

表層改良と鉄筋による山留壁の変形抑止工法

(株)竹中土木 正会員 ○西村 繭果
(株)竹中土木 宮川 章夫

(株)竹中土木 正会員 平井 卓
(株)竹中土木 正会員 池川 哲也
(株)竹中土木 正会員 白武 寿和

1. はじめに

山留掘削において、杭頭変位量が大きくなると周辺の建物や道路などの構造物に影響を及ぼす場合がある。このような問題を比較的簡易な施工で改善する方法として、図1のように山留壁背面を表層改良し、その改良体の中間に配置した鉄筋と改良体によって山留壁頂部を拘束して変形を抑止する表層アンカー工法の開発を行っている。本稿では実現場で実施した表層アンカー工法の計測実験について報告する。

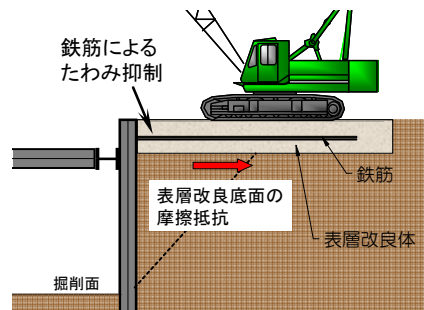


図1 工法概要図

2. 実験概要

図2に実験箇所の掘削断面図を示す。地盤特性は主に平均N値9の砂質土で、柱列式ソイルセメント連続壁（φ650 @ 450，芯材H-500×200）と3段の支保工によって山留めを行い、深さ10.8mまで掘削する。

図3に表層アンカー工法の断面図を示す。連続壁の背面を地盤面から0.9mの深さまで掘削し、改良土で下層半分を埋め戻した時点で、D32異形鉄筋を連続壁のH鋼に溶接して設置した後、上層も改良土で埋め戻し・転圧を行う。表層改良は高炉B種セメントを50kg/m³の割合で添加した。一次掘削後の計測時点における一軸圧縮強度は $q_u=1,276\text{kN/m}^2$ ，変形係数は $E_{50}=466\text{MN/m}^2$ であった。

実験は表1に示すように、鉄筋長さを変えた2ケース（A,B）について山留壁の変位と鉄筋軸力を計測した。山留壁の変位は挿入式傾斜計で測定し、鉄筋軸力は鉄筋に50cm間隔でひずみ計を設置して測定した。実験では、表層アンカーを適用していない2ケース（ケースC-1はケースBに隣接した箇所、C-2はA,Bとは離れた箇所）についても山留壁の変位を計測した。ケースAおよびBは図4に示すように、それぞれ鉄筋アンカー11本を幅4.95mの改良体中に設置した。

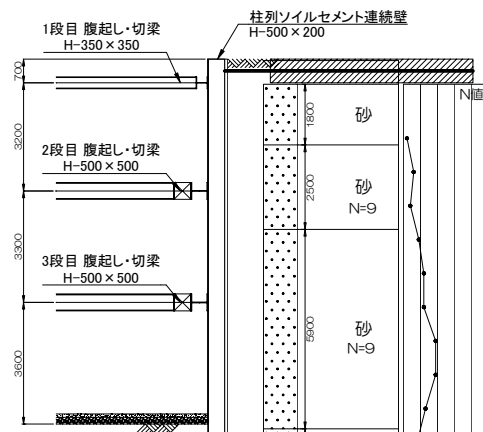


図2 掘削断面図

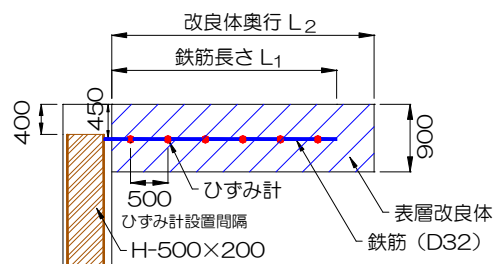


図3 表層アンカー工法断面図

表1 実験ケース

ケース	A	B	C-1	C-2
鉄筋長さ L_1	3.0m	6.0m	なし	なし
改良体奥行 L_2	3.5m	6.5m		

3. 計測結果および考察

スーパーウェルポイントにより掘削側の地下水位を掘削面から1m

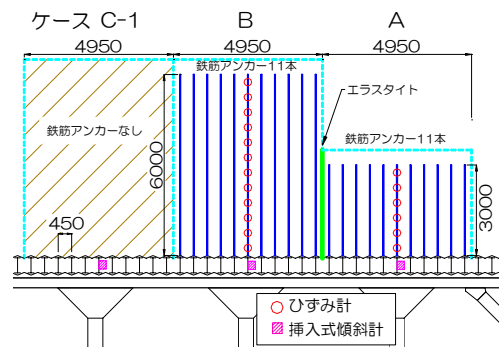


図4 実験平面図

キーワード 山留壁 変形抑止 アンカー

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂1-1-1 (株)竹中土木 技術・生産本部 TEL: 03-6810-6317

