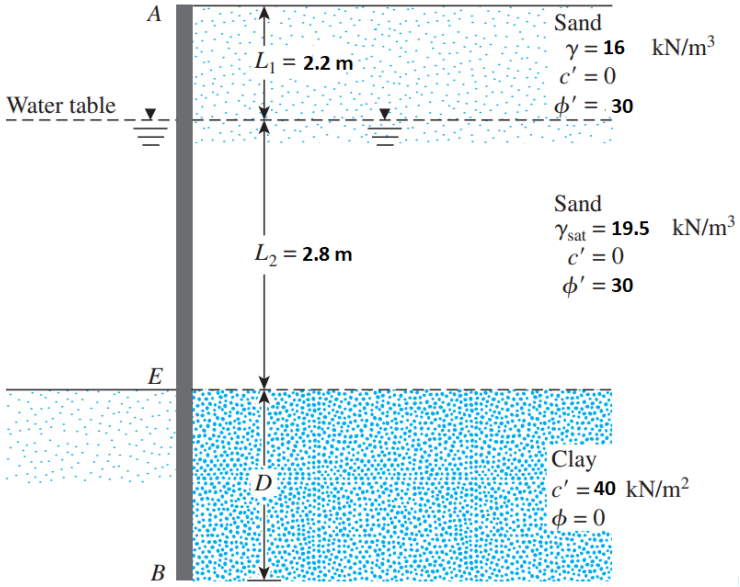
وقت ۱۱۰ دقیقه -ماشین حساب و دو برگ فرمول آزاد-در صورت نیاز به پارامتری که در داده‌های مسائل نیست می‌توانید از متوسط آنها استفاده کنید یا به صورت منطقی فرض کنید.

سوال۱- عمق نفوذ اجرایی و حداقل مقطع سپر زیر را تعیین کنید؟ **۲۰.۷۵ نمره**

$$D_{actual} = 1.5\,D_{theory},$$
$$\sigma_{all} = 172.5\,\mathrm{MN/m^2}$$



$$k_a = \tan^2\left(45 - \frac{30}{2}\right) = \frac{1}{3}$$ 7.7%

$$\sigma_1' = \gamma L_1 k_a = 16 \times 2.2 \times \frac{1}{3} = 11.73\,\mathrm{kN/m^2}$$ 7.7%

$$\sigma_2' = \gamma L_1 k_a + (\gamma_{sat} - \gamma_w) L_2 k_a = 16 \times 2.2 \times \frac{1}{3} + (19.5 - 9.81) \times 2.8 \times \frac{1}{3} = 20.78\,\mathrm{kN/m^2}$$ 7.7%

$P_1 = 58.42\,\mathrm{kN/m}$ 7.7%

$\bar{z}_1 = 1.77\,m$ 7.7%

$-372.739 - 116.843\,D + 97.668\,D^2 = 0$ 15.4%

$D_1 = 2.64\ m, \quad D_2 = -1.44$ N.A $\Rightarrow$ $D_{actual} = 1.5\,D_{theory} = 3.96\,m$ 7.7%

$L_4 = 1.25\,m$ 7.7%

$\sigma_6 = 97.67\,\mathrm{kN/m^2}$ 7.7%

$\sigma_7 = 222.33\,\mathrm{kN/m^2}$ 7.7%

$z_p = \frac{P}{\sigma_6} = 0.6\,m, \quad M_{max} = 120.89\,\mathrm{kN\text{-}m/m}$ 15.4%

$S = 0.0007\,m^2$ 7.7%

Ali Asgari, PhD in Geotechnical Engineering

sheet.nb * - Wolfram Mathematica 12.3

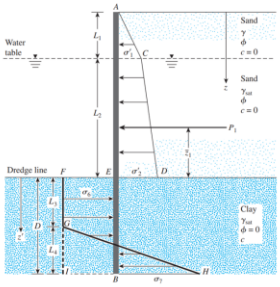
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

Cantilever Sheet Piling Penetrating Clay

Author: Ali Asgari,
University of Mazandaran - Faculty of Engineering & Technology - Department of Civil Engineering
Pasdaran Street, 47415, P.O.Box: 416,
Babolsar, Iran
Email Address : a.asgari@umz.ac.ir

Date of last modification: June 29, 2022

Calculation sheet written in *Mathematica*, version 12.3.1.0 ((c) Copyright 1988-2021, Wolfram Research, Inc.)



