

グラウンドアンカーと鉛直ジャッキを併用したソイルセメント壁の載荷試験結果について

JR 東日本 正会員 ○谷口 善則
JR 東日本 正会員 島峰 徹夫
三井建設(株) 吉岡 健一

1. はじめに

支保工にグラウンドアンカー（以下、アンカーと略す）を用いた掘削土留工においては、アンカーに導入する緊張力の鉛直分力により、仮土留壁に軸力が発生することが知られている。一方、仮土留壁を設計する場合、壁体が発生する軸力および壁体の支持力について検討する必要がある。この問題に関して実測結果に基づき検討した事例はあるものの、現場計測による検討であるため、極限周面摩擦力が発揮されるに十分な軸力ではなく、その性状は必ずしも明確にはなっていない。

本文は、仮土留壁として用いたソイルセメント壁を供用終了後にアンカーの緊張力を設計荷重以上に増加させるとともに、鉛直ジャッキを壁体頭部に配置し載荷することにより、ソイルセメント壁の周面摩擦力を計測した。その結果、いままです設計上無視していた掘削底以浅の壁体背面摩擦力が十分に期待できることが確認できた。

2. 地盤と試験体の概要

当該現場の地盤およびアンカーの配置を図 - 1 に示す。地盤は GL ~ -2m まで N 値 2 程度の粘土質シルト、GL-2 ~ -9m まで N 値 1 ~ 10 程度の火砕流堆積物、GL-9 ~ 19m まで N 値 10 ~ 40 程度の火砕泥流堆積物となっている。仮土留壁体は、Φ600mm、450mm 間隔で芯材に H-350（載荷試験部分 L=17.0m、その他 L=19.5m）を 900mm 間隔に配置したソイルセメント壁である。アンカーは 3 段（1、2 段目@3600mm、3 段目@1800mm）で定着長 7800mm、自由長 31 ~ 37m となっている。供用時に導入したプレストレスは 1 段目から 353kN、181kN、304kN となっている。

3. 載荷試験の概要

載荷する試験体は 2 本の芯材で行うこととした。隣接する芯材の端面に 2 枚のテフロン板にグリースを塗布し、ビス止めし、増加荷重載荷時に他のソイルセメント体と縁を切る構造とした。載荷試験は 3 つのアンカーの緊張力を同一荷重（441kN）にした後、載荷荷重を増加させる、他のソイルセメント壁の芯材を反力体とし、鉛直ジャッキにより杭頭に鉛直力を載荷する、を組み合わせることにより行った。アンカーの緊張力を同一とした時点を目印とし、載荷試験の計測を行った。