程度下げながら GL-2.3mの深さまで一次掘削を行い、1 段目支保工を架設した。図 5 に 1 段目支保工切梁へのプレロード導入前後における山留壁変位を示す。深度-10m～0mにおける山留壁変位は、表層アンカーを施工していないケース C-1 および C-2 では杭頭に近づくにつれて変位が増大しているのに対し、表層アンカーを行ったケース A および B では、深度 5m 以浅において変位の増大は見られず、杭頭変位は 6～10mm 程度と小さな値となった。また、ケース A では掘削面と杭頭での変位量がほぼ等しいのに対し、ケース B では掘削面での変位が杭頭にかけて 8mm 程度減少している。このことより、ケース B の方が変形抑止効果が大いといえ、鉄筋長さによる拘束効果の差が確認された。

プレロード導入による杭頭変位の戻り量は、ケース C-1 および C-2 では 8～10mm であるのに対し、ケース A および B では 3～4mm と小さい結果となった。

図 6 に鉄筋に働く引張力を示す。プレロード導入前の鉄筋引張力は、山留壁に近いところで最も大きく、山留壁から離れるに従って小さくなる傾向となった。プレロード導入後はケース A、B ともに全体的に圧縮力が働くようになった。

掘削深度 GL-2.3m のときの、鉄筋 1 本当りの分担幅(0.45m)の山留壁に働く側圧(設計アンカー力) およびは鉄筋 1 本当りの定着強度は、以下のように計算される。

- ・山留壁に働く側圧(設計アンカー力)

$$T_d = 0.2 \times \gamma_1 \times H^2 \times B = 8.10 \text{ [kN]} \quad (\text{式 1})$$

γ_1 : 土の湿潤単位体積重量 17.0kN/m³

H : 掘削深度 2.3m

B : アンカー1 本当りの分担幅 0.45m

- ・鉄筋 1 本当りの定着強度

$$F = \pi \times D \times L \times \tau_u = 63.3 \text{ [kN]} (\text{ケース A}) \\ = 126.6 \text{ [kN]} (\text{ケース B}) \quad (\text{式 2})$$

D : 鉄筋直径 32mm

L : 鉄筋長さ 3.0m (ケース A), 6.0m (ケース B)

τ_u : 表層改良の付着強度 $= q_u / 6 = 0.21 \text{ N/mm}^2$

プレロード導入前において鉄筋全体に働く引張力はケース A で 12.78[kN]で設計アンカー力に近い値を示すものの、ケース B の実測値は 21.36[kN] で、設計アンカー力の 2 倍以上の値を示している。

また、鉄筋 1 本当りの定着強度は、ケース A で 63.3[kN]、ケース B で 126.6[kN] と計算される。それぞれの定着強度に対するプレロード導入前の鉄筋引張力は、ケース A は 20%、ケース B は 17%程度で、鉄筋定着強度に対する尤度があるため、今後の掘削においても変形抑止効果が発揮されるものと考えられる。

5. まとめ

山留掘削における簡易な変形抑止工法として、実現場での表層アンカー工法の計測実験を行った。その結果、表層アンカーを行わない場合に比べて杭頭変位は 10mm～15mm 程度小さくなり、山留壁の変形抑制に効果があることを確認した。今後、施工実現に向けてさらに必要なデータの取得を行う予定である。

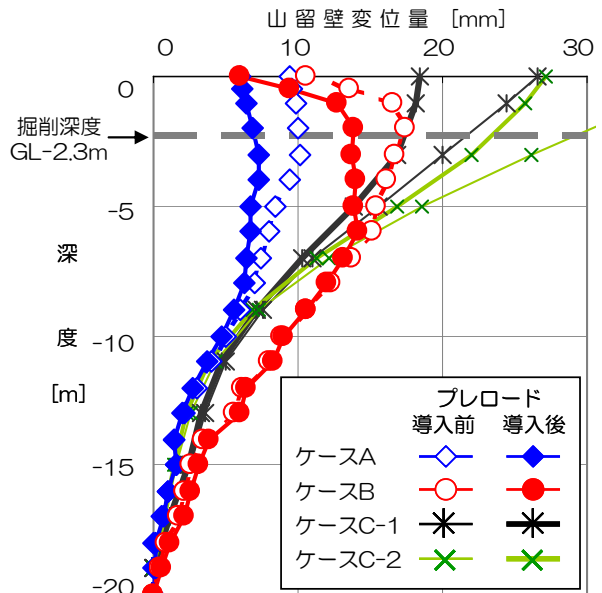


図 5 山留壁変位量

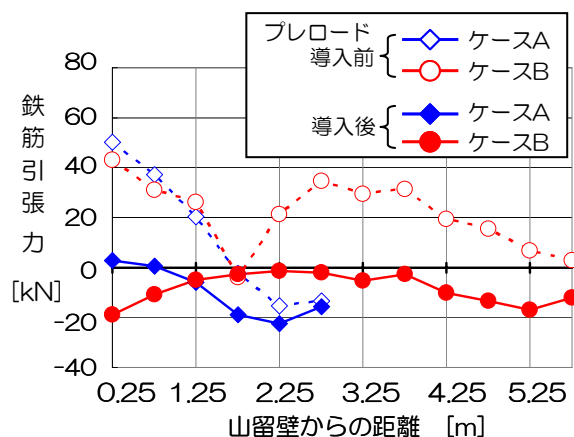


図 6 鉄筋に働く引張力