

アンカー工補強斜面の安定性に関する室内模型実験

鳥取大学 学生会員 ○李 亜飛
 鳥取大学 フェロー会員 西村 強
 鳥取大学 正会員 河野 勝宣

1. はじめに

アンカー工が斜面の安定性に寄与していることを、模型地盤内に設置した線状材に発生している緊張力を計測することにより示している。小型土層内に湿潤した砂を充填して、その中に極細のワイヤーを埋設して初期模型地盤とした。そのワイヤーの一端にアンカーヘッドを模擬する小径の円盤を取り付け、他端をロードセルに連結している。可動式の側板に徐々に変位を与える際のロードセルの読みを記録し、さらには、完全に側板を除去した際に模型地盤が初期状態を保持できるかを観察した。このロードセルの記録結果を極限平衡式に対して評価した結果を併せて報告する。

2. 三角形土塊の滑動とアンカー工に発生する力

一様勾配、有限高さ斜面に直線すべり面を仮定して、アンカー工の補強効果を考慮した斜面の安定性について示す。すべり面の法線方向にアンカー工により導入された力 N を仮定し、この N の大きさと符号に注目し、 N の安定性への寄与を定式化する。

図-1 は、アンカー工によるすべり面の法線方向力 N が作用して、まさに土塊 ABC が辺 BC に沿うすべりに対して極限状態にあるとする。地盤の強度定数を粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ とする時、次式が成立する

$$W \sin \theta = (W \cos \theta + N) \tan \phi + cL \quad (1)$$

ここに、 W は土塊 ABC の単位奥行きあたりの重量であり、単位体積重量を γ とすれば、次式となる。

$$W = \frac{\gamma HL}{2} \operatorname{cosec} \beta \sin(\beta - \theta) \quad (2)$$

式 (2) を式 (1) に代入し、 N について解くと

$$N = \frac{\gamma HL}{2 \tan \phi \sin \beta} \sin(\beta - \theta) (\sin \theta - \cos \theta \tan \phi) - \frac{cL}{\tan \phi} \quad (3)$$

式 (3) により、 N の安定性への寄与を定式化する。

3. 室内模型実験の方法

図-2 は、本研究の実験装置の概要を示している、板 AB を下部固定板と丁番で接合させ、点 B を中心として回転可能としている。模型地盤作成時には、この可動板 AB はジャッキで右側板に固定された状態にある。

