

鳥取大学工学部 の勝見 雅
京都大学研究生 西原 晃

1. 緒言

鉛直アース・アンカーの引抜き抵抗に関しては従来から数多くの研究が行われているが、傾斜アース・アンカーの引抜き抵抗に関する研究は傾斜アース・アンカーの応用範囲が広いにもかかわらず数少ない。しかし、傾斜アース・アンカーの引抜き抵抗に関する研究のうちよく知られているものに Harvey¹⁾ と Mayerhof²⁾ の研究がある。著者らも数年来、鉛直アンカーの引抜き抵抗に関する研究と平行して傾斜アース・アンカーも取り扱ってきたが、今回著者らは模型砂地盤を用いて傾斜アース・アンカーの引抜き実験を行ない、この実験結果をもとに2つの引抜き抵抗算定式を提案した。1つはより簡単な算定式で引抜き抵抗のおおよその推測を行おうという観点から、鉛直アース・アンカーの引抜き抵抗算定式の1つである土すい体量法の考え方を傾斜アース・アンカーに適用したもので、他の1つは模型実験の結果をもとに以前著者らが提案した鉛直アース・アンカーの引抜き抵抗算定式³⁾を傾斜アース・アンカーに適用したものである。さらにこれらの算定式によって計算した結果と実験結果とを比較し検討を加えたので、これらの概要を記述する。

2. 傾斜アース・アンカーの引抜き抵抗算定式の提案

(1) 土すい体量法の適用 鉛直アース・アンカーの引抜き抵抗算定式の1つである土すい体量法の考え方を傾斜アース・アンカーの引抜き抵抗の算定に拡張する。 V_a をアンカー柱体部の地中埋設部分の体積、 W_a : アンカー基礎自重とすることにより、傾斜アンカーの引抜き抵抗 R_e は図-1の記号を用いて次式となる。

$$R_e = \pi B^2 D r F(\alpha, \psi, \lambda) - V_a r \cos \psi + W_a \cos \psi \quad (1)$$

$$\text{ここに、} \lambda = \frac{D}{2B} F(\alpha, \psi, \lambda) = \frac{\left\{ (2\lambda / \cos \psi + 1 / \tan \alpha)^3 \cos \psi - 1 \right\} \cos \psi}{\left\{ (1 - 0.25 \sin^2 \psi / \tan \alpha - 0.5 \sin \psi)^2 \tan \alpha \right\}^{1/2} 6 \lambda}$$

(2) Kötter の式を用いた方法 著者らは以前に、鉛直アンカーの引抜き抵抗算定式を導くに際し、円弧すべり面を仮定し、そのすべり面に Kötter の式を適用した算定式が実験結果とよい対応を示すことを述べたことがある。³⁾ ここではその考え方を傾斜アンカーに適用した算定式を誘導する。

すべり面の決定および土塊重量の算定 すべり線は以前仮定した鉛直アースアンカーのすべり線³⁾と同様、床板端に垂直に始まり地表面と $\pi/4 - \psi/2$ の角度で交わる円弧と仮定する(図-2)。すべり面と地表面の交線は長円であり、アンカー軸を中心とし長軸方向から時計方向に角 η をとる。いま図-3に示すように微小角 $d\eta$ に対する土塊を考えれば、求めようとする土塊は図中 $Oabba'O'$ でありその体積を dV とする。また $Oabba'O'$ 、 $O'a'b'c$ の体積をそれぞれ dV_1 、 dV_2 とすれば、

$$dV_1 = \int_{\pi/4 - \psi/2}^{\pi/2 - \eta} \frac{1}{2} p^2 d\eta r \sin(\alpha + \eta) d\alpha \quad (2)$$

$$dV_2 = \frac{1}{8} l^2 \cos^3 \eta \sin \eta d\eta \quad \text{ここに、} \eta = \tan^{-1}(\cos \xi \tan \psi) \quad (3)$$

したがって、土塊重量による引抜き抵抗 R_1 は、

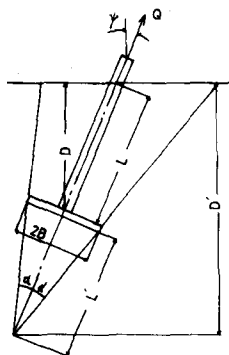


図-1 鉛直断面図

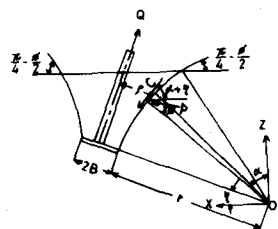


図-2 すべり線

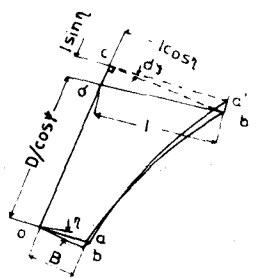


図-3 破壊土塊の微小要素

$$R_1 = r \cos \psi \left\{ 2 \int_0^\pi (dV_1 - dV_2) - V_a \right\} \quad (4)$$

