

鳥取大学工学部 正 勝見 雅
鳥取大学工学部 正 岩成 敬介

1. まえがき

現在のアース・アンカーの設計法はアース・アンカー工法自体が新しい工法である上に、施工法の開発、発展が先行したため、過去の経験および統計的なデータの上に成り立っており、その理論的研究および実験的研究は立ち遅れている。そこで、本報告は、摩擦形支持方式のアース・アンカーによる二次元室内模型実験によってすべり面を観察し、その結果に基づいて、引抜き抵抗力の算定式を導き出したものである。

2. 実験装置および方法

模型実験装置を図-1に示す。同図の前後面はアンカー体基礎周辺地盤のすべり面が観察できるように1cmのmeshを刻んだアクリル板を取り付けている。さらに、実験に用いたアンカー体はアンカー体と砂試料が十分に摩擦し、砂試料の内部でせん断破壊を起こすようにあらかじめ歯形を刻んだものを用いた。このアンカー体定着長の寸法は、幅 $2B=20\text{mm}$ 、長さ $L=100, 200, 500\text{mm}$ の3種類である。一方、模型地盤は鳥取砂丘砂の2mmフルイを通過した気乾試料を用い、アクリル壁とアンカー体両端の隙間に試料がかみこまないようにグリスを塗ったアンカー体を所定の埋込み深さ D ($5\sim45\text{cm}$ の間で 5cm ごと)に設置し、突き棒で密度 $\rho=1.63\text{g/cm}^3$ となるように突き固めた。

引抜き試験は、引抜き速度 0.5mm/min として鉛直上方向に引抜き、この時の引抜き力をロードセルで測定し、砂試料の動きを連続写真撮影した。

3. 実験結果および考察

今回の二次元室内模型実験で得られた連続写真を写真1～4に示す。写真より根入れ幅比 $\lambda=\%$ (埋込み深さ/アンカー体幅)が小さい場合のすべり面がアンカー体の下部から地表面に開く形状を示している。入が大きくなると写真-2に示すようにすべり面は模型地盤内で閉じた曲線となり地表面まで表われない。(この曲線はアンカーを引抜く際、その下に砂試料が滑り落ちてきたものではない。このことは、写真-3よりわかる。)

