

太径棒状補強体の引抜き特性ー引抜きバネ値の評価ー

(株) 複合技術研究所 正 ○浦川 智行, 矢崎 澄雄
 (財) 鉄道総合技術研究所 正 舘山 勝, 山田 孝弘
 (株) テノックス 正 吉田 茂

1. はじめに

近年、太径棒状補強体を用いた地山補強土工法（以降、RDS アンカー工法と称す）を切梁やグラウンドアンカーの代替として、仮土留め工に適用する事例が増加している。

RDS アンカーを併用した仮土留め工の設計として弾塑性法を行う場合には、切梁やグラウンドアンカーのように変形に対する抵抗ばねを設定する必要があり、RDS アンカーの場合には周面せん断ばね値（以降、ばね値と称す）を抵抗ばねとして設定する。RDS アンカーのばね値の算出法としては、場所打ち杭の周面せん断ばねの算出法などを参考に設定する方法、RDS アンカーの引抜き試験により求めたせん断地盤反力係数により換算する方法などが挙げられるが、これまでは、十分な引抜き試験データがなく、前者によることが多かった。

今回、仮土留め工への適用に関する試験データが蓄積されてきたことから、引抜き試験データの収集・整理を行ない、RDS アンカーを併用した土留め壁の変形計算（弾塑性法計算）に必要なばね値を対象土質ごとに分類した結果、および極限周面摩擦抵抗力度の設計値との比較について報告する。

表 1 引抜き試験結果データ概要

2. 引抜き試験データの概要

今回、収集したデータは表 1 に示す 8 現場 15 件である。引抜き試験には設計周面摩擦抵抗力度の確認を行うための施工後の確認試験と、試験用アンカー体を用いた事前の極限引抜き試験とがある。

RDS アンカー工法の仮土留め工への適用実績は、既設盛土のり面の片側掘削など切梁が設置できない箇所採用されることが多く、対象土質は盛土であることが多い。設計にあたっては一般に盛土の状態は不均質であることから土質試験が行われることは少なく、盛土の土質定数は推定値や各種設計基準に示されている値を用いて設計することが多い。したがって、今回収集した現場についても、その多くが設計基準に示されている値により設計が行われている。

No.	地盤	土質	試験	N値	設計定数			補強体 長さ (m)	直径 (m)	芯材	試験 荷重 (kN/本)
					γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)				
JL1	地山	ローム	極限	5	14	73	0	3.5	0.4	D35	300
JL2	"	"	極限	5	14	73	0	3.0	0.4	D35	280
JL3	"	"	極限	5	14	73	0	3.0	0.4	D35	297
MS1	盛土	砂質土	極限	—	18	0	30	5.5	0.4	D35	340
MS2	盛土	砂質土	確認	—	18	0	30	4.5	0.4	D35	54
MS3	"	"	確認	—	18	0	30	3.5	0.4	D35	182
MS4	"	"	確認	—	18	0	30	4.5	0.4	D35	220
MS5	盛土	砂質土	確認	—	18	0	30	4.5	0.4	D35	197
MC1	盛土	粘性土	確認	—	18	0	28	5.5	0.4	D35	156
MC2	"	"	確認	—	18	0	28	6.0	0.4	D35	220
MC3	盛土	粘性土	確認	—	18	35	0	4.5	0.4	D35	146
MC4	"	"	確認	—	18	35	0	5.0	0.4	D35	166
MC5	"	"	確認	—	18	35	0	8.5	0.4	D35	220
ML1	盛土	ローム	確認	—	14	19	0	7.0	0.4	D35	139
ML2	盛土	ローム	極限	—	18	0	30	6.0	0.4	D35	380

3. 補強体の周面せん断ばね値

弾塑性法においては、一般の切梁式の支保工では、切梁支点部分での変位量は、切梁のヤング係数および断面積に比例し、切梁の長さに反比例する弾性変位量として算出している。

RDS アンカーによる仮土留め支保工を行った場合には、土留め壁に土圧が作用すると、RDS アンカー定着部での変位は、①芯材余長部の弾性伸び量、②芯材とソイルセメントの付着部分の変位および③地盤と RDS アンカー体との摩擦抵抗部分の変位の 3 項目により決定される。しかし、これら各項目別の変位量の推定は困難である。そこで、過去の引抜き試験においてアンカー体頭部で測定された変位量（上記②+③）に、芯材余長部の引張荷重による計算変位量を加味した値を RDS アンカー定着位置での変位量とし、この荷重変位関係から設計に用いるばね値 k_s を設定することとした。

図 1 は、引抜き試験の結果を整理して得られた軸ひずみ量（軸方向変位量/RDS アンカー長）とばね値 k_s （引抜き荷重/軸ひずみ量）の関係を示したものであり、(a) はアンカー体頭部の変位量を用いて算出したもの、(b) は前述の RDS アンカーを用いた土留め壁の変形挙動を考慮して支圧板定着位置までの芯材余長を 1.0m とした場合の芯材の伸び量を加えて整理したものである。

対象地盤が地山（ローム）と盛土で大きく傾向が異なり、盛土では土質の違いによる顕著な差は確認できなかった。

また、地山はロームのデータしかないので土質の影響までは評価できないが全体的傾向としては、盛土より地山の方がひずみの小さい範囲においてばね値が大きくなっている。

ばね値を鉄道の設計基準¹⁾による場所打ち杭の周面せん断ばねの算出式により計算すると、 10^3 kN/m オーダーとなる。

ひずみが0.5%程度（アンカー長6mで30mm程度の変位）を想定した場合、図からksvを求めると 10^4 kN/m オーダーとなり設計基準より1オーダー大きい。したがって、許容水平変位量が小さく、アンカー長が短い場合においては、引抜き試験結果より得られたばね値を用いた方がより実状と整合する変位を与える。

