

施工過程を考慮した逐次計算に基づく山留め解析法とその適用性に関する研究

Study on Step-By-Step Analytical Method and Its Applicability for Behavior of Earth Retaining Wall Considering Excavation Process

實松 俊明 Toshiaki Sanematsu

1. はじめに

根切り時における山留め壁の応力・変位の計算には、簡便さと実用性から山留め壁を梁、地盤の抵抗をばねとして扱う「梁・ばねモデル」が広く用いられているが、一般的な「梁・ばねモデル」は、施工の連続性（施工過程）が直接考慮されないこと、山留め変位に伴う背面側側圧の変化を考慮できない等の課題が指摘されている。そこで、山留め壁の両面に地盤ばねを配して背面側側圧の変化を直接評価するとともに、施工過程を考慮した逐次計算に基づく山留め解析法（以下、両面ばね法とする）が提案されている。しかし、両面ばね法は従来の「梁・ばねモデル」とは異なる考え方やパラメータが必要であり、土圧－変位関係モデルおよび解析法の適用性に関する検討は少なく不明な点が多い。本研究では、両面ばね法について室内要素実験および実測データを基に、解析モデルとパラメータの設定法を提案するとともに、実事例のシミュレーション解析により解析法の有用性について検討を行った。

2. 解析法の概要

解析法の概要を Fig.1 に示す。本解析法は各施工ステップで生じる増分荷重を評価し、それに対する山留め変位、応力、地盤反力等の変化量を計算し、前ステップの値に順次加えていく逐次計算法である。各次の増分荷重は、根切り時には壁変位を拘束した状態で生じる掘削除荷に伴う開放側圧（Fig.1 (a-3)および(c-3)）、プレロード時にはプレロード荷重となる（Fig.1 (b-3)）。本手法では各根切り時の増分荷重を評価するため、山留め壁の変位を拘束した状態を想定し、その時に掘削側に作用する側圧・土圧分布（平衡側圧・土圧）を適切に評価することが重要となる。

3. 掘削除荷時の水平土圧変化に関する室内要素実験

両面ばね法による荷重評価に必要な掘削除荷時の土圧変化（平衡土圧）を把握するため、掘削除荷を模擬した室内要素実験を実施した。実験装置には鉛直応力と側方応力を独立して制御できるように改良した三軸試験装置を用い、豊浦砂および

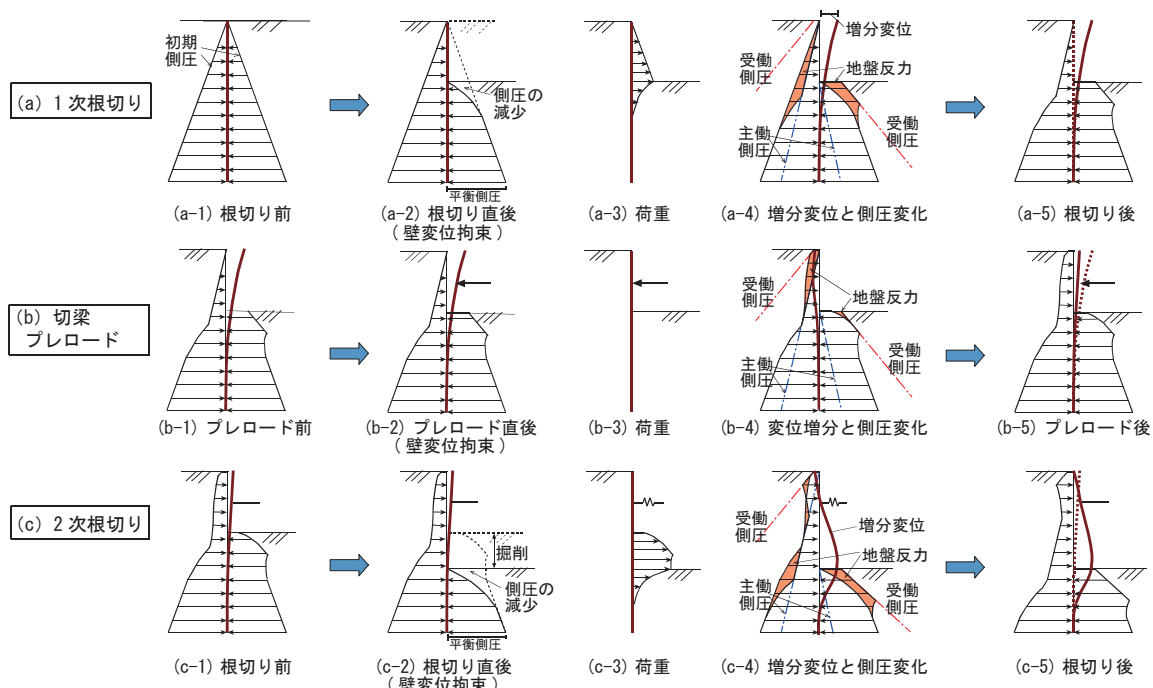


Fig. 1 解析法の概要
(Outline of Analytical Method)