すべり面上に作用するせん断抵抗合力と粘着力による引抜き抵抗力の算定 図-2に示したすべり面上に作用するせん断抵抗合力を用いてすべり線上に沿うKötterの式を書けば、いま考えている平面が鉛直とす角を ω とし、同図のように座標をとることにより、つぎの式(5)で表わされる。

$$\frac{\partial p}{\partial \alpha} + 2 \left(p \tan \phi + \frac{C}{\cos \phi} \right) = r r' \cos \omega \sin(\alpha + \phi) \quad (5)$$

$\alpha = (\pi/4 - \phi/2)$ で $p = C$ の境界条件のもとに式(5)を解き、そのアンカー軸方向成分 P_a を求め、さらにすべり面上に作用する粘着力 C の軸方向成分 $C_a = C \sin(\pi/4 + \phi)$ を求め、 P_a と C_a の和を全すべり面にわたって積分することにより、せん断抵抗合力と粘着力による引抜き抵抗力 R_2 が得られる。

式(4)の R_1 とこの R_2 を求めるに際しての積分は数値積分によるなければならない。本研究では、 ω を $0 \sim \pi$ まで180分割して Simpson法による数値積分を行ない、その結果をつぎのように整理した。

$$R_s (= R_1 + R_2) = \pi B^2 D r \left\{ F_1(\psi, \phi, \lambda) + \frac{2C}{B r} F_2(\psi, \phi, \lambda) + F_3(\psi, \phi, \lambda) \right\} \quad (6)$$

ここに係数 F_1, F_2, F_3 はそれぞれ土塊重量、粘着力、せん断抵抗合力に関する係数であり、それらの値を簡単に求めるために計算図表を作成した。以上の結果を用いて傾斜アンカーの引抜き抵抗力 R_k は W_a をアンカー基礎の自重として次式で与えられる。

$$R_k = R_s + W_a \quad (7)$$

3. 算定式による計算結果と実験結果の比較検討

Kötterの式を用いて導いた算定式(7)により計算した結果 R_k と実験結果の対応を図-4に示す。同図によれば、傾斜角が 45° のとき若干大きめに算出されるようであるが、全体として計算結果と実験結果はよい対応を示している。図-4には比較する意味で、土す

い体重量法を適用した算定式(1)による結果を示しているが、算定式(7)に比べて計算結果と実験結果との間に多少のずれがみられ、また傾斜角が 45° の場合はかなり危険側に算出されている。なお、これらの詳細は講演時に述べるとともに模型実験の概要について文献3)を参照されたい。

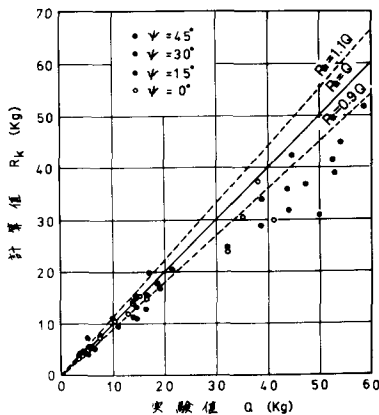


図-4 計算値と実験値の比較

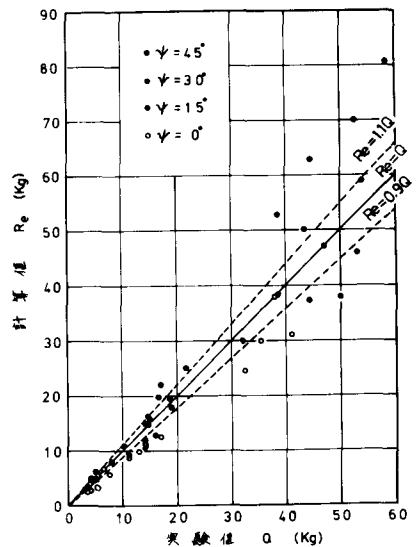


図-5 計算値と実験値の比較

参考文献

- 1) Harrey, R.C. and Bunley, E.; Behavior of Shallow Inclined Anchorages in Cohesionless Sand, *Ground Engineering*, pp.44~55.
- 2) Mayerhof, G.G.; Uplift Resistance of Inclined Anchors and Piles, pp.167~171.
- 3) 勝見雅・西原晃; 鉛直アンカーの引抜き抵抗力算定式の改良, 第13回土質工学研究発表会発表講演集, 昭.53.6.