

側面遮水工の滑り安定解析と振動台模型実験

香川高等専門学校 学生会員 ○川野 裕知 正会員 小竹 望
香川高等専門学校 学生会員 濱口 竜一 非会員 松原 三朗

1. はじめに

廃棄物処分場シート遮水工の材料間は、摩擦抵抗およびせん断抵抗が小さく、構成材料間の境界面は遮水工の構造的な弱点となる。本研究では、遮水シート上に設置される被覆層の地震時滑りに対する安定性に関して、震度法を用いた極限平衡法による安定解析でパラメータスタディを行った。この安定解析で得た傾向を確認するため、振動台模型実験により遮水工の模型斜面の破壊形態の把握を試みた。

2. 極限平衡法による安定解析

2.1 解析モデルと解析方法

震度法を用いた極限平衡法による安定解析モデル¹⁾を図-1に示す。本研究では静的解析と同様に、a)遮水工の法面部の崩壊を対象とした法面部分モデルと、b)遮水工底面部の滑りと受働土圧抵抗を考慮した法面全体モデルを設定した。

図-1に滑動土塊と抵抗土塊にそれぞれ作用する力を示す。ここに、 W ：土塊重量、 N ：斜面からの反力、 H ：土塊に作用する地震時慣性力、 P ：受働土圧、 c, ϕ ：土塊の粘着力と内部摩擦角、 c_s, δ ：土塊と遮水工の境界面の粘着力と摩擦角である。なお、滑動土塊を添え字A、抵抗土塊をPで表している。

2.2 解析条件と解析結果

解析モデルの基本形状を図-2に示す。物性値は、 $\phi=35^\circ$ 、 $c=0$ 、 $\delta=25^\circ$ 、 $c_s=0$ 、 $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$ を基本条件とした。

図-3に底面保護層の厚さ t_2 に関して、法面部分モデルと法面全体モデルのそれぞれ解析した場合の水平設計震度と安全率の関係を示す。法面部分モデルの安全率は、底面保護層の厚さにほとんど関係性を示さないが、法面全体モデルでは、底面保護層の厚さによって安全率に大きな変化が見られる。

本解析手法によると全般的に法面部分モデルは、法面全体モデルより安全率が小さい傾向がある。しかし、図-3に示される様に法面全体モデル底面保護層の厚さを小さくすると、法面全体モデルの安全率が法面部分モデルの安全率より小さくなる。そのため、法面部分破壊より法面全体破壊が発生しやすいことが予想される。

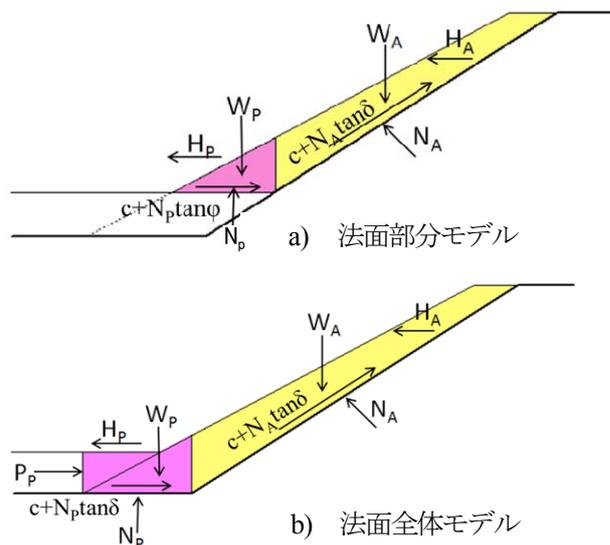


図-1 極限平衡法による安定解析モデル¹⁾

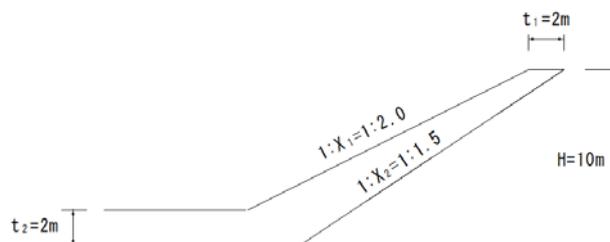


図-2 解析モデルの基本形状

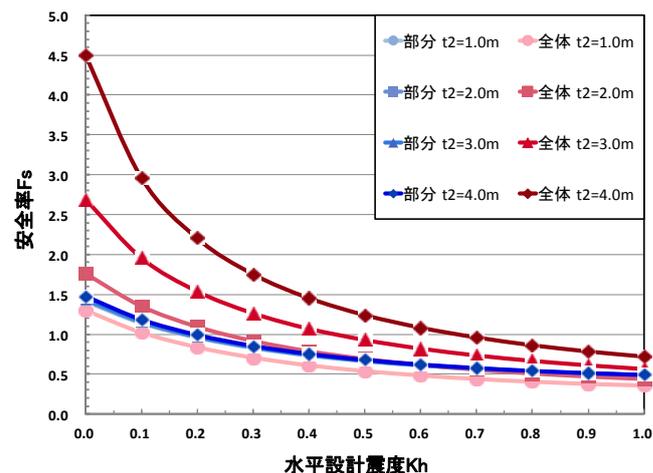


図-3 水平設計震度と安全率の関係

3. 振動台模型実験

3.1 実験方法

油圧サーボ式振動台実験装置を用いて振動模型実験を行った。図-4にシート遮水工の縮尺1/30の模型斜面を示す。振動台上に固定したステンレス製土槽(高さ50cm×

幅 99cm×奥行 29cm)の内部に、勾配 1:1.5 の模型斜面をスタイルフォームを用いて作製し、その表面と底面部分に厚さ 1.5mm の HDPE 製遮水シートを接着した。

