

斜面の地震時安定性に関する遠心場振動実験

東京電力（株） 正会員 ○大津 仁史，曾良岡 宏
東電設計（株） 正会員 北爪 貴史，佐藤 正行

1. はじめに

斜面の耐震安定性評価に性能設計の概念を導入していくためには限界状態，耐震裕度を明らかにすることが重要であると考え，これらの基礎資料を得ることを目的として，泥岩切土斜面及び砂質盛土斜面を想定した模型の遠心場振動実験を実施した．本報では，両斜面模型の実験結果の概要について記し，次報¹⁾で，本実験による変位量とすべり面法（極限平衡法）による安全率との関係から，力の釣合いに基づく安定性評価手法の保守性に関して考察する．

2. 遠心場振動実験

泥岩切土斜面を模擬する材料として，1m³あたりにカオリン粘土774kg，普通ポルトランドセメント180kg，水666kgを混ぜたセメント改良土を用いた．これらを内寸幅200×高さ65×奥行34cmのスチール製の土槽内に流し込んで模型を作成した．模型は図-1に示すように法面勾配1:0.5，斜面高さ500mm（50g遠心力場における実規模換算では25m）とした．材令7日の状態で実験を行った．図-2に示す砂質盛土斜面模型には，足利産の山砂を用い，最適含水比(12.8%)で締め固め，法面勾配1:1.0の形状とした．斜面高さ及び奥行き幅は泥岩切土砂面と同じである．

泥岩切土斜面模型と同一配合・同一材令の材料を用いた三軸圧縮試験，超音波速度測定から得られた物性を表-1に，砂質斜面模型と同じ密度調整試料を用いた三軸圧縮試験，超音波速度測定から得られた物性を表-2に示す．

いずれの模型斜面の実験でも入力加速度波形は図-3に示すような主要動部が60Hz(実規模換算で1.2Hz)，20波の正弦波とした．入力加速度の最大振幅は実規模換算で20，40，100，200，300，400，500，600Galとした．

模型斜面の内部には加速度計(AC11，AF21など)

キーワード：切土斜面，盛土斜面，遠心力模型実験

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野3-3-3 東電設計(株)地盤・構造部 TEL 03-4464-5536

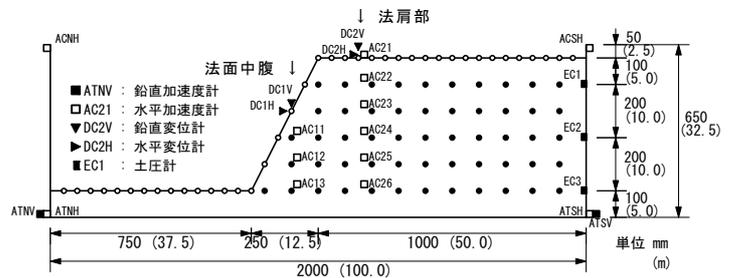


図-1 泥岩切土斜面の模型形状

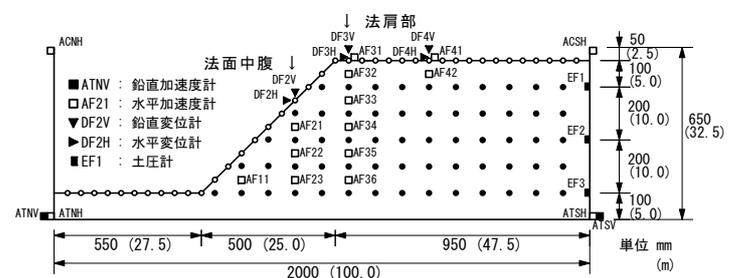


図-2 砂質盛土斜面の模型形状

表-1 泥岩切土斜面の物性一覧

湿潤密度	$\rho_t = 15.8 \text{ kN/m}^3$
ピーク強度	$c_p = 143.3 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi_p = 5.9^\circ$
残留強度	$c_r = 103.1 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi_r = 5.9^\circ$
引張強度	$\sigma_t = 77.9 \text{ kN/m}^2$
弾性係数	$E_0 = 389000 + 430 \cdot P \text{ kN/m}^2$ (P:土被り圧)
ポアソン比	$\nu = 0.466$

表-2 砂質盛土斜面の物性一覧

湿潤密度	$\rho_t = 19.4 \text{ kN/m}^3$
ピーク強度	$c_p = 24.9 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi_p = 35.0^\circ$
残留強度	$c_r = 17.5 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi_r = 35.0^\circ$
弾性係数	$E_0 = 170000 + 825 \cdot P \text{ kN/m}^2$ (P:土被り圧)
ポアソン比	$\nu = 0.364$

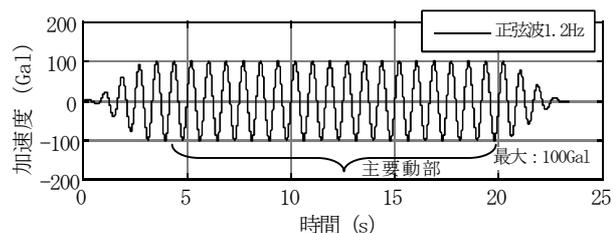


図-3 入力加速度波形(最大加速度 100Gal の例)