In[148]:=
```
Clear["Global`*"];
```

Input Data :

In[149]:=
```
L1 = 2.2 (*Unit is m*);
L2 = 2.8 (*Unit is m*);
γsand = 16.0 (*Unit is kN/m^3*);
c1 = 0 (*Unit is kN/m^2*);
ϕ1 = 30 * Pi / 180 (*Rad*);
```

80%

12:31 PM 6/29/2022

sheet.nb * - Wolfram Mathematica 12.3

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

Out[180]=
$$\frac{1}{3}$$

In[183]:=
```
σ1 = kas1 (γsand * L1)
σ21 = kas2 (γsand * L1);
σ2 = kas2 (γsand * L1 + (γsats - γw) * L2)
```

Out[183]= 11.7333

Out[185]= 20.7773

In[186]:=
```
P = σ1 * L1 / 2 + σ21 * L2 + (σ2 - σ21) * L2 / 2
z1bar = (σ1 * L1 / 2 * (L1 / 3 + L2) + σ21 * (L2) ^ 2 / 2 + (σ2 - σ21) * (L2) ^ 2 / 6) / P
```

Out[186]= 58.4216

Out[187]= 1.77016

In[170]:=
```
eq1 = D1^2 * (4 * c3 - (γsand * L1 + (γsats - γw) * L2)) - 2 * D1 * P - P * (P + 12 * c3 * z1bar) / ((γsand * L1 + (γsats - γw) * L2) + 2 * c3);
```

In[171]:=
```
eq2 = Solve[eq1 == 0, D1]
```

Out[171]= {{D1 → -1.44492}, {D1 → 2.64125}}

In[172]:=
```
D1 = eq2[[2]][1][2]
```

Out[172]= 2.64125

In[173]:=
```
L4 = (D1 * (4 * c3 - (γsand * L1 + (γsats - γw) * L2)) - P) / (4 * c3)
```

Out[173]= 1.24715

In[174]:=
```
σ6 = 4 * c3 - (γsand * L1 + (γsats - γw) * L2)
```

Out[174]= 97.668

In[175]:=
```
σ7 = 4 * c3 + (γsand * L1 + (γsats - γw) * L2)
```

Out[175]= 222.332

In[176]:=
```
Dactual = IC * D1
```

Out[176]= 3.96187

In[177]:=
```
zp = P / σ6
```

Out[177]= 0.598165

In[178]:=
```
Mmax = P * (zp + z1bar) - σ6 * (zp) ^ 2 / 2
```

Out[178]= 120.889

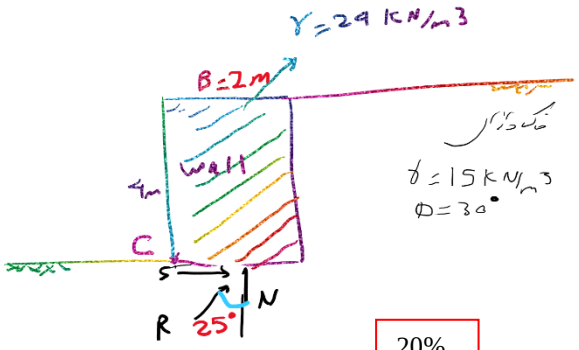
In[179]:=
```
S = Mmax / (σall * 10^3)
```

Out[179]= 0.000700803

60%

2:58 PM 6/29/2022

سوال ۲- عرض و ضریب اطمینان در مقابل لغزش دیوار مستطیلی وزنی مطابق شکل به ترتیب از راست به چپ چقدر باشد تا مقدار ضریب اطمینان واژگونی حول نقطه C برابر با ۱.۷۵ شود. **۱.۲۵ نمره**



20%

$$P_a=\frac{1}{2}k_a\gamma H^2=\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}\times15\times4^2=40\ \text{kN/m},\qquad k_a=\tan^2\left(45-\frac{30}{2}\right)=\frac{1}{3}$$

10%

20%

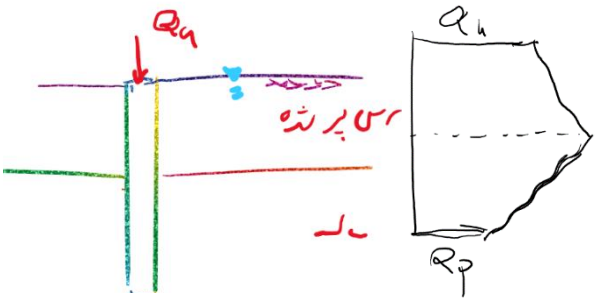
$$M_o=P_a\times\bar{H}=40\times\frac{4}{3}=\frac{160}{3}\ \text{kN.m/m},\ \text{F.S}_{\text{overturning}}=\frac{M_R}{M_o}=\frac{24\times4\times B\times\frac{B}{2}}{160/3}=1.75\Rightarrow B=1.394m$$

