

鉄道盛土の土留め掘削工事へのネイリング工法の適用事例

大林組 ○(正)山本 彰 (正)稲川 雄宣
諸岡 洋一 浜谷 邦久
東日本旅客鉄道 (正)鈴木 孝之

1. はじめに

地山補強土工法のうち、ネイリング工法は主に切土法面の補強対策として採用されることが多く、土留め工に採用した事例はほとんど報告されていない。ネイリング工法は小型・軽量の機械での施工が可能であり、鉄道沿線や都市部の狭隘な場所での施工に非常に有効であると考えられる¹⁾が、待ち受型の補強対策であることから土留め工に使用した場合には掘削時の変状が懸念される。そこで、本報告はネイリング工法を既設鉄道盛土の土留め掘削に適用した施工および計測事例について報告する。

2. 工事の概要

本工事は、鉄道の高架化工事であり、図-1 に示すように既設鉄盛土上の線路を高架上に逐次移設する工事である。この工事において、ネイリング工法は橋脚の構築に伴う、既設鉄道盛土の仮設土留め掘削に適用した。

図-2 はネイリング工を施工した断面を示しており、土留め掘削高さは最大 5.6m 程度である。盛土部は N 値 5 程度の粘土混じり砂質土、盛土の基盤は N 値 1 程度の軟弱な粘性土層であり、その下位に N 値 5~10 の粘性土層が分布している。このため、土留め工の根入れ長は約 10m となっている。土留め工としては鋼矢板（型）を用い、ネイリングは長さ 10~11m の異型鉄筋（D25）を水平ピッチ 0.8m で 4 段打設した。

採用したネイリング工法は、削孔した孔にグラウト材を加圧注入する工法（ハイスpekクネイリング工法）であり、施工に先立って、現場引抜き試験および打設時（地表面下 1.5m）における軌道への影響を確認する現場試験を実施した。その結果、引抜き抵抗力は 0.14N/mm^2 であり、施工時の地表面（軌道部）変位は 4mm 未満であることを確認した（1 次管理基準値（軌道整備基準値に基づく警戒値）： $\pm 6\text{mm}$ ）。

また、ネイリング工の施工に当たっては頭部定着時に引抜き抵抗力の確認と土留め工の変形の抑制を図るために、初期緊張力を付加した。施工時の計測は、芯材の軸力（G21~G45）、補強材頭部に作用する荷重（P2~P4）、頭部の水平変位（H1）、軌道の鉛直変位（V1）である。

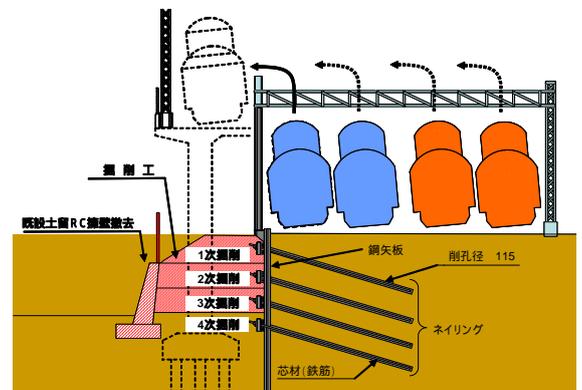


図-1 工事の概要

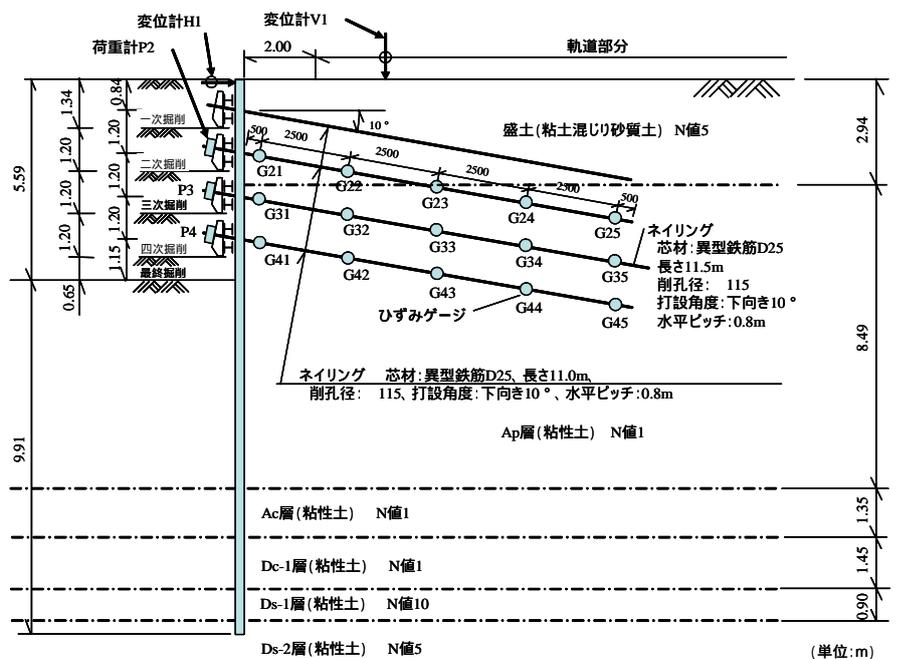


図-2 断面図および計測位置図

キーワード：土留め、ネイリング工法、鉄道盛土、施工事例、計測

連絡先：東京都港区港南 2-15-2 TEL.03-5769-1322 FAX.03-5769-1978

3. 計測結果

1) 荷重と軸力の経時変化

図-3 は施工時における2段目と3段目の補強材の頭部作用荷重と軸力の経時変化を示しており、施工工程も併せて示している。これらの図から、補強材の軸力および荷重は掘削時に増加しており、軸力の増加は最大10kN程度となっている。一方、補強材には打設後に初期緊張力を付加するため、下段の補強材を打設した際に補強材の軸力が低下する傾向を示している。また、電車の繰り返し荷重の作用等により、補強材中央付近での軸力が時間の経過と共に徐々に増加する傾向が見られるものの、補強材頭部の作用荷重と補強材深部の軸力は一定値に漸近するか、減少する傾向を示している。特に、補強材頭部の作用荷重は補強材打設直後にやや変化が見られるものの、経時的な変化はほとんど見られない。

