

品川駅地下物流整備の仮土留めにおける拡張アンカーへの構造変更

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○品川 由芽
東日本旅客鉄道（株） 正会員 池本 宏文

1. はじめに

品川駅構内の京浜東北線および東海道本線直下に地下物流荷捌きの躯体を開削工法により構築を行う。掘削土留め工は、掘削深度が施工基面から 10m 程度になることから、当初設計では、図-1 に示すようにハイスpekネーリング 1 段とグラウンドアンカー 3 段を配置する計画としていた。しかしながら、隣接する人工地盤基礎杭の施工ステップの見直しにより、薬液注入範囲に 2、3 段目のグラウンドアンカーが支障することから、図-2 に示すように中間層で定着可能な拡張アンカーに設計を変更することとした。

本稿では、グラウンドアンカーと拡張アンカーの構造比較、および拡張アンカー施工時の軌道への影響を 2 次元弾性有限要素解析により検証した内容について報告する。

2. 支保工の構造変更に向けた検討

先述のように、当初設計では図-1 に示すように 2、3 段目のグラウンドアンカーが深礎工法により施工を行う人工地盤杭に支障することから、支保工の設計を見直した。

グラウンドアンカーの傾角を大きくすることでアンカーの許容引抜き力を確保できないか検討したが、水平方向のアンカー力が小さくなり、アンカー体長、および本数も増加するため、支保工の構造変更を行うこととした。構造変更にあたっては、当初設計から大きく変更がないようにアンカーの本数、頭部位置は変更しないこととし、当初設計の設計アンカー力を満足できる工法を検討した。

その結果、強度の低い中間層においてもアンカー体の定着が可能な拡張アンカーを採用することとした。

拡張アンカーは、アンカー体部を拡大削孔して造成するため、図-3 に示すようにグラウンドアンカーの引抜き抵抗として作用する摩擦抵抗だけでなく、拡大されたアンカー体の前面に作用する支圧抵抗により、グラウンドアンカーに比べて大きな引抜き抵抗が得られる工法である。そのため、強度の低い地盤においてもアンカーの定着が可能であり、グラウンドアンカーよりアンカー長を短くすることができる。

拡張アンカーが適用可能な地盤条件²⁾は、砂質土地盤では $5 \leq N \leq 20$ 、粘性土地盤では $2 \leq N \leq 10$ である。本検討においては、拡孔径（アンカーの体径）を 0.8m とし、 $N=5 \sim 9$ の東京粘土層（Toc 層）に定着することとした。引抜き抵抗は、摩擦抵抗と支圧抵抗を考慮した式(1)により算定した。

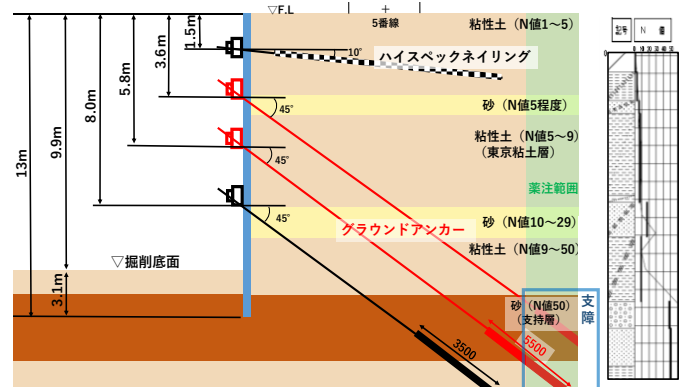


図-1 当初設計の断面図

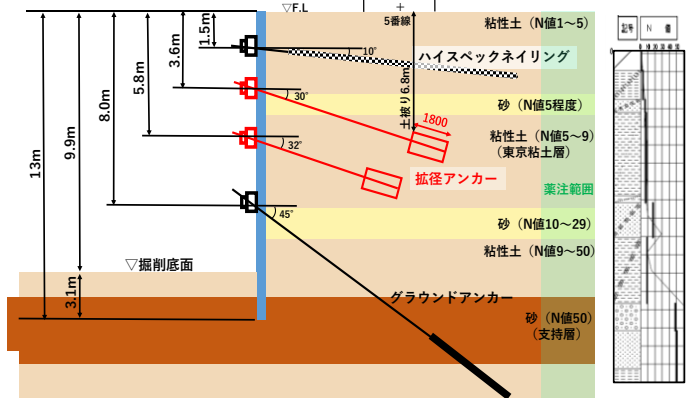


図-2 変更後の断面図

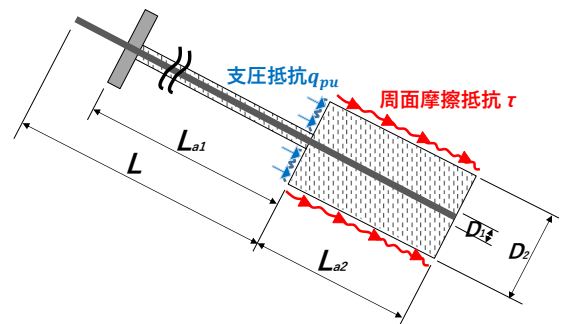


図-3 拡張アンカーの抵抗の考え方

キーワード 掘削土留め工，グラウンドアンカー，拡張アンカー，2次元弾性有限要素解析

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 JR 新宿ビル TEL：03-3379-4353 E-mail：y-shinagawa@jreast.co.jp

$$T_{ug} = D_2 \times \pi \times L_{a2} \times \tau + q_{pu} \times \frac{(D_2^2 - D_1^2) \times \pi}{4} \dots (1)$$