キーワード 斜面、アンカー、室内模型実験

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学大学院

TEL0857-31-5297

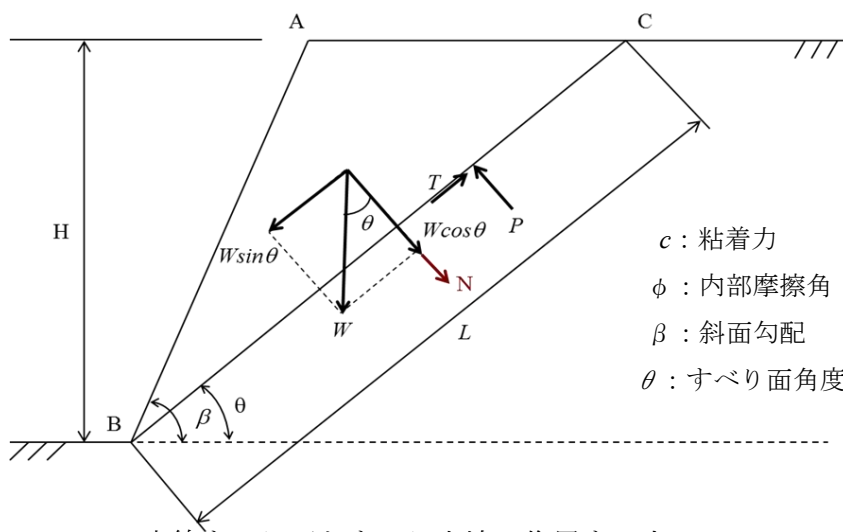


図-1 直線すべり面とすべり土塊に作用する力

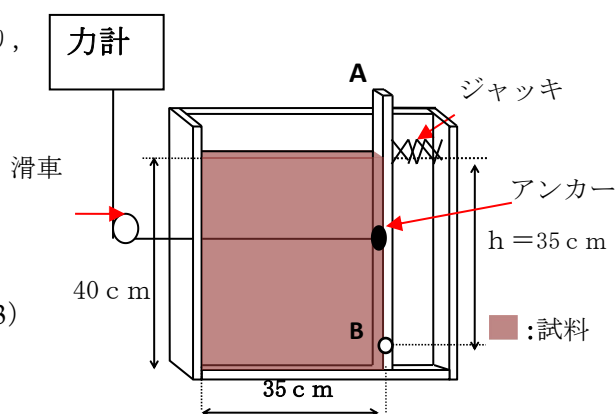


図-2 実験装置図

含水比を 10～12% に調節した鳥取砂丘砂を 3 層に分けて突き固めて模型地盤とする。模型地盤の単位体積重量 γ は 14kN/m^3 を目標値として、模型地盤の体積と使用する湿潤試料質量を一定するように配慮している。設置位置となるまで湿潤砂を突き固め、なるべく水平となるようにワイヤーを設置する。この実験では、直径 0.88mm のワイヤーを使用し、一端を力計に、他端に半径 5mm のワッシャーをボルトとナットで固定してアンカーヘッドを模擬する。力計には SHIMAZU 製の UX6200H を用いた。また、滑車を使用してワイヤーと木枠の接触部に発生する摩擦力を低減させる。ワイヤー設置後に所定高さまで湿潤試料を、さらに敷き詰めて初期地盤とする。

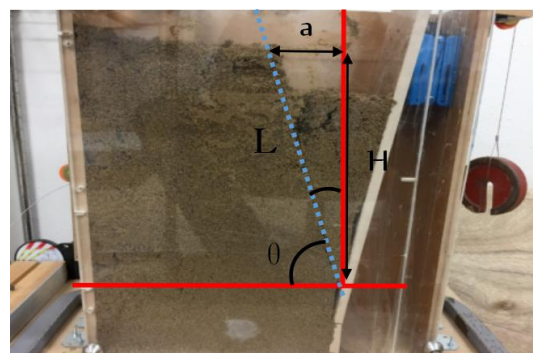


写真-1 土斜面崩壊後の様子

次に、ジャッキを収縮させる。板 AB と接していた面が自立するとき、力計が示す数値 P を計測する。この数値は、ジャッキの収縮と共に変動するが、板 AB が完全に離反する時まで計測する。

その後、しつけ糸を切断した時、模型地盤が自立しなければ、計測値 P が模型地盤を安定させるために必要であった外力とできる。なお、力計への連結部のしつけ糸は、力計保護のためでもある。崩壊が発生したときは、すべり面長 L 、すべり面角度 θ を計測する。模型地盤内の応力レベルは低いことから、強度定数を一面せん断などで求まる数値とすることには無理がある。そこで、図-1 の直線すべり面を仮定する極限平衡解析から求まった値による次式を代用する。^{1) 2)}

$$c = \frac{\gamma H}{4} \left\{ \frac{1 - \cos(\beta - \phi)}{\sin \beta \cos \phi} \right\} \quad (4)$$

$$\phi = 2\theta - \beta \quad (5)$$

4. 実験結果と考察

写真-1 に実験の一例を示す。これより、 L 、 θ を計測し、 $\gamma = 14\text{kN/m}^3$ として式(4)、(5)より c 、 ϕ を算出すると、 $c = 0.455(\text{kPa})$ 、 $\phi = 33^\circ$ となった。これらの数値を式(3)に用いて求まる N と P_n (P のすべり面法線方向成分) の比較を図-3 に示す。 $P_n = N$ すなわち計測値と計算値が一致すれば、図中の直線上にプロットされることになるが、この結果では、実験値の方がやや大きい結果となっている。 L 、 θ など、極めて簡易的な計測に基づく数値を利用していることが一因と考えられる。なお、今回はすべり面傾度 θ が計測可能な例である。現実的には、 c 、 ϕ を既知として N を評価することになる。

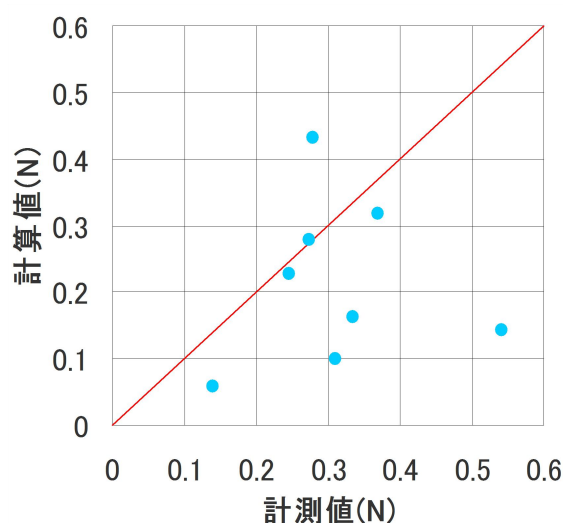


図-3 計測値と計算値の比較

謝辞：本研究の一部は、日本アンカー協会平成 27 年度研究助成を受けて実施している。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 三田地 利之：土質力学入門，森北出版株式会社，161p - 195p，2013
- 2) 斜面安定解析入門編集委員会 編：斜面安定解析入門，社団法人土質工学会，33p - 37p，1989