

仮設土留構造物設計法の比較と問題点

榎鴻池組 正員 鴻池一季

榎鴻池組 正員○上野淳一

1. はじめに

地盤掘削に伴う仮設土留工の設計指針に関しては、各企業体において各々独自のものを設定しているのが現状である。しかしながら、これら各指針の特徴を把握し、問題点を認識しておくことは、土留工設計にあたって必要不可欠な事柄であろう。本報告は、以上の観点にたつて、現行の各種設計指針を比較考察したものである。さらに数例の実測データと対比し、問題点・適用限界を論じたものである。

2. 各種設計指針の現状

表-1 各設計指針の分類と内容

現行の仮設構造物の設計指針は、表-1のように分類できる。本文では、首都高速道路公団¹⁾、地下鉄技術協議会²⁾、国鉄³⁾の3指針をとりあげ、比較検討を行つた。今回は主要部材が決定されるまで、すなわち切梁軸力算定までの手順を対象とした。なお、表-1には、各指針の特徴を示している。

3. ケーススタディ

今回、土留方式は、親杭横矢板方式と鋼矢板方式とし、

対象地盤は、粘性土と砂質土の2種を想定した。地盤条件と掘削概要を図-1に示す。表-2は、図-1の地盤を掘削した場合の、各指針によつて与えられる主な算定値を示したものである。この表-2をもとに算定されたつり合い深さ、仮想支点深さ、部材の断面力についての考察を示すと、以下である。以下では、指針という言葉を省いて、単に首都高、地下鉄、国鉄と略称する。

3-1 つり合い深さ いずれの指針も受働側と主働側の側圧のバランスにより、つり合い深さを決定するという基本的な考え方は同じである。側圧決定法の内容を検討し、異なる部分を挙げれば、以下の3点である。

① 水圧の取り扱い方 首都高・国鉄は砂質土において、土留壁先端で水圧が0となる三角形水圧分布を採用する。水圧分布は土圧係数に関係しない。それに対して地下鉄では、

項目 分類	採用企業体	略 称	根入れ長の算定		断面決定用土圧強度の算定	
			①算定用土圧	②仮想支持点の決定	①算定用土圧	②壁断面の決定
道路関係	・首都高速道路公団 ・日本道路公団 ・日本道路協会	首都高タイプ	①ランキン・ゼールの方法	②受働側合力の作用位置	③支保工位置の反力算定	③切梁及び仮想支持点を支点とする単純梁
			②根入れ長の関数として算定	その他	①国内外の実測値を基にする土圧分布	②切梁及び仮想支持点を支点とする単純梁又は連続梁のモーメント
地下鉄関係	・地下鉄技術協議会 ・東京都交通局 ・大阪市交通局 ・神戸市交通局	旧建築構造設計基準タイプ	①フルニクスの方法	②根入れ長の関数として算定	③単純梁又は連続梁とした時の支点反力	①テルツァーギー&ベックの見掛けの土圧(1960)を基にする土圧分布
			①・砂質土…クーロン土圧 ・粘性土…ランキン土圧	②受働側合力の作用位置	③単純梁又は連続梁とした時の支点反力	②切梁及び仮想支持点を支点とする単純梁又は連続梁のモーメント
国 鉄	土木学会 建築学会	開削トンネル指針 建築基礎構造設計基準	①・砂質土…クーロン土圧 ・粘性土…ランキン土圧	②受働側合力の作用位置	③単純梁又は連続梁とした時の支点反力	①テルツァーギー&ベックの修正土圧(1967)を基にする土圧分布
			②根入れ長の関数として算定	その他	③単純梁又は連続梁とした時の支点反力	②切梁及び仮想支持点を支点とする単純梁又は連続梁のモーメント

$K_a < 1$, $K_p > 1$ を水圧に
乗ずるため、水圧が受
働側で大きく、主働側
で小さくなるので根入
れ部分は他より短く算
出される。粘性土にお
いて、地下鉄のフエル
ニウス式は $K_a = K_p = 1$
を水圧にも乗ずる。国
鉄は水圧と土圧とを分
離しない。故に、掘削
底以下の水圧増加分は

