

Ⅲ - 33

大規模掘削工事における山留め工の挙動計測結果

鹿島 ○正会員 東北支店 田中 耕一
土木設計本部 宮嶋 澄夫

1. はじめに

本工事は、青森県上北郡で施工された当地区では初めての大規模な山留め掘削工事である。本文では、山留め工の概要と施工中の挙動計測結果を紹介する。

2. 工事概要

図-1に掘削の平面形状を示し、図-2に山留め工の標準断面図を示す。

山留め工法としては、2枚のチャンネル（ $[-380 \times 100 \times 13 \times 20]$ ）と $t=30\text{mm}$ のプレートを組み合わせた鋼材を親杭とし、支保工には掘削深度に応じ1～4段のグラウンドアンカーを配置し、定着工法はSEE工法（F100 U～F170 U）を採用した。

地盤は砂子又上部層と呼ばれるシルト混りの砂質土と鷹架層と呼ばれる細粒砂岩を主体とした軟岩（ $q_u=30\sim70\text{kgf/cm}^2$ ）で構成され、いずれも、新第三紀の地層である。また、表-1に設計で用いた地盤定数を示す。

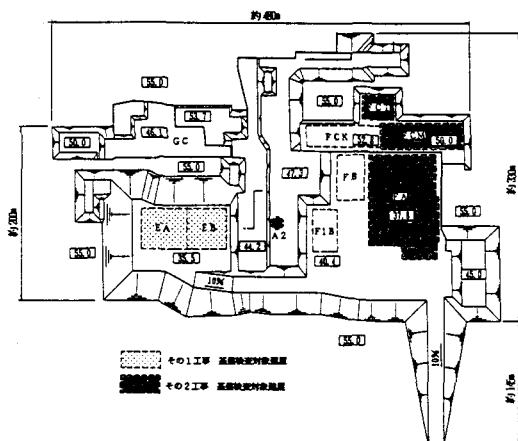


図-1 掘削平面図

3. 設計の概要

山留め工の設計は弾塑性山留め解析モデルを用いた。

主働土圧としては、砂子又層はランキン・レザールの土圧を用いたが、鷹架層は粘着力が大きくランキン・レザール式では土圧が負値となるため「建築学会の山留め指針」より $K_a=0.2$ の最小の側圧係数を採用した。また、受働土圧には、ランキン・レザールの土圧を用いた。

親杭の部材は、弾塑性解析結果の最大曲げモーメントと各段アンカー鉛直分力の合計を軸力と考え、両者を同時に作用させ応力度照査を行ない決定した。

アンカーは、弾塑性解析結果の支点反力と、主働土圧の合力を各段アンカーに均等分担した反力を比較し、大きな方を設計反力とした。また、プレストレスは設計反力を100%導入した。

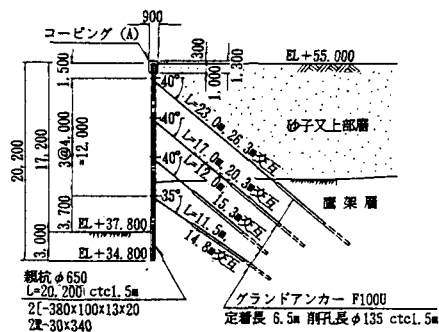


図-2 山留め工標準断面図

4. 計測結果の概要

4.1 親杭の変位

図-3に各掘削段階における親杭と背面地盤の変位分布図を示す。特徴としては、背面地盤が約2.5mm地山側に変位している点が挙げられる。この挙動は図-4に示すような鉛直方向のリバウンドが卓越し、山留め工を含めた地盤全体が地山側に変位していたものと考えられる。よって、親杭の測定変位は約2.0mmと小さかったがこれは、リバウンドにより相殺された変位と言え、実際の掘削に伴う増分変位は、測定値より大きかったものと考えられる。

表-1 設計地盤定数

	単位体積重量 γ (tf/m^3)	水中重量 γ' (tf/m^3)	粘着力 C (tf/m^2)	内部摩擦 ϕ ($^\circ$)
砂子又上部層	1.8	1.0	0	30
鷹架層	1.7	0.7	2.0	40

