

鉄道営業線近接部におけるグラウト加圧拡孔型アンカーの適用

東日本旅客鉄道(株) 上信越工事事務所

正会員 ○岡田 真幸

同 上 フェロー会員 渡邊 明之

同 上 正会員 高見澤 拓哉

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)

正会員 小林 敏秋

1. はじめに

土留用グラウンドアンカーの中で、その形式をテンドンの定着方式で分類すると地山との付着力で定着させる摩擦型アンカー、定着体の支圧力で定着させる支圧型アンカーに区分できる。今回、fig.1に示すように、鉄道営業線近接部に新設の橋りょうを構築するため、立坑設置及び施工空間の確保にあたりグラウンドアンカーの施工を行った。当該現場は、比較的軟弱な砂質地盤であることと、用地制限の関係から、アンカー長を短縮できる支圧型アンカーであるグラウト加圧拡孔型アンカー（Balloon Body anchor；以下BBアンカー）を採用した。しかし、これまで本アンカーの鉄道施設に近接した施工事例は少ない。そこで本報告では、当該現場においてBBアンカーの試験施工を実施し、営業線に近接した場合の適用性について検討を行った。

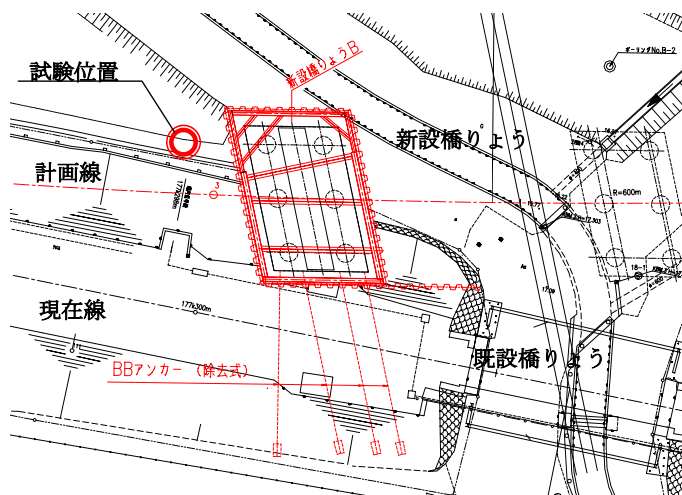
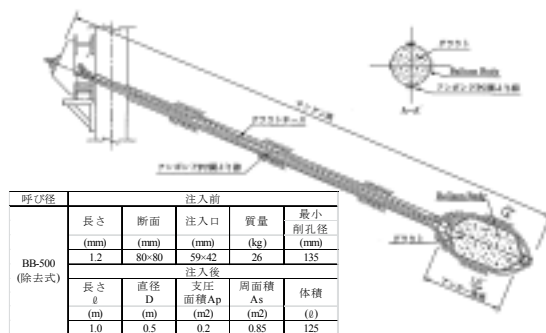


fig.1 仮土留施工平面図

2. 試験施工

2.1 アンカー体仕様

本試験で用いたBBアンカーは、薄肉鋼製の折りたたまれたソイレックスチューブを地盤中に打ち込み、チューブ内にグラウトを注入することで、先端部を拡大することができる。本現場では、BB-500（除去式）を採用し、テンドンはアンボンドPC鋼より線φ12.7×6本とした。仕様をfig.2に示す。

fig.2 アンカー体仕様¹⁾

2.2 定着層の選定

定着層の選定にあたっては、バルーンボディ協会の技術資料に基づき、5.0m以上の土被り、4.0m以上の自由長及び土留背面地盤の主働崩壊以深に定着させることとした¹⁾。今回の試験施工位置における地盤は、盛土、シルト質粘土、砂礫が互層しており、アンカー体は、GL.-6.40m付近のN値10程度の砂質層($\gamma=18kN/m^3$, $\phi=30^\circ$, $C=0$)を定着層とした。尚、試験施工はfig.1の位置において、fig.3に示すように鉛直アンカーとし、アンカー体定着層を本施工時の1段目と同様とした。

