試験ひずみとの関係性や近似曲線の適用性を説明すること。
99	2021/2/15	盛土の動的変形特性における大ひずみ領域での骨格について、静的三軸試験結果から設定していることの妥当性を整理して説明すること。
106	2021/3/24	盛土の大ひずみ骨格の妥当性確認を1次元等価線形解析で検証していることについて、非線形解析による影響の観点も踏まえて整理して説明すること。

# 1. 設置許可における盛土物性の説明

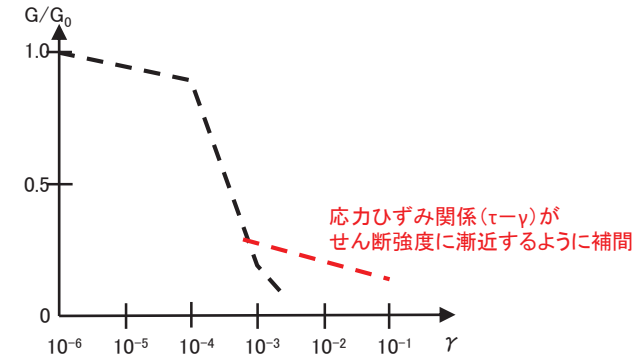
## 設置許可の地盤安定性評価の前提条件

- 設置許可における基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価(3条)については、審査ガイドにより動的解析によるすべり安全率が許容限界を上回ることが要求されている。
- すべり安全率 $F_s = (\text{抵抗力}) / (\text{滑動力}) = \Sigma(\text{地盤の強度} \times \text{すべり線長さ}) / \Sigma(\text{発生せん断応力} \times \text{すべり線長さ})$
- せん断応力は大型繰返し三軸試験結果を基に設定する動的変形特性から評価される。
- 強度は大型三軸圧縮試験を基に評価される。

A) 動的変形試験に基づくせん断応力の評価

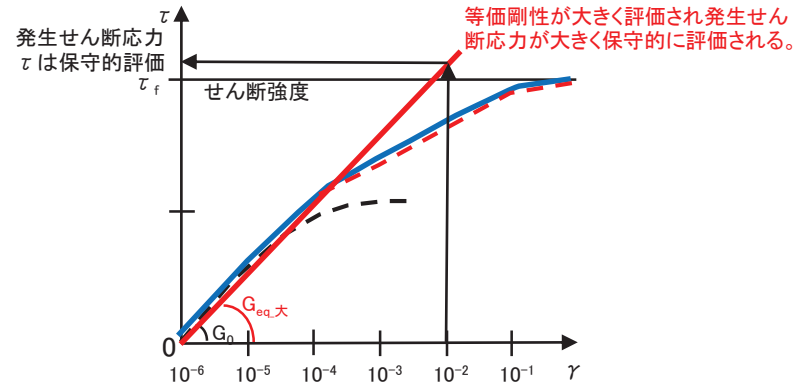
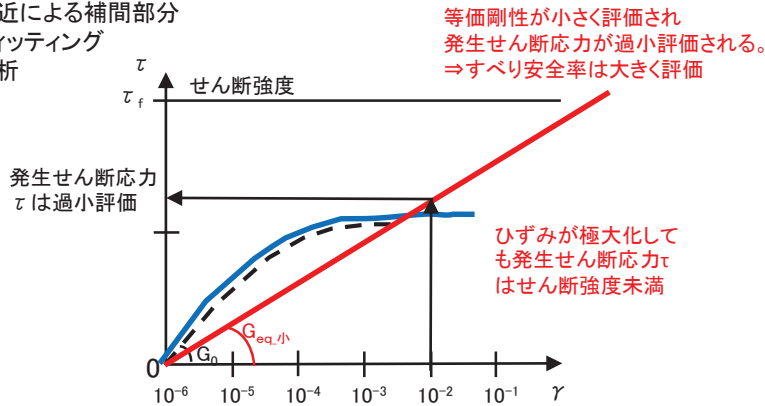


B) せん断強度に漸近するよう補間したせん断応力の評価



グラフ凡例

- 室内試験結果
- - - 静的強度漸近による補間部分
- 解析用のフィッティング
- 等価線形解析 (等価剛性)



- 動的変形試験に基づき動的変形特性を設定すると、発生せん断応力が過小評価され危険側の評価となるため、大ひずみ領域でせん断強度までせん断応力が発生するよう補間し、保守的な発生せん断応力を用いて評価する。

