

阪神コンサルタンツ 正 植田 康宏  
 徳島大学工学部 正 山上 拓男  
 日本国土開発 森 国夫  
 仁田ソイロック 正 安富 英樹

1. まえがき

本文は、下端を大規模なテールアルメ擁壁で保持した高盛土の建設に当たって、施工途上の観測データに基づく逆解析を行い、結果を以後の設計変更ならびに施工管理にフィードバックさせた、いわゆる情報化施工の事例を報告し、この方面の今後の参考に供しようとするものである。近年、補強土工法を用いた盛土や切り土斜面などの土構造物が数多く設計・施工されており、その規模も次第に大型化してきている。しかしながら、これら補強土工法の規準化された設計は、他の多くの構造物同様、変形を直接的には取り扱わない極限平衡法の枠組みの中でなされている。したがって、構造物の規模が一定の水準を越えて大きくなった場合、はたして現行の設計法のみで十分であるや、の不安をぬぐい去ることはできないであろう。ここで述べるケースヒストリーは、まさにそうした構造物の典型例であって、設計上の曖昧さを補う目的で観測施工を実施し、綿密な施工管理手法のもとに施工された事例である。

2. 補強土盛土斜面の逆解析法

一般に、情報化施工では施工時の動態観測結果に基づいて、逆解析により設計パラメーターを同定し、得られた物性値のもとに以後の盛土段階における安定性の検討を行う。したがってこの手法の適否は、各施工段階の計測変位に基づいて設計パラメーターをいかに精度よく同定できるかにかかっている。また、補強土を含む土構造物を数値解析しようとする場合、その特性をいかに評価するかは大変重要な問題である。本研究では補強土部を直交異方性弾性材料、盛土部をDuncan-Changの双曲線表示<sup>1)</sup>に従う非線形弾性材料としてモデル化した。そして、各構成則に含まれるパラメーターを独立変数とし、非線形計画法の援用のもとに、計測変位と計算変位の誤差の2乗和で表される目的関数の最小化を行った。非線形計画法にはNelder・Meadのシンプレックス法<sup>2)</sup>を採用した。

3. 施工管理

本節では、上述した逆解析手法を大規模な補強土盛土斜面に適用した結果について述べる。断面は図-1に示すように総高38mにおよぶ3段のテールアルメを擁し、さらにその上に高さ35m、法面勾配1:1.8の盛土斜面が計画されている。ただし、その形状については図中に示すようにcase1~4の計画案が出されており、ここで逆解析結果に基づいて最終的な断面形状を決定することを試みた。各ケースとも従来の設計法では、十分に安全率を満足しており、さらにストリップ間を通るすべり面に対してJanbu法に基づく臨界すべり面探索法を用いて行った安定解析結果も、許容安全率を満足するものであった。通常予測解析を行うための物性値はその直前の盛土段階での逆解析結果を用いるべきであるが、ここでは盛土断面の形状を早期に決定しなければならないという時間的