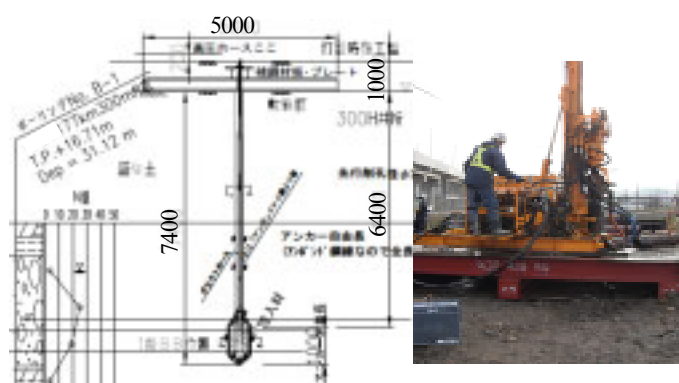


fig.3 試験概要（左：概要図、右：試験施工状況）

2.3 アンカーの設計

アンカーの極限引抜き力は、チェボタリオフの杭支持力公式に準拠した理論算定式から算定した。但し、アンカー体の支圧力のみを考慮することとし、周面摩擦は考慮しないこととした。

①許容引抜き力

キーワード 鉄道, グラウンドアンカー工法, 支圧型アンカー, 仮土留工

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 担当課（新潟・栃木） TEL027-324-9363

$$T_{ug} = 0.5q_c A_p + q_c A_s / 200 = 408 \text{ kN} / \text{本}$$

②極限引抜き力

$$T_{ag} = T_{ug} / F_s = 273 \text{ kN} / \text{本} (F_s \text{ は仮設時の} 1.5 \text{ とする})$$

2.4 試験方法

(1) 供試体作製方法

供試体の作製においては、まずロータリーパッカッションを用いφ216の二重管をGL-7.6mまで先行掘削を行った。この際、発生するスライムはヤード内のピットに送り排除することとした。次に二重管の内管を引抜き、ケーシング内にグラウトを50ℓ程度充填後、BB本体をクレーンにて誘導挿入を行った。そして、ケーシングを1.0～1.5m程度引抜いた後、グラウトを高圧ホースより設計注入量の359ℓ以上BB本体に加圧注入した。尚、充填時の注入圧は0.3MPa以下とし、膨張時は2.0MPaとした。試験装置は反力部に鉄板を敷き、300Hを井桁に組み、測定器を図4のように取り付けた。

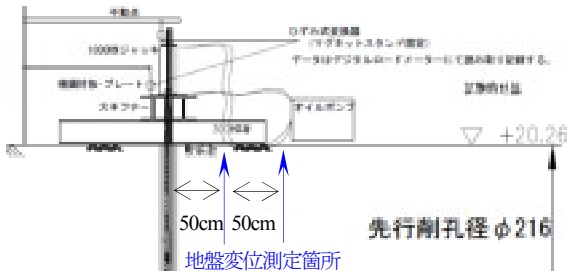


fig. 4 試験装置

(2) 試験項目

試験は、グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説に基づき行うこととし²⁾、多サイクル試験及び1サイクル試験を実施した。尚、多サイクル試験においては、試験最大荷重を490kN、初期荷重を100kNとし、230kN(1サイクル)、360kN(2サイクル)、490kN(3サイクル)に分けて载荷、除荷を繰り返した。他方、1サイクル試験は、多サイクル試験で用いた供試体を使用することとし、引抜き力が生じなくなるまで繰り返し载荷することとした。尚、初期荷重は0kNとした。