被覆層の土質材料として珪砂 8 号を用い、珪砂 8 号に対する質量比で 2% の NSF カオリンと水をそれぞれ混合した試料土を使用した。模型斜面は、1 層 5cm の試料土を入れ、木板と木槌を用いて締め固めて底面と法尻部分から法肩まで段階的に勾配 1:2.0 の模型斜面を作製した。模型斜面の密度は $\rho=1.45\sim 1.52\text{g/cm}^3$ であった。

加振実験では、振動台を周波数 5.0Hz の正弦波で加振させ、加振加速度を段階的に増加させることにより、模型斜面が崩壊する加速度を求めた。作用加速度は、振動台上面、模型斜面の中間部と天端の計 3 カ所に設置した加速度計で測定した (図-4)。

3.2 実験結果・考察

底面保護層の厚さについて、基本形状に準じて設定した $t_2=6\text{ cm}$ と、その 1/2 の $t_2=3\text{ cm}$ としたケースにおいて、法面部分滑りと法面全体滑りがそれぞれ発生した。この 2 ケースについて崩壊形態を以下に詳述する。

1) 法面部分滑り (底面保護層 $t_2=6\text{ cm}$ のケース)

加振加速度 $\alpha=920\text{gal}$ で遮水シートに沿った滑りの兆候が見られ (図-5)、法面下部に滑り線が発生した (図-7 : 左)。加速度 $\alpha=970\text{gal}$ で加振時に法面の土塊全体が遮水シートに沿って大きく滑動し法面部分滑りが完全に発生して崩壊した (図-6)。このとき法面下部の法尻よりやや上方 (白線の上) に水平に近い明瞭な滑り線の発生が確認された (図-7 : 右)。

2) 法面全体滑り (底面保護層 $t_2=3\text{ cm}$ の実験ケース)

加振加速度 $\alpha=700\text{gal}$ で法面下部に滑動土塊と抵抗土塊の境界になる明瞭な滑り線が発生した (図-8)。このとき、法面部土塊の全体が遮水シートに沿って滑動するとともに、底面保護層も滑動して土塊先端部では明瞭な滑り面の発生と土塊の浮き上がりが見られた (図-9)。法面下部の滑り線は、 $\alpha=620\text{gal}$ で発生し、 $\alpha=670\sim 700\text{gal}$ の段階で加振ごとに発達していった (図-10)。白線の変位から、抵抗土塊 (左側) の変位は比較的小さいが、滑動土塊 (右側) 下方に滑動している状況が確認できた。

4. まとめ

震度法による安定解析結果に基づき底面保護層の厚さに関して振動台実験を実施した。その結果、法面部分滑りと全体滑りの崩壊形態をそれぞれ再現することができた。

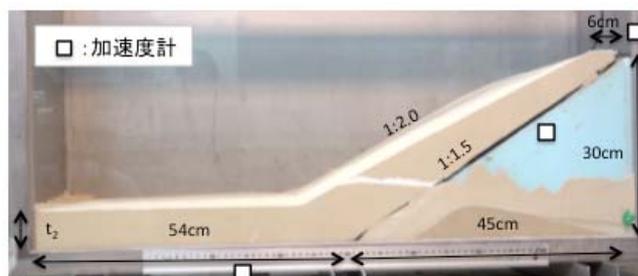


図-4 模型斜面



図-5 法面部分滑りの発生 (920gal)



図-6 法面部分滑りによる崩壊 (970gal)

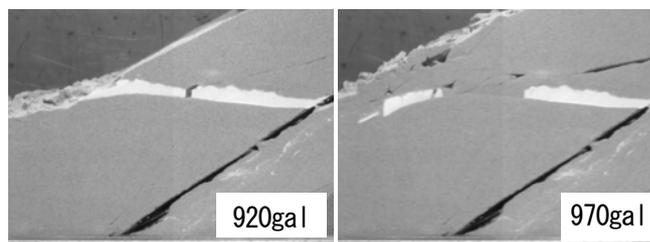


図-7 法面部分滑りの法尻部の状況



図-8 法面全体滑りの状況 (700gal)



図-9 法面全体滑りの底面部の滑り面

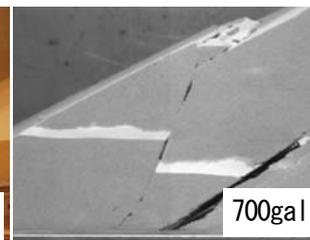


図-10 法面全体滑りの法尻部の状況

参考文献

- 1) 小竹望ほか：管理型海面処分場の表面遮水工における斜面滑りに関する FEM 解析、ジオンセティックス論文集、Vol.17, pp. 87-94, 2002.