25%

$$\text{F.S}_{\text{sliding}}=\frac{S}{P_a}=\frac{N\tan(25)}{40}=\frac{4\times B\times24\times\tan(25)}{40}1.75=1.56$$

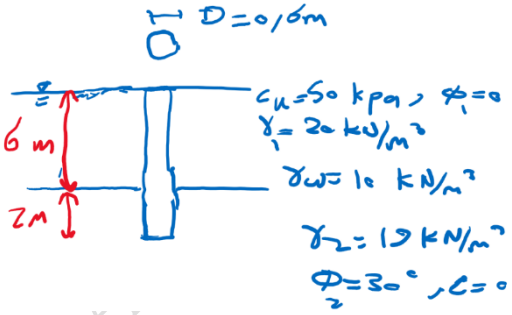
25%

سوال ۳- شماتیک مکانیسم انتقال بار شمع روبرو را رسم کنید. **۰.۵نمره**



100%

سوال ۴- ظرفیت نهایی نوک شمع ، **چند کیلوپاسکال** است (روش وسیک $I_{rr}=90$,؟) **۱.۲۵ نمره**



$$N_\sigma=\frac{3}{3-\sin[\varphi]}\left\{e^{\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)\tan[\varphi]}\tan\left[\frac{\varphi}{2}+\frac{\pi}{4}\right]^2 I_{rr}^{\frac{4\sin\varphi}{3(1+\sin[\varphi])}}\right\}$$

$$=48.689$$

30%

$$N_q=\frac{1+2K_0}{3}N_\sigma=32.459,$$

20%

$$q'=(20-10)\times6+(19-10)\times2=78\text{kPa}$$

20%

$$q_p=cN_c+q'N_q=78\times32.459=2531.82\text{kPa},$$

20%

$$Q_p=q_pA_p=1587.45\times\frac{\pi\times0.6^2}{4}=715.9\,\text{kN}$$

10%

Geotechnical Engineering

سوال ۵- ظرفیت باربری جدار شمع را به روش الفا API تعیین کنید.

۱.۲۵ نمره ای

American Petroleum Institute (API) (2007):

$$\alpha = \max\left\{0.5\left(\frac{\bar{\sigma}'_0}{50}\right)^{0.5}, 0.5\left(\frac{\bar{\sigma}'_0}{50}\right)^{0.25}\right\}$$

$$\bar{\sigma}'_0 = \frac{(19-10)}{2}\times 10 = 45\,\text{kPa}$$ 15%

$$\alpha = \max\left\{0.5\left(\frac{45}{50}\right)^{0.5}, 0.5\left(\frac{45}{50}\right)^{0.25}\right\} = 0.487$$ 25%

$$f_s(z) = \alpha C_u = 0.487\times 50 = 24.35$$ 20%

$$Q_s = \int p(z)\, f_s(z)\, dz = \int_0^{10} \pi \times 0.5 \times 24.35 dz = 382.49$$ 40%

$$Q_s = 382.49\,\text{kN}$$

سوال ۶- شمع پیش ساخته بتنی به وزن کلاهک ۵۵۰ پوند و با مقطع ۱۲*۱۲ اینچ مربع کوبیده می شود. **۱.۵ نمره**

داده ها:

$$H_E = W_R h = 30\ \text{kip-ft}, E = 0.80,\ L = 80\,\text{ft}, n = 0.4, N = 8,\ W_R = 7.5\ \text{kip},\quad E_p = 3\times 10^6\ \text{lb/in}^2$$

$$\gamma_c = 150\,\text{lb/ft}^3,\ \ 1\text{kip} = 4448.2216\,\text{N}$$

مطلوبست تعیین ظرفیت باربری شمع الف) از روش روش جانبو با ضریب اطمینان ۴ و ب) از روش دنیش با ضریب اطمینان ۴؟

حل در سیستم انگلیسی: الف:

$$W_P = \text{Weight of pile+cap} = \left(\frac{12}{12}\times\frac{12}{12}\times 80\right)\left(150\,\text{lb/ft}^3\right) + 550 = 12550\,\text{lb} = 12.55\,\text{kip}$$ 10%

$$C_d = 0.75 + 0.14\left(\frac{W_P}{W_R}\right) = 0.75 + 0.14\left(\frac{12.55}{7.5}\right) = 0.984,$$ 10%

$$\lambda' = \frac{EH_E L}{A_p E_p S^2} = \frac{0.8(30\times 12)(80\times 12)}{(12\times 12)\left(\frac{3\times 10^6}{1000}\,\text{kip/in}^2\right)\left(\frac{1}{8}\right)^2} = 4.096$$ 10%

$$K'_u = C_d\left(1+\sqrt{1+\frac{\lambda'}{C_d}}\right) = 0.984\left(1+\sqrt{1+\frac{4.096}{0.984}}\right) = 0.984(1+2.27) = 3.22$$ 10%

$$Q_u = \frac{EH_E}{K'_u S} = \frac{0.8(30\times 12\,\text{kip-in})}{3.22\left(\frac{1}{8}\right)} = 715.5$$ 10%