を、地表面には水平方向変位を計測するためのレーザー変位計(DC1H, DF2Hなど)と、鉛直方向変位を計測するための伸縮式変位計(DC1V, DF2Vなど)を設置した。また、地表面（○印：奥行き方向に3測線）及び側面（●印）に格子状に100mm間隔でマーカを設置し、加振前後の移動量の読み取りによる変位量計測も行った。なお、土槽自体の振動性状を把握する目的で底面には水平方向(ATNH, ATSH)と鉛直方向(ATNV, ATSV)に、上端には水平方向(ACNH, ACSH)の加速度計を設置・計測し、異常な振動が生じていないことを確認した。模型斜面の側面と土槽の間は二重のテフロンシートとシリコングリースにより、加振時に境界でせん断抵抗が極力生じないように配慮した。

3. 実験結果の整理

図-3,4 に示したすべり面形状は、泥岩切土斜面及び砂質盛土斜面の奥行き方向に等間隔で設定した3測線において、実験終了後に崩壊土塊を取り除いて計測したものである。すべり面形状に3次元性はあまり認められず、ほぼ2次元の円弧状であった。

図-5,6 に加振ステップごとの法肩部及び法面中腹部の累積変位を示す。泥岩切土砂面における法肩部及び法面中腹部の変位は 300Gal 加振終了時までには非常に小さいが、400 及び 500Gal の加振終了時には少しずつ変位が累積され、600Gal 加振時に脆性的に崩壊に至った(図-5)。砂質盛土斜面における法肩部及び法面中腹部の変位は 100Gal 加振終了時までには非常に小さいが、200, 300 及び 400Gal と振幅の増加に応じて天端部の沈下と法面部のはらみ出しが認められ、500Gal の加振ステップで法面表層の土塊がその形状をほぼ維持したまま徐々にすべり落ちた(図-6)。

4. まとめ

砂質斜面の崩壊が延性的であったのに対し、泥岩斜面の場合は脆性的な崩壊挙動を示すという違いが認められた。泥岩斜面における脆性破壊の理由の一つとして、ピーク強度と残留強度の差が大きいことが考えられる。ひずみ軟化型の応力-ひずみ曲線を示す材料では、ピーク強度から残留強度に至る過程で急激にエネルギーを解放し、斜面を崩壊に至らせるものと考えている。一方、砂質盛土斜面のようにピーク強度と残留強度の差が小さい、あるいは差があまりない材料では斜面を崩壊させるエネルギーの解放が徐々に進むものと考えられる。今後、その確認を行う必要があり、課題としたい。

参考文献 1) 北爪貴史, 佐藤正行, 大津仁史, 曾良岡宏, 武田智吉: 遠心場振動実験による斜面の耐震裕度に関する一考察, 土木学会第 61 回年次学術講演会概要集, 2006 (投稿中)。

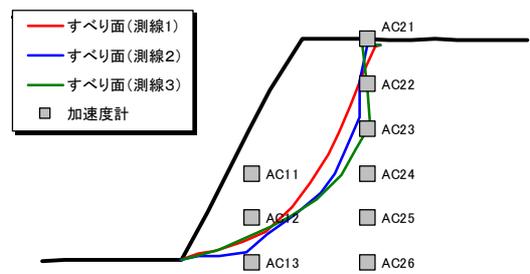


図-3 泥岩切土砂面の実験終了後の変形状態

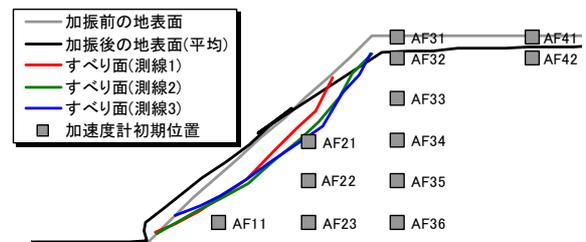


図-4 砂質盛土砂面の実験終了後の変形状態

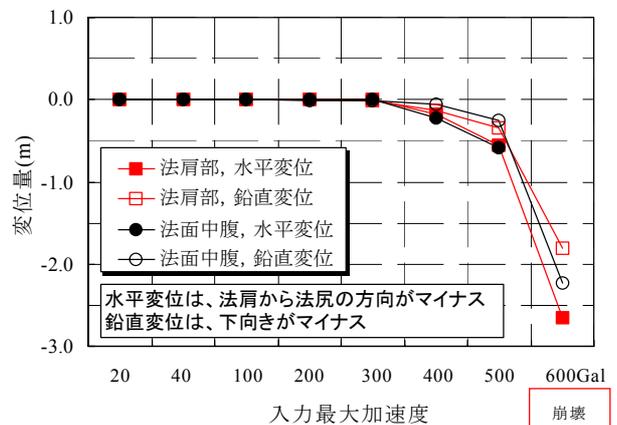


図-5 加振ステップと累積変位(泥岩切土斜面)

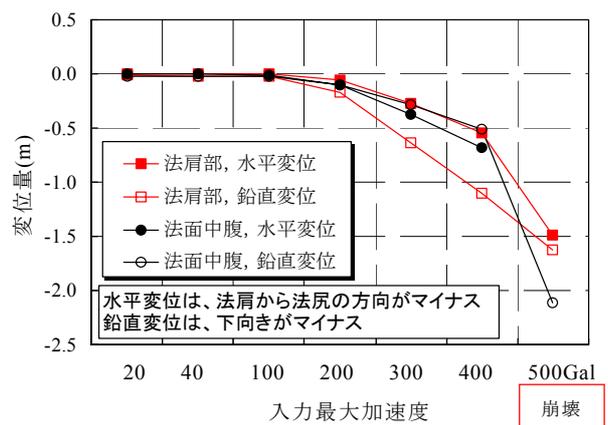


図-6 加振ステップと累積変位(砂質盛土斜面)