

東洋大学工学部 正会員 岩瀬 常太郎

1. まえがき …… 軟弱地盤上の盛土の安定性の検討は、従来より細片分割法が一般によく用いられており、電子計算機の発達により、計算に要する時間と労力は、非常に軽減された。しかし、高速道路等の長い区間にわたる盛土が、施工される場合、全区間にわたり細片法により安定性を検討することは、必ずしも得策ではない。そのため比較的強度の高い地盤で予備的な検討には、モノグラフを用いることが考えられる。本論文では、このモノグラフを、3種の全能力法に分け作成した。

2. スペリに対する安定解析 …… 1) 地盤条件及び解析時の仮定
ここで用いる解析は、盛土と地盤がそれぞれ単一層で構成され、また単一斜面でなければならぬ。地盤の強度は、深さ方向に強度増加する一軸せん断強さとする。(Fig-1参照)

また地震時に作用するスペリモーメントは、震度法による水平震度、 $R_h = 0.15$ として計算した。

地盤の次下による盛土内の応力状態及び変形を破壊時に ついて考慮して①鉛直キ裂が生ずる場合(ここでは鉛直クラック法と言うことにする。)^{1,2)} ②鉛直キ裂部に主働土圧が加わる場合(ここでは主働土圧法と言うことにする。)^{3,4)} ③従来の円弧スベリ面法による場合、について解析し主に主働土圧法についてまとめた。

ii) 最小安全率 …… 安全率は、 r, d, n (r, d は H に対する半径と層厚の無次元量; Fig-1 参照) 及び各土質常数の関数と見る。 n を定数として、盛土材の強度常数をいくつかのケースに分け、 d に対する最小安全率を、 $\partial f_s / \partial r = 0$ の解から決定した。

a) 鉛直クラック法

$$F_{s1} = \frac{Mr_{gc} + Mr_{gz}}{Md_1 + [Mde_1]} = \frac{C_0}{\gamma_f H} \times \frac{Mr_{gc} + \bar{C}_g Mr_{gz}}{Md_1 + [Mde_1]} = \frac{C_0}{\gamma_f H} \times f_{s1} \quad \text{----- (1)}$$

(ただし M : Moment, r : resisting, g : ground, z : depth, c : cohesion, d : driving. また $[]$ 内は、地震時、 $\bar{C}_g = \alpha H / C_0$)
 $\partial f_{s1} / \partial r = 0$ より f_{s1} を最小にする r は、 $md_1 + [Mde_1] \neq 0$ であるから

$$\{ Mr_{gc} + \bar{C}_g Mr_{gz} \} \times \{ md_1 + [Mde_1] \} - \{ Mr_{gc} + \bar{C}_g Mr_{gz} \} \times \{ md_1' + [Mde_1] \} = 0 \quad \text{----- (2)}$$

を、満足する r である。(2)式より決定された r を、(1)式に代入して、最小安全率を求める。以下 b), c) 同様。

b) 主働土圧法

$$F_{s2} = \frac{Mr_{gc} + Mr_{gz}}{Md_1 + Md_2 + [Mde_1]} = \frac{C_0}{\gamma_f H} \times \frac{Mr_{gc} + \bar{C}_g Mr_{gz}}{Md_1 + Md_2 + [Mde_1]} = \frac{C_0}{\gamma_f H} \times f_{s2} \quad \text{----- (3)}$$

c) 円弧法

$$F_{s3} = \frac{Mr_{gc} + Mr_{gz} + Mr_{fc} + Mr_{f\phi}}{Md_1 + Md_3 + [Mde_1 + Mde_3]} = \frac{C_0}{\gamma_f H} \left\{ \frac{Mr_{gc} + \bar{C}_g Mr_{gz}}{Md_1 + Md_3 + [Mde_1 + Mde_3]} + \lambda \frac{Mr_{fc} + \bar{C}_f Mr_{f\phi}}{Md_1 + Md_3 + [Mde_1 + Mde_3]} \right\} \\ = \frac{C_0}{\gamma_f H} \times f_{s3} \quad \text{----- (4)}$$

(ただし f : fill, ϕ : friction, $\bar{C}_f = \gamma_f H / c_f \times \tan \phi$, $\lambda = C_f / C_0$)

3. 結果と考察

結果として $f_{s1} > f_{s2} > f_{s3}$ なる関係が Fig-2 に示されている。今、3種は、破壊に移る段階ごとに仮定が、付されていると考えてみる。すると、円弧法 (f_{s3}) が、最も安全側の計算法であり主動土圧法 (f_{s2})、鉛直クラック法 (f_{s1}) と、安全側から、下ってくると言える。

