

(Ⅲ - 42) 山留め設計 (弾塑性法) に関する一考察

(株) テクノソール 正会員 ○三上和久
(株) テクノソール 正会員 辰井俊美
東 洋 大 学 正会員 石田哲朗

1. はじめに

ジオフロント構想の提唱とともに近年大規模な掘削工事が多く行われている。特に、都市部での地下空間利用の社会的要請は今後も続くことは確かなようである。このような観点から、計測データを用いた設計や施工管理に対する合理的でかつ適切なシステムの開発が望まれる。そこで、筆者らはシステムの開発の一環として FEM 解析などの数値解析を用いた際に入力物性値が解析結果に大きく影響されることに着目し、施工過程を考慮した土質試験の実施および解析に用いる際のモデル化についての検討を行ってきた¹⁾。また、入力物性値の違いが解析結果に与える影響度について一般的な設計法のもと検証を行ってきた。

本報では、掘削深度の異なる 2 つのモデルを対象に山留めの設計に広く用いられている弾塑性を用いて解析を行い、地盤に関する入力物性値が解析結果に与える影響度合いについての知見を述べる。

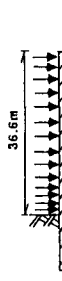
2. 解析方法

山留め壁の変形挙動は、地盤の変形係数や側圧の大きさあるいは設定方法によって左右されることが推測される。特に、地盤の変形係数は十分な事前調査の結果も少なく、既往の実験式を用いて N 値より推定する方法²⁾あるいは経験的に定められるなど決定方法が確立されていない。また、側圧の設定に関しても各諸基準でその手法が異なるなど設計に用いられる入力物性値の設定は一義的には決められていないのが現状である。

ここでは、山留め壁の設計に用いられる入力物性値のうち地盤の変形係数および側圧の大きさに着目し、これらの入力値の大きさが山留め壁の変位量に与える影響度合いについて弾塑性解析により確認を行った。弾塑性解析は、一般に用いられている設計基準に沿って実施した。解析に用いた入力条件および地盤モデルを表 2-1、図 2-1 に示す。

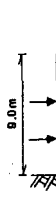
表 2-1 入力条件

項 目	ケース	深度の深いケース	深度の浅いケース
設計基準		土木学会 ³⁾	日本建築学会 ⁴⁾
山留め壁種類		RC連続地中壁	U型鋼矢板
山留め壁長さ		48m	12m
山留め壁曲げ剛性		$2.05 \times 10^4 \text{tm}$	$6.49 \times 10^4 \text{tm}$
支点条件		山留め壁上端：自由 下端：ヒンジ	山留め壁上端：自由 下端：自由
切取段数		14段	2段
掘削回数		15回	3回
掘削深度		36.6m	9.0m



土質名	N値	$\gamma (\text{t/m}^3)$ 単位体積重量	C (t/m^2) 粘着力	$\phi (^{\circ})$ 内摩擦角	水位(m)	層厚(m)
ロ-Δ	16	1.40	9.0	0	GL- 13.00	11.67
シル	11	1.40	10.0	0		4.65
砂土	50	2.00	0	45		15.65
シル	14	1.60	15.0	0		4.15
砂土	50	2.00	0	45		5.20
細砂	50	1.80	0	40		5.30
粘土	15	1.80	24.0	0		1.38

(a) 掘削深度の深いケース



土質名	N値	$\gamma (\text{t/m}^3)$ 単位体積重量	C (t/m^2) 粘着力	$\phi (^{\circ})$ 内摩擦角	水位(m)	層厚(m)
粘土	4	1.80	1.5	10	GL- 15.00	0.82
ロ-Δ	3	1.37	6.8	8		1.18
砂土	20	2.00	0	35		5.00
ロ-Δ	3	1.37	6.8	8		2.82
砂土	40	1.90	0	40		5.18

