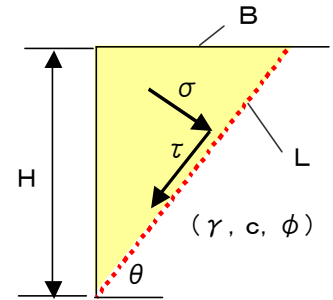


第3章 演習問題及び解答

【演習3.1】

問1) 鉛直切り取り斜面の安定を直線すべり面を仮定して検討する。
すべり面上の(,)を(, H,)で表せ。



解) $B = H/\tan \theta$, $L = H/\sin \theta$
 $W = \frac{1}{2} B H = \frac{1}{2} H^2 / \tan \theta$
 $N = W \cos \theta$ $= N/L = \frac{1}{2} H \cos^2 \theta$
 $T = W \sin \theta$ $= T/L = \frac{1}{2} H \cos \theta \sin \theta$

問2) 前問で、 $H = 6\text{m}$, $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $c' = 20\text{kPa}$, $\phi' = 30^\circ$ のとき、 $\theta = 60^\circ$ のすべり面上で間隙圧 u が、 $u = 0$, $u = 10\text{kPa}$ の場合について F_s を求めよ。

解) $N = \frac{1}{2} H^2 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} \times 6^2 \times \cos^2 60^\circ = 54\text{kN/m}^2 = 54\text{kPa}$, $T = \frac{1}{2} H^2 \cos \theta \sin \theta = 13.5\text{kPa}$, $\sigma = 23.4\text{kPa}$
 $\tau_f = 20 + 13.5 \tan 30^\circ = 27.8\text{kPa}$ $F_s = 27.8/23.4 = 1.19$
 $\tau_f = 20 + (54 - 10) \tan 30^\circ = 22.0\text{kPa}$ $F_s = 22.0/23.4 = 0.940$

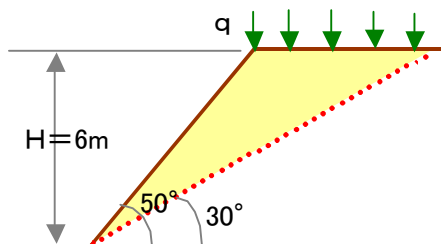
問3) 上と同じ H , γ で、非排水強さが $c_u = 30\text{kPa}$ の粘土斜面の、 $\theta = 45^\circ$, 60° のすべり面に
関する F_s を求めよ。

解) $\theta = 45^\circ$ $\sigma = 27.0\text{kPa}$, $\tau = 27.0\text{kPa}$ $F_s = 30/27.0 = 1.11$
 $\theta = 60^\circ$ $\sigma = 13.5\text{kPa}$, $\tau = 23.4\text{kPa}$ $F_s = 30/23.4 = 1.28$

問4) 下図の直線すべり面に対する F_s を、 $q = 0$, $q = 10\text{kPa}$ の場合について求めよ。
 $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $c_u = 20\text{kPa}$, $\phi_u = 20^\circ$ とする。

解) 天端幅 $B = 5.36\text{m}$, すべり面長 $L = 12.0\text{m}$, 三角形のすべり土塊重量 $W_s = 289\text{kN/m}$
() 内は応力単位の計算。なるべく応力単位で考え、計算することが望ましい。

すべり領域重量 $W = W_s = 289\text{kN/m}$	すべり領域重量 $W = W_s + q \times L = 343\text{kN/m}$
$N = 250\text{kN/m}$ ($\sigma = 20.8\text{kPa}$)	$N = 297\text{kN/m}$ ($\sigma = 24.8\text{kPa}$)
$T = 145\text{kN/m}$ ($\tau = 12.1\text{kPa}$)	$T = 172\text{kN/m}$ ($\tau = 14.3\text{kPa}$)
$T_f = 20 \times 12.0 + 250 \tan 20^\circ = 331\text{kN/m}$	$T_f = 20 \times 12.0 + 297 \tan 20^\circ = 348\text{kN/m}$
($\tau_f = 20 + 20.8 \tan 20^\circ = 27.6\text{kPa}$)	($\tau_f = 20 + 24.8 \tan 20^\circ = 29.0\text{kPa}$)
$F_s = 331/145$ ($= 27.6/12.1$) = 2.28	$F_s = 348/172$ ($= 29.0/14.3$) = 2.03