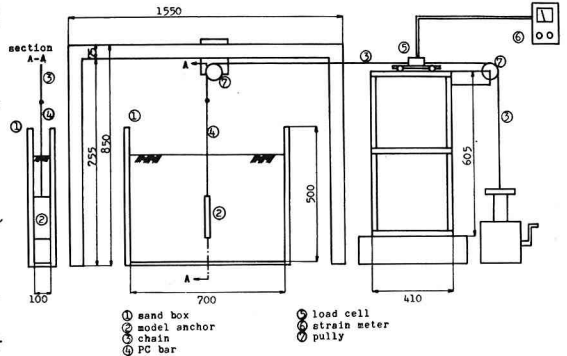


図-1

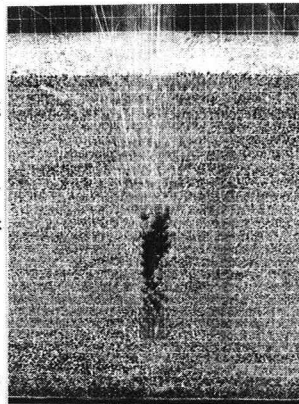


写真-1

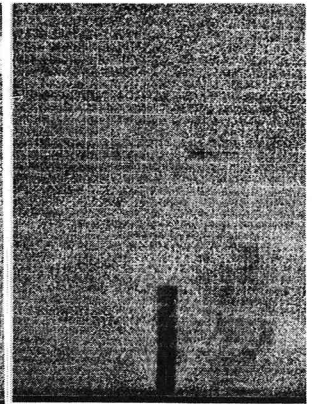


写真-2

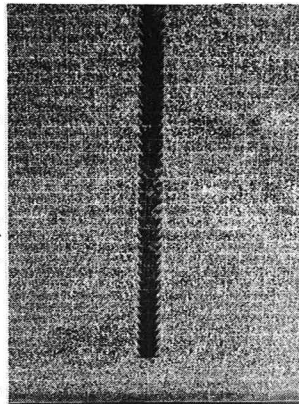


写真-3

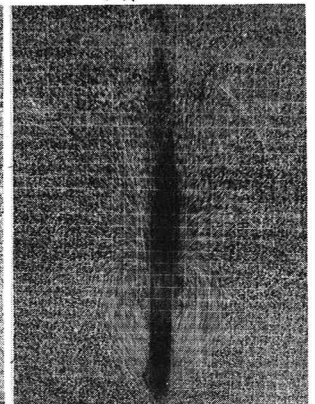


写真-4

しかし、この場合にも変位量を増大して同様な連続写真撮影すると、写真-4に示すようにすべり面はアンカー体の上部から地表面に開いた曲線を示す。当初、摩擦形支持方式として考えていたモデルアンカーは、これらの連続写真で得られたすべり面より（摩擦+支圧）形支持方式のアース・アンカーと考えられる。しかし、入が大きい場合、変位量が小さい時は、引抜き抵抗はその大半を摩擦抵抗力で与えられ、その後、変位量が大きくなるにつれて支圧力も加わってくると考えられる。このことより、アース・アンカーの支持形式は簡単に摩擦形支持方式または（摩擦+支圧）形支持方式とに分けられるものではなく、変位量および根入れ幅比入により変化するものと考えられる。

4. 算定式の結果

二次元室内模型実験より得られた連続写真を観察し、できるだけ実際のすべり面に近いすべり面を仮定した。この時、できるだけ算定式を簡単にするため、すべり面は直線および円弧を用いたすべり面を図-2のように決定した。このすべり面に土質工学的諸性質を考慮し、さらにKötterの方程式に注目して、すべり面上に作用するせん断応力 τ およびすべり面に垂直な直応力 σ の鉛直成分の総和を算定し、これらを取り入れた算定式を記述する。

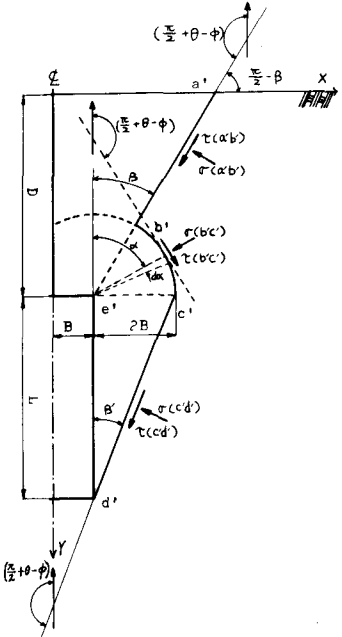


図-2

(1) 図-2よりすべり面内の土塊重量 G_1 は次式で与えられる。

$$G_1 = H \gamma \left\{ 2B + D^2 \tan \beta + 2\pi B^2 \left(1 - \frac{B}{90} \right) + 2BL \right\} \text{-----}(1)$$

ここに、 H : 土槽の奥行き (cm)

(2) すべり面上に作用するせん断応力 τ とすべり面に垂直な直応力 σ の鉛直成分 $\tau \sin \theta, \sigma \cos \theta$ の算定式。

二次元のKötterの方程式を図-2のように座標をとることにより次式で表わされる。

$$\frac{d\tau}{ds_2} + 2\tau \tan \phi \frac{d\theta}{ds_2} = \gamma' \sin \phi \sin \theta \text{-----}(2)$$

この時、すべり線の概形が決定され、ば式(2)は一階線形微分方程式となり、何らかの境界条件を与えれば τ_{xy} を求めることができる。また、 $\tau_{xy} = C + \sigma_{xy} \tan \phi$ の条件を与えることにより、同様にして σ_{xy} も求めることができる。さらに τ_{xy}, σ_{xy} の鉛直成分を求め、すべり面に関して積分することにより $\tau \sin \theta, \sigma \cos \theta$ が求まる（詳細については講演時に説明する）。

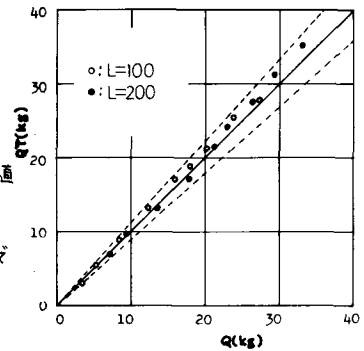


図-3

(3) 砂試料とアクリル壁との摩擦抵抗 R_f の算定式

実験土槽の前後面のアクリル壁には受動土圧 $P_p = \frac{1}{2} \gamma' L^2 K_p$ が作用している。また、砂試料とアクリル壁との間には摩擦係数 μ が働き、これらの関係を全すべり面に関して積分することによって求まる。

したがって、引抜き抵抗 Q_T は G_1 をアンカー体の自重として次式で表わされる。

$$Q_T = G_1 + \tau_r + \sigma_r + G_2 \text{-----}(3)$$

5. 算定式による計算結果と実験結果の比較

図-3は算定式による計算結果 Q_T と実験による引抜き抵抗 Q との関係を図示したものである。なお、図面中実線は $Q = Q_T$ 、破線は $Q = 1.1 Q_T, Q = 0.9 Q_T$ を表す。この図から計算値と実験値が比較的良好な対応を示していることがわかる。