

Ⅲ-492

コラム体を用いた盛土のり面防護工の安定解析

中央開発（株） ○岸田 浩
 （株）テクノックス 浦川 智行
 （財）鉄道総合技術研究所 舘山 勝・小島 謙一
 東海旅客鉄道（株） 筑摩 栄

1. はじめに

筆者らは、降雨浸透流解析結果を用いて、降雨時の盛土内の応力状態を有限要素法（応力・変形解析）により検討した。さらにこの応力状態を受け継いで極限安定解析を行い、浸透流解析による浸潤状態を考慮し、より現実に近いすべり安全率を求めた。^{1) 2)} ここで、浸透、応力・変形、極限解析を連成させた厳密法（以下厳密法）は、浸透流解析や変形解析の設定パラメータが多く、複雑なために、一般の設計を行う場合には不向きである。このため、標準的な設計法を検討する上で、簡便法による極限安定解析（円弧すべり）結果と厳密法の比較を行い、両者の整合性を確認することにした。

2. 解析プログラム

厳密法では、浸透、応力・変形解析の結果を極限安定解析に引き継いでいる。変形解析を行う際に浸透解析の結果から、間隙水圧、浸透力、飽和度に応じた土の単位体積重量、及び強度定数を引き継いで用いている。以上の条件に基づいて応力・変形解析を行い、更にその応力状態を勘案し、極限解析の計算条件に用いた。しかし、これらの方法は設計法としては実用的でないため今回は、分割法を適用した極限安定解析（簡便法）の式を用いた。

$$FS_{\min} = \frac{M_r}{M_d} = \left\{ \frac{\sum [c' \ell + \{\sigma' \ell + L \cos \alpha\} \tan \phi']}{\sum \{\tau \ell + L \sin \alpha / r\}} \right\}_{\min}$$

ここに、 c' :土の粘着力(有効応力基準)、 ϕ' :土の内部摩擦角(有効応力基準)、 ℓ :すべり面の長さ、 σ' :すべり面に垂直に作用する応力(有効応力)、 σ :すべり面に垂直に作用する応力(全応力)、 τ :すべり面に沿って発生するせん断応力、 L :土上載荷重、 α :スライス底面(すべり面)が水平面となす角、 r :すべり円弧の半径である。

3. 解析モデル

以降では、コラムによる盛土のり面防護工³⁾を対象にした検討結果を述べる。図-1に解析モデルの一例を示す。解析は2次元断面モデルとし、盛土高は3m, 5m, 7mの3種類の高さを設定した。また、盛土天端の幅は10.7mとした。解析に対しては対称断面であるため半断面のモデルとした。有限要素法の要素には、3角形及び4角形要素を用いた。

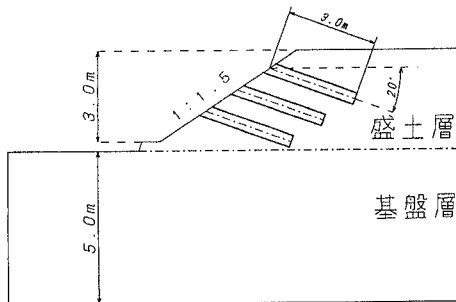


図-1 解析モデル

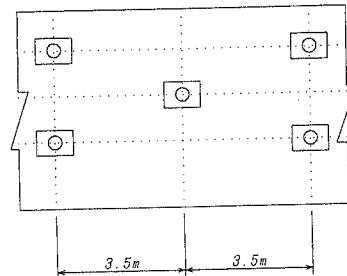


図-2 コラムの配置（のり面展開）

コラム体は、各盛土高さともり肩から0.6mの箇所に最上段のコラムを配置し、のり尻から1m上方に最下段のコラムを配置した。最上段と最下段の間には、3mで1本、5mで2本、7mで4本をほぼ均等に奥行き方向に千鳥に配置した。奥行き間隔は、千鳥配置で5.7mの場合は2.5mおきに1列、3m

で3.5m おきに1列配置した（図－2参照）

4. 解析結果

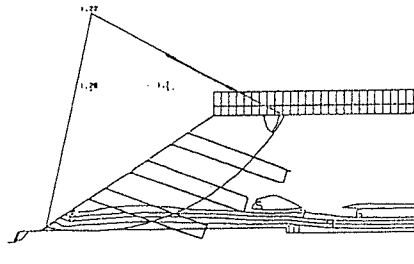
ここでは厳密法と簡便法の比較を行い、今回提案する簡便法による設計法について検討する。図－3には浸透、応力・変形、極限解析を連成させた厳密法での安定計算結果を、図－4にはコラムの抵抗力を考慮した簡便法の安定計算結果を示す。両者を比較すると、雨の影響を考慮した厳密法で安全率1.2を確保した断面は、雨の影響を考慮しない簡便法では1.4であることがわかる。つまり、簡便法による設計では、高さ3mの場合には雨の影響を考慮せず安全率が1.4となるようにコラムを配置すれば良いことになる。また、高さを変化させた場合の安全率の変化の概略を表－1に示す。

* 浸透・応力・変形・極限

連成計算

$F_s=1.22$ ($H=3m$)

図中のコンターは
飽和度を示す。

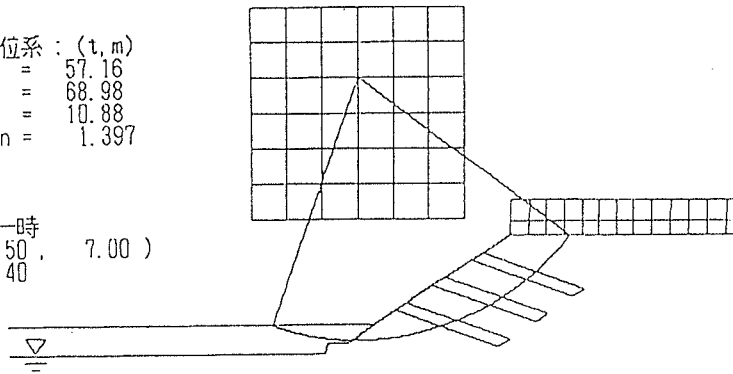


図－3 厳密法による計算結果

* 円弧すべり法

簡易計算

Design-RRR 単位系：(t, m)
 滑動モーメント $M_d = 57.16$
 土塊の抵抗モーメント $M_{r,s} = 68.98$
 補強材の抵抗モーメント $M_{r,g} = 10.88$
 最小安全率 $F_{smin} = 1.397$
 ケース名 : $H=3.0m$
 テーザール名 : $3M$
 荷重状態名 : 常時+一時
 円弧中心 (X, Y) = (-0.50 , 7.00)
 半径 $R = 7.40$



図－4 簡便法による計算結果

5. おわりに

本報告では、盛土のり面防護工における安定性を検討する際に、厳密法による計算をうけて、一般の設計に用いるための簡易な設計法との比較を行った。今後更に詳細な検討が必要であるが、簡易法による場合には盛土高さごとに所要安全率を変化させることにより同等の配置が得られるようである。今後は細部の検討を加え、より実務に即した形の設計法を提案する予定である。

【参考文献】

- 1) 西原他(1995.7)：水分特性曲線のヒステリシスを考慮した飽和・不飽和浸透流解析プログラム，第30回土質工学会研究発表会
- 2) 西原他(1995.9)：盛土のり面防護工における安定性の比較，第50回年次学術講演会
- 3) 小島他(1995.7)：飽和・不飽和浸透流解析における浸透特性曲線の評価，第30回土質工学会研究発表会
- 4) 小島他(1995.9)：盛土のり面防護工における降雨浸透効果，第50回年次学術講演会