بنام پروردگار یگانه

دیوارهای استنادی

Download from:aghalibrary.com

تهیه کننده: انجنیر محمد ضیا "احدی"

پیشگفتار

افغانستان یک کشور کوهستانی بوده که 75 % مساحت آنرا کوه ها تشکیل داده و دارای دره های پر خم و پیچ میباشد که بیشترین ساحات روستائی کشور در دره ها جا دارد. درین صورت بمنظور تنظیم آب از دریا، چشمه و یا کاریز تا کشتزارها و یا ساحات بود و باش توسط کانال سرباز و سربسته و یا سیستم آبرسانی ا ز قسمت های میگذرد که میلان زیادتر داشته و امکان پرشدن، بند شدن، لغزش گل و ریگ و سنگ و غیره را داشته درین موارد دیوار استنادی به خاطر پیشگیری از ریزش خاک، سنگ و غیره در همه ساختمانها برای تنظیم آب و ترانسپورت انجنیری نیاز میرود.

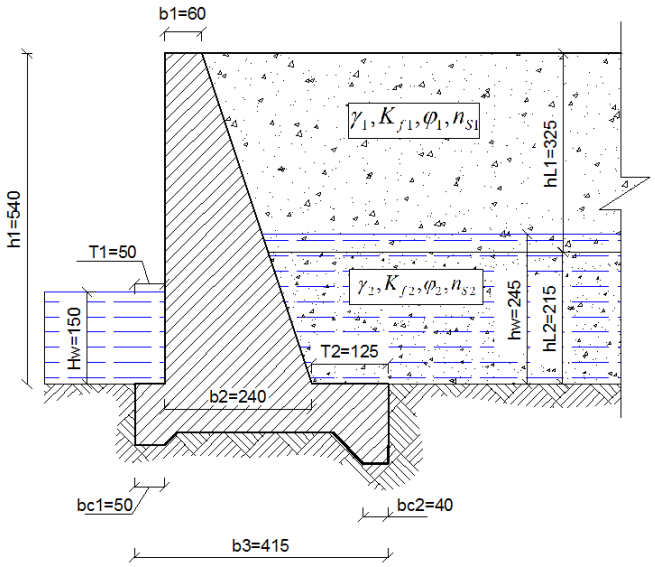
کار اساسی دیوارهای استنادی پیش گیری از ریزش خاکی است که از خمیده گی بیشتری دارد و کمتر در موقعیت قائم یا نزدیک به قائم قرار دارد. در سیستم هائی آبیاری جاهایکه نقاط ناتوان و یا امکان ازبین رفتن و چپه شدن خاک توسط آب متصور با شد از دیوار استنادی استفاده میگردد. میلان طبیعی خاک بنا م زاویه میلان طبیعی یاد میگردد و نسبت به سطح افق اندازه گیری میشود. زاویه میلان طبیعی خاکهای گوناگون از 45 درجه تا نزدیک صفر درجه برای خاکهای رسی نمدار متغیر است. اما زاویه متوسط کمتر خاکها 30 درجه است. در واقع دیوار استنادی باید به گونه یی طراحی گردد که به کمک وزن خود یا به اتکای لازم خود در برابر فشار خاک ایستادگی کند، واستواری ان در برابر چپه شدن ، لغزیدن وغیره عوامل استوار و پایدار باشد.

دیوارهای استنادی درچند حالت محاسبه میگردد:

1 : زمانیکه دیوار استنادی از دو طرف خاک باشد.
2 : زمانیکه دیوار استنادی از یک طرف خاک خشک واز طرف دیگر آب باشد.
3 : زمانیکه فشار فعال خاک درپیشروی باشد.
4 : زمانیکه جناح قسمت بالایی بار اضافی بالای خاک عمل نماید.
5 : درصورت که طبقات خاک تا تهداب ازهمدیگر خیلی متفاوت باشد.
6 : زمانیکه درهر دو طرف دیوار تفاوت سطح آب وجود داشته باشد.
وسایر دیوارهای استنادی که قوه ها از یک سو یا از سوی دیگر بالای آن عمل مینماید. ارقام داده شده برای پیشبرد محاسبات دیوار استنادی در چهار چوب زیر داده شده است که مطابق شماره داده شده محاسبات را به پییش می بریم.

پیش برامدگی دندانه جلوی	ارتفاع دیوار	عمق آب های تحت الارضی درعقب دیوار	عمق آب درپیشروی دیوار	ضخامت طبقه دوم خاک درعقب دیوار	ضخامت طبقه اول خاک درعقب دیوار	نمبرورياٹ
T_1	h_1	h_W	Hw	h_{L2}	h_{L1}	
0.5	5.4	2.45	1.5	2.15	3.25	1
ضریب فلتری خاک های طبقه اول	عرض قاعده دندانه عقبی	عرض قاعده دندانه جلوی	عرض سپل قاعده دیوار	عرض دیوار درنشانه کف کانال	عرض دیوار نشانه قله	پیش برامدگی دندانه عقبی
$K_{f.1}$	b_{C2}	b_{C1}	b_3	b_2	b_1	T_2
$1*10^{-4}$	0.4	0.5	4.15	2.4	0.6	1.25
منفذداری خاک های طبقه دوم	منفذداری خاک های طبقه اول	وزن حجمی خاک های طبقه دوم	ورن حجمی خاک های طبقه اول	زاویه اصطکاک داخلی خاک طبقه دوم	زاویه اصطکاک داخلی خاک طبقه اول	ضریب فلتری خاک های طبقه دوم
n_{S2}	n_{S1}	γ_2	γ_1	φ_2	φ_1	$K_{f.2}$
0.15	0.18	2.1	1.9	30°	27°	$1*10^{-5}$

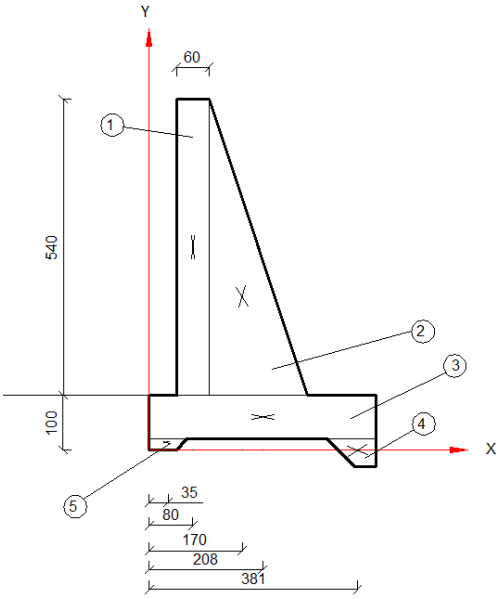
بااستفاده از ارقام چوکات بالا شکل دیوار را ترسیم می نمائیم:



ترتیب محاسبه :

نخست مراکز ثقل وزن های دیوار و خاک پشت دیوار را دریافت می نمائیم:

1- پیداکردن مرکز ثقل دیوار استنادی.



$$X_c = \frac{S_y}{A} = \frac{S_y^1 + S_y^2 + S_y^3 + S_y^4 + S_y^5}{\sum A}$$

$$S_y^1 = A_1 \cdot X_1 = 32400 \cdot 80 = 2592000 cm^3$$

$$S_y^2 = A_2 \cdot X_2 = 48600 \cdot 170 = 8262000 cm^3$$

$$S_y^3 = A_3 \cdot X_3 = 33201.25 \cdot 208 = 6905860 cm^3$$

$$S_y^4 = A_4 \cdot X_4 = 3233.42 \cdot 381 = 123193302 cm^3$$

$$S_y^5 = A_5 \cdot X_5 = 1199.82 \cdot 35 = 41993.7 cm^3$$

$$X_c = \frac{2592000 + 8262000 + 6905860 + 123193302 + 41993.7}{32400 + 48600 + 33201.25 + 3233.42 + 1199.82} = \frac{19033787}{118634.5} = 160.44 cm$$

بناءً به Y_c ضرورت نمی باشد.

