

Ⅲ-518

GAによる地盤物性値の逆解析および土留め挙動の予測解析に関する一考察

㈱横河ブリッジ 正員 森 一功 北海学園大学 正員 杉本博之
東急建設㈱ 正員 酒井邦登 東急建設㈱ 正員 満尾 淳

1. まえがき 大規模・大深度の土留め構造物（以下、土留め）では、土留めの安全性を確保するとともに周辺構造物への影響を抑えることが要求され、情報化施工の重要性が高まっている。その中でも土留め逆解析手法については種々提案されているが、従来の数値計画法は適用が困難と言われている。著者らは土留め逆解析にGA（遺伝的アルゴリズム）を適用し、その有効性を検討してきた¹⁾。本研究では実際に施工された土留めを計算対象に逆解析を行い、また得られた結果を用いて次段階での挙動予測のシミュレーションを行った。そして実測値との比較から、その実用への有効性について検討することを目的としている。

2. 土留めのモデル化 本研究では土留めを、図-1のように、土留め壁を弾性梁とし、切梁を弾性支承、掘削面側地盤は水平地盤反力係数 K_h (tf/m³)で表される分布バネとしたモデルを採用した。また、土留め壁に作用する土圧は図中に示すように有効主動土圧とし、これは式(1)により算出した。

$$P_{ae} = P_a - P_o \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{ここで、} \quad P_a &= K_A(\gamma_t \cdot Z - p_w) - 2c\sqrt{K_A} + p_w \\ P_o &= K_o(\gamma_t \cdot Z' - p_w') + p_w' \\ K_A &= \tan^2(45^\circ - \phi/2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ただし、 P_{ae} は有効主動土圧(tf/m²)、 P_a は主動土圧(tf/m²)、 P_o は静止土圧(tf/m²)、 K_A は主動土圧係数、 $\gamma_t \cdot Z$ は背面側全鉛直圧力(tf/m²)、 p_w は背面側間隙水圧(tf/m²)、 K_o は静止土圧係数、 $\gamma_t \cdot Z'$ は掘削面側全鉛直圧力(tf/m²)、 p_w' は掘削面側間隙水圧(tf/m²)、 c は土の粘着力(tf/m²)、 ϕ は土の内部摩擦角(°)である。なお、上載荷重 $q=1.0$ (tf/m²)としている。

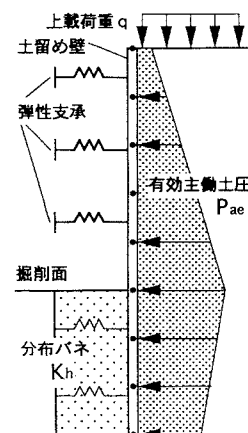


図-1 土留の解析モデル

3. 土留め逆解析の定式化 目的関数は、図-1の・印で示す測定点での土留め壁の水平変位を用いて算出する。

○目的関数：

$$OBJ = \sqrt{\sum_{i=1}^{NP} (y_{ai} - y_{mi})^2} \rightarrow \min \quad (3)$$

○設計変数：{H, c(j), φ(j), K_o(j')} (4)

(j=1~n, n:土層の数, j'=1~n', n':掘削面側の土層の数)

ここで、 y_{ai} 、 y_{mi} は測定点*i*での土留め壁の解析水平変位(cm)、測定水平変位(cm)、NPは測定点の数である。設計変数は、地下水位H(m)、粘着力*c*(tf/m²)、内部摩擦角φ(°)、静止土圧係数 K_o とした。単位体積重量γ(tf/m³)、水平地盤反力係数 K_h (tf/m³)は設計段階の値を用いている。

4. 数値計算例 本研究で扱う数値計算の対象は名古屋市内の地中連続壁（壁厚 600mm）工事である。この土留めの概要を図-2に示す。地層は2層で構成されるが、本研究では掘削面の位置で土層を細かくスライスし、図に示すように第1層を7分割している。逆解析を行う上での各設計変数が取り得る値は、上・下限値、ピッチによって離散値で与え¹⁾、まず1～6次掘削の各段階において逆解析を