2) 軸力分布図

図-4 は軸力分布を示しており、2段目の補強材では5.5~8.0mの深い位置での軸力が大きくなっている。一方、3段目と4段目の補強材では頭部に近い位置での軸力が大きくなっている。このように軸力の大きくなる位置はすべり面の生じる位置と概ね対応していると考えられることから、図中には軸力分布から想定したすべり面の位置を併せて示している。この図から、すべり面はかなり深い位置に生じる可能性の高いことが分かる。

3) 土留め工頭部の水平変位

図-5 は掘削時における鋼矢板天端の水平変位の計測結果を示している。この図から、掘削期間中における水平変位の最大値は2mm程度となっており、当該工事における鋼矢板の変形に対する一次管理基準値(±6mm)よりも小さな値となっている。

これらのことから、補強材の荷重や軸力、および土留め工頭部の変位の掘削に伴う変化はいずれも小さく、これらの測結結果は整合するものとなっており、土留め工は安定した状態にあるといえる。

4. まとめ

この報告では、土留め工に対してネイリング工法を適用した施工事例について報告した。計測結果から、ネイリング工法を施工した土留め工には大きな軸力や荷重が作用することなく、土留め工の変形も微小なものであったことから、ネイリング工法の土留め掘削への適用性を確認できた。今後さらに計測データの収集を行い、ネイリング工法の土留め工への適用性について検討を進める予定である。

参考文献: 1) 地山補強土を使用した土留め工の遠心模型実験、土木学会第60回年次学術講演会、pp. 923-924

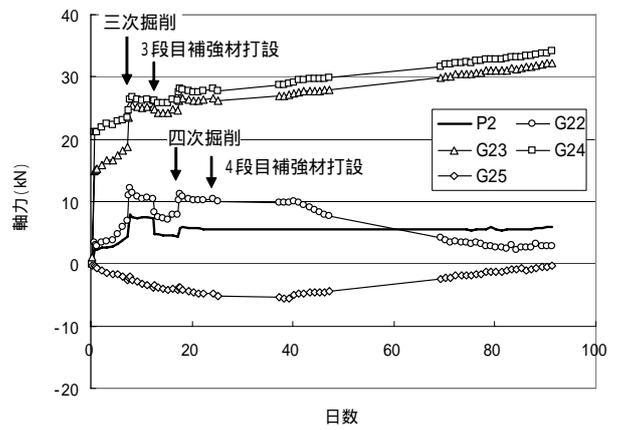


図-3(a) 軸力の経時変化図(2段目)

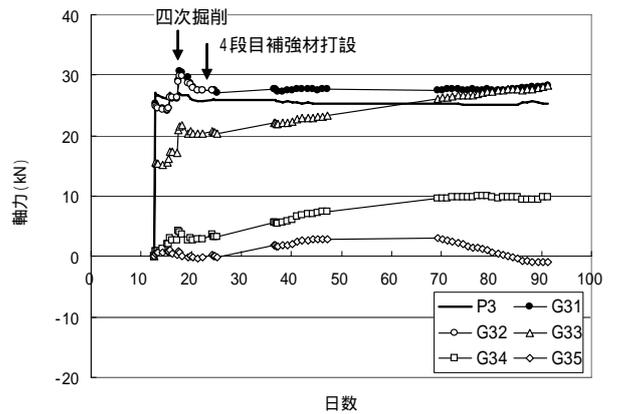


図-3(b) 軸力の経時変化図(3段目)

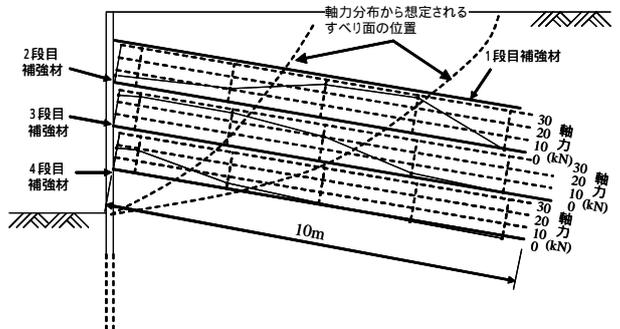


図-4 軸力分布図

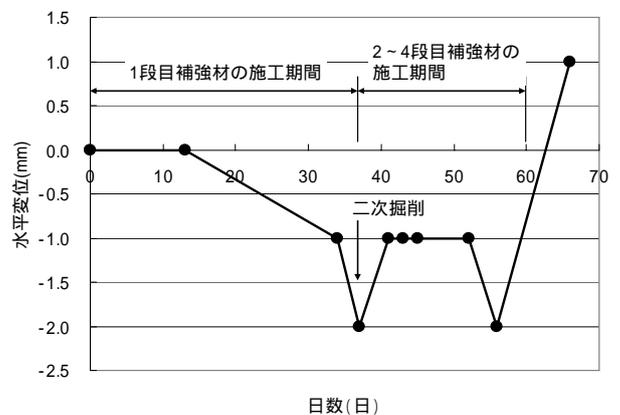


図-5 変位の計測結果(変位計H1)