

大規模土留の設計法に関する検討 ―掘削底面付近の変形に着目した検討―

日本技術開発(株) 正会員 ○金田 正孝, 金 聲漢, 佐伯 宗大
 首都高速道路(株) 正会員 川田 成彦, 白鳥 明, 春日 清志

1. はじめに

首都高速道路の現行要領¹⁾に示される土留めの「弾塑性法」は、過去の土留め計測事例との対比では、必ずしも十分には再現できていない例が報告されている。このため、その「弾塑性法」での解析に用いる設計側圧等、解析条件を見直すことで、土留め設計の合理化が期待出来る。このような背景を踏まえ、現在建設工事中である首都高速中央環状新宿線等での計測事例を収集/整理し、その計測事例に対する逆解析を実施することで、設計の合理化を計るための検討を実施した。本文は、その検討のうちの一部を報告するものである。

2. 計測事例の整理と検討上の着目点の整理

この検討を行うに当たり、中央環状新宿線での計測データを収集/整理した。その整理結果から、共通した特徴として下記の2点が見られた。

- ① 1次掘削の段階で、計測された土留めの変位に比べ、設計時の計算変位のほうが、相当大きくなっている。2次掘削以降も、1次掘削時の影響が残留し、設計時の計算変位のほうが、相当大きくなっている。
- ② 3次掘削程度から先の掘削ステップでは、掘削底面付近の計算変位が、計測変位より大きくなる傾向が見られた(図-1参照)。

これらの傾向のうち1次掘削付近については、覆工桁設置の際の初期掘削の影響を考慮することで、計算値と計測値の整合性が向上することが確認できた。本報告では、②に示した傾向に着目し、設計の合理化を計るための検討を実施した。

3. 洪積砂層の粘着力の考慮についての検討

新宿線が建設されている東京地区の洪積砂層(東京層、江戸川層、上総層等)について、設計前に実施されていた室内試験結果(三軸試験結果)を確認したところ、その強度特性として、粘着力が若干考慮できる結果が、いずれの場所での結果からも確認された(東京層 $c=20\text{kN/m}^2$ 、上総層 $c=100\text{kN/m}^2$ 程度)。

新宿線の設計時に用いられている地盤定数を確認すると、ほとんどの所で、粘着力を考慮して設計が実施されており、上記の試験結果を反映できていた。

この粘着力に関して、ある地区での計測結果を対象に、粘着力を考慮しない場合の設計計算を実施したところ、計測変位を大きく上回る計算変位となる結果が得られた(図-2参照)。このため、小さい値でも、洪積砂層の粘着力を考慮することで、より合理的な設計が出来るものと考えられる。

4. 洪積砂層の掘削側静止側圧についての検討

4.1 首都高要領での掘削側静止側圧

切梁式土留めの作用側圧についての過去の研究等²⁾では、掘削底面付近の作用側圧は、クーロン土圧などに比べ小さくなる傾向が確認されてはいるものの、理論的な説明が明確になされていない。このため、首都高要領¹⁾等では、「掘削側静止側圧」という便宜的に定義した側圧を考慮し、これを掘削背面側の作用側圧から差し引くことで、見かけ上掘削底面付近の作用側圧を減少させた計算法を採用してい

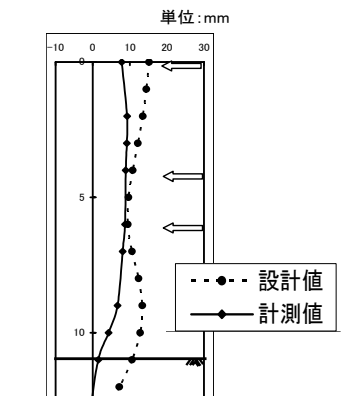


図-1 計測変位計算変位との対応の一例

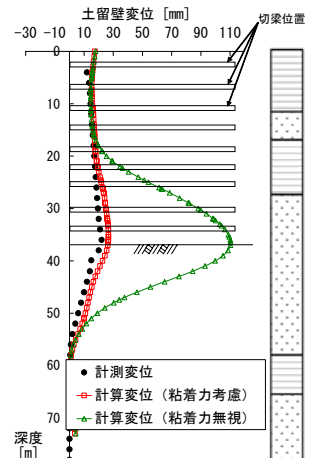


図-2 洪積砂層の粘着力の考慮/無視の対比の一例

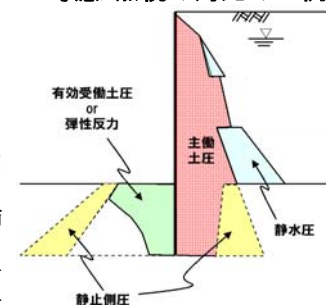


図-3 首都高基準での側圧の評価方法の模式図

Keyword ; 大規模土留め, 逆解析, 静止側圧, 有限要素解析

連絡先 〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 日本技術開発(株)リサーチ・エンジニアリング事業部 TEL03-5341-5161

る(図-3 参照)。尚、その「掘削側静止側圧」の大きさについては、砂質土層では、掘削底面を地表面とした静止側圧を用いることとしているが、粘性土に関しては、掘削前の地盤応力が掘削後も全ては開放されず、残留応力が存在し、静止側圧も残留するものとして評価している(図-4 参照)。

4.2 洪積砂層の掘削側静止側圧の見直し

首都高以外の基準類では、建築指針³⁾や先端センター指針⁴⁾等では、砂質土層でも「掘削側静止側圧」に、掘削前応力の残留を考慮した評価式を採用している。

このため、二次元弾性 FEM 解析により、砂質土での掘削前応力の残留の影響について検討した。図-5 に FEM 解析モデルを、図-6, 7 に解析結果の一例を示す。