図 - 2 には荷重ステップを示す。

4. 載荷試験の結果

4.1 軸力分布

アンカーの緊張力を増加したときの軸力分布を図 - 3 に、杭頭鉛直載荷時の軸力分布を図 - 4 に示す。図中の A の値はアンカー 1 本あたりに導入した緊張

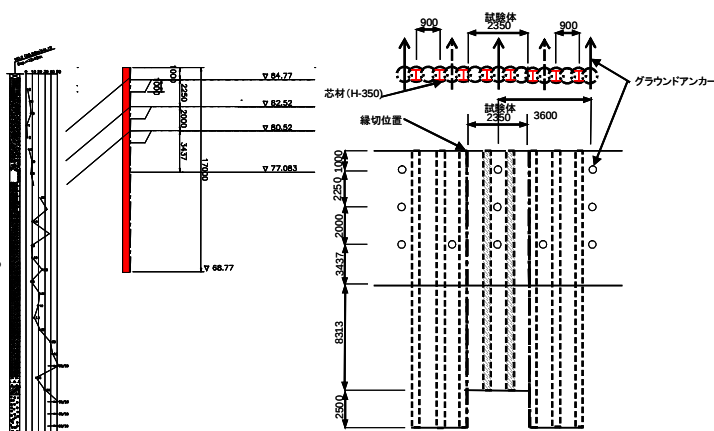


図-1 地盤柱状図及び土留配置図

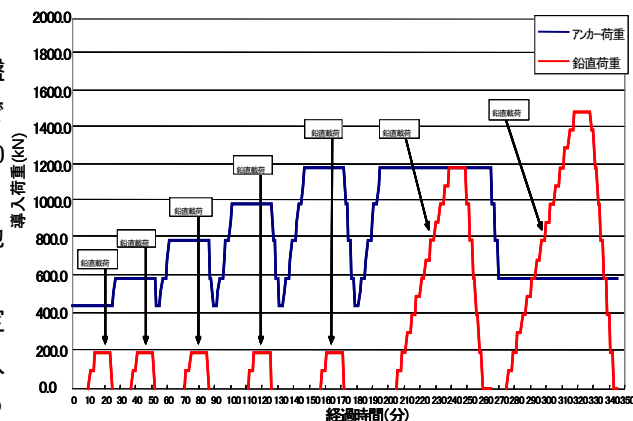


図-2 載荷ステップ

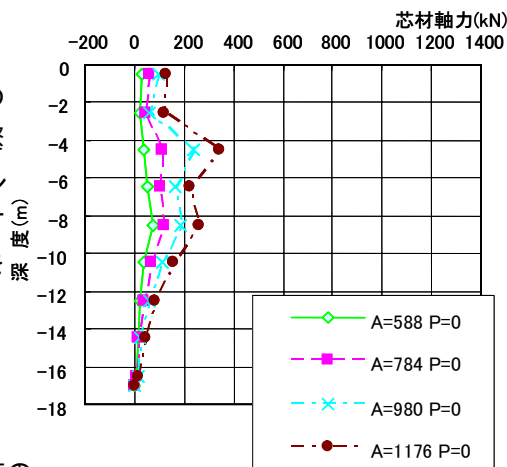


図-3 軸力分布（アンカー載荷時）

キーワード:ソイルセメント壁、載荷試験、グラウンドアンカー、支持力

連絡先:〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 JR 東日本 TEL(03)5334-1288 FAX(03)5334-1289

力（したがって有効鉛直荷重は $A \times \sin 45^\circ$ となる）を示し、また P 値は2本の芯材の頭部に載荷した鉛直荷重を示す。両載荷時ともに載荷した荷重に比べ、芯材に発生した軸力が小さいことがわかる。特にアンカー載荷時はその傾向が顕著であることがわかる。また軸力変化は各アンカーに均等に軸力が作用するのではなく、2段目のアンカー定着部付近の軸力が卓越する傾向が見られた。

4. 2 軸力、周面摩擦の評価

載荷試験結果を定量的に評価するために、アンカー載荷時と杭頭鉛直載荷時に分け、増加鉛直載荷荷重～増加軸力の関係を各ひずみ計に着目した。図-5に示すように両者にほぼ線形的な関係が成り立っていることがわかる。また芯材先端に取り付けた土圧計に変化がなかったことから芯材先端は沈下していないと考えられる。そこで先端の沈下量をゼロと仮定し、芯材のひずみ計から計算した変位量と軸力変化から周面摩擦ばねを(1)式により算定した。

$$K_{svi} = \{(N_j - N_{j+1})/L_i\} \times (\delta_j + \delta_{j+1})/2 \cdots (1)$$

ここに、 K_{svi} ：区間 i の周面摩擦ばね、 N_j ： j 点の芯材軸力
 L_i ：区間 i の芯材長さ、 δ_j ： j 点のひずみから計算した変位量

上記の結果をもとにフレーム解析より求めた杭頭鉛直載荷時及びアンカー載荷時による軸力分布を図-6に示す。これは芯材1本当たり980kNの鉛直荷重を与えたときのものであり、アンカー緊張の場合各アンカーに924kN、杭頭載荷の場合は杭頭へ1960kN載荷したものである。載荷試験結果と同様、芯材に発生する軸力が載荷荷重に比べ小さく、掘削底以浅の背面に周面摩擦が作用していることがわかる。また鉛直荷重の載荷方法の違いによりアンカー載荷時と杭頭載荷時で個々の区間における周面摩擦ばねの違いはあるものの掘削底以浅という範囲では周面摩擦ばねの総和はほぼ等しく、その結果芯材に発生している軸力が掘削底付近で同程度になったものと考えられる。ただし解析にあたり芯材に発生した引張ひずみは無視することとした。上記で示した周面摩擦ばねと鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物(12章 連壁井筒基礎 12.1.4 設計地盤反力係数)より N 値の逆算を行った。その結果を図-7に示す。掘削底以浅の区間ではソイルセメント壁芯材のひずみより逆算した N 値が地盤調査から得られた N 値より大きいことがわかる。地質調査結果と異なり周面摩擦力 (N 値) が大きく算定された理由としては掘削背面に加圧したことによりソイルセメントと地盤とのせん断力(周面摩擦力)が増加したこと、アンカーの引き止め効果が壁体に作用していること、などが考えられる。