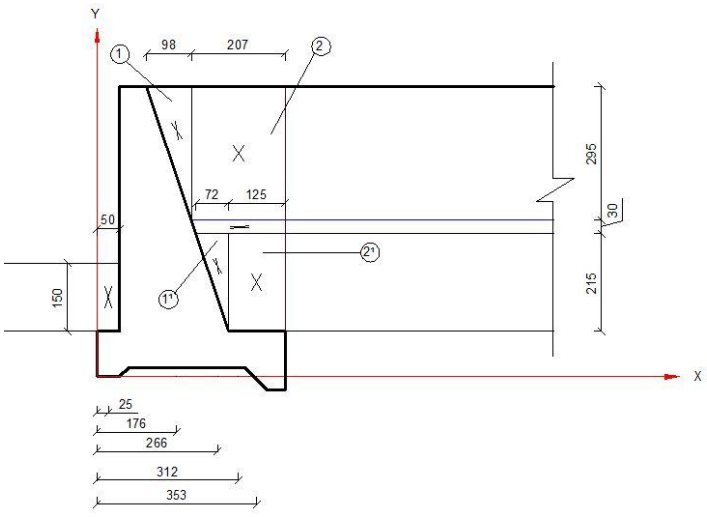
2- مرکز ثقل خاک طبقه اول عقب دیوار راپیدامی نمائیم :

$$X_c = \frac{S_y}{A} = \frac{S_y^1 + S_y^2}{\sum A}$$

$$S_y^1 = A_1 \cdot X_1 = 61065 \cdot 311 = 18991215 cm^3$$

$$S_y^2 = A_2 \cdot X_2 = 14455 \cdot 175.56 = 2537720 cm^3$$

$$X_c = \frac{18991215 + 2537720}{61065 + 14455} = 285 cm$$



3- مرکز ثقل طبقه اول مشبوع به آب که $X_c = 314cm \therefore A = 6050cm^2$ می باشد

4- مرکز ثقل طبقه دوم که مشبوع به آب نیز می باشد دریافت می نمائیم (شکل فوق):

$$X_c = \frac{S_y}{A} = \frac{S_y^{1^1} + S_y^{2^1}}{\sum A}$$

$$S_y^{1^1} = A_{1^1} \cdot X_{1^1} = 7740 \cdot 266.11 = 2059691.4cm^3$$

$$S_y^{2^1} = A_{2^1} \cdot X_{2^1} = 26875 \cdot 352.5 = 9473437.5cm^3$$

$$X_c = \frac{2059691.4 + 9473437.5}{7740 + 26875} = 333cm$$

5- مرکز ثقل آب پشروی دیوار $X_c = 25cm$

پیدا کردن قوه های که بالای اساس دیوارعمل می نمایند:

1- وزن دیوار استنادی:

$$G_{Wall} = A_{wall} \cdot \gamma_{concrete} = 11.86345 \cdot 2400 = 28472.3kg = 28.5Ton$$

2- وزن خاک طبقه اول رامی یابیم:

$$G_{s_1} = A_{s_1} \cdot \gamma_{s_1} = 7.5520 \cdot 1.9 = 14.29ton$$

3- وزن خاک طبقه اول مشبوع به آب:

$$G_{sat_1} = A_{sat_1} \cdot \gamma_{sat_1} = 0.605 \cdot 2.08 = 1.26ton$$

$$\gamma_{sat_1} = \gamma_{s_1} + n \cdot \gamma_{water} = 1.9 + 0.18 \cdot 1 = 2.08$$

4- وزن خاک طبقه دوم که مشبوع به آب می باشد:

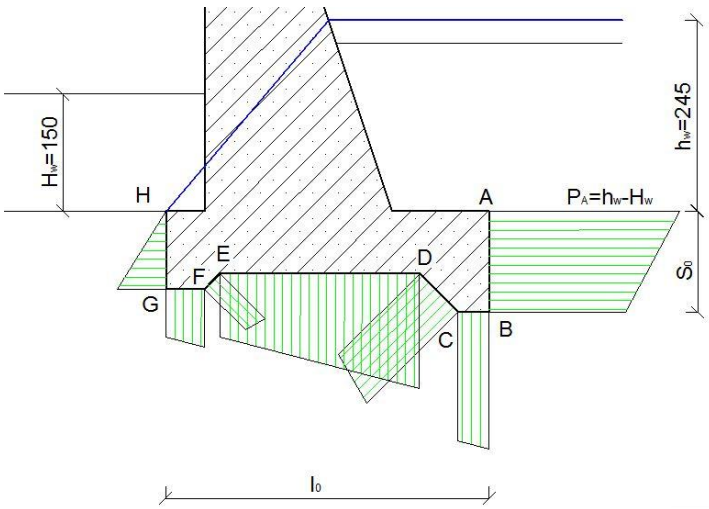
$$G_{sat_2} = A_{sat_2} \cdot \gamma_{sat_2} = 3.4615 \cdot 2.25 = 7.79ton$$

$$\gamma_{sat_2} = \gamma_{s_2} + n \cdot \gamma_{water} = 2.1 + 0.15 \cdot 1 = 2.25$$

5- وزن آب پیشروی دیواراستنادی:

$$G_{water} = A_{water} \cdot \gamma_{water} = 0.75 \cdot 1000 = 750kg = 0.75ton$$

6- فشارفلتری رابا استفاده از طریقه خطی دریافت می نمائیم:



$$(h_w - H_w)\gamma = P_A$$

درفورمل فوق H_w را مساوی به صفر قبول می نمائیم یعنی حالت بحرانی را درنظر می گیریم.

$$(2.45 - 0) \cdot 1 = 2.45$$

چون $\frac{l_0}{S_0}=\frac{B_3}{h_{cut.2}}=\frac{4.15}{1.3}=3.2$ حاصل گردید پس $T_{cr}=0.85S_0+0.5l_0$ محاسبه می نمائیم

$$T_{cr}=0.85\cdot1.3+0.5\cdot4.15=3.18m$$

وحال قیمت $0.44T_{cr}$ را محاسبه می نمائیم:

$$0.44\cdot T_{cr}=0.44\cdot3.18=1.4m$$

- قوه های فلتری جانبی که بالای cut.2 عمل می نماید:

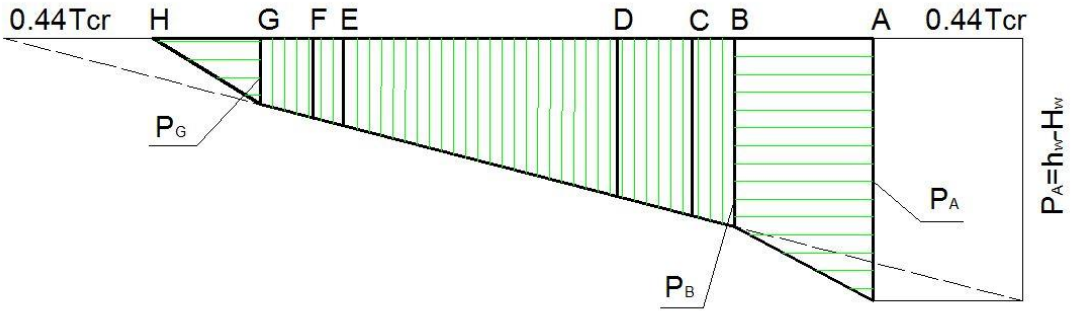
$$W_{F.cut.2}=\frac{P_A+P_B}{2}\cdot B_{\sec}\cdot\gamma_w=\frac{2.45+1.75}{2}\cdot1\cdot1=2.1...ton$$

- قوه های فلتری که بالای اساس دیوار عمودا به طرف بالا عمل می نمایند:

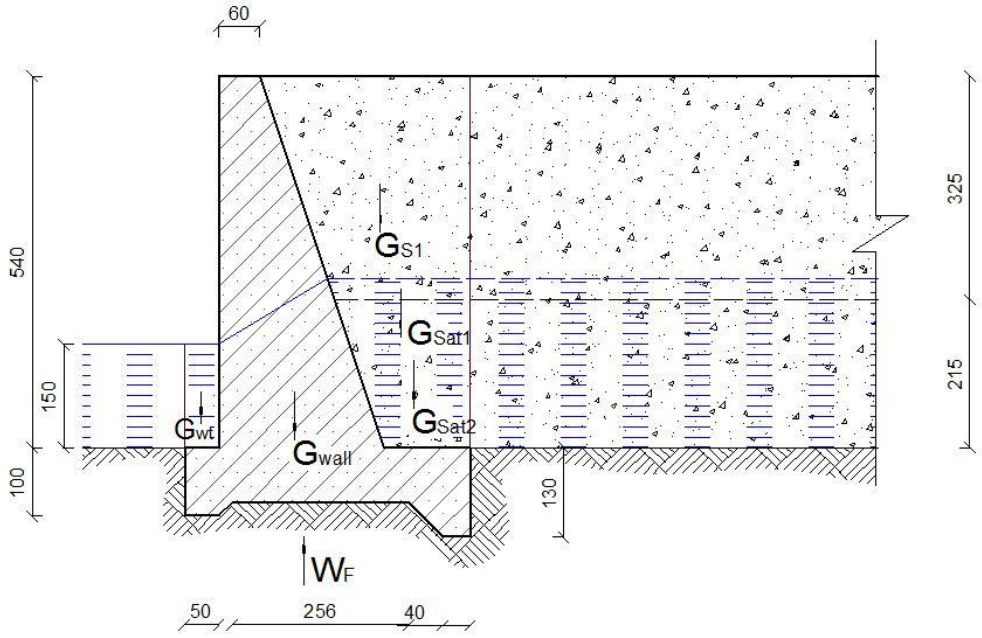
$$W_F=\frac{P_B+P_G}{2}\cdot B_{\sec}\cdot\gamma_w=\frac{1.75+0.62}{2}\cdot1\cdot1=1.18...ton$$

- قوه های فلتری جانبی که بالای cut.1 عمل می نمایند:

$$W_{F.cut}=\frac{P_G+P_H}{2}\cdot B_{\sec}\cdot\gamma_w=\frac{0.62+0}{2}\cdot1\cdot1=0.31...ton$$



قوه های مذکور که بالای دیوارعمل می نمایند در شکل ذیل نشان داده شده اند.



