

VI-84

モード分担法を用いた土留逆解析

大成建設（株）	正会員	○百崎和博
大成建設（株）	正会員	大坂一
大成建設（株）	正会員	青木俊彦
大成建設（株）	正会員	鈴木明人

1. はじめに

大深度化、近接化する土留め掘削工事においては、工事の安全性確保、合理的な施工の向上を目的とした情報化施工が取入れられてきている。この中で、逆解析技術は、現状のシミュレーションを可能にし、将来の予測を迅速正確に行うことを目的としているので、その適否が情報化施工を左右するといえる。現在、山留め逆解析問題においては、「試行錯誤法」、「数理計画法の最適化手法」、「確立論に基づく最適推定手法」等の様々な手法が提案されている。本論文では、数理計画手法に基づいた一手法について述べる。

2. 解析手法

本手法においては、解析モデルに弾塑性法-B（図-1）を用い、その基本データのうち主要な変数をモードパラメータとして設定しそれを用いたシミュレーションを実行し、得られた計測データとのフィッティング及び種々のモードパターンの分析に基づき、土留め壁機構のより適切なモデルを決定する。解析フローを図-2に示す。

2.1 基本解析

解析モデルは、計算上細かい梁要素に分割される。各要素の上下端の関係は、切梁・アッカー等の条件を考慮し、遷移行列を還元することによって最終的には山留め壁上下端に対する関係式となる。

$$KU = F \quad \text{---(1)}$$

ここで、 $U = \{y, \theta, M, S\}$: 節点ベクトル

$F = \{f_y, f_\theta, f_M, f_S\}$: 節点荷重

K : 剛性行列

基本解析では、入力された設計データに基づいて基本剛性行列 K_0 、節点荷重 F_0 および節点ベクトル U_0 を求める。

2.2 モード解析

モード解析では、着目したパラメータに対して適切な増分（モード）を与え、次式に示すように K_0 、 F_0 に、その増分を加える。

$$\begin{aligned} F^* &= F_0 + \sum F_i \\ K^* &= K_0 + \sum K_k \end{aligned} \quad \text{---(2)}$$

(2)式に対するモード解 U_i およびモード解 U_k は、次式を解くことによって得られ、

$$\begin{aligned} K_0 * (U_0 + U_i) &= F^* \\ K^* * (U_0 + U_k) &= F_0 \end{aligned} \quad \text{---(3)}$$

一般解 U として次式が導かれる。

$$U = U_0 + \sum a_i U_i + \sum b_k U_k \quad \text{---(4)}$$

ここで、 a_i b_k : モード組合せ係数

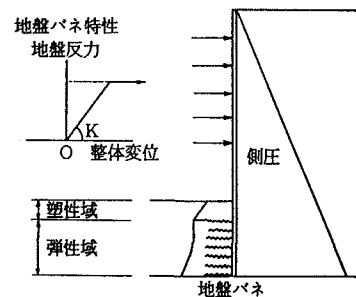


図-1 構造モデル図

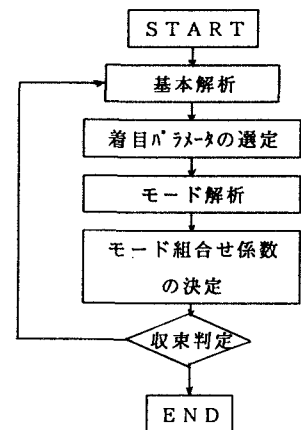


図-2 逆解析フロー図

一般解 U は、変位 y 、たわみ角 θ 、曲げモーメント M 、せん断力 S からなるベクトルである。計測により得られた壁体変位・壁体曲げモーメントをそれぞれ y_m 、 M_m とすれば、このときの自乗誤差 e は、式(4)より得られた計算結果(y, M)より次式で与えられる。

$$e = W_y \cdot \sum (y - y_m)^2 + W_M \cdot \sum (M - M_m)^2 \quad \text{---(5)}$$

ここで、 W_y 、 W_M ：計測値に対する重み

一般解(4)式を(5)式に代入して、自乗誤差 e が最小となるように $e / a_i = 0$ 、 $e / b_k = 0$ を計算することによって、組合せ係数 a_i 、 b_k が決定される。

2.3 集束判定

得られた組合せ係数に基づき、新たに剛性行列 K^{**} 、節点荷重 F^{**} が得られ、これらを用いて再び計算を行うことによって、新規節点ベクトル U^{**} を求めることができる。この解に対して、系の非線形性による収束判定を行い、収束に至るまで上記プロセスを繰り返す。

3. 解析例

さきに述べた解析モデルの妥当性を検証するために実測が行われた工事データを用いて、実測値と計算値の比較を行った一例を示す。当現場においては、3次掘削の段階で設計値を大きく上回る変形が生じ、各地層毎の背面荷重および地盤バネ定数を着目パラメータにとって逆解析を行った(図-3)。

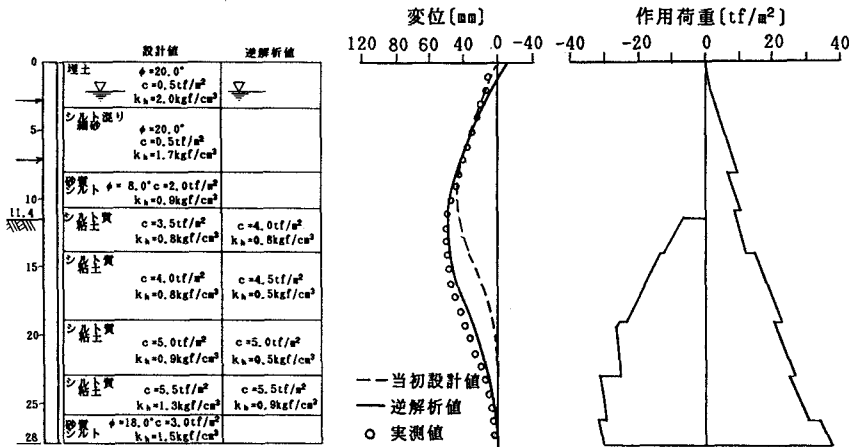


図-3 逆解析結果(3次掘削時)

さらに、得られた逆解析結果に基づいて、4次掘削時および5次掘削時の予測解析を行い、実測値と比較した結果を図-4に示す。同図より、予測解析結果が実測値に近い値を示していることが確認された。

4. おわりに

本逆解析技術は、既に十数カ所の工事に適用し本技術が工事の次段階の手順を決めるのに有効であることを確認した。今後は、多くの山留計測データの収集蓄積を行いデータベースを構築し予測精度の向上をはかる予定である。

参考文献)1) 岩田他: 土留め工事の計測管理手法に関するアンケート調査結果について、建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会、1989

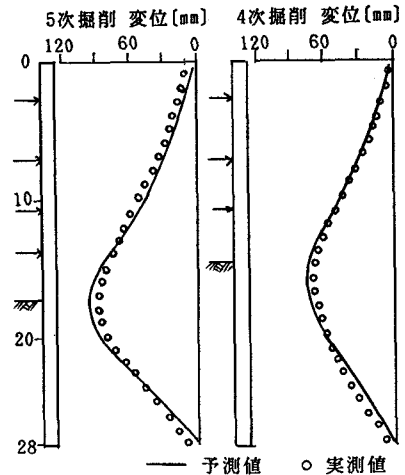


図-4 予測値と実測値の比較