5. まとめ

今回の載荷試験より杭先端はほとんど沈下することなく、アンカー設計時の約6倍程度の鉛直荷重を支持する結果となった。ソイルセメント壁芯材の軸力分布より、掘削底以浅のソイルセメント壁背面についても大きな周面摩擦力が作用していることがわかった。ただし今回は現場での載荷試験のみ結果であり、今後模型実験などにより周面摩擦が発揮されるメカニズムの解明や設計上考慮できる摩擦力の評価、数式化が必要と考えられる。

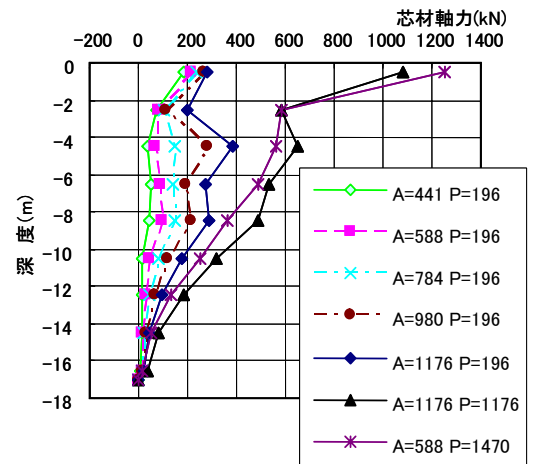


図-4 軸力分布(杭頭載荷時)

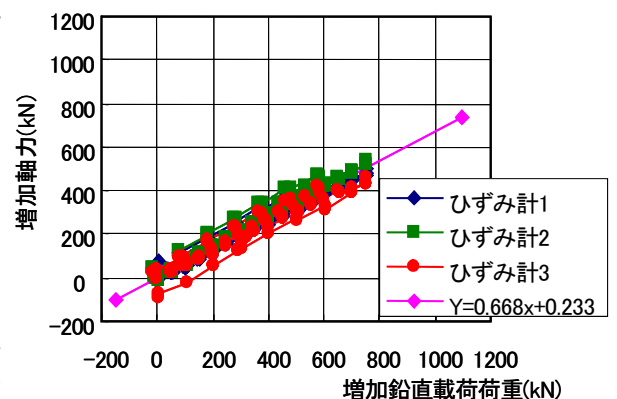


図-5 増加鉛直荷重～増加軸力 (GL-3.5m) (杭頭載荷時)

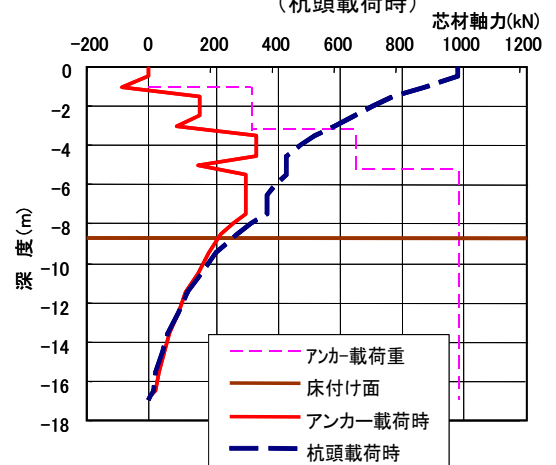


図-6 軸力分布(フレーム解析)

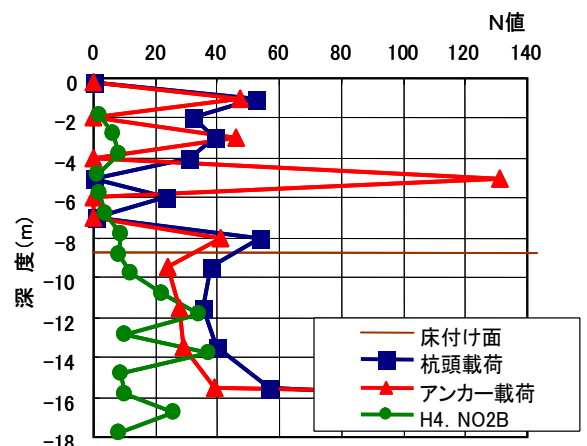


図-7 逆算 N 値と地質調査結果の比較