

III-226

軟弱地盤における掘削土留工の現場計測と設計方法について(8号湾岸線辰巳停車場)

帝都高速度交通営団 正員 増田義孝
同 上 正員 入江平門
同 上 正員 ○ 渡辺吉教

1. まえがき

営団地下鉄8号湾岸線は、現在新富町～湾岸間で工事中であるが、このうち江東区内の辰巳停車場は、東京湾沿い埋め立て地の超軟弱地盤における大規模開削工事により建設した。掘削幅は $B=16\sim 20\text{m}$ 、掘削深さは $D=23\sim 26\text{m}$ で、土留壁は厚さ $T=80\text{cm}$ 、深さ $L=33\sim 36\text{m}$ の地下連続壁とし、5～6段の鋼製支保工と、逆巻き工法により施工した2段の構築本体床版により支保し、施工した。なお、掘削時のヒーピングの防止と土留壁根入れ部の変形を抑止するため、 $\phi 0.4\text{m}\times \ell 20\sim 25\text{m}$ の生石灰杭を1.2～1.4mピッチで打設し、地盤改良を行った(図-1)。

また施工における安全を期するための計測管理と、軟弱地盤における土留工の設計に関するデータを得るという2点を目的として、計器を配置して計測を行ってきた。本報は、これらのデータを基に軟弱地盤における掘削土留工の挙動を考察し、設計計算法について検討した結果について報告するものである。

2. 地質概要及び計器配置

施工箇所の地盤は、江東デルタ地帯と呼ばれる沖積低地を埋立て造成したもので、3～7mの埋土の下に、有楽町砂層、有楽町粘土層、東京層と続く地層構成で、構造躯体は深度15～25m程度のN値が0～3を示す軟弱粘土層に構築される。

計器は表-1に示したように2.5～3.5mピッチで地下連続壁に鉄筋計を配置し、各段の切梁及び逆巻床版には、軸力計・鉄筋計を設置し、表示の頻度で測定を行った。

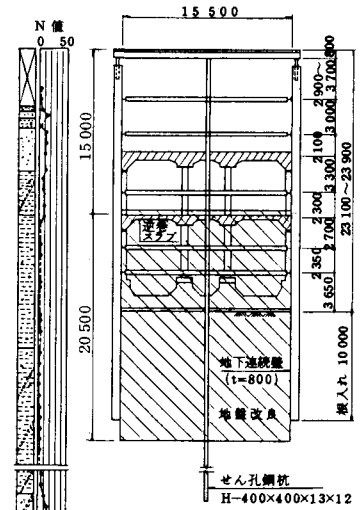


図-1 施工標準断面図

表-1 計測項目一覧表

項目	計器	容量	測定頻度	凡例
鉄筋応力	鉄筋計	300kg/cm ²	1回/日	■
壁変形	押入式傾斜計	±30度	1回/週	
相対変位	相対変位計	100mm	1回/日	
切梁軸力	測量付歪計	$\pm 1000 \times 10^{-4}$	1回/日	○
掘削底面 浮上り量	地盤変位計		1回/週	
逆巻床版 浮上り量	トランシット スチールテープ		"	
逆巻床版 鉄筋応力	鉄筋計	3000kg/cm ²	1回/日	
壁面土圧	土圧計	2.5-7kg/cm ²	"	□
壁面水圧	開閉水圧計	2.5kg/cm ²	"	□

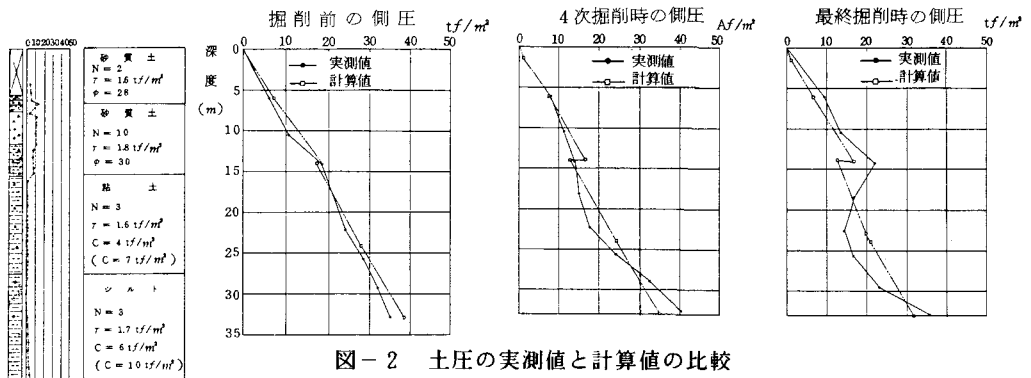
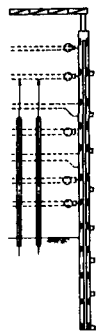


