

控え壁を有する土留めの遠心載荷模型実験

中央大学 正会員 藤井 斉昭
 五洋建設(株) 正会員 林 健太郎
 同上 ○村松 伴博

1.はじめに

山留め壁を用いて地盤の掘削を行う場合、掘削深さが大きくなると切梁等を用いて山留め壁に作用する荷重を受ける方法が用いられる。山留め壁体への荷重が最も大きくなるのは、切梁を架設する直前の余掘を行う時点であるため、各掘削段階での土留め壁体の設計には、通常このときの荷重条件が用いられる。今回提案した山留め構造では、山留めの背面側にT字型の控え壁を設けることにより、掘削時にこの控え壁が山留め壁の剛性を増し、地山と密着することによってアースアンカーのように変形に抵抗し、土圧を低減する構造となっている。これにより、切梁の架設ピッチを大きくすることが可能であり、根切り作業の施工性を大幅に改善することが可能であると考ええる。

今回の実験では、粘性土を用いて深さ方向に強度の増加する地盤を作成し、遠心場において載荷試験を行い、従来構造の山留めと新構造のものとでの破壊時の挙動の比較検討を行っている。実験結果から、控え壁を要する山留めの優位性が実証されたのでここに報告する。

2.実験方法

本実験には、四国の川の石産の粘土を使用した。川の石粘土の土質特性を表-1に示す。本粘土は圧密係数 $C_v=100\text{cm}^2/\text{day}$ 程度と非常に大きい点の特徴としており、25cmのモデル地盤の圧密は6時間程度で終了する。模型地盤は、スラリー状にした粘土を所定の圧力まで数段階にわけて徐々に載荷をして2日間にわたって浸透圧密を行った。浸透圧密終了後、掘削側の粘土を取り除き、ゴムバックを設置してそのなかに塩化亜鉛溶液を満し図-1に示す実験用モデル地盤を作成した。その後、遠心場において再度 $U=90\%$ まで遠心自重圧密をさせて地盤を作成した。その際、粘土の側圧と塩化亜鉛溶液の側圧がつりあい K_0 状態となるように塩化亜鉛溶液の濃度を調整した。試行錯誤の末、粘土地盤とつりあい状態となる塩化亜鉛溶液の密度は $\rho=1.82\text{g}/\text{cm}^3$ となった。これから粘土の静止土圧係数を逆算すると $K_0=0.9$ と推定された。遠心自重圧密終了後、ゴムバック内の塩化亜鉛溶液を $0.01\text{cm}/\text{sec}$ の速さで排出していき掘削過程を再現した。

3.実験ケース

今回の実験では、構造の異なる3種類の山留め壁を用いて、一連の実験をおこなった。山留め壁の構造を表-2に示す。表-2の標準タイプ(N-1)は壁体剛性比をもとにプロトタイプに換算すると厚み

表-1 川の石粘土の土質特性

項目	数値
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.853
液性限界 WL (%)	42.6
塑性限界 Wp (%)	28.5
塑性指数 Ip (%)	14.1
圧縮指数 Cc	0.298

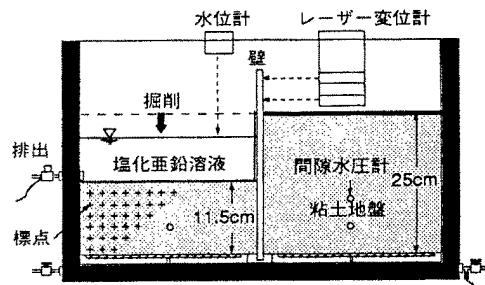


図-2 実験用モデル地盤概要 (1/80)

表-2 実験ケース

	N-1	T-1	T-2
断面形状			
実験模型表示 縮尺:1/80 単位:mm	ABS樹脂	ABS樹脂	ABS樹脂 アクリル
壁体の剛性比	1	18	1

40 cmの連続地中壁に相当している。

T字型構造の山留めでは、1. 壁体厚さが同じ場合、剛性が大きく、2. アースアンカーのように作用し土圧を低減するという2つの効果を有すると考えられる。今回の実験に用いたT-1壁では標準型に比べ剛性の増大に着目しており、T-2では剛性の大きさは同じにして、アースアンカー的な土圧低減に着目した構造になっている。

4. 実験結果

図-2に実験終了後の含水比分布を示す。理論値と比べるとN-1、T型とも地盤上部以外はほぼ一致しているとみられる。3ケースを比較してみても地盤上部以外では、含水比は全体的にほぼ一致している。しかし、T-1では地盤上部で含水比がかなり低くなっている、分布の形も違っている。これは、T-1における試料のサンプリング方法に乱れがでたものである。

図-3に掘削に伴う壁頭水平変位の図を示す。N-1とT型の2ケースを比較すると、同じ掘削深度におけるT型の変位は1/3程度N-1より小さく、T型の控え壁によって壁頭の変位が小さくなったことがうかがえる。

図-4に掘削深が2.4 mの時のN-1とT型での変位図及び曲げモーメント図を示す。これらの図より、N-1とT型とで変形のパターンが異なっていることがわかる。N-1では壁の下端から回転するように変形しており、下端部でも負の曲げモーメントが発生していることから、N-1では下端がピンヒンジ状態であったことが推定される。反対にT型の2ケースでは、下端で変形量がなく、曲げモーメントも最大となっていることから固定端となっていることがうかがえる。これらの点から、固定条件の違いが壁体の変形量に影響して、図-3に示す壁頭水平変位に影響を与えたことが考えられる。

5. まとめ

今回の一連の実験によって控え壁の有効性はわかったが、固定端の条件の違いから控え壁の効果を定量的に把握することはできなかった。

また、実験による変位量は、Changの式を用いた予測値に比べ大きくなった。これは、実験では掘削側の地盤に塩化亜鉛溶液を用いたが、溶液の圧力だけでは粘土地盤の水平バネ状態を再現するのは難しいからだと考える。

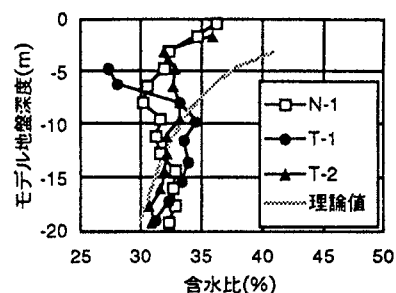


図-2 含水比分布

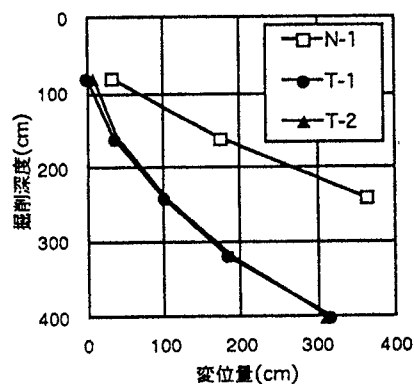


図-3 壁頭水平変位

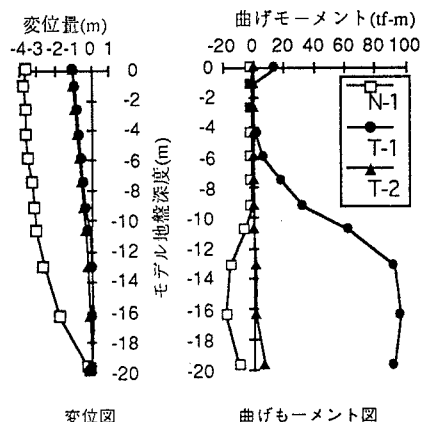


図-4 2.4 m掘削時における
変位図及び曲げモーメント図