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{\text{FS}} = \frac{715.5}{4} = 178.9\,\text{kip}$$ 10%

ب:

Ali Asgari, PhD in Geotechnical Engineering

$$Q_u=\frac{EH_E}{S+\sqrt{\frac{EH_EL}{2A_pE_p}}}=\frac{0.8(30\times12\,\text{kip-in})}{\frac{1}{8}+\sqrt{\frac{0.8(30\times12)(80\times12)}{2(12\times12)\left(\frac{3\times10^6}{1000}\,\text{kip/in}^2\right)}}}=\frac{0.8(30\times12)}{\frac{1}{8}+0.566}=417\,\text{kip}$$ 20%

10%

$$Q_{all}=\frac{Q_u}{\text{FS}}=\frac{417}{4}=104\,\text{kip}$$ 10%

حل در سیستم SI: الف:.....

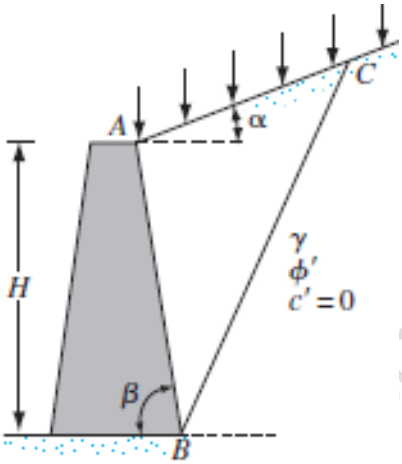
ب:

$$Q_u=\frac{EH_E}{S+\sqrt{\frac{EH_EL}{2A_pE_p}}}=\frac{0.8(30\times4.448\times12\times2.54\,\text{kN-cm})}{\frac{1}{8}\times2.54+\sqrt{\frac{0.8(30\times12\times4.448\times2.54)(80\times12\times2.54)}{2(12\times2.54\times12\times2.54)\left(\frac{3\times10^6}{1000}\times\frac{4.448}{2.54\times2.54}\,\text{kN/cm}^2\right)}}}$$

$$=\frac{3253.8}{\frac{1}{8}\times2.54+0.566\times2.54}=1855\,\text{kN}$$

$$Q_{all}=\frac{Q_u}{\text{FS}}=\frac{1855}{4}=465\,\text{kN}$$

سوال ۷- شکل مطابق را در نظر بگیرید اگر $H=5m,\ \varphi=30°,\ \delta=20°,\ \alpha=5°,\ \beta=85°$ و $\gamma=17.5\ kN/m^2$,$q=200\,kN/m^2$ باشد.



مطلوبست تعیین نیروی محرک جانبی وارده بردیوار از تئوری کولمب و محل اثر آن؟ **۱.۵ نمره**

$$K_a=\frac{\sin^2(\varphi+\beta)}{\sin^2\beta\sin(\beta-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\delta+\varphi)\sin(\varphi-\alpha)}{\sin(\beta-\delta)\sin(\beta+\alpha)}}\right]^2}$$

$$=\frac{\sin^2(30+85)}{\sin^2(85)\sin(85-20)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\delta+30)\sin(30-5)}{\sin(85-20)\sin(85+5)}}\right]^2}=0.3578$$ 20%

20%

20%

$$P_{a(1)}=\frac{1}{2}K_a\gamma H^2=\frac{1}{2}\times0.3578\times17.5\times(5)^2=78.26\,\text{kN/m},\qquad P_{a(2)}=0.3578\times200\frac{\sin75}{\sin(75+5)}\times5=356.415\,\text{kN/m},$$

$$P_a=P_{a(1)}+P_{a(2)}=78.26+356.415=434.68\,\text{kN/m}$$ 15%

$$\bar{z}=\frac{z_1P_{a(1)}+z_2P_{a(2)}}{P_a}=\frac{1.667\times78.26+2.5\times356.415}{434.68}=2.35\,\text{m}$$ 15%

$$z_1=\frac{H}{3}=\frac{5}{3}=1.667,\quad z_2=\frac{H}{2}=\frac{5}{2}=2.5$$ 10%

با امید موفقیت، **علی عسگری**،
عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی،
دانشگاه مازندران

Ali Asgari, PhD in Geotechnical Engineering