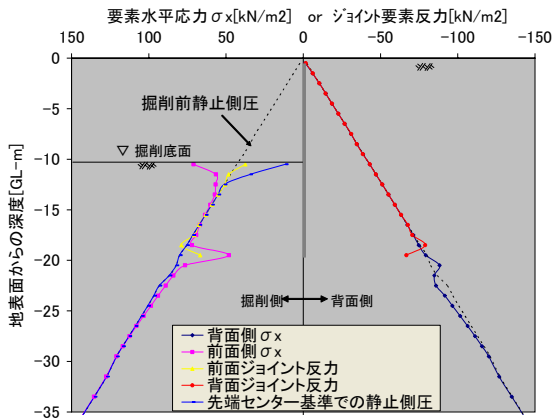


図-6 土留壁付近の水平応力, ジョイント反力

図-6 に示したとおり、この解析結果からは、掘削前の応力の残留が確認でき、砂質土についてもその残留応力の影響を考慮できると考えられる。しかし、図-7 に示す様に、強度が小さい場合には、掘削底面の要素安全率が 1.0 を下回り破壊しており、応力残留の影響を考慮できるのは、洪積層のような強度の大きい場合だけであると考えられる。

ここでの解析結果は、限られたケースの解析結果であることから、応力残留の程度を定式化するまでには至らなかった。このため、粘性土層は首都高要領¹⁾に準拠し、洪積砂質土層は先端センター指針⁴⁾に準拠して「掘削側静止側圧」を評価することとした。この結果、図-8 に示すとおり、より実測変位に近い計算変位が算定され、設計法の合理化が図れる可能性が確認された。

5. おわりに

洪積砂質土層を床付けとするような土留めの設計に際しては、粘着力を考慮した設計を行うこと、「掘削側静止側圧」の残留の評価をすることで、設計の合理化が計れる可能性が確認できた。今後、その評価式の定式化に向けての更なる検討を実施していきたい。

参考文献

- 1) 首都高速道路公団：仮設構造物設計要領，2003 年 5 月
- 2) 例えば，G.P.チェボタリオフ：チェボタリオフの土質工学，1957 年
- 3) (社) 日本建築学会：山留設計施工指針，2002 年改定版
- 4) (財) 先端建設技術センター：大深度土留め設計・施工指針(案)，平成 6 年 10 月

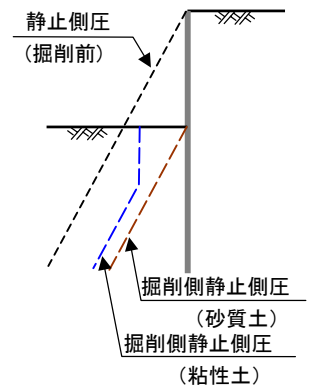


図-4 首都高要領で定義されている「掘削側静止側圧」の模式図

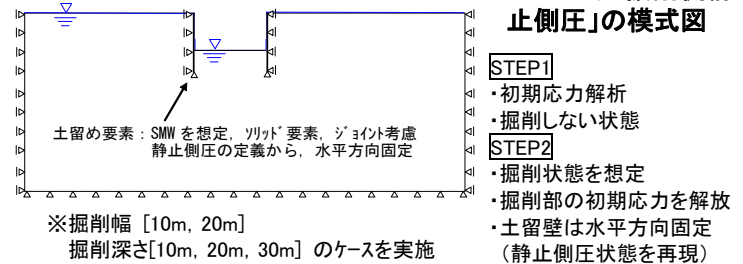


図-5 二次元弾性 FEM 解析モデル, 解析ステップ

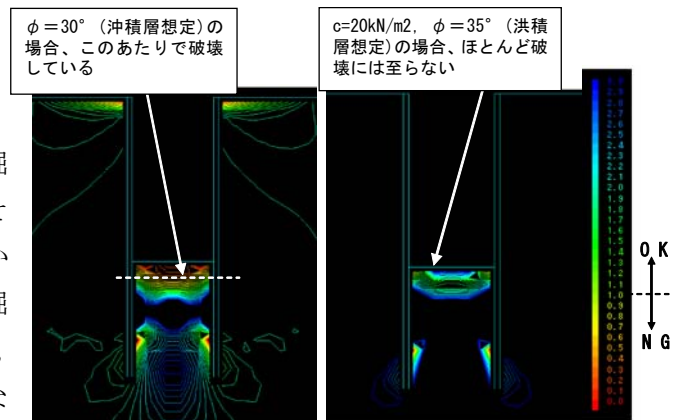


図-7 要素安全率(モールクーロンの破壊基準)の分布

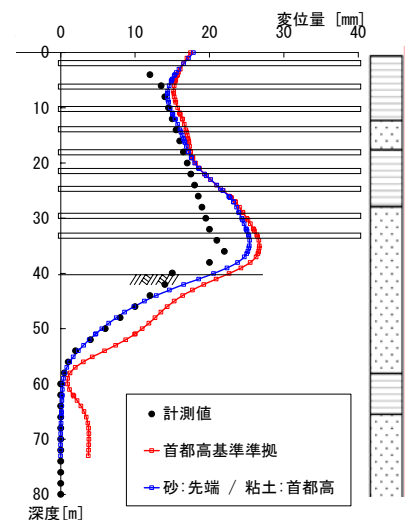


図-8 洪積砂層の「掘削側静止側圧」を見直した場合の試算結果