ここに、 D_1 : 削孔径 (m)、 D_2 : 拡孔径 (m)、 L_{a1} : 軸部の定着長 (m)、 L_{a2} : 拡孔部の定着長 (m)、 τ : 極限周面摩擦抵抗 (kN/m²)、 q_{pu} : 極限支圧抵抗 (kN/m²)

本検討では、定着する地盤が粘性土のため、周面摩擦抵抗 τ は粘着力 $c=140\text{kN/m}^2$ を用いた。なお、アンカーの設計では、アンカー体の許容引抜き力よりもテンドンの許容引抜き力が小さくなるようにアンカー体長を設定した。

表-1 に変更前のグラウンドアンカーと変更後の拡径アンカーの構造比較を示す。2 段目について比較すると、グラウンドアンカーでは、アンカー長 23m、アンカー体長 5m であったものが、拡径アンカーにすることでアンカー長 9m、アンカー体長 1.8m となり、アンカー長、アンカー体長を短縮することができた。また、拡径アンカーの極限引抜き力は、本地盤条件においては周面摩擦抵抗と支圧抵抗が概ね同程度となった。以上より、拡径アンカーを用いることで、アンカー長、およびアンカー体長を短くすることができ、アンカー体が薬液注入を回避することができた。

表-1 支保工構造における比較 (単位:m)

		当初 グラウンドアンカー	変更後 拡径アンカー
アンカー長 (m)	2段目	23	9
	3段目	20	6
アンカー体長 (m)	2段目	5.0	1.8
	3段目	5.5	
アンカー体の径 (m)	2段目	0.135	0.8
	3段目	0.135	
極限引抜き力 (kN)	2段目	890	1136 (周面: 633.4 支圧503.0)
	3段目	979	

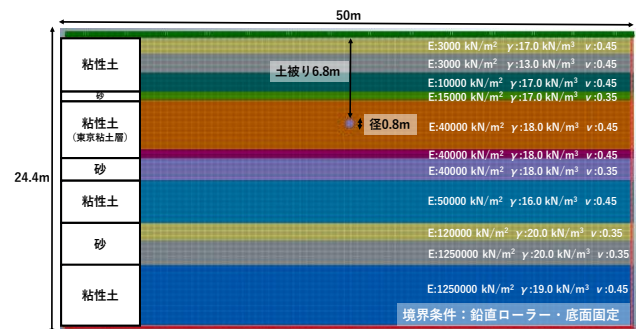


図-4 解析モデル

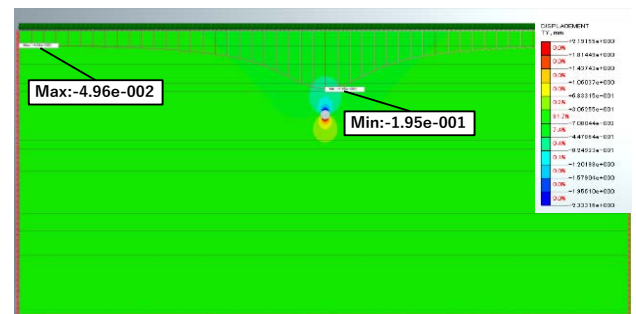


図-5 解析結果（鉛直変位コンター図）

3. 拡径アンカー施工時の影響検討

拡径アンカー施工時の軌道への影響を確認するため、削孔時を対象とした2次元弾性有限要素解析を実施した。図-4 に解析モデル、および地盤の物性値を示す。拡孔径は 0.8m、土被りは削孔時に最小となる 6.8m とした。

また、上載荷重には、軌道荷重 10kN/m^2 + 列車荷重 24kN/m^2 を考慮した。解析は施工段階に応じて行うこととし、ステップ 1 で自重解析を行い、変位を初期化後、ステップ 2 で削孔に応じて、応力解放率 100%で削孔箇所の地盤要素を削除した。図-5 はステップ 2 後の鉛直変位のコンター図を示したものであり、最大の地表面の沈下量は 0.2mm 程度となった。以上から、拡径アンカーの削孔による軌道への影響は小さいことを確認した。

4. まとめ

本稿では、グラウンドアンカーと拡径アンカーの構造比較、および拡径アンカー施工時の軌道への影響を 2 次元弾性有限要素解析により検証した内容について報告した。本稿に得られた知見を以下に示す。

- ・グラウンドアンカーから拡径アンカーに変更することで、アンカー長、およびアンカー体長を短くすることができ、アンカー体が薬液注入を回避することができた。
- ・2 次元弾性有限要素解析により、当該地盤においては、拡径アンカーの削孔による軌道への影響は小さいことを確認した。

参考文献 1)芝ほか：線路直下における掘削土留工グラウンドアンカーの施工計画，第 48 回土木学会関東支部研究発表会，2021.3.

2)独立行政法人土木研究所，日特建設株式会社：土砂地盤を対象とした高耐力アンカーの開発に関する研究(その 1)―スプリッツアンカー―，共同研究報告書 No.403，2009.12.