پیدا کردن عمق تهداب دیوار:

عمق تهداب عموما در4 حالت ذیل محاسبه میگردد:

1- تعین نمودن عمق تهداب ازلحاظ قابلیت برداشت خاک اساس (Bearing depth) :

$$d = \frac{p_0}{\gamma}\left(\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}\right)^2$$

γ - وزن حجمی خاک که درارقام اولیه 2.1 تن فی مترمکعب داده شده

P_0 - قابلیت برداشت خاک که ازطرف استاد 1.5kg/cm^2 داده شده است که مساویست به 15000kg/m^2

φ - زاویه اصطحکاک که دارقام اولیه 30 درجه میباشد

$$d = \frac{15000}{2100}\left(\frac{1-\sin 30}{1+\sin 30}\right)^2 = 0.79m$$

2- تعین نمودن عمق تهداب ازلحاظ سرعت آب (Scour depth) :

$$d = X \cdot 1.35\left(\frac{q^2}{f}\right)^{1/3} - y$$

X- ضریب ذخیره

q- مقدارمخصوصه میباشد به m^2/sec

f- ضریبی که مربوط نوعیت خاک اساس می باشد (Silt factor)

y- عمق اب درقسمت تحتانی می باشد

که درین پروژه نسبت عدم وجود عرض دریاوسرعت اب دردریا نمیتوانیم مقدارمخصوصه رامحاسبه نمائیم.

3- تعین نمودن عمق تهداب ازلحاظ گرادینت :

$$\frac{h_w - H_w}{L + 0.88 \cdot T_{cr}} \le I_{control}$$

L - طول حدود زیر زمینی

$I_{control}$ - گرادینت کنترولی بوده که قیمت آن نظر به نوع خاک اساس گرفته می شود ونوع خاک راتوسط ضریب فلتری تعین مینمائیم چون خاک اساس درین پروژه ریگهای جغله دار می باشد پس قیمت گرادینت کنترولی برای این نوع خاک 0.45 می باشد.

T_{cr} - عمق طبقه غیرقابل نفوذ اب که قبلا محاسبه گردید

$$\frac{2.45-0}{6.742+0.88\cdot 3.18} = 0.26 \le 0.45$$

پس حرکت اب باعث به وجودآمدن منفذداری نه گردیده ونشست به وجود نمی آید.

4- تعین نمودن عمق تهداب نظربه قشر یخبندی (Freezing depth):

عمق یخبندی تهداب مربوط درجه حرارت ساحه بوده هر قدر درجه حرارت ساحه پائین باشد عمق تهداب زیاد گرفته می شود وعمق یخبندی را درکابل 80cm درنظر گرفته می شود.

پس درین پروژه عمق تهداب 1m درنظر می گیریم.

تعین اندازه قاعده:

حال اندازه قاعده دیوار را کنترول می نمائیم:

$$[\sigma]=\frac{\sum N}{A}$$

درفورمل فوق:

$[\sigma]$- عبارت ازتشنجات مجازی خاک قاعده دیوار می باشد که نظر به رهنمائی استاد $1.5kg/cm^2$ قبول میگردد.

$\sum N$ - مجموعه تمام قوه های عمودی می باشد.

A- مساحت سطح قاعده می باشد.

$$A=\frac{G_{wall}+G_{s_1}+G_{sat_1}+G_{sat_2}+G_{water}-W_F}{[\sigma]}=\frac{(28.5+14.29+1.26+7.79+0.75-1.18)\cdot 1000}{1.5}$$

$$=\frac{51410kg}{1.5kg/cm^2}=34273.3cm^2$$

$$A=34273.3cm^2=3.42733m^2\Rightarrow a\cdot b=3.42733m^2\Rightarrow a=1m\Rightarrow b=3.42733m^2\prec 4.15m$$

پس اندازه قاعده به طورصحیح انتخاب شده

محاسبه قوه های جانبی عامل بالای دیوار:

1- تشنجات خاک خشک طبقه اول:

$$\sigma_1=\gamma_1\cdot h_1\cdot tg^2(45-\varphi/2)=1.9\cdot 3.25\cdot tg^2(45-27/2)=2.3.....ton/m$$

2- تشنجات خاک طبقه دوم رامی یابیم:

اولا عمق معادل رادریافت می نمائیم.

$$h_{equ}=\frac{\gamma_2}{\gamma_1}\cdot h_2=\frac{2.1}{1.9}\cdot 3.45=3.81m$$

مقدارجهش راازتغیراوزان حجمی طبقات اول ودوم چنین دریافت میداریم: –

$$\sigma_2=\gamma_2\cdot h_{equ}\cdot tg^2(45-\varphi/2)=2.1\cdot 3.81\cdot tg^2(45-30/2)=2.67....ton/m$$

3- تشنجات رادر طبقه دوم خاک دریافت می نمائیم.

$$\sigma_3=\gamma_2(h_2+h_{equ})tg^2(45-\varphi_2/2)=2.1\cdot(3.45+3.81)\cdot tg^2(45-30/2)=5.1....ton/m$$

4- فشارهایدروستاتیکی که ازطرف اب عقب دیوار عمل می نماید دریافت می نمائیم:

$$\sigma_w=\gamma_w(h_w+h_{cut.2})=1\cdot(2.45+1.3)=3.75....ton/m$$

5- تشنجات خاک که خاک که به دیوار از پیشرو عمل می نماید.

$$\sigma_4=\gamma_2\cdot h_{cut.1}\cdot k_a+\gamma_w\cdot h_{cut.1}=2.1\cdot 1\cdot tg^2(45-30/2)+1\cdot 1=0.7+1=1.7....ton/m$$

حال فشارفعال خاک رابالای هرقسمت دیوار دریافت می نمائیم

1- فشار فعال خاک خشک طبقه اول:

$$P_1=\frac{1}{2}\sigma_1\cdot h_1=\frac{1}{2}\cdot 2.3\cdot 3.25=3.74...ton$$

2- فشارفعال طبقه دوم خاک رامی یابیم:

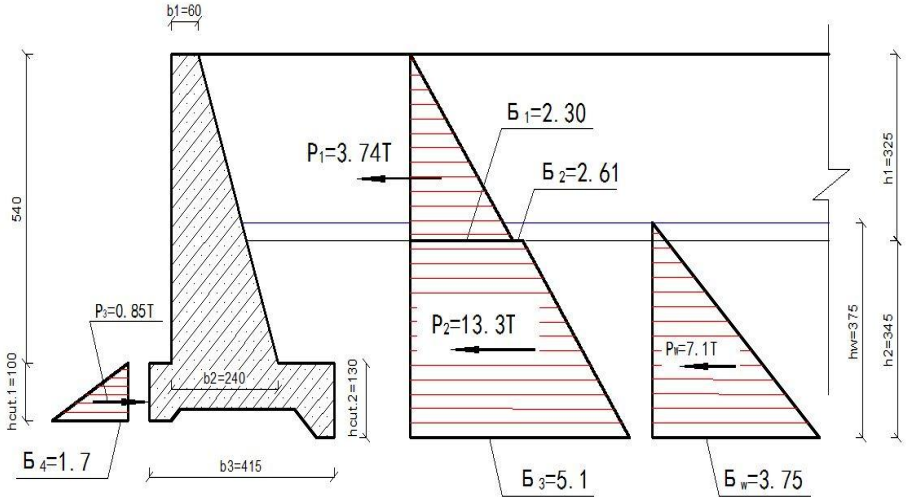
$$P_2=\frac{\sigma_2+\sigma_3}{2}\cdot h_2=\frac{2.61+5.1}{2}\cdot 3.45=13.30...ton$$

3- فشارهایدروستاتیکی آب عقب دیواررا دریافت می نمائیم:

$$P_w=\frac{\sigma_w}{2}(h_w+h_{cut.2})=\frac{3.75}{2}(2.45+1.3)=7.1...ton$$

4- فشارفعال خاک که بالای cut.1 عمل می نماید دریافت می نمائیم:

$$P_3=\frac{1}{2}\cdot\sigma_4\cdot h_{cut.1}=\frac{1}{2}\cdot 1.7\cdot 1=0.85...ton$$



محاسبه استواری دیواردرلغزش:

شرط اساسی تامین بودن استواری دیوار وقتی برآورده شده میتواند که مجموعه قوه های گیرنده نظربه قوه های که باعث لغزش ویا چپه شدن دیوار میگردند بیشتر باشد. وبرای تامین بودن استواری دیوار ضریب استواری را باید محاسبه کرد که ضریب استواری عبارت ازنسبت قوه های گیرنده برقوه های لغزاننده میباشد.

$$K_c = \frac{T_{fr} + T_c}{\sum P}$$

T_c - قوه چسپش خاک اساس می باشد، که درین پروژه خاک اساس ریگ جغله داربوده وچسپش آن صفر می باشد.