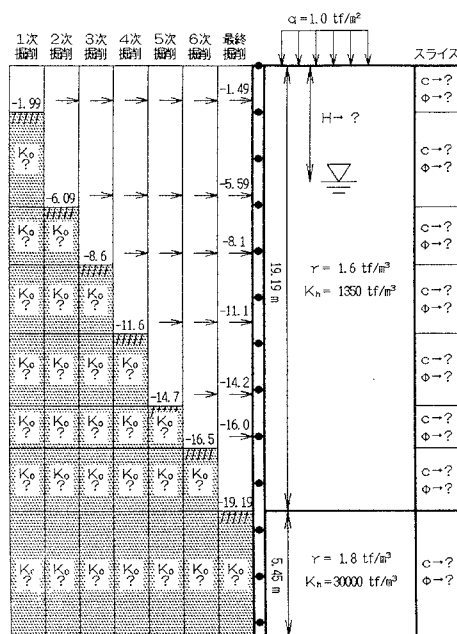


図-2 土留め概要図

行った。図-3～5に示すのは1、3、5次掘削の逆解析結果である。左側は土留め壁の水平変位を実測値と比較し、右は有効主動土圧を設計値と比較している。また地下水位を、逆解析結果は実線（右）で、設計値は破線（左）で示している。水平変位を見るといずれも実測値に非常に近い分布を得ていることから、計算結果は良好であったと言える。次に、逆解析結果をそれぞれ次段階に適用して予測解析を行った。その結果、土留め壁の水平変位は図-6～8の破線が示す分布となり、実用上問題のない精度であることがわかった。しかし実測値に対し若干誤差が見られることから、次に予測解析の精度の向上を試みた。まず逆解析結果を検討すると¹⁾地表面付近の静止土圧係数が直前の掘削段階よりも2倍程度大きい傾向が見られたため、最上層の静止土圧係数を2倍に変更して予測解析を行った。しかし水平変位の精度はあまり上がらなかったため、水平地盤反力係数を変更する必要があると考え、次に静止土圧係数の変更に加え、第1層水平地盤反力係数を2倍に変更し予測解析を行った。その結果、図の■でプロットした分布となり、全体的にかなり実測値に近づき精度の向上が見られた。今後は弾塑性の地盤モデルについても検討を加える予定である。

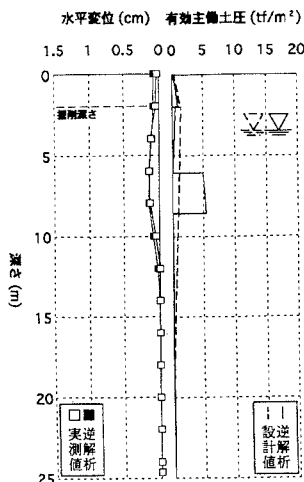


図-3 1次掘削逆解析

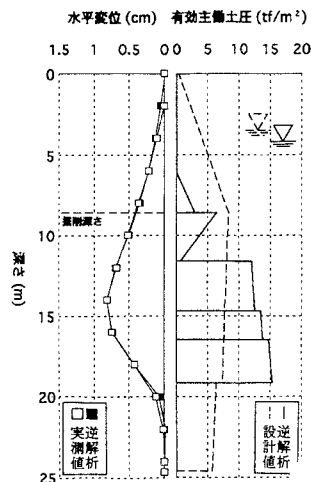


図-4 3次掘削逆解析

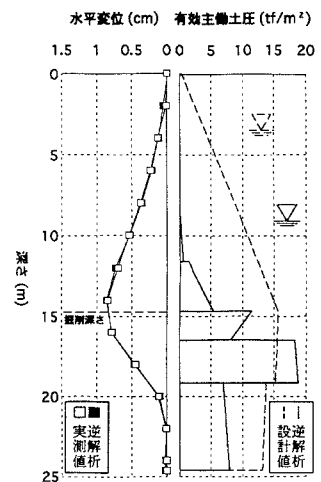


図-5 5次掘削逆解析

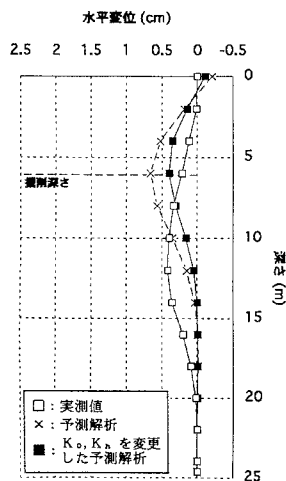


図-6 2次掘削予測解析

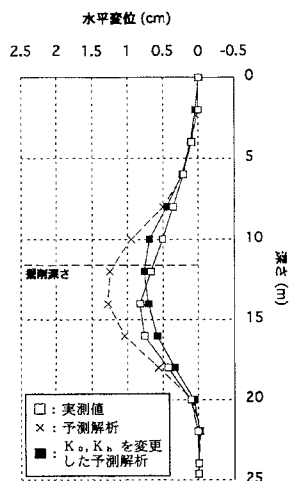


図-7 4次掘削予測解析

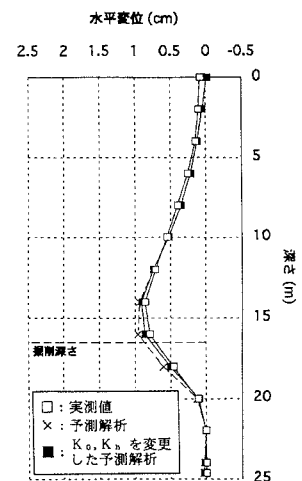


図-8 6次掘削予測解析

参考文献 1) 森 一功・尾崎 諒・杉本博之・酒井邦登・満尾 淳・渋谷重彦：GAによる地盤物性値の逆解析および土留め挙動の予測解析について、土木学会北海道支部論文報告集、pp.324-329、1995。