

掘削底面に段差を有する山留めの設計法 (その2：設計方法の提案)

土留め 非対称 設計法

(株)建設技術研究所 正会員 原 隆史
首都高速道路公団 正会員 石田 高啓
同 田嶋 仁志
(株)建設技術研究所 関 一弘

1．はじめに

近年、BOX トンネルや掘削構造を用いた道路の地下化が増加する中、安全かつ合理的な仮設山留めの設計法が望まれている。筆者らは、道路のランプ部などでよく用いられる掘削底面に段差を有する山留めを対象とし、当該山留めの挙動とその設計方法が明確でないことから、現場においてその挙動を計測するとともに、これを再現する計算方法について研究している。

ここでは、本研究のうち掘削底面に段差を有する山留めの計測挙動¹⁾を再現する計算方法について提案する。

2．計算方法の選択

掘削底面に段差を有する非対称な山留めを計算する手法としては、一般に次の2手法があげられる。

有限要素法

山留め弾塑性法(対称モデル)の拡張法

これらのうち、有限要素法は掘削に応じた周辺地盤と山留め架構との連成を考慮することができる反面、基本となる対称山留めの設計においても、実測値を再現しうる設計定数の確定は未だ研究途上にあり、この段階での非対称山留め設計への適用は対称モデルとの整合という観点から難しい。これに対し一般に用いられている山留め弾塑性法は、基本となる対称山留めの設計実績が多く計算も比較的簡易に実施できるため、多少の繰返し計算による荷重と抵抗条件の変更で実測値を再現できる場合、設計実務への適用性は高いものと考えられる。そこで本研究では、山留め弾塑性法を拡張することにより、掘削底面に段差を有する山留めの実測値を再現しうる計算方法を提案することとした。

3．計算方法の提案

本研究では、実測値の再現に伴う山留め弾塑性拡張法の設計条件設定に対し、多くの試算を実施している。しかしながら、紙面の都合上、ここでは実測値を再現した方法について述べる。また、計測された山留めは4面山留めだが、計算順序が多少複雑となるため、3面山留めを例として図-1に示す。

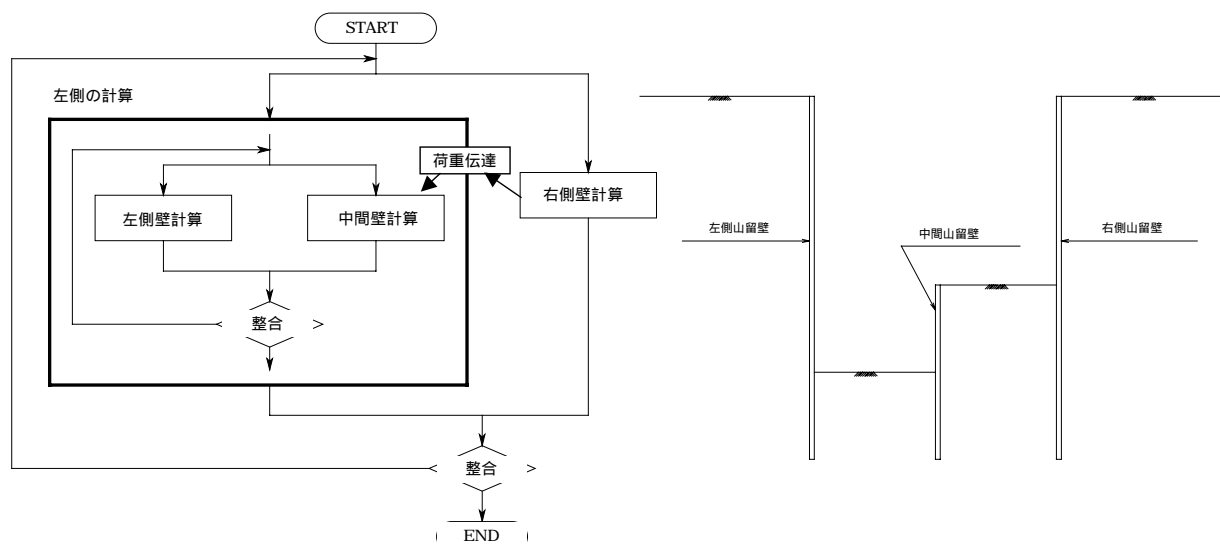


図-1 3面山留めの場合の設計手順

ここでの計算とは、それぞれに極限受働土圧を上限値とする一般的な山留め弾塑性法による計算である。ただし、以下に示す取り扱いを追加する。

A design method of asymmetric earth-retaining structures (A calculation method reproduced the behaviors of the structure)

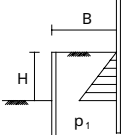
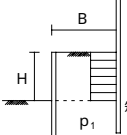
Takahiro Ishida and Hitoshi Tajima (Metropolitan Expressway Public Corporation), Takashi Hara and Kazuhiro Seki (CTI Engineering Co., Ltd.)

