

第Ⅲ部門

新しい拡張翼型アンカーにおける拡張部の最適構造に関する研究

立命館大学理工学部 学生員 ○河野 恒太 株式会社中蔵 福島 信夫
 立命館大学理工学研究科 学生員 董 大超 立命館大学理工学部 正会員 藤本 将光
 立命館大学理工学研究科 学生員 中橋 明久 立命館大学理工学部 フェロー 深川 良一

1. 諸言

アースアンカー工や鉄筋挿入工は、盛土法面や既設擁壁の補強に広く利用されている。これらは、地中のグラウトと周面地盤の摩擦力により造成する定着部と地表付近の構造物または地山を、鉄筋等の高強度の引張材で連結させ、引張力を利用して安定させるシステムである。ただし、グラウトはモルタルにより造成されるため、定着後の乾燥収縮による引き抜けが指摘されている¹⁾。そこで現在アースアンカー工法に変わる拡張翼型アンカー（以下拡張アンカーと呼ぶ）工法が提案されている²⁾。拡張アンカーはグラウトの乾燥収縮時でも緩むことが無く、地盤を翼が掴み取ることで引抜抵抗力を発現する。本研究では拡張アンカーを実現するため、拡張部の最適構造を解析により検証した。解析ソフトとしては有限要素法(FEM)を用いた解析ツールである ANSYS を使用する。

2. 解析による拡張アンカーの最適構造の提案

2.1 構造検討の留意点

構造を検討する上での留意点としては、1)翼が閉じた状態でケーシングパイプに収まる大きさであること、2)一本あたりの生産コストが高くなりすぎないために極力単純な構造であり、かつコストの低い汎用品のみを使用することが挙げられる。

2.2 実用可能な構造であるかの判断基準

提案した構造が使用可能かどうかの判断基準には安全率を適用する。グラウンドアンカーの設計安全率は表-1の通りである。拡張アンカーは長期利用が見込まれるため、設計上の安全率には2.5とする。

2.3 解析モデル

提案した解析モデルは、回転軸型(図-1)、鉄板屈曲型(図-2)、はめ込み型(図-3)の三種類である。

2.4 解析結果

鉄板屈曲型は実用不可能、回転軸型とはめ込み型に関しては、各パーツの寸法と材料を調整し、それぞれ

表-1 アースアンカーの設計安全率³⁾

アンカーの分類		安全率
短期アンカー(2年未満)		1.5
長期アンカー (2年以上)	常時	2.5
	地震時	1.5~2.0

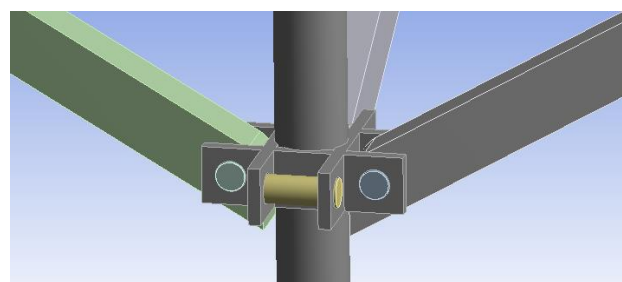


図-1 回転軸型

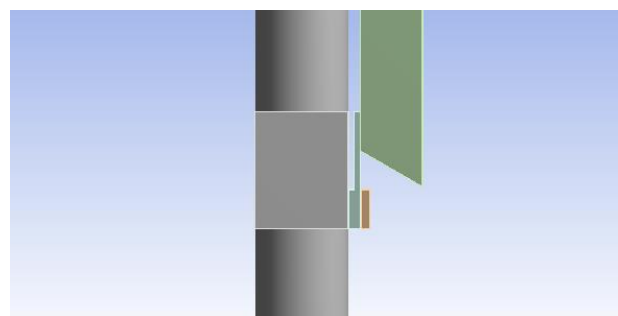


図-2 鉄板屈曲型

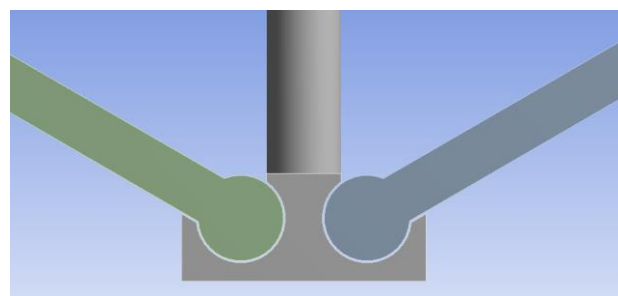


図-3 はめ込み型

約 2100N, 2300N の極限引抜抵抗力で使用可能という結果となった。より極限引抜抵抗力の大きいのはめ込み型を最適構造とする。図-4 は最適構造の引抜抵抗力和安全率の関係を表す。