カオリン粘土を対象に、種々の応力状態から側方ひずみを生じさせない条件で鉛直応力を除荷させた時の側方応力の変化について検討した (Fig.2)。鉛直応力の除荷に伴う側方応力の挙動は、砂では除荷開始時の土圧係数が大きくなるに従って側方応力の残留度合いが小さくなるが、全体的には粘性土も含めて側方応力が残留しながら徐々に減少する傾向を明らかにした。

4. 解析モデルの提案・検証と適用性の検討

室内要素実験結果および過去に実施した実測側圧の分析結果に基づき、本解析法に用いる土圧-変位関係モデルを構築した (Fig.3)。次にソイルセメント壁を山留め壁として用いた複数事例 (8 現場, 14 測点) のシミュレーション解析を行い、実測値との比較により本解析モデルに適したパラメータの設定法を提案した (Fig.4)。また、従来の「梁・ばねモデル」との比較により実測値に対する解析値のばらつきが全体的に小さいことを確認し、本解析手法の有効性を示した。

5. 控え杭を用いたタイロッド山留め工法の挙動評価

本解析法の応用として、一般的な工法 (切梁, 地盤アンカー) でなく評価法が十分に確立されていない「控え杭形式のタイロッド山留め工法」に対する挙動評価法の提案を行った (Fig.5)。まず、タイロッド工法を採用した 4 現場の実測結果を基に控え杭の変位抑制効果について検討し、山留め壁と控え杭の離隔距離が短い場合には、山留め変位に伴う背面地盤変位の影響を考慮する必要性を示した。次に、山留め壁の変位が背面地盤に及ぼす影響を把握するため、山留め壁の背面地盤変位を別途計測・収集し、背面地盤の水平変位を簡易に評価する手法を提案した。最後に、山留め壁の背面地盤変位の影響を考慮した両面ばね法によるタイロッド工法の挙動解析法を提案し、実測値との比較により提案手法の有効性を確認した。

6. おわりに

本研究では、施工過程を考慮した逐次計算に基づく山留め解析法 (両面ばね法) について、解析モデルおよびパラメータ設定法を提案するとともに、解析法の適用性に関する検討を行った。得られた知見は、建物の掘削工事や近接施工における活用が期待され、今後、様々な条件の工事に適用していきたいと考えている。

キーワード: 山留め, 掘削, 解析法, 側圧, 地盤の挙動

Keywords : earth retaining, excavation, analytical method, lateral pressure, ground behavior

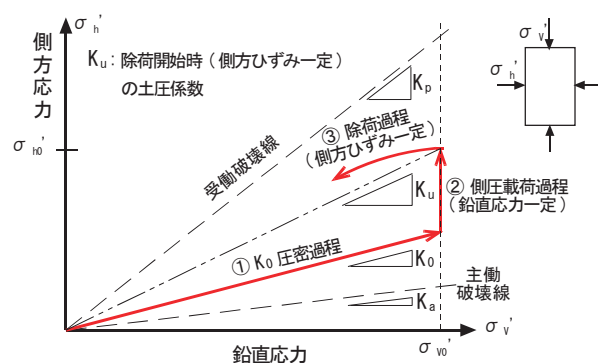


Fig. 2 要素実験の概要
(Outline of Laboratory Test)

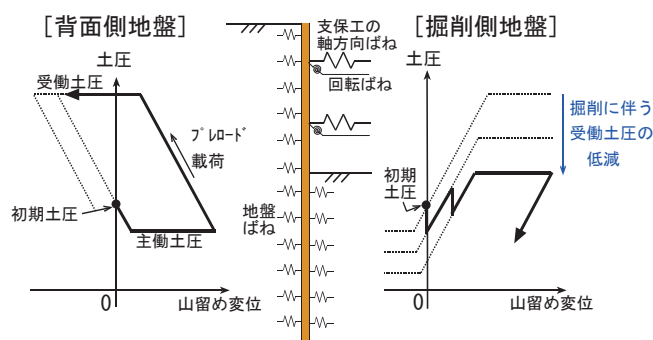


Fig. 3 解析モデル
(Analytical Model of Earth Retaining Wall)

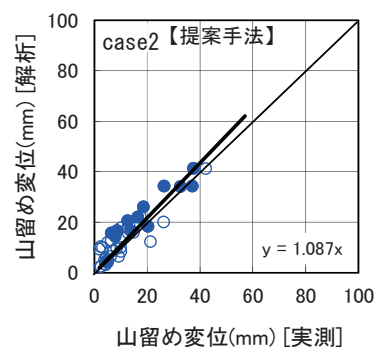


Fig. 4 山留め変位の解析値と実測値の比較
(Comparison of Wall Deformation between Calculation and Measurement)

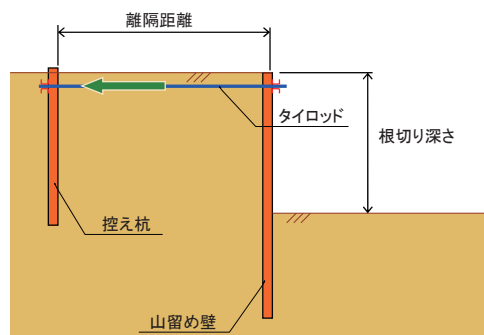


Fig. 5 タイロッド山留め工法
(Tie-rod Anchored Retaining Wall)