

III-150 橋台の側方移動に関する一考察

○宇都宮大学工学部 正員 横山 幸満
宇都宮大学工学部 正員 日下部 治

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土による橋台の移動(側方移動といわれている)について、種々の検討がなされている。¹⁾ 幅員の狭い一般道路や鉄道などの盛土前面の橋台の移動にくらべて、幅員の大きな道路の橋台の移動が多いのではないかと考えられるので、粘土地盤($\phi=0$)について、側面抵抗を考慮した円弧すべり(円筒すべり)によりこの問題を検討した。また、速度場論による検討も行った。

2. 側面抵抗を考慮した円弧すべり(円筒すべり)安全率

中瀬²⁾は粘土の強さが深さに比例して増加するような一般的な場合について、側面抵抗を考慮した円弧すべりにより長方形フーチングの支持力を求めている。この理論により本問題を検討するのが一般的であるが、簡単のためにここでは粘土の非排水せん断強度 c_u が深さによらず一定の場合を考える。

図1で盛土(高さ H , 単位重量 γ)のせん断抵抗を無視すると、すべりに対する側面の抵抗モーメント M'_R は、

$$M'_R = 2c_u \int_0^{\theta_0} \int_{\frac{y_0}{\cos\theta}}^R r^2 dr d\theta = c_u R^3 \cdot \phi(\theta_0) \quad (1)$$

$$\phi(\theta_0) = \frac{1}{6} \left[4\theta_0 - \sin 2\theta_0 - 2\cos^3 \theta_0 \cdot \log_e \left| \tan \left(\frac{\theta_0}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| \right] \quad (2)$$

と表わされる。ここに、 R は円弧の半径、 θ_0 は図1に示す角度で、 $y_0 = R \cos \theta_0$ である。

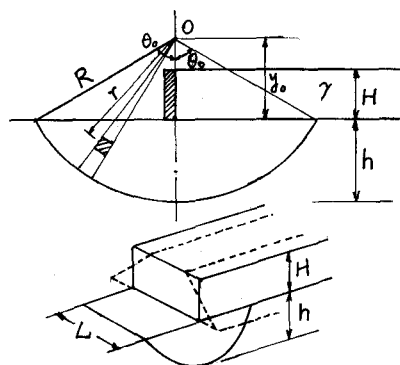


図1. 円筒すべり

橋軸直角方向の盛土の平均幅を L とし、長さ L の円筒すべり面を仮定すると、すべりモーメント M_s は、

$$M_s = \frac{1}{2} (R \sin \theta_0)^2 \cdot \gamma H L \quad (3)$$

であり、両側面の抵抗を考慮した抵抗モーメント M_R は

$$M_R = 2c_u R^2 \theta_0 L + 2c_u R^3 \phi(\theta_0) = 2c_u R^3 \left[\frac{L}{R} \theta_0 + \phi(\theta_0) \right] \quad (4)$$

である。従って、すべりに対する安全率 F_s は

$$F_s = \frac{c_u}{\gamma H} \cdot \Phi(\theta_0) \quad (5)$$

$$\Phi(\theta_0) = 4 \cdot \frac{\theta_0 + \frac{\phi(\theta_0)}{(1-\cos \theta_0)\lambda}}{\sin^2 \theta_0} \quad (6)$$

と表すことができる。ここに $\lambda = L/h$ で、 h は粘土層中のすべり面の深さである。

図2の実線は λ を変数として $\Phi(\theta_0)$ の最小値を示したものである。当然のことであるが、 $\lambda \rightarrow \infty$ のとき $\Phi(\theta_0)$ は 5.52 に収束し、 $\theta_0 = 66.8^\circ$ となる。盛土幅 L と粘土層の厚さ h が同じ程度のときの安全率は、2次元円弧すべりの安全率の 1.8 倍になっている。この図から、円筒すべりの安全率は次式で近似できる。

$$F_s = (5.52 + 4.48 \frac{h}{L}) \frac{C_u}{\gamma H} \quad (7)$$

3. 速度場論による検討

橋台基礎に作用する平均土圧を評価するために、図3に示すような破壊メカニズムを用いて上界値計算を試みる。メカニズムは盛土側方（橋軸直角方向）に移動するプリズムと、橋台基礎に向うプリズムから成っている。そのとき破壊盛土高さは次のように表わされる。

$$\frac{\gamma H}{C_u} = (\bar{\sigma}_y)(1-m) + (1-m) \left(\frac{B}{h} + \frac{2h}{B} \right) + \sqrt{\left(\frac{B}{L} \right)^2 + \left(\frac{h}{L} \right)^2} + 6m + \sqrt{2} \frac{L}{B} m^2 \quad (8)$$