$\sum P$ - مجموعه قوه های لغزاننده است.

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_w - P_3 = 3.74 + 13.3 + 7.1 - 0.85 = 23.3....ton$$

T_{fr} - قوه اصطحکاک می باشد واضح است که عمل قوه های عمودی باعث ایجاد اصطحکاک دراساس دیوار میگردد قیمت قوه اصطحکاک مساویست به :

$$T_{fr} = \sum N \cdot f_{fr}$$

$\sum N$ - عبارت از تمام قوه های عمودی است

$$\sum N = G_{wall} + G_{s_1} + G_{sat_1} + G_{sat_2} - W_F = 28.5 + 14.29 + 1.26 + 7.79 - 1.18 = 50.66...ton$$

f_{fr} - ضریب اصطکاک میباشد که عبارت از $Tan\varphi$

$$T_{fr} = 50.66 \cdot \tan(30) = 29.24.....ton$$

ضریب استواری رامحاسبه مینمائیم:

$$K_c = \frac{29.24 + 0}{23.3} = 1.25$$

پس دیوار درلغزش استوار میباشد.

محاسبه استواری دیواردرچپه شدن:

استواری دیواررا درچپه شدن کنترول مینمایم برای این منظور مومنت تمام قوه های گیرنده و چپه کننده را نظر به نقطه خطرناک (G)دریافت نموده وشرط ذیل را امتحان مینمایم :

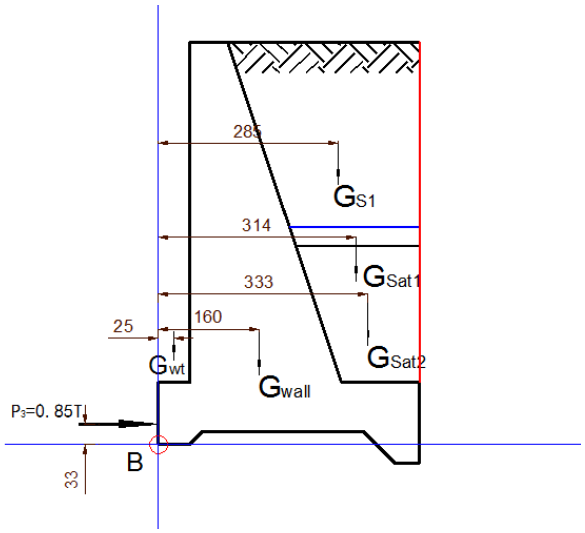
$$K_{overturn} = \frac{\sum M_G^{holder}}{\sum M_G^{overturn}}$$

$\sum M_G^{holder}$ - عبارت ازمومنت گیرنده بوده که ذیلا محاسبه می گردد

$$\sum M_G^{holder} = P_3 \cdot 0.33 + G_{wt} \cdot 0.25 + G_{wall} \cdot 1.6 + G_{S1} \cdot 2.85 + G_{sat1} \cdot 3.14 + G_{sat2} \cdot 3.33$$

$$\sum M_G^{holder} = 0.85 \cdot 0.33 + 0.75 \cdot 0.25 + 28.5 \cdot 1.6 + 14.29 \cdot 2.85 + 1.26 \cdot 3.14 + 7.79 \cdot 3.33$$

$$\sum M_G^{holder} = 116.7 .... ton \cdot m$$

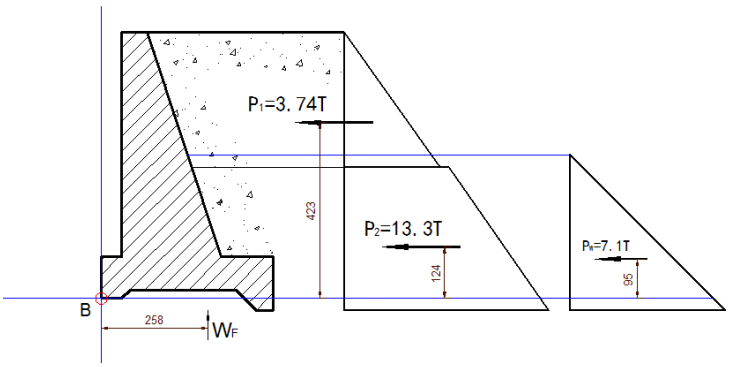


- عبارت ازمجموعه مومنت چپه کننده می باشد که به طور ذیل محاسبه می شود: $\sum M_G^{overturn}$

$$\sum M_G^{overturn} = W_F \cdot 2.58 + P_1 \cdot 4.23 + P_2 \cdot 1.24 + P_w \cdot 0.95$$

$$\sum M_G^{overturn} = 1.18 \cdot 2.58 + 3.74 \cdot 4.23 + 13.3 \cdot 1.24 + 7.1 \cdot 0.95$$

$$\sum M_G^{overturn} = 42.1 ... ton \cdot m$$



ضریب استواری درمقابل چپه شدن را محاسبه می نمائیم:

$$K_{overturn} = \frac{116.7}{42.1} = 2.7$$

پس دیوارمذکور درمقابل چپه شدن مقاوم می باشد

دریافت تشنجات دراساس دیوار:

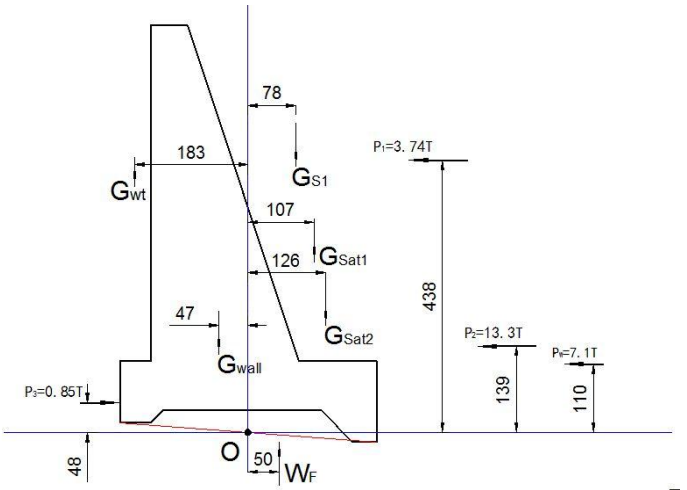
به منظور تامین محکمی دیواراساس غیرصخره ای محاسبه محکمی دیوار اجرامیگردد. به خاطر اینکه دراساس دیوار تشنجات غیرمجاز به وجود نه آید قیمت تشنجات رادراساس دیوار دریافت مینمائیم. به این منظور تشنجات σ_y راازفورمل انقباض غیرمرکزی درمستوی B-G قاعده دیوار دریافت می نمائیم.

$$\sigma_{y(B-G)} = \frac{\sum N}{b_3 \cdot a} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{a \cdot b_3^2}$$

b_3 - عبارت از اندازه قاعده دیوار

a - اندازه طول دیوار که 1m درنظر گرفته میشود

$\sum M_{(o)}$ - عبارت ازمومنت مجموعی قوه های عامل بالای نقطه O . نقطه مذکوردرمرکزثقل مستوی B-G موقیعیت دارد.



$$\sum N = G_{wall} + G_{wt} + G_{S1} + G_{sat1} + G_{sat2} - W_F$$

$$\sum N = 28.5 + 0.75 + 14.29 + 1.26 + 7.79 - 1.18 = 51.41.....ton$$

$$\sum M_{(o)} = G_{wall} \cdot 0.47 + G_{wt} \cdot 1.83 + P_1 \cdot 4.38 + P_2 \cdot 1.39 + P_w \cdot 1.1 + W_F \cdot 0.5 - P_3 \cdot 0.48$$
$$- G_{S1} \cdot 0.78 - G_{sat1} \cdot 1.07 - G_{sat2} \cdot 1.26$$

$$\sum M_{(o)} = 28.5 \cdot 0.47 + 0.75 \cdot 1.83 + 3.74 \cdot 4.38 + 13.3 \cdot 1.39 + 7.1 \cdot 1.1 + 1.18 \cdot 0.5 - 0.85 \cdot 0.48$$
$$- 14.29 \cdot 0.78 - 1.26 \cdot 1.07 - 7.79 \cdot 1.26 =$$

$$\sum M_{(o)} = 44.7723 - 22.7178 = 22...ton \cdot m$$

$$\sigma_{y(B-G)} = \frac{51.41}{4.15} \pm \frac{6 \cdot 22}{4.15^2} = 12.39 \pm 7.66 =$$

$$\sigma_{y(G)} = 12.39 + 7.66 = 20.....ton/m^2$$

$$\sigma_{y(B)} = 12.39 - 7.66 = 4.73....ton/m^2$$

می بینیم که در نقطه G تشنجات ازحد مجاز زیاد حاصل گردیده باید در جسم دیوار استنادی ساختمان Weep hole. درنظرگرفته می شود تا فشارهایدروستاتیکی که ازاثر اب های زیرزمینی به وجود امده ازبین برده شود.