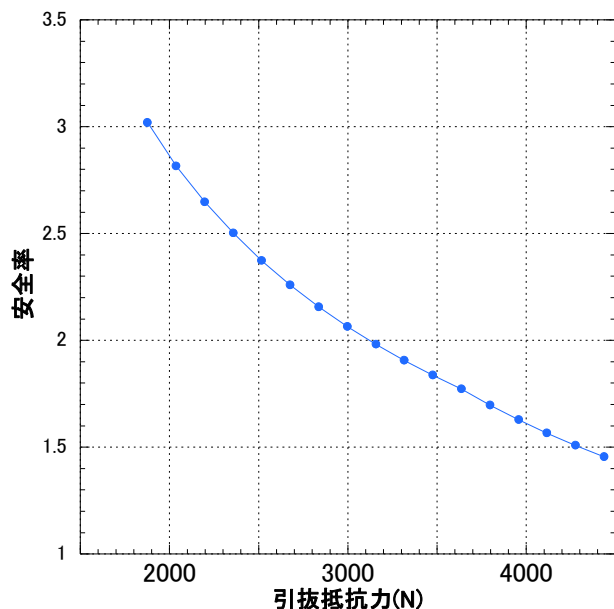


図-4 最適構造の引抜抵抗力と安全率の関係

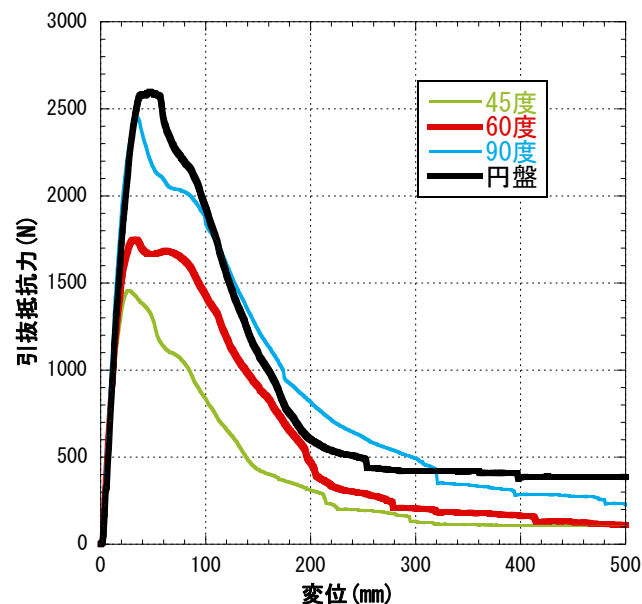


図-5 円盤と拡翼アンカーの引抜抵抗力の比較

3. 最適構造の使用可能環境の考察

3.1 既往の研究

(1) アースアンカーの引抜き抵抗力の算出式

勝見・西原(1978)は、鋼棒の先に円盤を取り付けた模型杭により実験を行い、アースアンカーの極限引抜抵抗力の算出式(1)を提案した⁴⁾。

$$Q=G_1+T_v+G_2 \quad \dots \dots (1)$$

ここに G_1 は土塊重量、 G_2 はアンカー基礎の自重、 T_v はすべり面上に作用するせん断抵抗力の鉛直分力 τT_v とすべり面に垂直な直応力による抵抗力の鉛直分力 σT_v を加えたものである。

(2) 円盤と拡翼アンカーの引抜き抵抗力の比較実験

拡翼アンカーの引抜抵抗力を評価するために、翼の本数が4本の拡翼アンカーの、拡翼角度(シャフト中心軸と拡翼部の成す角)がそれぞれ45°、60°、90°の模型杭に円盤を含めた計4種類の模型杭の引抜抵抗力を比較する実験を行った。なお、この場合拡翼部の水平方向投影長さは円盤半径に一致させている。結果は図-5に示す通りであり、本研究で考察する4本翼で拡翼角度が60°の拡翼アンカーは、円盤の約58%の引抜抵抗力を発揮することが分かった。

3.2 最適構造の使用可能環境

2つの既往の研究の結果をもとに、拡翼アンカーが2300Nの極限引抜抵抗力を発揮するときの土の強度定数 c (粘着力)、 ϕ (内部摩擦角)とアンカー基礎の根入れ深さ D の組み合わせを明らかにした(表-2)。

表-2 最適構造の使用可能環境

$c(kN/m^3)$	$\phi(^{\circ})$	$D(cm)$
0	15	113
	30	74
	45	61
5	15	105
	30	71
	45	59
10	15	97
	30	68
	45	58

4. 結言

拡翼角度が60°の場合の最適構造ははめ込み型であり、約2300Nの極限引抜抵抗力で使用が可能である。最適構造は、 c が0~10 kN/m^3 、 ϕ が15~45°の場合安全率を2.5とすれば58~113cmの深さで使用が可能である。

<参考文献>

1) 一般社団法人日本アンカー協会：

http://www.japan-anchor.or.jp/02koho-syokai/page_index.htm
(2016/11/16 現在)。

2) 檀上徹・寺本龍生・宮島佳之・福島信夫・藤本将光・深川良一(2014)：拡開型地中アンカーの開発に向けた室内モデル実験、第7回土砂災害に関するシンポジウム論文集、p.241。

3) 地盤工学会(2012)：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説、p.64。

4) 勝見雅・西原晃(1978)：アース・アンカーの引抜き抵抗に関する基礎的研究、土木学会論文報告集、第276号。