図-2 土圧の実測値と計算値の比較

3. 計測管理結果

本工事では、実測された土留壁背面の土圧分布を用いて、実測変形にフィットするような地盤常数を選択し、その値を入力して弾塑性法により次段階の挙動を予測するという計測管理手法を用いて施工管理を行った。この手法で、3次掘削段階において4次掘削以降を予測したところ、4段・6段切梁に許容耐力以上の軸力の発生が予測されたため、切梁をH-300からH-400に変更した。そのため許容耐力の超過という事態を避けることができた。このような計測管理の結果、土留壁の最大変位は6 cm、地下連続壁鉄筋最大引張応力度は1300kg/cm²という状態で掘削を完了できた。

4. 土留壁の設計計算法

近年、大規模山留めの設計においては、応力・変位の計算を弾塑性法による方向にはあるものの、入力常数の決定方法等には問題が残されている。そこで、他企業体で提案されている入力方法を参考に、今回の計測結果に近い応力・変位を得る常数設定方法を検討した。今回採用した側圧の設定方法を表-2に示した。

①地盤バネ定数； $K_h = \frac{1}{20} N (\div C)$ とした。

②掘削前の側圧；砂質土はJ á k y の式、粘性土はN値に応じて側圧係数を定めることとした。

③背面側の側圧；砂質土はランキン・レザール、粘性土はN値と掘削深さにより側圧を設定することとした。

④掘削面側の側圧；粘性土はランキン・レザールにより、砂質土はクーロンの式によるものとした。

以上により計算した結果と実測結果の比較を図-3に示した。計算値と実測値には若干の相違は認められるものの、計測時の誤差等を考え合わせると概ね一致しているものと判断できる。なお、連壁の曲げ剛性は、ひびわれによる剛性低下の影響を考慮して、全断面有効の曲げ剛性の60%とした。また、地盤改良後の強度は、 $C' = 2 C_0$ 、 $C' = C_0 + 5 t / m^2$ のいずれか小さい方の値とし、 $C' < 15 t / m^2$ として設定した。

5. むすび

今回の計測により、実測値を比較よく説明できる弾塑性法の入力常数の決定法を導くことができた。今後は営団が施工する地下鉄7号線の設計および施工管理にこの手法を導入するとともに、引き続いて計測も行い、精度の高い設計法とするつもりである。

おわりに、本検討を進めるに当たって、東工大渡辺隆教授の御指導をいただいたことを報告し謝意を表する次第である。

表-2 側圧の設定方法

地盤定数	粘性土 : $K=C$ (kg/cm ²) 砂質土 : $K=\frac{N}{20}$ (kg/cm ²)
背面側圧	・粘性土 : 実測値に基づく推定式 掘削面以遠 : $P_a = K a l (\gamma \cdot x + q)$ 以遠 : $P_a = K a l (\gamma \cdot H + q) + K a 2 (X-H) \gamma$ $\begin{cases} 8 \leq N & K a l = 0.8-0.01 \cdot H \leq 0.1, K a 2=0.5 \\ 4 \leq N < 8 & 0.8-0.01 \cdot H \leq 0.4, \quad 0.6 \\ 2 \leq N < 4 & 0.7-0.025 \cdot H \leq 0.4, \quad 0.7 \\ N < 2 & 0.1-0.025 \cdot H \leq 0.4, \quad 0.8 \end{cases}$ ・砂質土 : ランキン・レザール
掘削面側圧	・粘性土 : ランキン・レザール ・砂質土 : クーロン
掘削前の側圧	・粘性土 : $\begin{cases} 8 \leq N & K_0=0.5 \\ 4 \leq N < 8 & 0.6 \\ 2 \leq N < 4 & 0.7 \\ N < 2 & 0.8 \end{cases}$ ・砂質土 : $K_0 = 1 - \sin \phi$

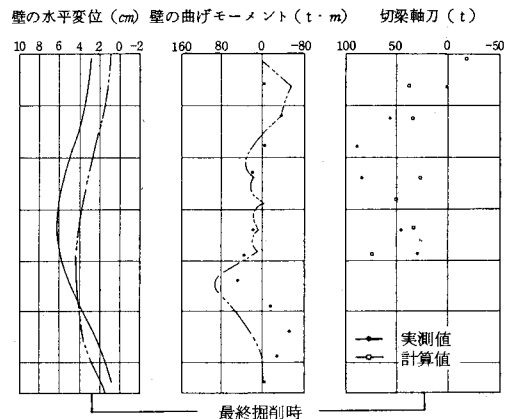
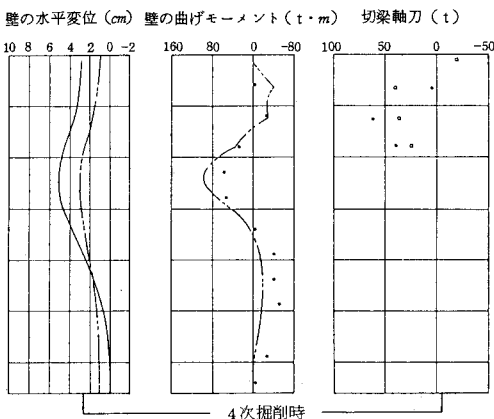


図-3 弾塑性法による計算結果と実測結果