こに $(\bar{\sigma}_y)$ は土中の平均的土圧、 m は側方プリズムの幅を表すパラメータである。

$(\bar{\sigma}_y)$ をいま、山口³⁾に従って $1 + \pi/2$ と置き、 $B/h = 4$ とすれば、 $L/B = 1$ のとき $m \approx 0.38$ で式(8)の値は最小になり、限界の破壊メカニズムを表現する。

すなわち、5 m 程度の粘土層上の幅員 20 m の道路盛土では片側 3.8 m 程度が側方に移動し、残り 12.4 m が橋台基礎方向に移動する。幅員を 2 倍に増加すれば $m \approx 0.19$ 程度であり、同じく片側 3.8 m 程度が側方に移動する。従って橋台方向への地盤の動きは相対的に増大する結果となり、幅員増大に伴う橋台移動の増加の傾向がつかめる。

4. 結 び

円筒すべりを考慮すると、幅員の小さな盛土部の橋台では、側面抵抗によってすべり安全率が大きいものに対して、幅員が大きくなるに従って安全率が相対的に低下し、土塊がモビライズされやすいことが伺われる。速度場論による破壊メカニズムを考慮しても同様なことが言えるので、幅員の大小によって土圧なり安全率なりを変える必要があるのではないかと考えられる。今後破壊メカニズムの改良を加えてこの問題を検討したい。

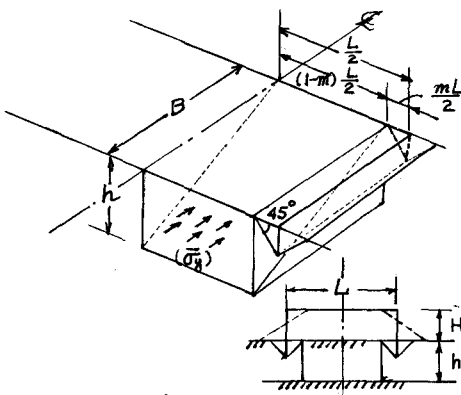


図3 破壊メカニズム

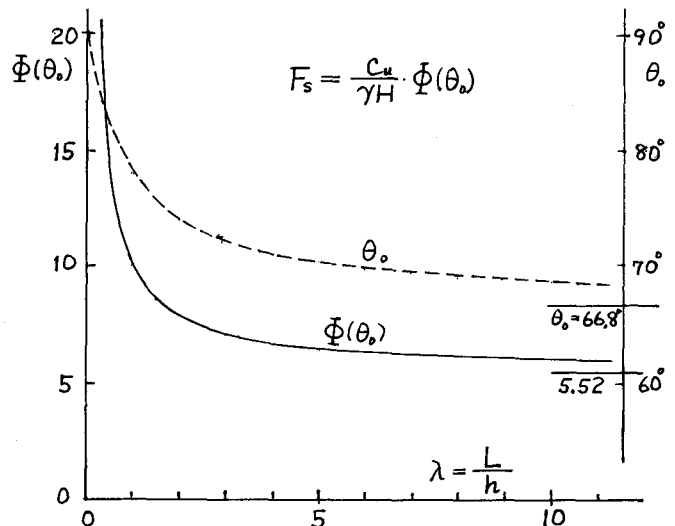


図2 円筒すべり安全率

参考文献

- 1) 木村 衛: 軟弱地盤上の橋台の側方移動対策, 土と基礎, Vol. 30, No. 5, pp. 33-40 (1982)
- 2) 中瀬明男: Bearing Capacity of Rectangular Footings on Clays of Strength Increasing Linearly with Depth, Journal of JSSMFE., Vol. 21, No. 4., pp. 101-108 (1981)
- 3) 山口柏樹: 層状地盤上の基礎の変形予測に関する基礎的研究 (院課題番号 57460147), 科研中間報告書, (1983.3)