右側壁計算から中間壁計算への荷重伝達とは、残置部天端を掘削底面として右側壁を計算する際、残置部の受働抵抗が表-1 に示す残置部の幅と高さに応じた土塊のせん断抵抗を超える場合、これを外力として中間山留めへ载荷する。左側壁と中間壁との計算の整合とは、次の計算を追加する。

- 1) 中間壁の計算
- 2) 左側壁の計算
- 3) 1)と 2)の切ばり軸力差をプレロードとした中間壁の再計算
- 4) 1)と 3)の変位差を左側壁が中間壁を押込む量と想定した切ばりバネの補正
- 5) 4)を反映した左側壁の計算

左側の計算と右側壁の計算との整合とは、最終的に全切ばり軸力を比較し、およその整合を確認する。

表-1 残置部土塊のせん断抵抗

砂質土系 ($\phi=0, c=0$)	粘性土系 ($\phi=0, c>0$)
 <p>掘削底面の直接せん断を考えると、残置部の土塊が持つ強度は次式で示される。</p> $P_{sin} = \frac{1}{2} \cdot H \cdot B \cdot \tan \phi$ <p>三角形分布を仮定すると</p> $p_1 = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot B \cdot \tan \phi$ <p>参考) B / H が十分大きく、受働側圧を考慮する場合は次式で算出される。</p> $P_p = K_p \cdot \frac{1}{2} \cdot H \cdot dH$ $p_p = K_p \cdot \frac{1}{2} \cdot H$	 <p>掘削底面の直接せん断を考えると、残置部の土塊が持つ強度は次式で示される。</p> $P_{sin} = C \cdot B$ <p>矩形分布を仮定すると</p> $p_1 = C \cdot B / H$ <p>参考) B / H が十分大きく、受働側圧を考慮する場合は次式で算出される。</p> $P_p = (K_p \cdot \frac{1}{2} \cdot H + 2C) \cdot dH$ $p_p = K_p \cdot \frac{1}{2} \cdot H + 2C$

4. 実測値との比較

先に示した計算方法と実測値との比較を図-2 に示す。これによると、以下の観点より計算値は実測値を比較的良く再現しており、ここで提案した計算方法の妥当性を確認することができる。

中間壁の挙動と残置部対面側山留め壁の挙動

計算結果は、B 中間壁頭部が背面側へ押込まれる実測挙動をよく再現するとともに、これに伴って A 外壁の変位が残置部のない場合と比較して大きくなっている絶対変位量もよく再現している。このことは、先に提案した外側壁から中間壁への荷重伝達、および中間壁と対面外側壁との整合の仮定が妥当であったと考える。

残置部の抵抗特性

A 外壁の変位は、絶対変位量だけでなく残置部内における変位の減少傾向もよく再現することができた。このことは、先に提案した外側壁に対する残置部の抵抗を水平地盤と同じ極限受働土圧を上限値として計算、すなわち一般弾塑性法で計算することが妥当であったと考える。

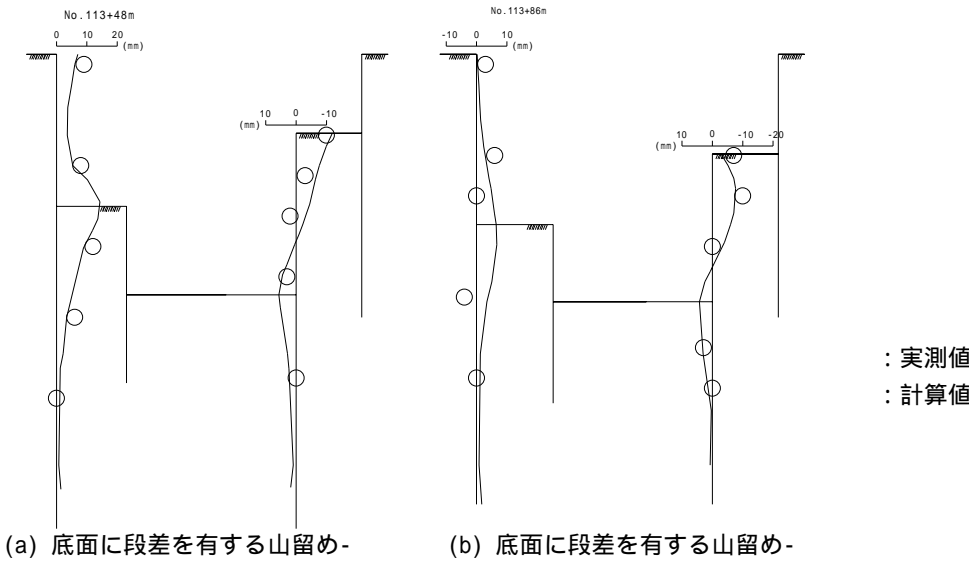


図-2 計算値と実測値との比較

5. おわりに

ここでは、掘削底面に段差を有する山留めの設計方法として、設計実務への適用性の観点から、実測値を再現するよう山留め弾塑性法(対称モデル)を拡張した手法を提案した。1 断面あたりの計算回数が多いことや実測値との比較が少ないことなど、設計法として確立するための課題は多いが、合理的で安全な掘削底面に段差を有する山留めの設計に少しでも寄与できれば幸甚である。

参考文献：

- 1) 石田，田嶋，原，関：掘削底面に段差を有する山留めの設計法(その 1：挙動の計測と着目点)，第 38 回地盤工学研究発表会(平成 15 年 7 月，投稿中)