تشنجات درجسم دیواراستنادی:

جهت دریافت نمودن تشنجات مذکوردیواررارتفاعا به مقاطع مساوی تقسیم مینمائم ودرهریک ازمقاطع مذکورتشنجات σ_y (فشاری ویا کششی) با استفاده ازفورمول انقباض غیرمرکزی و تشنجات σ_X را دریافت مینمائم شکل ذیل دیده شود .

اولتراز همه ارتفاع دیواررابه چهار قسمت مساوی تقسیم مینمائم وهرمقطع رابه قسم دیوارجداگانه فرض نموده , قوه های عامل آن دریافت مینمائم وبرای هریک آن تشنجات دریافت مینمائم .

برای مقطع 1-1 :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع ازهمان فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

$$\sigma_{I-I}=\frac{\sum N}{b}\pm\frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$

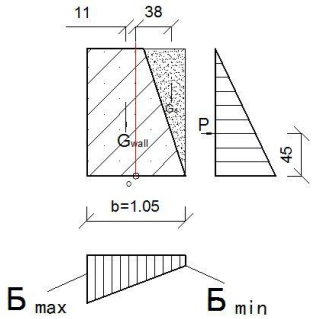
$$\sum N=G_{wall}+G_S=2.67+0.58=3.25$$

$$G_{wall}=A_{wall}\cdot\gamma_{con}=1.11\cdot 2400=2.67....ton$$

$$G_S=A_{soil}\cdot\gamma_{soil}=0.3037\cdot 1.9=0.58...ton$$

$$P=\frac{1}{2}\gamma_{soil}\cdot H_1^2\cdot K=\frac{1}{2}\cdot 1.9\cdot 1.35^2\cdot\tan^2(45-27/2)$$

$$P=0.65...ton$$



$$\sum M_{(O)}=G_{wall}\cdot 0.11+P\cdot 0.45-G_s\cdot 0.38=2.67\cdot 0.11+0.65\cdot 0.45-0.58\cdot 0.38=$$

$$\sum M_{(O)}=0.366...ton\cdot m$$

$$\sigma_{I-I}=\frac{3.25}{1.05}\pm\frac{6\cdot 0.366}{1.05^2}$$

$$\sigma_{I-I}^{\max}=3.1+1.99=5.1...ton/m^2$$

$$\sigma_{I-I}^{\min}=3.1-1.99=1.11...ton/m^2$$

برای مقطع II-II :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

$$\sigma_{II-II}=\frac{\sum N}{b}\pm\frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$

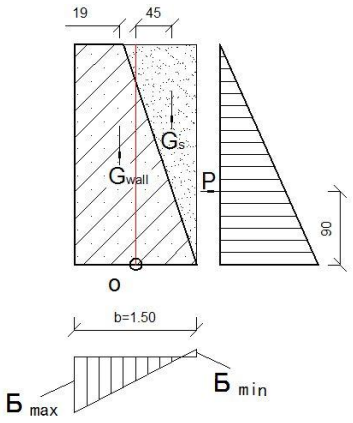
$$\sum N=G_{wall}+G_S=6.8+2.3=9.1$$

$$G_{wall}=A_{wall}\cdot\gamma_{con}=2.83\cdot 2400=6.8....ton$$

$$G_S=A_{soil}\cdot\gamma_{soil}=1.2\cdot 1.9=2.3...ton$$

$$P=\frac{1}{2}\gamma_{soil}\cdot H_1^2\cdot K=\frac{1}{2}\cdot 1.9\cdot 2.70^2\cdot\tan^2(45-27/2)$$

$$P=2.6...ton$$



$$\sum M_{(O)}=G_{wall}\cdot 0.19+P\cdot 0.9-G_s\cdot 0.45=6.8\cdot 0.19+2.6\cdot 0.9-2.3\cdot 0.45=$$

$$\sum M_{(O)}=2.6...ton\cdot m$$

$$\sigma_{II-II}=\frac{9.1}{1.5}\pm\frac{6\cdot 2.6}{1.5^2}$$

$$\sigma_{II-II}^{\max}=6.06+7=13.06...ton/m^2$$

$$\sigma_{II-II}^{\min}=6.06-7=-0.94...ton/m^2$$

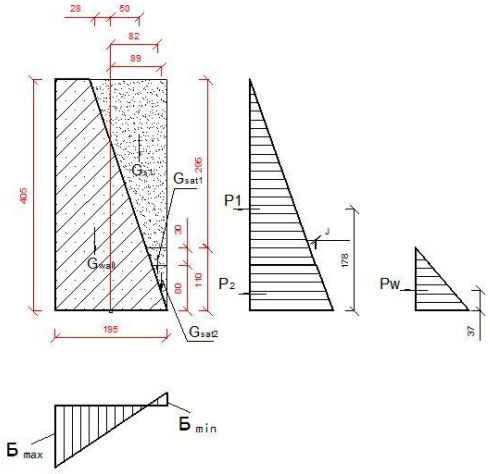
برای مقطع III-III :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

$$\sigma_{I-I} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$

$$\sum N = G_{wall} + G_{S1} + G_{sat1} + G_{sat2}$$

$$\sum N = 12.4 + 4.75 + 0.19 + 0.24 = 17.58...ton$$



$$G_{wall} = A_{wall} \cdot \gamma_{con} = 5.16 \cdot 2400 = 12.4....ton$$

$$G_{S1} = A_{soil} \cdot \gamma_{soil} = 2.5 \cdot 1.9 = 4.75...ton$$

$$G_{sat1} = A_{sat1} \cdot \gamma_{sat1} = 0.09 \cdot 2.08 = 0.19...ton$$

$$G_{sat2} = A_{sat2} \cdot \gamma_{sat2} = 0.11 \cdot 2.25 = 0.24...ton$$

$$\sigma_1 = \gamma_1 \cdot h_1 \cdot K = 1.9 \cdot 3.25 \cdot \tan^2(45 - 27/2) = 2.31$$

$$P_1 = \frac{1}{2}\gamma_{soil} \cdot H_1^2 \cdot K = \frac{1}{2} \cdot 1.9 \cdot 3.25^2 \cdot \tan^2(45 - 27/2)$$

$$P_1 = 3.76...ton$$

$$\sigma_2 = \gamma_2 \cdot h_2 \cdot K = 2.1 \cdot 0.8 \cdot \tan^2(45 - 30/2) = 0.56$$

$$h_{equ} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \cdot h_2 = \frac{2.1}{1.9} \cdot 0.8 = 0.88m$$

$$\frac{\sigma_2}{J} = \frac{h_{equ}}{(h_2 - h_{equ})}$$

$$J = \frac{(h_{equ} - h_2)\sigma_2}{h_{equ}} = \frac{(0.88 - 0.8) \cdot 0.56}{0.88} = 0.051$$

$$\sigma_1^{'} = \sigma_1 + J = 2.31 + 0.051 = 2.361$$

$$\sigma_2^{'} = \sigma_1^{'} + \sigma_2 = 2.361 + 0.56 = 2.921$$

$$P_2 = \frac{\sigma_1^{'} + \sigma_2^{'}}{2} \cdot h_2 = \frac{2.361 + 2.921}{2} \cdot 0.8 = 2.113...ton$$

$$P_W = \frac{1}{2}\cdot\gamma_W\cdot h_W^2 = \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 1.1^2 = 0.6...ton$$

$$\sum M_{(O)} = G_{wall}\cdot 0.28 + P_1\cdot 1.78 + P_2\cdot 0.3 + P_W\cdot 0.37 - G_{s1}\cdot 0.45 - G_{sat1}\cdot 0.82 - G_{sat2}\cdot 0.89$$

