

国鉄構造物設計事務所 正員 山田 裕一

—— “ —— 副員 福田 利光

—— “ —— 副員 垂水 尚志

1. まえがき

掘削土留め工の設計において壁体の掘入長は種々の要因により決定されるが、ボーリング・レービングを考慮しない地盤条件のものについてはモーメントのつりあひから決定する方法が通常おこなわれている。国鉄においても掘削土留め工の指針を作成中であり、掘入長長の算定について種々検討中である。この際、次のような問題点が挙げられている。まず、掘入長を決定する場合の土圧は本来は土の粘着力 C および内圧 σ と σ の両方を考慮すべきであるが、これを両方を設計に考慮することは困難なため、砂質土・粘性土それぞれで σ または C の一方のみを設計に取り入れている場合が多い。これはたとえば経済設計という意味では不利な要素になる。また、このような設計法によると、粘性土の場合、掘削底部の安定数 N_b が4.0をこえると一般には掘入長が求まらなくなり、実際の現象とは若干異なると考えられたこと、逆に N_b が小さい場合には実用的に必要以上に長いのでは—といふ議論もある。受働側の土圧についても、掘削による応力解放の程度、地盤のみ変形、壁体の変形による水平方向の圧密現象等を考慮した土質定数を通常は評価していないのが現状であると考えられる。さらに、掘削平面形状のちがひによる土圧のちがひの評価、粘性土地盤におけるレービングと壁体の掘入長(剛性)の問題あるいは砂地盤におけるボーリングと掘入長の関係等と掘入長に関しては種々の問題点が挙げられる。このような多くの問題点をふまえて、ここでは粘性土地盤における掘入長について、壁体・切はりの応力・変形に着目し、掘入機の効果および掘入長を決定する通常の設計法の妥当性について検討した。

2. 検討方法の概要

切はり式土留め工を施し、粘性土地盤を掘削する場合を想定し、同一の掘削に対して壁体の掘入長を変化させることによる壁体の応力・変形および最下段切はり軸力等の変化を試算により検討した。

(1) 計算法

土留め壁の曲げモーメント、変位、切はりの応力の算定にあたっては、弾性はりにかかる静止土圧と初期土圧と考え、背面側・掘削側で変位はともなう変化土圧($\sigma_{\text{変}} \cdot S$)を考慮するいわゆる“弾塑性法”を用いた。1) また、極限土圧はランキン・セザールの土圧を用い、背面側については仮懸流体圧力度($P_w = 0.5 \gamma$)も考慮した。2)

(2) 計算条件

地盤は、一軸圧縮強度 c_u の粘着力 C_u が9.6, 4.9, 3.8 t/m²の均一な粘性土を想定した。それぞれ値は掘削完了時(深さ=12m)における掘削底部の安定数 $N_b = k_c \cdot H / C_u$ が2.0, 3.9, 5.0の場合に対応している。

土留め壁は鋼矢板IV形相当の断面とし、壁長は12~22mまで変化させた。この長さは掘削完了時における掘入長0~10mに対応している。

掘削機は図1に示すとおりであり、切はりは鋼製3段(H-300×300×10×15相当)とし、それぞれ2.0, 5.0, 8.0の位置に設

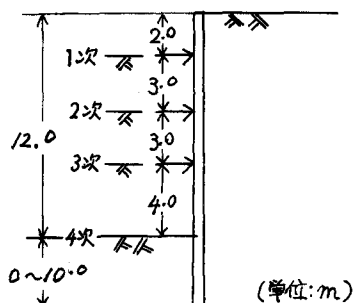


図1 掘削順序図

置した。

水平地盤反力係数はそれぞれ地盤に
対して、960、
490、380 t/m³
を用いる。

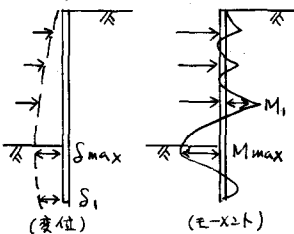


図2 説明図

3. 計算結果と考察

図3～5に最終掘削時にける根入れ長と壁体の
の水平変位・応力・切はり軸力の関係を示す。ま
た同図中には従来のつりあい根入れ長（安全率＝
1.0）および壁体の許容耐力もあわせて示した。
同図中の関係はNbが2.0、3.9の掘削のものど
あり、Nb＝5.0のものが示されていないが、こ
の場合には最終掘削時に土留め工の倒壊を示すよ
うな大きな応力・変形が算出されたためである。

