

## III-225 現場計測結果に基づく斜面安定管理手法の提案

棚鴻池組 正会員 小野 紘一  
 棚鴻池組 正会員 嶋村 貞夫  
 棚鴻池組 正会員 ○宇田 隆彦

## 1. はじめに

斜面掘削工事においては現場計測による斜面の安定管理がさかんに行なわれている。中でも、計測結果から逆解析手法を用いて地山内のひずみを評価し、工事中の地山の安定度を把握する管理手法を開発してきた。

しかし、従来の掘削相当力を外力とする解析法<sup>1)~3)</sup>では地山の自重によって生じるすべり等の挙動を表現することは困難である。

本論文は、この点に着目し、これらの挙動をも適切に再現できる逆解析の一手法を提案し、これを安定管理手法に取り入れ、実施工時の計測結果によってその検証を行なったものである。

## 2. 逆解析手法の提案

斜面の挙動には、①掘削時の土荷重の除去によって生じる変形や②降雨や地山強度の劣化等が原因で地山の自重により生じるすべり等がある。従来の逆解析法は初期応力を未知量として実測変位よりこれを求めており、荷重としては掘削相当外力を掘削面に作用させている

(図-1)。このような解析法は、①の掘削時の挙動には適用できるが、②の地山の自重によるすべりには適用し難い。

そこで①と②の斜面の挙動を同時に表現する方法として、外力として地山自身の自重を与え地山の弾性係数 $E$ やせん断弾性係数の低減率 $m$ を未知量として計測結果よりこれらを逆解析する方法が考えられる。

いま、図-2に示すように地山変位 $u$ は、掘削前後の地山形状でそれぞれ自重解析を行ない、得られた変位の差をもって次式で与えられる。

$$u = u_a - u_b \quad \text{----- (1)}$$

ここで

$u_a$  : 自重解析によって得られた変位 (掘削後)

$u_b$  : " (掘削前)

そして実測値 $u^*$ を与えることにより、解析値 $u$ と  
の残差の2乗和が最小になるように最適化手法を用いて $E$ と $m$ を逆解析する。一方、降雨や地山強度等の劣化による変位は、図-2の(a)と(b)の地山形状を変えずに(a)での $E$ や $m$ を(b)より低減させることにより表現することができる。

式(1)で得られた変位から地山内の最大せん断ひずみ分布を求め、この値をあらかじめ地山試料試験で求めておいた管理基準値と比較することにより現状の地山の安定度を評価する。以上の要領で各施工段階ごとに行なえば施工段階を考慮した逆解析が可能である。

この方法は、次の掘削段階での地山の安定度も前もって予測できるように拡張されており斜面掘削工事の管理は図-3のフロー図に基づいて行なう。

## 3. 現場への適用例

図-4、図-5は地山を上部から1~2段目まで1:1.2、3~6段目まで1:1.0の勾配で吹付を行ないながら掘削し、さらに7段目を1:0.5で2m掘削したところでNO.1とNO.2の挿入式傾斜計のガイドパイプを設置し本手法により以後の安全管理を実施した例である。傾斜計ガイドパイプ設置後数か月間は、