$$\sum M_{(O)} = 12.4\cdot 0.28 + 3.76\cdot 1.78 + 2.113\cdot 0.3 + 0.6\cdot 0.37 - 4.75\cdot 0.45 - 0.19\cdot 0.82 - 0.24\cdot 0.89$$

$$\sum M_{(O)} = 8.5...ton\cdot m$$

$$\sigma_{III-III} = \frac{17.58}{1.95} \pm \frac{6\cdot 8.5}{1.95^2}$$

$$\sigma_{III-III}^{\max} = 9 + 13.4 = 22.4...ton/m^2$$

$$\sigma_{III-III}^{\min} = 9 - 13.4 = -4.4...ton/m^2$$

برای مقطع IV-IV :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

$$\sigma_{IV-IV} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$

$$\sum N = G_{wall} + G_{S1} + G_{sat1} + G_{sat2}$$

$$\sum N = 19.44 + 7.33 + 0.48 + 1.73 = 28.98...ton$$

$$G_{wall} = A_{wall}\cdot\gamma_{con} = 8.1\cdot 2400 = 19.44....ton$$

$$G_{S1} = A_{soil}\cdot\gamma_{soil} = 3.86\cdot 1.9 = 7.33...ton$$

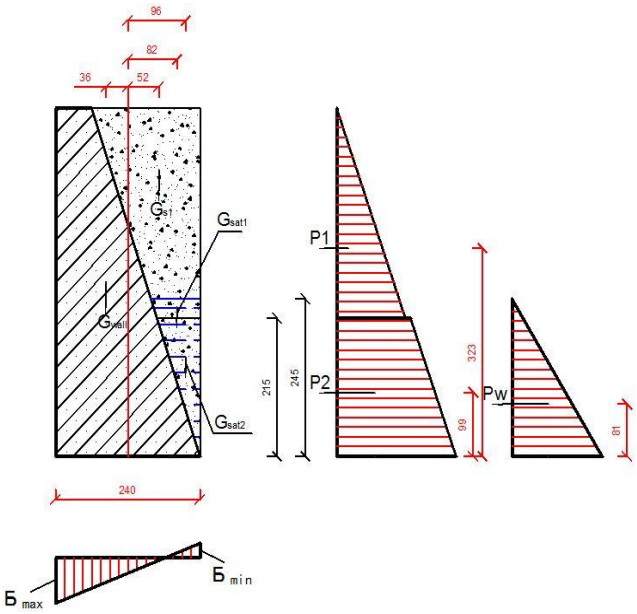
$$G_{sat1} = A_{sat1}\cdot\gamma_{sat1} = 0.23\cdot 2.08 = 0.48...ton$$

$$G_{sat2} = A_{sat2}\cdot\gamma_{sat2} = 0.77\cdot 2.25 = 1.73...ton$$

$$\sigma_1 = \gamma_1\cdot h_1\cdot K = 1.9\cdot 3.25\cdot \tan^2(45 - 27/2) = 2.31$$

$$P_1 = \frac{1}{2}\gamma_{soil}\cdot H_1^2\cdot K = \frac{1}{2}\cdot 1.9\cdot 3.25^2\cdot \tan^2(45 - 27/2)$$

$$P_1 = 3.76...ton$$



$$\sigma_2 = \gamma_2 \cdot h_2 \cdot K = 2.1 \cdot 2.15 \cdot \tan^2(45 - 30/2) = 1.5$$

$$h_{equ} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \cdot h_2 = \frac{2.1}{1.9} \cdot 2.15 = 2.4m$$

$$\frac{\sigma_2}{J} = \frac{h_{equ}}{(h_2 - h_{equ})}$$

$$J = \frac{(h_{equ} - h_2)\sigma_2}{h_{equ}} = \frac{(2.4 - 2.15) \cdot 1.5}{2.4} = 0.156$$

$$\sigma_1^{'} = \sigma_1 + J = 2.31 + 0.156 = 2.46$$

$$\sigma_2^{'} = \sigma_1^{'} + \sigma_2 = 2.46 + 1.5 = 3.96$$

$$P_2 = \frac{\sigma_1^{'} + \sigma_2^{'}}{2} \cdot h_2 = \frac{2.46 + 3.96}{2} \cdot 2.15 = 6.9...ton$$

$$P_W = \frac{1}{2} \cdot \gamma_W \cdot h_W^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2.45^2 = 3...ton$$

$$\sum M_{(O)} = G_{wall}\cdot 0.36 + P_1\cdot 3.23 + P_2\cdot 0.99 + P_W\cdot 0.81 - G_{s1}\cdot 0.52 - G_{sat1}\cdot 0.82 - G_{sat2}\cdot 0.96$$

$$\sum M_{(O)} = 19.44\cdot 0.36 + 3.76\cdot 3.23 + 6.9\cdot 0.99 + 3\cdot 0.81 - 7.33\cdot 0.52 - 0.42\cdot 0.82 - 1.73\cdot 0.96$$

$$\sum M_{(O)} = 22.5 ... ton\cdot m$$

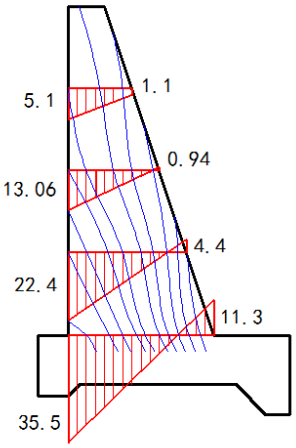
$$\sigma_{IV-IV} = \frac{28.98}{2.4} \pm \frac{6\cdot 22.5}{2.4^2}$$

$$\sigma^{\max}_{IV-IV} = 12.1 + 23.4 = 35.5 ... ton/m^2$$

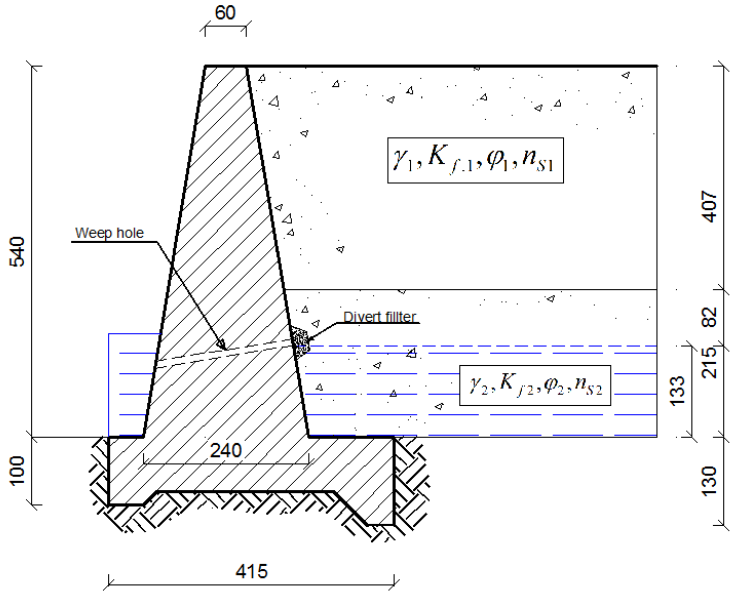
$$\sigma^{\min}_{IV-IV} = 12.1 - 23.4 = -11.3 ... ton/m^2$$

حالاتمام دیاگرام های تشنجات داخلی که برای مقاطع مختلف جسم دیوار دریافت نموده ایم باهم یکجادرجسم دیوارترسیم مینمائم (بادرنظرداشت مقیاس) وبااستفاده ازآنها ایزوستات های داخلی دیاگرام های تشنجات رسم مینمائم .

ایزوستات : ایزوستات ها عبارت ازخطوط هم قیمته دیاگرام های داخلی درمقاطع مختلف جسم دیواراست که با استفاده ازاینها مامیتوانیم جهت عمل قوه های لغزاننده راتعین نمائم یعنی باداشتن این پارامتردرباره محکمیت دیوارقضاوت کرده میتوانیم .درشکل ذیل دیواراستنادی ایزوستات های تشنجات داخلی جسم دیواردیده شود .