これらの図より、最下段切はり位置に生ずる負
の曲げモーメント、壁体の根入れ部の水平変位量お
よび最下段切はり軸力はNbによってその大きさは
異なるが、根入れ長のある値付近で境としてそれ
以下ではかなり大きな値をもつが、それ以上では
比較的小さい一定値まで低下することがわかる。
また、根入れ部の正の曲げモーメントも一定値に落
ち着くことがわかる。これは、根入れ長の短い間は
壁体先端が背面側の地盤により掘削側に大きく押
し出されるような片持たりの変形をするが、
根入れ長が長くなるにつれて壁体先端の変位が急速
に減少すると言った変形パターンのおかげによっ
てのもと考えられる。このように、土留め工の応力・変形を比較的小さい値におさえるためには、ある程度以上の
根入れ長が必要であることがわかる。

さらに、この必要根入れ長は図中の通常の設計によるつりあい根入れ長にはほぼ対応する値であることもわかる。こ
のことから、従来のつりあいを満たすモーメントのつりあいによる根入れ長は壁体の応力・変形および切はり軸
力と比較的小さい値におさえることが可能な設計法であると解釈することができたとする。

また、図4に示した壁体の許容耐力に比べて、つりあい根入れ長以上の壁体の曲げモーメントは小さいので
、周辺地盤の変形をかなり許せる場合等は、壁体の耐力以内で根入れ長を短縮するような設計も可能と考えられる
。しかし、このような設計は弾塑性土質を用いるのは比較的容易におこなえる一方、従来の簡略計算法にこのよ
うな耐力の要素を考慮するのは許容耐力を抵抗側のモーメントの増分として使う等の工夫が必要であり、今後の設
計上の課題の一つと考えている。根入れ長については解明すべき事項も多いので、今後を検討する予定である。

参考文献：1) 森重；地下連続壁の設計計算，土木技術30巻8号

2) 国鉄；建築物設計標準・抗土圧構造物

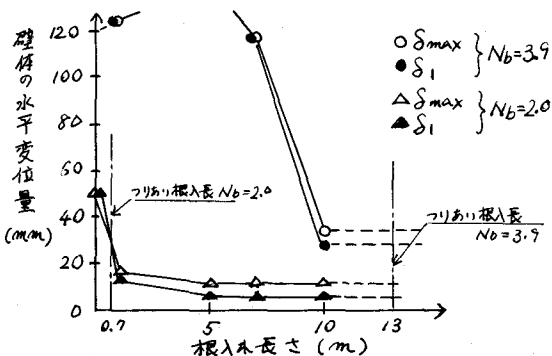


図3 根入れ長と壁体の水平変位量の関係

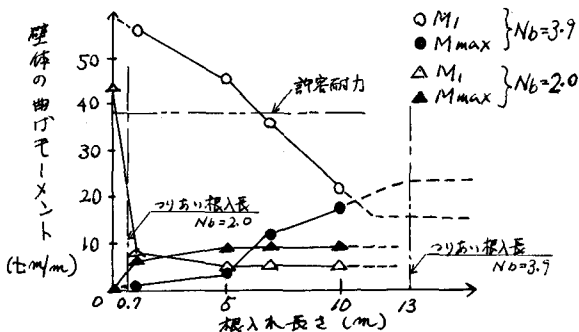


図4 根入れ長と壁体の曲げモーメントの関係

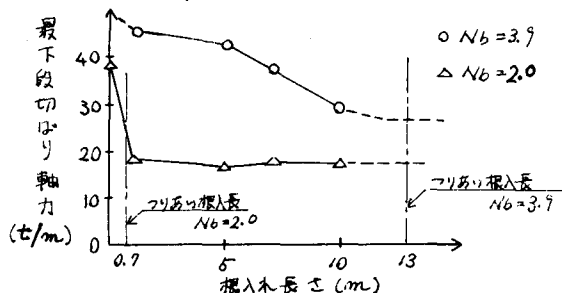


図5 根入れ長と最下段切はり軸力の関係