【演習3.2】

問1) $c' = 7.6\text{kPa}$, $\phi' = 21^\circ$, $\gamma_t = 16.8\text{kN/m}^3$, $\gamma_{\text{sat}} = 19.5\text{kN/m}^3$ の斜面が、深さ $H = 6.4\text{m}$, 傾斜角 $\alpha = 10.6^\circ$ で地滑りを起こすか否か、地下水面が 地表面に一致する場合と、十分深い場合について、安全率を計算して調べよ。

解) $H_1 = 0$ であるから

$$\begin{aligned} u &= \gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \alpha = 121\text{kPa}, & \tau &= \gamma_{\text{sat}} H \cos \alpha \sin \alpha = 22.6\text{kPa} \\ u &= \gamma_w H \cos^2 \alpha = 60.6\text{kPa} \quad (\gamma_w = 9.8\text{kN/m}^3) \\ \tau_f &= c' + (\sigma - u) \tan \phi' = 30.8\text{kPa} & F_s &= 30.8/22.6 = 1.36 \end{aligned}$$

$H = H_1$ ($u = 0$) であるから

$$\begin{aligned} \sigma &= \gamma_t H \cos^2 \alpha = 104\text{kPa}, & \tau &= \gamma_t H \cos \alpha \sin \alpha = 19.4\text{kPa} \\ \tau_f &= c' + \sigma \tan \phi' = 47.5\text{kPa} & F_s &= 47.5/19.4 = 2.45 \end{aligned}$$

【演習3.3】

問1) 例題3.1で、天端面に $q = 10\text{kPa}$ の上載荷重があるときの安全率を求めよ。

解) 帯片の重量が増え、 $W \cos \alpha$, $W \sin \alpha$ の値が変わる。

$$\begin{aligned} W &= 73.12\text{kN} & 87.12\text{kN} \quad (W \cos \alpha &= 59.85\text{kN}, W \sin \alpha = 63.31\text{kN}) \\ W &= 24.70\text{kN} & 37.40\text{kN} \quad (W \cos \alpha &= 18.95\text{kN}, W \sin \alpha = 32.25\text{kN}) \\ W \cos \alpha &= 399.8\text{kN}, & W \sin \alpha &= 211.4\text{kN} \\ F_s &= (14 \times 13.15 + 0.268 \times 399.8)/211.4 = 1.38 \end{aligned}$$

問2) 例題3.2で、斜面の前面に抑え盛土($\gamma = 17\text{kN/m}^3$)を施工して $F_s = 1.25$ を確保したい。盛土の必要厚さ D を求めよ。ただし、抑え盛土による荷重は帯片 $\gamma \cdot D$ だけにかかるとする。

解) 抑え盛土荷重は $F = \gamma \cdot D \times 4\text{m} = 68D$ で、中心から $d = 3\text{m}$ に作用する。帯片 $\gamma \cdot L$ のすべり面は粘土層を通り、 $u = 0$ であるから、安全率式の分子: $(cL + W \cos \alpha \tan \phi') = 192.2\text{kN}$ は抑え荷重 F が作用しても変わらない。分母は F によるモーメント分だけ減少するから、
分母 = $W \sin \alpha - F \times (d/r) = 185.8 - 68D \times (3/7.81) = 185.8 - 26.1D$
 $F_s = 192.2/(185.8 - 26.1D) = 1.25$ $D = 1.23\text{m}$

問3) 例題3.3で、斜面内の水位が一定のまま貯水面が急激に降下し、貯水圧による抑え効果が全く期待できなくなった場合の安全率の低下割合を調べよ。

解) 斜面前面の水圧: $P_1 = P_2 = 0$ であるから、安全率式の分母の $(P_1 \times d_1 + P_2 \times d_2)/r$ の項が消失する。したがって
 $F_s = c_u \cdot L / W \sin \alpha = 195.7/226.2 = 0.865$
となり、 F_s 1.30 から30%程度安全率が低下する。