

Ⅲ-B171

軟弱地盤における土留め壁根入れ部の合理的設計土圧の設定法

（株）鴻池組 土木設計部 正会員 濱野隆司 非会員 保積浩二
阪神高速道路公団 大阪建設局 正会員 金治英貞 正会員 佐藤奈津代

1. はじめに

土留め工の設計を弾塑性法で行う場合、土留め壁根入れ部の有効主働土圧および有効受働土圧の評価が重要である。現状ではそれらを、それぞれ主働土圧および受働土圧から掘削側の静止土圧を差し引き評価することが多い¹⁾。しかし近年、前者として「最終掘削時のつり合い根入れ先端部でゼロとする土圧」を用いる方が合理的であること、および掘削側の鉛直有効応力は土被り圧が減少してもそれに比例して減少せず、ある程度残留する傾向にあることが明らかになってきた²⁾。

今回、軟弱地盤における土留め壁根入れ部の合理的設計土圧の設定法について、2次元非線形FEM解析および計測データを基にした弾塑性法解析により検討したので、その結果について報告する。

2. 2次元非線形FEM解析による土留め壁根入れ部の合理的設計土圧の検討

解析対象は図-1に示すように、軟弱な粘土層の均一地盤において、掘削深さ20m、幅30mのトレンチ掘削を実施する場合を想定した。土留め壁の根入れ長は18m、剛性は $E \cdot I = 7.0 \times 10^4 (\text{tf} \cdot \text{m}^2/\text{m})$ である。掘削は、1次掘削；GL-2m、以後3mごとにGL-20mまで実施している。切梁は掘削敷きから1m上に設置し、バネ定数は $K = 9.2 \times 10^3 (\text{tf}/\text{m}/\text{m})$ である。地盤の非線形性は、応力～ひずみ関係をDuncan-Changモデルで表現した。地盤の入力定数を表-1に示す。破壊した要素の変形係数は1/100に低減した。

図-2は、最終の7次掘削時の土留め壁の水平変位および土圧分布を示したものである。主働土圧および受働土圧は土留め壁根入れ先端部付近でつり合っていることから、有効主働土圧は土留め壁根入れ先端部付近でゼロになっていると考えられる。なお、掘削側の鉛直有効応力は土被り圧が減少してもそれに比例して減少せず、ある程度残留する（掘削後の静止土圧および受働土圧に影響を及ぼす）結果となった。

以上の結果から、①有効主働土圧として最終掘削時のつり合い根入れ先端部でゼロとする土圧を用い、②掘削側の鉛直有効応力の残留による掘削後の静止土圧および受働土圧の変化を考慮すると、土留めの合理的な設計が可能になると考えられる。

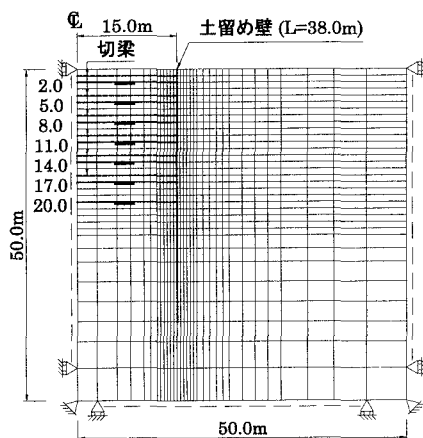


図-1 解析モデル

表-1 地盤の入力条件 z : 地表面からの深さ(m)

$\gamma (\text{tf}/\text{m}^3)$	$E (\text{tf}/\text{m}^2)$	ν	$c (\text{tf}/\text{m}^2)$	K	n	R_f
1.6	550	0.4	$0.3 \cdot z$	$30 \cdot c$	0.5	0.9

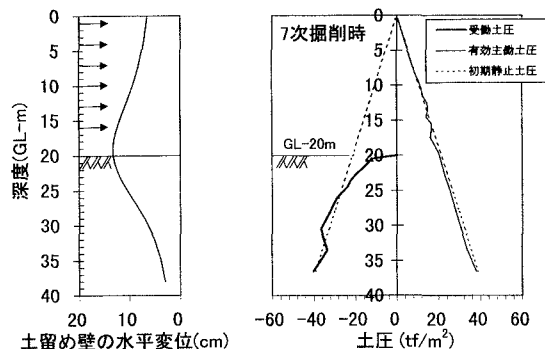


図-2 土留め壁の水平変位および土圧

キーワード：土留め、軟弱地盤、有効主働土圧、2次元非線形FEM解析

（株）鴻池組：〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1、阪神高速道路公団：〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16

3. 計測データを基にした弾塑性法解析による土留め壁根入れ部の合理的設計土圧の検証

前述の結果を検証するため、図-3に示す現場について、土留め壁根入れ部の有効主働土圧および有効受働土圧をパラメータとした弾塑性法解析を実施した。表-2に検討ケースを示す。