قسمیکه دیده می شود در مقاطع III-III و IV-IV تشنجات منفی یا کششی بوجود آمد وباید برای رفع این نقیصه سیخ ها در جسم دیوار علاوه گردد، چون دیواریکه محاسبه گردید یک دیوار جسیم کانکریتی می باشد پس استفاده سیخ دردیوار مذکور غیراقتصادی می باشد، درین حالت باید شکل دیوارمذکور را تغیرداد. وشیمای ذیل را محاسبه می نمائیم:



پیداکردن قوه های که بالای اساس دیوارعمل می نمایند:

- وزن دیوار استنادی:

$$G_{Wall} = A_{wall} \cdot \gamma_{concrete} = 11.86345 \cdot 2400 = 28472.3kg = 28.5Ton$$

- وزن خاک طبقه اول رامی یابیم:

$$G_{s_1} = A_{s_1} \cdot \gamma_{s_1} = 6.1 \cdot 1.9 = 11.6ton$$

- وزن خاک خشک طبقه دوم رامیابیم :

$$G_{s_2} = A_{s_2} \cdot \gamma_{s_2} = 1.6 \cdot 2.1 = 3.36ton$$

- وزن خاک طبقه دوم که مشبوع به آب می باشد:

$$G_{sat_2} = A_{sat_2} \cdot \gamma_{sat_2} = 1.8 \cdot 2.25 = 4.05ton$$

$$\gamma_{sat_2} = \gamma_{s_2} + n \cdot \gamma_{water} = 2.1 + 0.15 \cdot 1 = 2.25$$

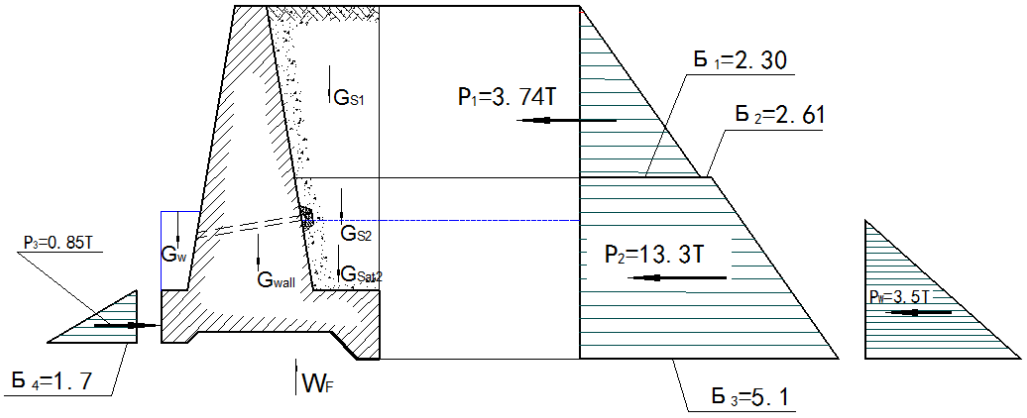
- وزن آب پیشروی دیواراستنادی:

$$G_{water} = A_{water} \cdot \gamma_{water} = 0.9 \cdot 1 = 0.9ton$$

- قوه فشارفلتری :

$$W_F = 1.18ton$$

استواری دیوار را درلغزش محاسبه می نمائیم:



$$K_c = \frac{T_{fr} + T_c}{\sum P}$$

T_c - قوه چسپش خاک اساس می باشد، که درین پروژه خاک اساس ریگ جغله داربوده وچسپش آن صفر می باشد.

$\sum P$ - مجموعه قوه های لغزاننده است.

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_w - P_3 = 3.74 + 13.3 + 3.5 - 0.85 = 19.42....ton$$

T_{fr} - قوه اصطحکاک می باشد واضح است که عمل قوه های عمودی باعث ایجاد اصطحکاک دراساس دیوار میگردد قیمت قوه اصطحکاک مساویست به :

$$T_{fr} = \sum N \cdot f_{fr}$$

$\sum N$ - عبارت از تمام قوه های عمودی است

$$\sum N = G_{wall} + G_{s_1} + G_{s_2} + G_{sat_2} - W_F = 28.5 + 11.6 + 3.36 + 4.05 - 1.18 = 46.33...ton$$

f_{fr} - ضریب اصطکاک میباشد که عبارت از $Tan\varphi$

$$T_{fr} = 46.33 \cdot \tan(30) = 26.7.....ton$$

ضریب استواری رامحاسبه مینمائیم:

$$K_c = \frac{26.7 + 0}{19.42} = 1.37$$

پس دیوار درلغزش استوار میباشد.

محاسبه استواری دیواردرچپه شدن:

استواری دیواررا درچپه شدن کنترول مینمایم :

$$K_{overturn}=\frac{\sum M_G^{holder}}{\sum M_G^{overturn}}$$

$\sum M_G^{holder}$ - عبارت ازمومنت گیرنده بوده که ذیلا محاسبه می گردد

$$\sum M_G^{holder}=P_3\cdot 0.33+G_{wt}\cdot 0.33+G_{wall}\cdot 1.85+G_{S1}\cdot 3.2+G_{s_2}\cdot 3.44+G_{sat2}\cdot 3.38$$

$$\sum M_G^{holder}=0.85\cdot 0.33+0.9\cdot 0.33+28.5\cdot 1.85+11.6\cdot 3.2+3.36\cdot 3.44+4.05\cdot 3.38$$

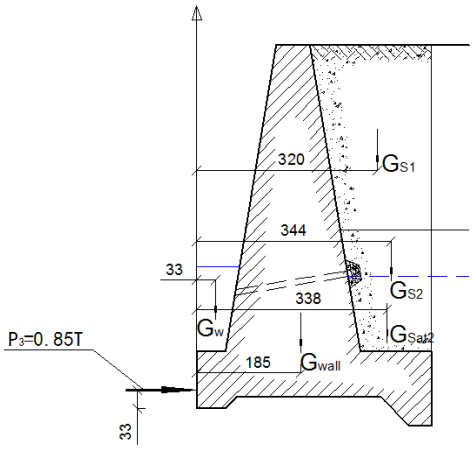
$$\sum M_G^{holder}=115.7....ton\cdot m$$

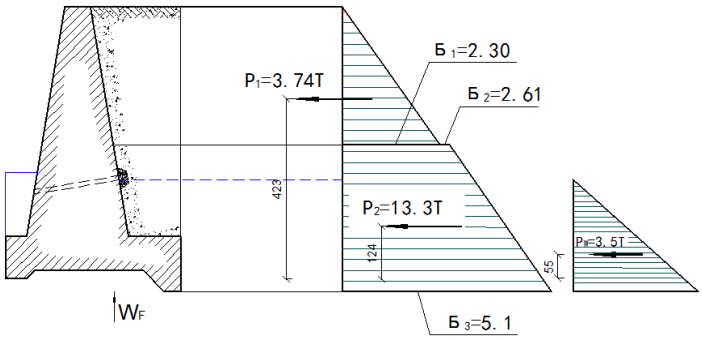
$$\sum M_G^{overturn}=W_F\cdot 2.58+P_1\cdot 4.23+P_2\cdot 1.24+P_w\cdot 0.55$$

$$\sum M_G^{overturn}=1.18\cdot 2.58+3.74\cdot 4.23+13.3\cdot 1.24+3.5\cdot 0.95$$

$$\sum M_G^{overturn}=38.7...ton\cdot m$$

$$K_{overturn}=\frac{115.7}{38.7}=3$$





دریافت تشنجات دراساس دیوار:

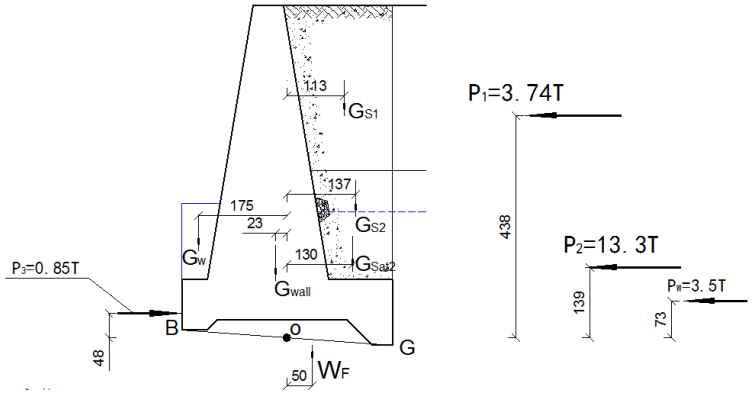
تشنجات σ_y راازفورمل انقباض غیرمرکزی درمستوی B-G قاعده دیوار دریافت می نمائیم.

$$\sigma_{y(B-G)}=\frac{\sum N}{b_3\cdot a}\pm\frac{\sum 6M_{(O)}}{a\cdot b_3^2}$$

b_3 - عبارت از اندازه قاعده دیوار

a - اندازه طول دیوار که 1m درنظر گرفته میشود

$\sum M_{(o)}$ - عبارت ازمومنت مجموعی قوه های عامل بالای نقطه O . نقطه مذکوردرمرکزثقل مستوی B-G موقیعیت دارد.