4.2 親杭の応力

歪計で測定した親杭応力度を図-5に経時変化図で示す。発生応力度は約200 kgf/cm²と少なく安定した状態を保っていたことがわかる。

また、図-6は、測定応力より換算した親杭軸力の深度分布図である。設計段階では、アンカーの鉛直分力がフルに親杭に作用するものと考えていたが、実際には地盤の周面摩擦により軸力が低減し、親杭先端では軸力がほとんど伝達していないことがわかる。ここで、アンカー鉛直分力と実測軸力の差を地盤が負担した周面摩擦力と考え、周面摩擦抵抗 τ を逆算したところ $\tau=2.5 \sim 7.5 \text{ tf/m}^2$ の範囲にあった。こうした杭の周面摩擦抵抗として「道路橋示方書」では $\tau=0.5 \text{ N tf/m}^2$ ($N \leq 20$)を提案している。今回の対象地盤は砂子又層で $N=5 \sim 20$ 、腐架層では $N>50$ であるため、 $N=5 \sim 20$ で試算すると $\tau=2.5 \sim 10.0 \text{ tf/m}^2$ となり両者はかなり近似した値であることがわかる。

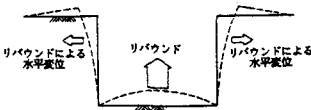


図-4 リバウンドの模式図

5. まとめ

今回の測定結果より

- ① 掘削に伴う山留め工の変位が鉛直方向のリバウンドの影響で相殺され小さな値を示す現象があることがわかった。
- ② 親杭に作用する軸力は、地盤の周面摩擦により親杭の深部では低減することがわかった。
また、周面摩擦の評価方法としては「道路橋示方書」の値が考えられるが、今回のみの結果ではデータ数が少ないこともあり、今後のデータの蓄積を待ち、実現象に即した親杭軸力の評価方法を提案する必要があると考えられる。

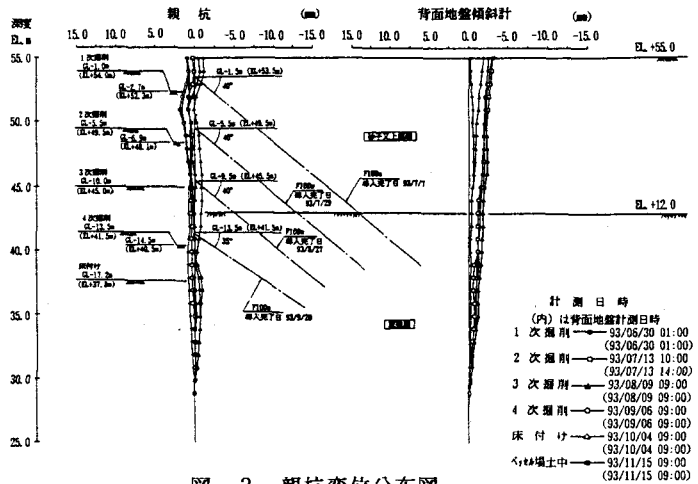


図-3 親杭変位分布図

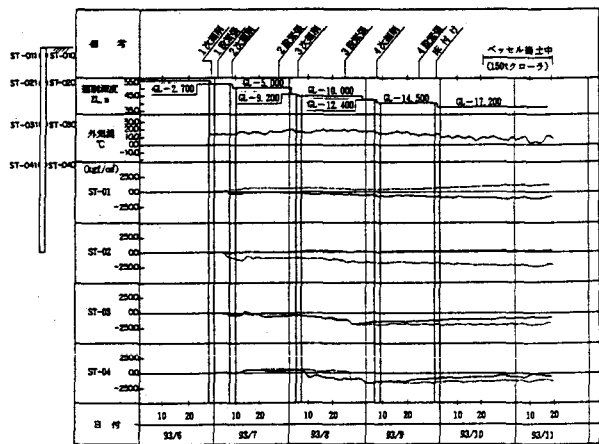


図-5 親杭応力経時変化図

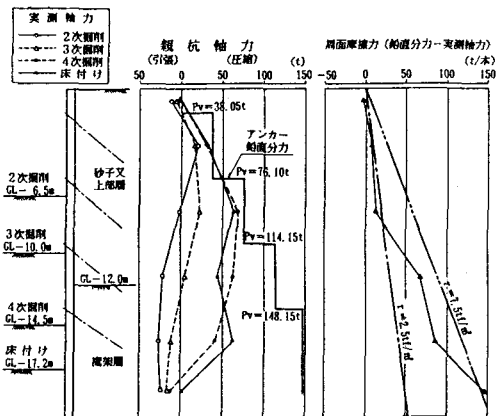


図-6 親杭軸力分布図