表-2 検討ケース

	土留め壁根入れ部の有効主働土圧	有効受働土圧
ケース1 (現行指針 ¹⁾)	参考文献1)による主働土圧から掘削側の静止土圧を差し引く	参考文献1)による受働土圧(クーロン土圧)から掘削側の静止土圧を差し引く
ケース2 (合理的手法案)	参考文献1)による主働土圧を最終掘削時のつり合い根入れ先端部でゼロとする	掘削側の鉛直有効応力の残留による掘削後の有効受働土圧(受働土圧-静止土圧)は、「参考文献1)による受働土圧から掘削側の静止土圧を差し引いたものと等しい」と仮定して算定

図-4(a)~(c)は、それぞれ4次、6次および最終の8次掘削時における土留め壁の水平変位の2ケースの計算値と実測値を比較したものである。図-5は、最終の8次掘削時における土留め壁の曲げモーメントの2ケースの計算値と実測値を比較したものである。これらの結果より判明した諸点を以下に列挙する。

- ①土留め壁の水平変位については、ケース1は掘削が進むにつれて根入れ部の変位が計測値を大きく上回るのに対して、ケース2は掘削段階に関わらずほぼ実測値と同様の分布形状を示している。
- ②最終の8次掘削時における土留め壁の曲げモーメントについては、ケース2の方が実測値に近い分布形状を示している。

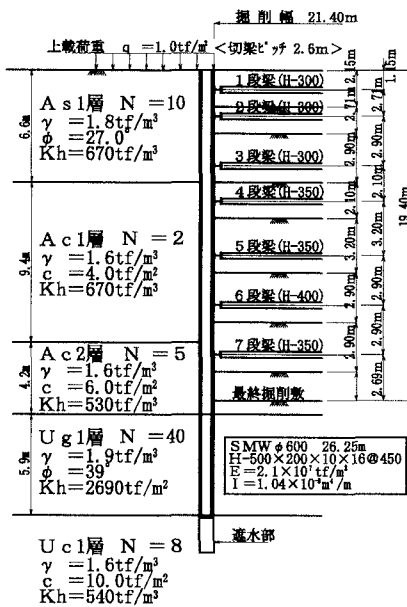


図-3 現場状況および土質条件

4. おわりに

以上の結果より、軟弱地盤における土留めの合理的な設計のためには、

- ①土留め壁根入れ部の背面側有効主働土圧は最終掘削時のつり合い根入れ先端部でゼロとなる土圧とする
- ②掘削側の鉛直有効応力の残留による掘削後の有効受働土圧(受働土圧-静止土圧)は、参考文献1)による受働土圧から掘削側の静止土圧を差し引いたものと等しい」と仮定して算定する

ことが実用上可能であるとの結果が得られた。今後さらにデータを収集し、より合理的な土留めの設計法について検討していく所存である。

参考文献：1)阪神高速道路公団：開削トンネル設計指針(案),pp.3-15~3-18,平成9年10月、2)岸尾俊茂：掘削工事における地下水位低下工法と土留め設計に関する研究,pp.167~196,平成9年3月

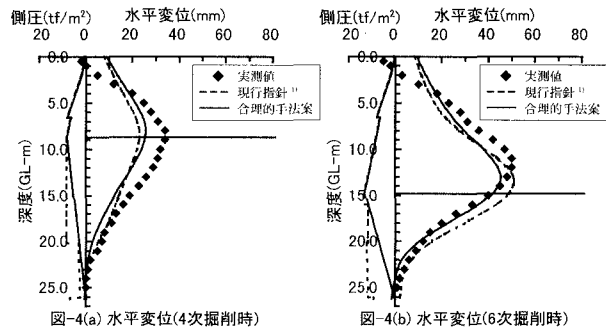


図-4(a) 水平変位(4次掘削時)

図-4(b) 水平変位(6次掘削時)

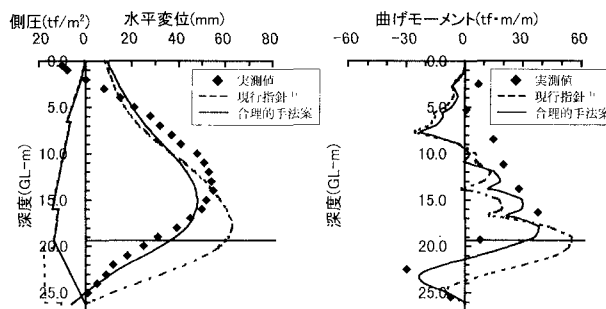


図-4(c) 水平変位(8次掘削時)

図-5 曲げモーメント(8次掘削時)