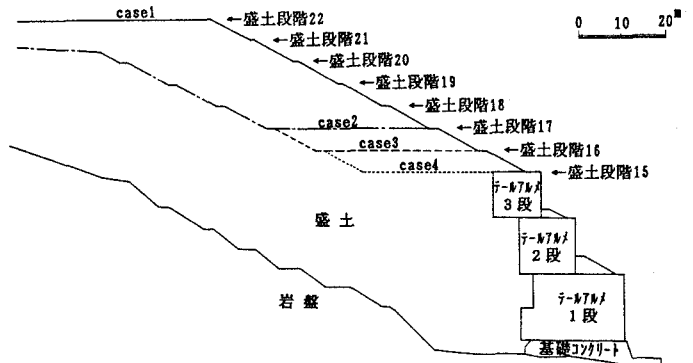


図-1 盛土計画断面

制約によって、テールアルメ2段完了時の計測変位に基づいて逆解析を行った。計測変位はテールアルメ壁面に設置した傾斜計による変位を用いる。また、未知パラメーターはテールアルメ部のみとし、盛土材料のDuncan-Changによる双曲線パラメーターは中型三軸圧縮試験結果から決定した。その値は  $K=1096$ ,  $n=0.26$ ,  $c=10.1\text{tf/m}^2$ ,  $\phi=35.5^\circ$ ,  $R_f=0.77$ であり、ポアソン比は0.2で一定と仮定した。また岩盤と基礎コンクリートは弾性体とし、弾性係数をそれぞれ $1.0 \times 10^6\text{tf/m}^2$ 、 $1.4 \times 10^6\text{tf/m}^2$ 、ポアソン比は両者とも0.3とした。単位体積重量はテールアルメ部、盛土とも $\gamma_t=2.3\text{tf/m}^3$ である。逆解析は独立変数の初期値を種々変化させて行い、その中で計測変位と計算変位の誤差の2乗和Uが最も小さくなる値を最適解とした。その結果は  $n(=E_1/E_2)=0.0473$ ,  $m(=G_2/E_2)=0.0351$ ,  $E_2=25534.0\text{tf/m}^2$ ,  $\nu_1=0.231$ ,  $\nu_2=0.0000248$ であった。次に予測解析の結果として各テールアルメ上端の水平変位を図-2に示す。図よりcase1、2は盛土段階18完了時に急激に変位が増加し最終盛土段階まで築造することは不可能となる。また、case3、4では最終盛土段階におけるテールアルメ壁面での最大変位量はそれぞれ9.04cm、6.99cmであった。図-3にcase4の最終段階での変形性状を実線で示す。以上の結果をもとに、工程および経済性をも考慮して最終的にcase4の断面が採用された。そして、予測解析結果に基づき施工管理基準が設定され、以後の施工が行われている。

4. まとめ

逆解析法を活用した補強土盛土斜面の施工管理手法を提案し、実際問題への適用例を示した。その結果、既往の設計法では安全性が保証されていても、本手法では大変危険な状態になることが予測された。今後、補強土工法を用いた構造物がますます大規模化するであろうことを考えると、本報告で用いたような施工管理手法は不可欠になると思われる。

[参考文献]

- 1) Duncan, J.M. et al. : Nonlinear Analysis of Stress and Strain in Soils, ASCE Vol. 96, SM5, 1970.
- 2) Kowalik, J. et al. : 非線形最適化問題(山本・小山共訳)、培風館、1970.

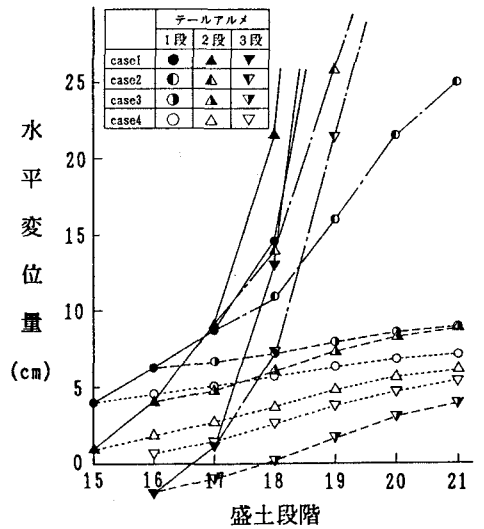


図-2 テールアルメ上端の水平変位量

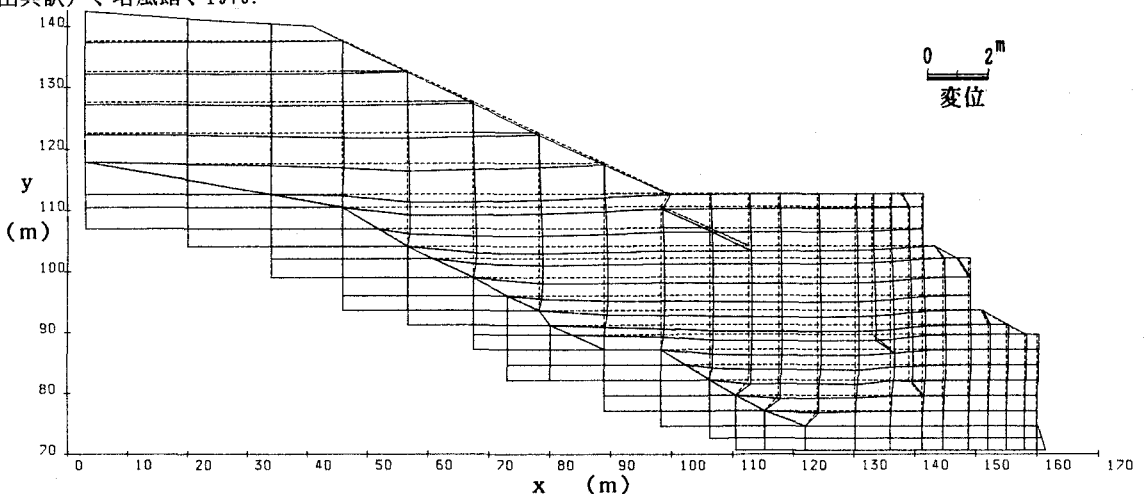


図-3 予測解析結果(case4、変形図)