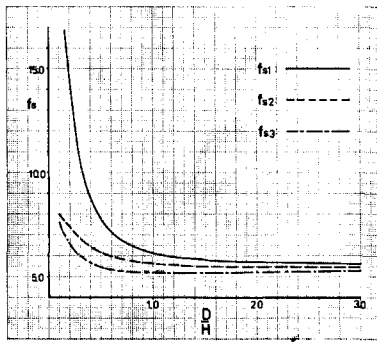


Fig-3 3種法の比較(同一条件)

また f_s の値に注目すると、盛土内の仮定の影響の少ない D/H が、1.5 を越える領域で、3種法は、漸次、近似し、逆の領域で差が、顕著となる。鉛直クラック法と主動土圧法は、次下が大きい場合に生ずる盛土内クラックを仮定している。したがって、盛土高さに比べて、層厚の小さい場合は、大きな変形が生じ得ないため、適用できない。ただし、深い軟弱地盤に、浅い位置の砂層の分布があり、計算上砂層の上部面を通るスベリ面について、安定性を検討する場合や浅い層厚でも、非常に圧縮性が、大きい場合は、適用できると考える。

Fig-4 B 及び Fig-5 に、主動土圧法のモノグラフを示す。盛土の内部摩擦係数と盛土の勾配 θ とに、2枚一組の計算図表が与えられている。(この場合、 $n=1.8, \phi=30^\circ$ 、Fig-4 と Fig-5) Fig-4 は、最小安全率を求めるための係数が、得られるグラフであり、地盤の強度増加頃の係数として $\bar{C}_g$ ごとに表わされている。Fig-5 は、 $\bar{C}_g$ に、無関係に成り立ち、テンション、クラックの大きさにより f_{s2} を、補正する。

(計算例) $C_u = 1.0 + 0.2 \times 8$ (kg/m^2)、深さ b m の軟弱地盤に $n=1.8$ 、 $C_f = 0.1$ (kg/m^2)、 $\phi = 30^\circ$ 、 $f_f = 1.8$ (kg/m^2)、 $H = 2.0$ m の盛土を施工する場合、軟弱地盤底面に接するスベリ円の安全率を求める。

$$\bar{C}_g = \alpha H / C_u = 0.2 \times 2 / 1.0 = 0.4 \text{ (m}^3/\text{ton)}, \quad D/H = 6.0 / 2.0 = 3.0, \quad dt = 0.0 \text{ である。}$$

$$\therefore f_{s2} = 11.83 \text{ (Fig-4より)} \Rightarrow F_{s2} = \frac{C_u}{f_f \cdot H} \cdot f_{s2} = \frac{1.0}{1.80 \times 2.0} \times 11.83 = 3.29$$

4. あとがき、——主動土圧の仮定は、細片法に適用して、実際の地盤について解析した場合、よく地盤の挙動に対応していた。また円弧法に比べて、計算上の労力が、非常に軽減される。またモノグラフは、多量について作成したが、ここでは、例として一組だけ示した。

本論文は、中央大学教授 久野浩一郎博士の絶大なるご支援を仰ぎ、ここに「目の目を見る」にいたった。いつも寛大であられた久野先生に、あらためて感謝の意を表わします。

1) Skempton 2) 中頼 (1963) 3) Odenstad 4) 中出・栗原

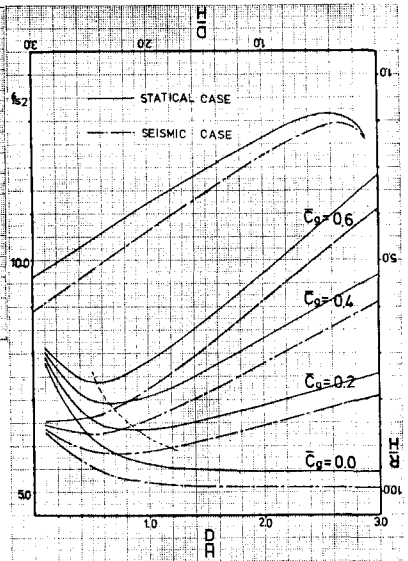


Fig-4 $n=1.8, \phi=30^\circ$ の安定図表

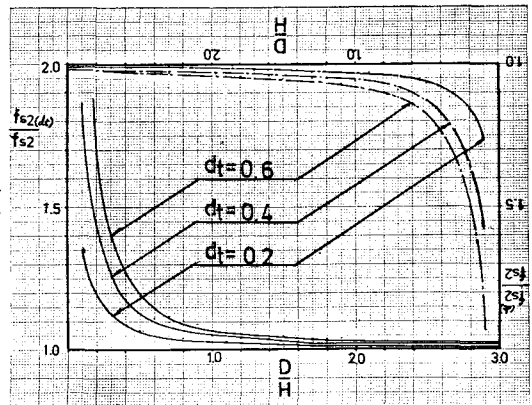


Fig-5 テンションクラックがある場合の補正表