## 2. 解析手法毎の盛土の動的変形特性のフィッティング方法

解析手法	等価線形解析	時刻歴全応力解析	時刻歴有効応力解析
代表構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置許可の地盤安定</li> <li>• アクセスルート斜面安定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 海水ポンプ室</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防潮堤</li> </ul>
動的変形特性 ( $G/G_0 \sim \gamma$ ) のフィッティング方法	補間した剛性をひずみ毎に離散点として入力 (離散点間を自動補間)	補間した剛性をGHE曲線でフィッティング (GHE曲線: 任意の近似双曲線) 設置許可で説明した動的変形特性と同じ	静的強度漸近のHD曲線でフィッティング (HD曲線: 2パラメータの双曲線)
$G/G_0 \sim \gamma$ 関係			
$\tau \sim \gamma$ 関係			

### グラフ凡例

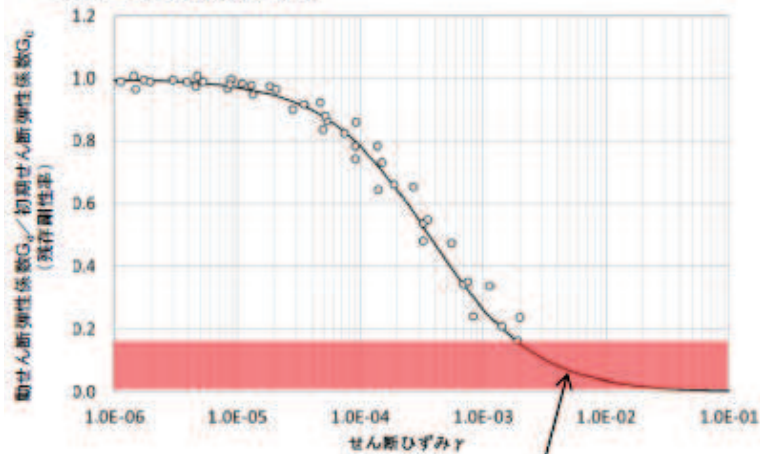
- 室内試験結果
- - - 静的強度漸近による補間部分
- 解析用のフィッティング
- \* 離散点(等価線形解析)

2. 解析用物性値に関する補足 2.5 盛土他の解析用物性値

2.5.4 動的変形特性（残存剛性率が小さい領域の補間）

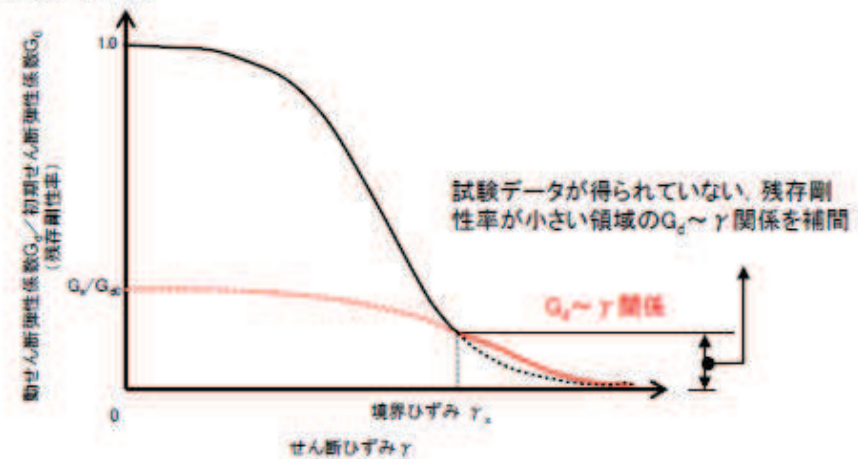
- 動的変形特性の設定に用いる繰返し三軸試験等の試験範囲は、せん断ひずみで $10^{-3}$ ~ $10^{-2}$ 程度が限界。
- 断層及びシーム、盛土では、残存剛性率が小さい範囲のデータが得られていないため、骨格曲線（応力~ひずみ関係）が三軸圧縮試験等から算定される静的強度に漸近するように補間した。

■ 盛土の動的変形特性



残存剛性率 ( $G_d/G_0$ ) 約20%未満は試験データが得られていない

■ 補間の考え方



【 $G_d \sim \gamma$  関係の補間方法】

骨格曲線（応力~ひずみ関係）が、三軸圧縮試験等から得られたせん断強度  $\tau_f$  に漸近するように、双曲線形式で次式により設定。

$$G_d/G_0 = 1/(1+\gamma/\gamma_m)$$

$$\gamma_m = \tau_f/G_0$$

$$G_0 = E_s/2(1+\nu_s)$$

ここで、

- $\tau_f$  : せん断強度
- $E_s$  : 静弾性係数
- $\nu_s$  : 静ポアソン比