仮土留の設計への反映方法としては、対象現場の許容水平変位量を角度補正することにより、許容軸ひずみ量を $\epsilon_a = (\delta_a / \cos \theta) / L$ (δ_a : 許容水平変位量, θ : RDS アンカー打設角度, L : RDS アンカー長) により計算し、このひずみ量に相当するRDS アンカー長単位mあたりのバネ値ksを図1(b)より設定し、弾塑性法に使用するRDS アンカーのばね値とする。

4. 補強体の周面摩擦抵抗

図2は、極限引抜き試験5ケースについての荷重と変位量の関係を示したものである。(a)は地山(ローム)での結果であり、設計定数を用いて計算した極限引抜き荷重(275~320kN/本)とほぼ一致している。(b)は盛土での結果であり、ほぼ芯材の降伏荷重(335kN/本)で極限となっているため補強体の極限周面摩擦抵抗は確認できなかった。しかし、設計基準に示された盛土の設計定数を用いてMS1の設計極限周面摩擦抵抗力を計算すると320kN/本となり、実測値はそれよりは大きな摩擦抵抗が確保されているようである。

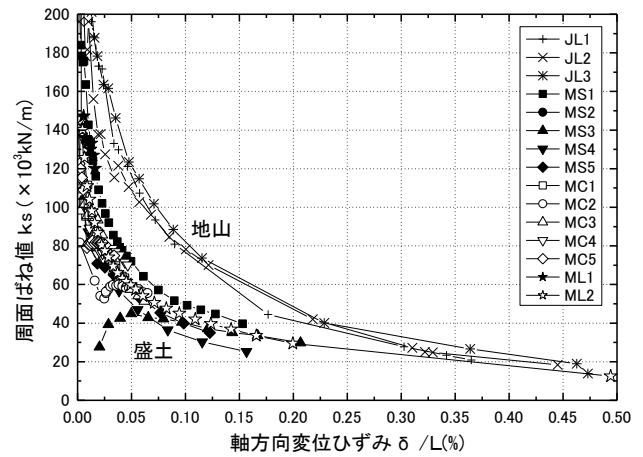
5. おわりに

RDS アンカー体の周面せん断ばね値は、今回のデータについてみると地山と盛土で傾向は異なるが少なくとも盛土については土質による有意な差異は認められない。したがって、設計に際して盛土では土質による分類は行わず統一した値を設定しても問題が少ないと考えられる。

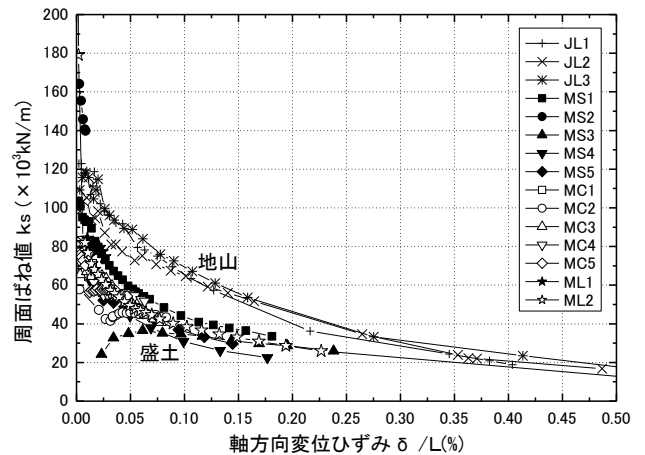
周面摩擦抵抗については、特に盛土では引抜き試験の方が設計より大きな値となるため極限引抜き試験を行うことにより合理的な設計ができると考えられる。しかし、盛土や埋土の場合には土質そのもののバラツキ等を考慮すると現設計における算定式は妥当なものと考えられる。また、RDS アンカー体は工法の特徴から安定したアンカー径が得られるためバラツキの少ない引抜き荷重が期待できるため、今後のデータの蓄積により安全係数の見直しを図っていきたい。

<参考文献>

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物 平成9年3月
- 2) 吉田,上,館山,田村：攪拌混合補強体の引張り特性について 第29回土質工学研究発表会 1994.6

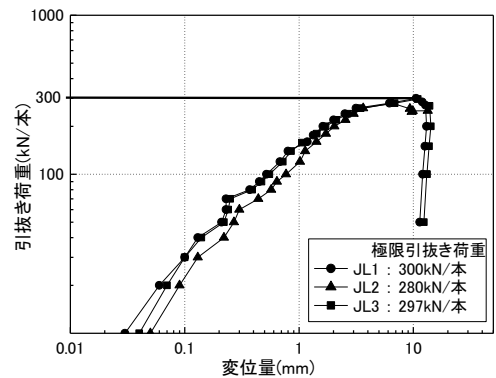


(a) アンカー体頭部の変位量を用いた場合

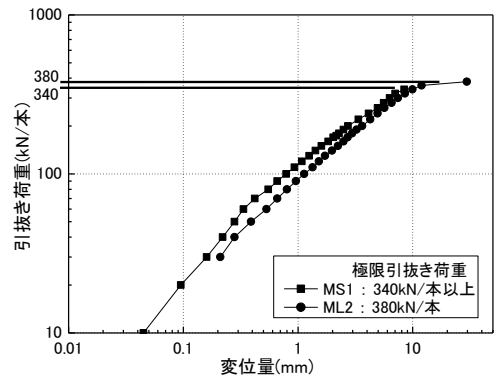


(b) 芯材1.0mの伸びを考慮した場合

図1 周面ばね値と軸方向変位ひずみの関係



(a) 地山(ローム)



(b) 盛土

図2 引抜き荷重と変位量の関係