3. 試験結果及び考察

(1) 多サイクル試験

多サイクル試験の結果(fig. 5)より、試験最大荷重490kNの引抜きを供試体に与えたところ、PC鋼線の破断等は発生していない。また、許容引抜き力 T_{ug} と比較すれば、アンカー一体は1.2倍程度の引抜きに耐えうることが分かった。他方、弾性変位量に着目すれば、許容引抜き力 $T_{ug}=408\text{kN}$ 程度では、上限限界(理論値の1.1倍)及び下限限界(理論値の0.9倍)に収まる結果となった。従って、本施工時においては、最大設計荷重(極限引抜き力 T_{ag})273kNでは、安定した機能を発揮すると推察できる。

(2) 1サイクル試験

1サイクル試験の結果を図6に示す。これより、650kN付近において tendon の破断が見受けられ、許容引抜き力の概ね1.6倍程度抵抗することが分かった。尚、PC鋼線の許容荷重については750kNであるため、tendon の許容荷重の80%で破断したこととなる。これは、多サイクル試験及び1サイクル試験の繰り返しの引抜きにより、PC鋼より線の許容する伸び量を超えたことが原因と考えられるが、本施工時の設計荷重273kN付近では、安定しているため設計範囲では問題ないと判断できる。

(3) 地盤変位

多サイクル試験及び1サイクル試験時において、アンカーから500mm、1000mmの位置(fig. 4)にて、地表面のレベルの測定を行ったが、アンカーの引抜きによる地表面の隆起等は見られなかった。これより、fig. 1に示すようにアンカーが営業線直下を横断したとしても、軌道や盛土に与える影響は少ないと思われる。

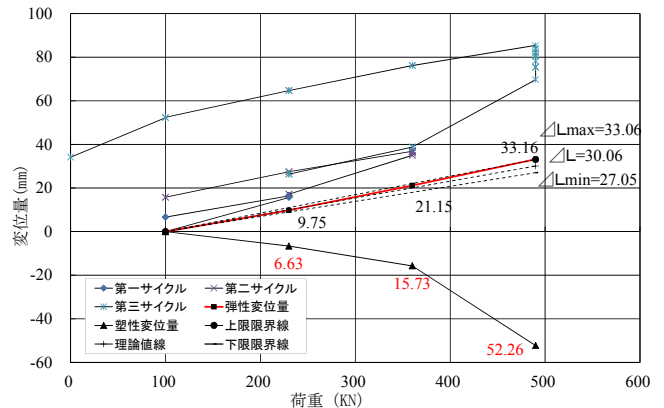


fig. 5 荷重変位グラフ(多サイクル試験)

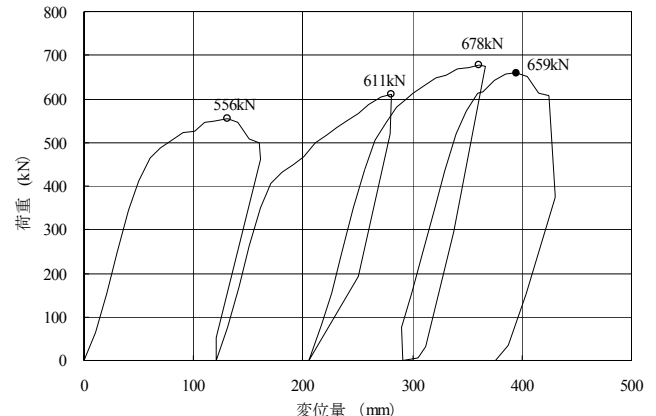


fig. 6 荷重変位グラフ(1サイクル試験)

3. まとめ

試験結果より、GL-6.4mの比較的軟弱なN値10程度の砂質層に、土被り5.0m以上確保し、BBアンカー(BB-500)を定着させた場合、適切な設計及び施工管理を行えば、BBアンカーを鉄道構造物に近接して用いることができると考えている。

参考文献 1) Balloon Body Anchor 技術資料, バルーンボディ協会

2) グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説, 地盤工学会