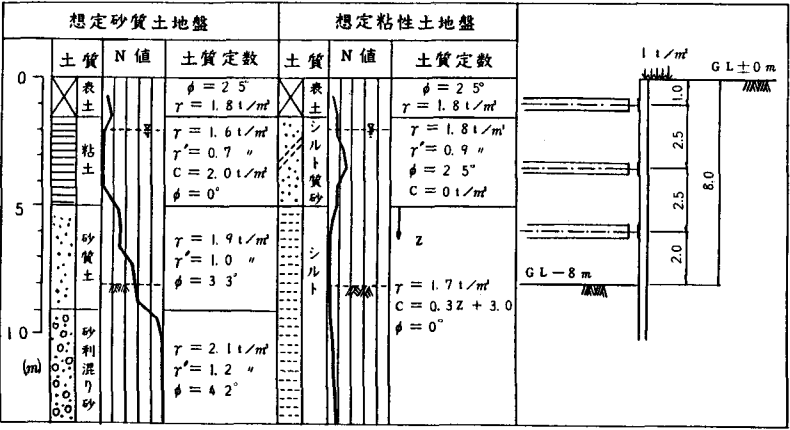


図 - 1 想定掘削地盤と掘削概要

受働側の水圧増加分とキャンセルされ、掘削底位置の水圧がそれ以深にも残る。このため
地下鉄・国鉄は首都高よりも根入れを深く算出することになる。

② 受働土圧係数の取り扱い方 国鉄は地下鉄・首都高と異なり、壁面摩擦角を考慮した
クーロンの受働土圧係数を採用している。これにより受働抵抗を大きく算出する。

③ 掘削底以下の土圧の扱い方 地下鉄指針においては、地盤種別によつて親杭の土圧負
担幅を、杭幅の1～3倍としている。また、アーチ作用やせん断抵抗を考慮し、掘削底以
下の主働土圧を増加させない規定がある。これらが適用されるとつり合い深さは、他より
短く算出される。

表 - 2 のつり合い深さの値をみると、上記の理由により、その差が生じていることがわ
かる。

3-2 仮想支点深さ これは、後述の部材断面発生応力を左右する大きな要因の1つで
ある。算定方法として、首都高・国鉄では受働側合力の作用点を仮想支点としている。地
下鉄では、Chang の式による方法の他、最下段切梁または掘削底からつり合い深さまでの
距離に一定の係数を乗ずる方法等を列挙している。表 - 2 においては、主に Chang の式を
採用している。首都高・国鉄の方法と地下鉄の方法は、計算法は異なるものの、本例にお
いては、仮想支点深さのつり合い深さに対する比率は、ほぼ等しい。

表 - 2 各指針による算定値

土質形式	親杭横矢板方式						鋼矢板方式					
	掘入れ部が粘性土			掘入れ部が砂質土			掘入れ部が粘性土			掘入れ部が砂質土		
対象地盤	首都高	地下鉄	国鉄	首都高	地下鉄	国鉄	首都高	地下鉄	国鉄	首都高	地下鉄	国鉄
設計指針												
つり合い深さ(m:底以下)												
・最終掘削時	4.0	4.0 (1.00)	4.0 (1.00)	2.71	1.33(0.49)	1.53(0.56)	1.33	2.58(1.95)	2.38(1.79)	2.43	1.38(0.57)	1.50(0.62)
・最下段切梁設置前	4.09	4.09(1.00)	4.09(1.00)	3.45	1.82(0.56)	2.25(0.65)	1.52	2.31(1.52)	2.31(1.52)	2.78	1.38(0.48)	2.28(0.82)
仮想支点深さ(m:底以下)												
・最終掘削時	2.24	2.87(1.19)	2.24(1.00)	1.88	2.13(1.13)	1.30(0.69)	0.89	1.73(2.51)	1.28(1.87)	1.70	0.82(0.54)	1.12(0.68)
・最下段切梁設置前	2.31	2.73(1.18)	2.31(1.00)	2.45	2.18(0.89)	1.50(0.61)	0.78	1.54(1.95)	1.28(1.59)	2.08	0.91(0.44)	1.53(0.73)
壁断面決定用												
モーメント(t・m)	14.22	10.27(0.70)	14.22(1.00)	10.78	10.37(0.96)	8.88(0.80)	9.24	11.05(1.20)	10.69(1.18)	25.68	7.85(0.30)	12.34(0.48)

() の中は、首都高指針の値を1.0とした時の比率である。

4. 現場計測値と算定値の比較

4-2 B現場 ここは、非常に硬質な地盤を掘削したビルの基礎工事現場である。計測は親杭に取り付けたひずみゲージと傾斜計によつてゐる。図-4には地盤条件と掘削概要、図-5には断面決定用土圧、図-6には計測されたモーメント、本工事の事前解析に用いた計算値（建築基礎構造設計基準の土圧と、弾塑性法によつてゐる）、および各指針によるモーメントを示している。各指針いずれも、モーメントの最大値によつて一律に断面を決定するため、その分布形はあまり意味を持たない。

しかしながら、図-6の2~3段切梁間の分布は、電算 図-3 土圧強度の比較を用いた弾塑性法によつてもその減形を予想できなかつた。同現場の他の掘削面の計測値を見ても同様の傾向があり、ゲージの損傷とは考えられない。土留壁の同部分に接する硬質粘土層の評価による差であらう。各指針によるモーメントの最大値は、実測値とくらべていずれも大きく安全側の値を見込んでいる。3指針いずれもつり合い深さ算出には、ラ