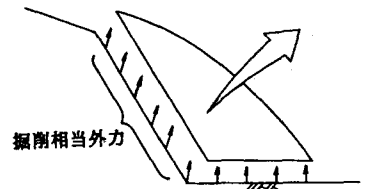


図-1 掘削相当外力

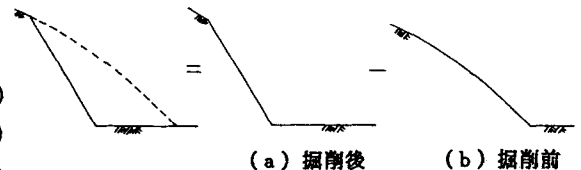


図-2 掘削による地山の変位

掘削は行なわれず、その間の地山の変位はほとんど見られなかった。ところが、2日間にわたり総雨量約190mmの大雨が降った後、NO.1の傾斜計の深度9mと11mの間、およびNO.2の傾斜計の深度1mと2mの間で変位差がそれぞれ22mmおよび9mmと急変した（図-4）。この時点でも掘削はまだ行なわれておらず、この挙動は掘削によるものではなく、降雨によるものと考えられた。そこで、直ちに地山の安定度を評価するため本手法を用いて逆解析を行なった。図-4には傾斜計による実測変位と逆解析された変位との比較を、図-5には地山内の最大せん断ひずみ分布を示した。図-4より逆解析変位は実測変位をよく表現できており、図-5に示した地山内の最大せん断ひずみ分布も精度良く求まっているものと考えられる。これによると円弧に沿って大きな最大せん断ひずみが発生しており、円弧すべりが発生しようとしている状況が認められた。最大せん断ひずみの最大値は1.36%であり円弧の中央部に発生し、管理基準値2.5%より小さかった。しかしそれ以降の掘削や降雨により地山の变位が進行し、最大せん断ひずみが管理基準値に達したためフリーフレームとアンカーによる補強対策を行なった。その結果、変位が収束し無事掘削工事を終了することができた。

#### 4. おわりに

本論文では、自重解析による新しい逆解析法を斜面安定管理手法に取り入れ、それを現場へ適用した例を示した。この改良された新しい斜面安定管理手法を用いれば、掘削による変形のみならず降雨や地山強度の劣化等によるすべりによって生じた地山内部のひずみを逆解析により求めることができ、斜面の安定度がどの程度低下しているかを知ることができる。これにより工事の安全性をより合理的に管理できると考えられる。今後さらに種々の現場へこの安定管理手法を適用しさらに精度の高い斜面の安全管理が実施できるように改良を加えていきたい。

（参考文献）

1) Sakurai, S.; Interpretation of the results of displacement measurements in cut slopes, 2nd International Symposium on Field Measurements in Geomechanics, Kobe, pp1155-1166, 1987

2) 遠藤, 堤, 宇田; 斜面掘削工事の新しい管理手法とその適用; 土木学会第43回年次学術講演会, III, pp.192-193, 1988 3) 花田, 福岡, 小野, 他; 新しい斜面安定管理手法を適用した大規模掘削工事; 第24回土質工学研究発表会, 1989

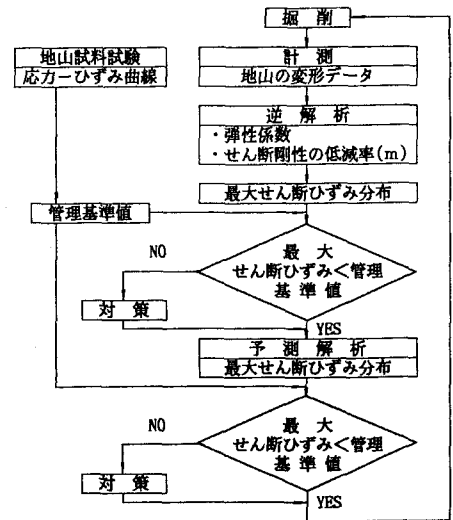


図-3 管理フロー図

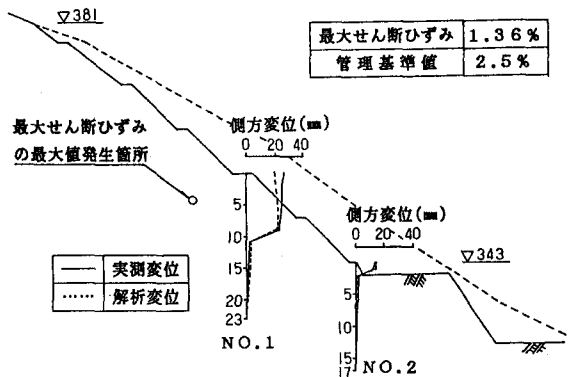


図-4 実測変位と逆解析変位との比較

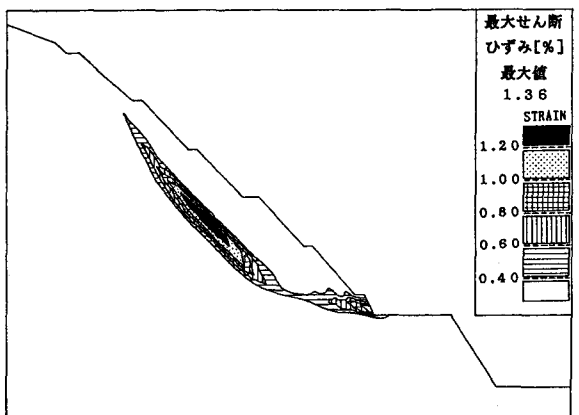


図-5 最大せん断ひずみ分布