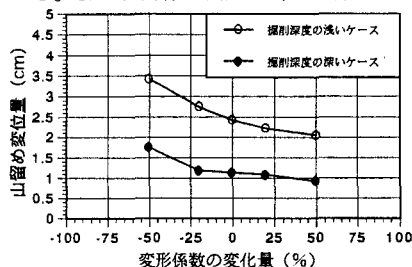
(b) 掘削深度の浅いケース

図 2-1 解析地盤モデル

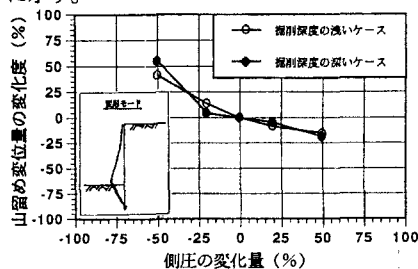
3. 解析結果および考察

解析結果を図 3-1、図 3-2 に示す。図 3-1(a) は各基準に基づいて設定した変形係数の大きさ (以後、設計値) に対して変形係数を変化させた時の山留め壁の変位量を示したものである。図 3-1(b) はその時の設計値に対して得られた変位量に対する変化量を示したものである。図中の山留め壁の変位量は最終掘削段階で得られた最

大変位量で示している。なお、このときの最大変位量は図中に示すように切梁最下段より若干下方の位置に現われている。また、同様に側圧に対して得られた結果を図3-2に示す。

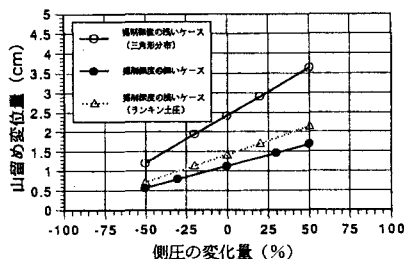


(a) 山留め壁の変位量

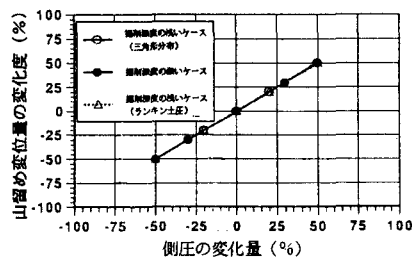


(b) 山留め壁の変位量に対する変化量

図3-1 変形係数を変化させた時の解析結果



(a) 山留め壁の変位量



(b) 山留め壁の変位量に対する変化量

図3-2 側圧を変化させた時の解析結果

変形係数の大きさが変位量に与える影響度は、設計値に対して増大させた場合より減少させた時の方が顕著に現われている。これは、弾塑性解析による土のモデル化に起因するものであり、土中に生じる土のひずみ量に応じて土の応力-ひずみ関係が弾性域から塑性域への推移することによるものである。この影響度は掘削深度の大きさに関係なくほぼ同程度の影響度合いを示している（図3-1(b)）が、掘削深度の深いケースでの変位量の差異は0.6cm程度であり、変形係数が大きく変化した場合でも山留め壁の変位量に有意な影響を与えないことがわかる（図3-1(a)）。このことは、予想される山留め変位量が弾性域内程度の変位量であれば変形係数の大きさに左右されることなく設計できることを示唆していると思われる。

一方、側圧の大きさが山留め壁の変位量に与える影響度は、側圧の変化量に相当する変化量が山留め壁の変位量に現わされている。図中には、三角形分布およびランキン土圧により設定される側圧の大きさを示したが、このように側圧の設定方法によってその大きさが山留め壁の変位量に直接的に反映されることがわかる。

4. おわりに

都市集中化に対する近接施工および大深度掘削工事が進められる今日、工事の安全性を確保するための設計・施工管理の体系化が急務である。今後は、設計から施工までの一環した情報化施工管理システムの開発に向け、そのひとつとして周辺地盤への影響を考慮したFEM解析による合理的な設計手法に向けての検討を進めたい。

最後に、本研究にあたっては川商リースシステム株式会社およびヒロセ株式会社の御理解と御協力を得た。ここに記して御礼申し上げる。

【参考文献】

- 1) 鈴木・辰井・石田：掘削時の応力・変形挙動を考慮した土の強度特性；第22回関東支部技術研究発表会講演集，土木学会，pp.274～275，1995.3
- 2) 地盤工学会：N値およびC・φ—考え方と利用法—，1992.
- 3) 土木学会：トンネル標準方書（開掘編）・同解説，1986.
- 4) 日本建築学会：山留め設計施工指針，1988.