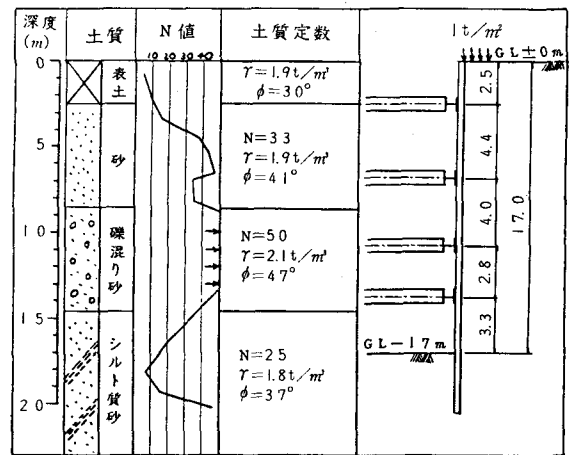


図 - 2 A 現場の土質と掘削概要

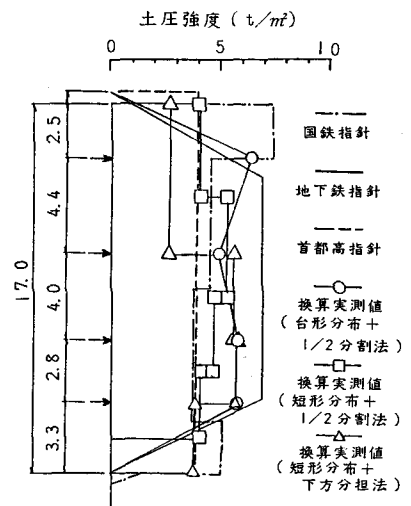


図 - 3 土圧強度の比較

ンキン・レザール系の土圧を採用している。これらを本地盤に適用すれば、硬質粘土層の粘着力が大きいためつり合い深さは非常に短

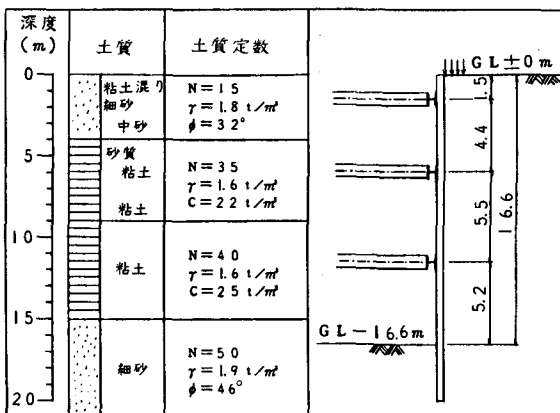


図-4 B現場の地盤条件と掘削概要

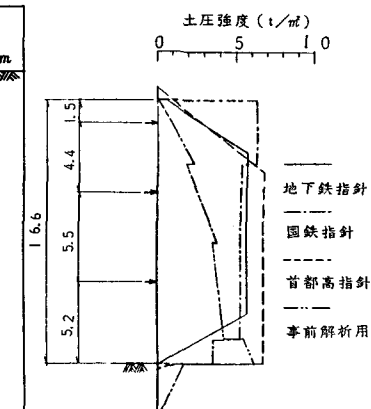


図-5 断面決定用土圧

くなる。すなわち壁はほぼ自立することになる。どの断面決定用土圧もN値の小さい粘土層を想定し、土圧の大きさと分布を考慮するため、本例のように大きく曲げモーメントを算出するようになる。

以上のように、やや硬質な地盤を掘削する場合には、その地盤の評価に留意が必要であろう。

4. おわりに

以上の検討より、今の段階で指摘できることは以下のようである。

- ・ つり合い深さの算定においては、主に水圧と受働土圧抵抗の扱い方により各指針の特性が現れる。
- ・ 互層地盤の判定方法によつて、断面決定用土圧が大きく左右されることがある。
- ・ 掘削深さ、地盤の堅さなどに関して、適用可能な限界を考える必要がある。
- ・ 硬質粘土地盤においては、断面決定用土圧の低減、側圧による土圧の決定、仮想流体圧などを考慮してもよい。
- ・ 切梁軸力の算定において、地盤の良否を考慮して下方分担、1/2分割法等の選択をすれば、より現実的な算定値が得られる。
- ・ A現場のように、切梁軸力実測値すなわち側圧の経時的な変化の大きい場合があり、壁の変形などを重要視する掘削では、切梁・腹起し等の設置時期についても、十分考慮する必要がある。

<参考文献>

- 1) 首都高速道路公団：仮設構造物設計基準，S.47.9
- 2) 地下鉄技術協議会：仮設構造物設計指針（案），S.53.3
- 3) 日本国有鉄道：掘削土留工設計指針（案），S.58.4

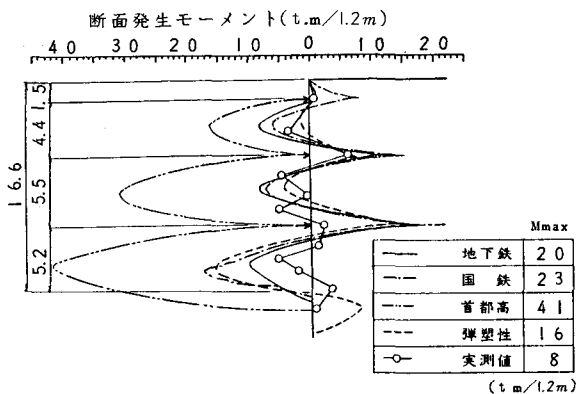


図-6 断面決定用モーメント