$$\sum N = 46.33....ton$$

$$\sum M_{(o)} = G_{wall}\cdot 0.23 + G_{wt}\cdot 1.75 + P_1\cdot 4.38 + P_2\cdot 1.39 + P_w\cdot 0.73 + W_F\cdot 0.5 - P_3\cdot 0.48$$
$$- G_{S1}\cdot 1.13 - G_{s2}\cdot 1.37 - G_{sat2}\cdot 1.3$$
$$\sum M_{(o)} = 28.5\cdot 0.23 + 0.9\cdot 1.75 + 3.74\cdot 4.38 + 13.3\cdot 1.39 + 3.5\cdot 0.73 + 1.18\cdot 0.5 - 0.85\cdot 0.48$$
$$- 11.6\cdot 1.13 - 3.36\cdot 1.37 - 4.05\cdot 1.3 =$$
$$\sum M_{(o)} = 39.1 - 23.4 = 16.3...ton\cdot m$$

$$\sigma_{y(B-G)} = \frac{46.33}{4.15} \pm \frac{6\cdot 16.3}{4.15^2} = 11.1 \pm 5.67 =$$
$$\sigma_{y(G)} = 11.1 + 5.67 = 16.77.....ton/m^2$$
$$\sigma_{y(B)} = 11.1 - 5.67 = 5.43....ton/m^2$$

تشنجات درجسم دیواراستنادی:

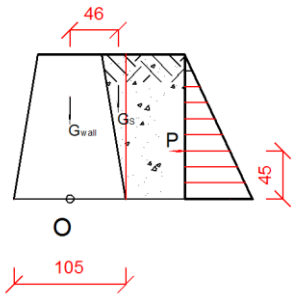
جهت دریافت نمودن تشنجات مذکوردیواررارتفاعا به مقاطع مساوی تقسیم مینمائم ودرهریک ازمقاطع مذکورتشنجات σ_y (فشاری ویا کششی) با استفاده ازفورمول انقباض غیرمرکزی و تشنجات σ_X را دریافت مینمائم شکل ذیل دیده شود .

اولتراز همه ارتفاع دیواررابه چهار قسمت مساوی تقسیم مینمائم وهرمقطع رابه قسم دیوارجداگانه فرض نموده , قوه های عامل آن دریافت مینمائم وبرای هریک آن تشنجات دریافت مینمائم .

برای مقطع 1-1 :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع ازهمان فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

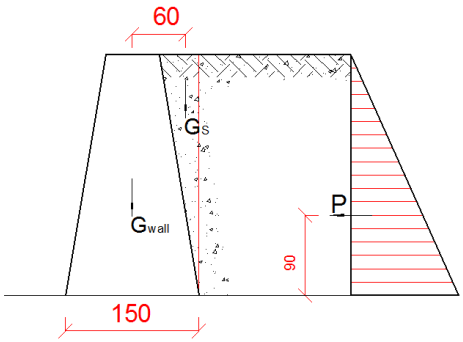
$$\sigma_{I-I} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$
$$\sum N = G_{wall} + G_S = 2.67 + 0.3 = 2.97$$
$$P = 0.65...ton$$



$$\sum M_{(O)} = G_{wall}\cdot 0 + P\cdot 0.45 - G_s\cdot 0.46$$
$$\sum M_{(O)} = 2.67\cdot 0 + 0.65\cdot 0.45 - 0.3\cdot 0.46 = 0.15...ton\cdot m$$
$$\sigma_{I-I} = \frac{2.97}{1.05} \pm \frac{6\cdot 0.15}{1.05^2}$$
$$\sigma_{I-I}^{\max} = 2.8 + 0.81 = 3.61...ton/m^2$$
$$\sigma_{I-I}^{\min} = 2.8 - 0.81 = 1.99...ton/m^2$$

برای مقطع II-II :
جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

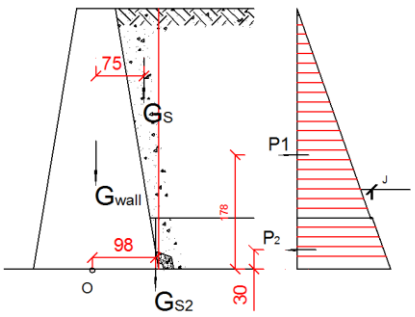
$$\sigma_{II-II} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$
$$\sum N = G_{wall} + G_S = 6.8 + 1.1 = 7.9$$
$$P = 2.6...ton$$



$$\sum M_{(O)} = G_{wall}\cdot 0. + P\cdot 0.9 - G_s\cdot 0.6$$
$$\sum M_{(O)} = 6.8\cdot 0 + 2.6\cdot 0.9 - 1.1\cdot 0.6 =$$
$$\sum M_{(O)} = 1.86...ton\cdot m$$
$$\sigma_{II-II} = \frac{7.9}{1.5} \pm \frac{6\cdot 1.86}{1.5^2}$$
$$\sigma_{II-II}^{\max} = 5.3 + 4.9 = 10{,}02...ton/m^2$$
$$\sigma_{II-II}^{\min} = 5.3 - 4.9 = 0.4...ton/m^2$$

برای مقطع III-III :
جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

$$\sigma_{I-I} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$
$$\sum N = G_{wall} + G_{S1} + G_{s2}$$
$$\sum N = 12.4 + 2.91 + 0.2 = 15.51...ton$$
$$P_1 = 3.76...ton$$



$$\sum M_{(O)} = G_{wall}\cdot 0 + P_1\cdot 1.78 + P_2\cdot 0.3 - G_{s1}\cdot 0.75 - G_{s2}\cdot 0.98$$
$$\sum M_{(O)} = 12.4\cdot 0 + 3.76\cdot 1.78 + 2.113\cdot 0.3 - 2.91\cdot 0.75 - 0.2\cdot 0.98 \quad P_2 = 2.113...ton$$
$$\sum M_{(O)} = 4.9...ton\cdot m$$
$$\sigma_{III-III} = \frac{15.51}{1.95} \pm \frac{6\cdot 4.9}{1.95^2}$$
$$\sigma_{III-III}^{\max} = 7.9 + 7.7 = 15.6...ton/m^2$$
$$\sigma_{III-III}^{\min} = 7.9 - 7.7 = 0.2...ton/m^2$$

برای مقطع IV-IV :

جهت دریافت نمودن تشنجات دراساس این مقطع نیزاز فورمول انقباض غیرمرکزی استفاده مینمائم .

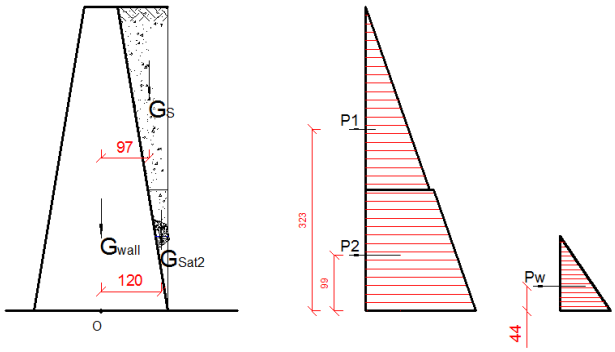
$$\sigma_{IV-IV} = \frac{\sum N}{b} \pm \frac{\sum 6M_{(O)}}{b^2}$$

$$\sum N = G_{wall} + G_{S1} + G_{sat2}$$

$$\sum N = 19.44 + 6.5 + 1.4 = 27.4...ton$$

$$P_1 = 3.76...ton$$

$$P_2 = 6.9...ton$$



$$P_W = \frac{1}{2} \cdot \gamma_W \cdot h_W^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1.33^2 = 0.8...ton$$

$$\sum M_{(O)} = G_{wall} \cdot 0 + P_1 \cdot 3.23 + P_2 \cdot 0.99 + P_W \cdot 0.44 - G_{s1} \cdot 0.97 - G_{sat2} \cdot 1.2$$

$$\sum M_{(O)} = 19.44 \cdot 0 + 3.76 \cdot 3.23 + 6.9 \cdot 0.99 + 0.8 \cdot 0.44 - 6 \cdot 0.97 - 1.4 \cdot 1.2$$

$$\sum M_{(O)} = 10.87...ton \cdot m$$

$$\sigma_{IV-IV} = \frac{27.4}{2.4} \pm \frac{6 \cdot 11.73}{2.4^2}$$

$$\sigma_{IV-IV}^{\max} = 11.4 + 11.3 = 22.7...ton/m^2$$

$$\sigma_{IV-IV}^{\min} = 11.4 - 11.3 = 0.1...ton/m^2$$

دیاگرام های تشنجات داخلی که برای مقاطع مختلف جسم دیوار دریافت نموده ایم باهم یکجادرجسم دیوارترسیم مینمائم (بادرنظرداشت مقیاس) وبااستفاده ازآنها ایزوستات های داخلی دیاگرام های تشنجات رسم مینمائم .