

آسان حل خاک و پی

عطاءاله صادقی موحد

سعید زرداری

انتشارات
بهاردخت

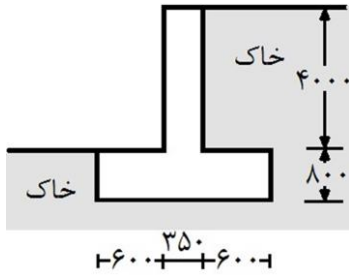


هشدار

با توجه به تجارب تلخ قبلی، مبنی بر استفاده بدون اجازه از آثار نویسندگان و ناشران محترم، به اطلاع می‌رساند، ایده تالیف سری کتاب‌های آسان حل، ثبت گردیده و منحصر در اختیار مولفان اثر می‌باشد. فلذا هرگونه کپی برداری از ایده، قالب، مطالب، جداول، تصاویر و یا انتشار بدون اجازه تمام یا قسمتی از آن‌ها در سایت‌ها، کتابفروشی‌ها، صفحات اجتماعی و دیگر روش‌ها، غیرقانونی بوده و توسط وکیل مولفان تا احقاق حق کامل از مجاری قانونی پیگیری و با متخلفان برخورد خواهد گردید.

از خوانندگان محترم خواهشمندیم با مشاهده موارد غیرقانونی انتشار تالیفات، از خرید آن‌ها اجتناب نموده و ضمن گزارش به ناشر و یا مولفان، نسخه اصلی کتاب مورد نیاز خود را به رایگان دریافت نمایند.

داده‌ها: دیوار حائل انعطاف‌پذیر- فشار خاک در حالت محرک- بارگذاری استاتیکی بدون سربار روی خاک- چسبندگی

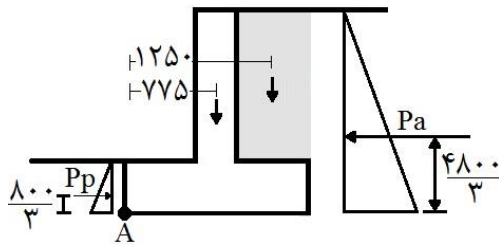


خاک صفر- زاویه اصطکاک داخلی خاک $\varphi = 30^\circ$ - زاویه اصطکاک بتن با خاک $\frac{2}{3}\varphi$
 وزن حجمی بتن 25 kN/m^3 - وزن مخصوص خاک 18 kN/m^3 - فشار مقاوم خاک
 در پنجه پی را در محاسبات لحاظ گردد- ابعاد به میلی‌متر

مجهول: ضریب اطمینان واژگونی دیوار حائل

راه‌حل: طبق بند ۳ پیوست ۲، نیروی مقاوم و محرک خاک غیرچسبنده (دانه‌ای)

بدون سربار روی خاک برابر است با:



$$\text{ضریب محرک خاک } \bar{k}_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0.333$$

$$\text{ضریب مقاوم خاک } \bar{k}_p = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \frac{1 + \sin 30^\circ}{1 - \sin 30^\circ} = 3$$

$$\text{نیروی مقاوم خاک } \bar{P}_p = \frac{K_p \gamma H^2 L}{2} = \frac{3 \times 18 \times \left(\frac{4.80}{3} \right)^2 \times 1}{2} = 17.28 \text{ kN}$$

در داده‌ها ذکر گردیده که خاک پشت دیوار حائل از نوع محرک است بنابراین خاک سمت راست دیوار و پی، محرک و خاک سمت چپ که در جهت مخالف خاک سمت راست به پی نیرو وارد می‌کند از نوع مقاوم می‌باشد و ارتفاع آن ۱.۸۰ میلی‌متر می‌باشد.

$$\text{نیروی محرک خاک } \bar{P}_a = \frac{K_a \gamma H^2 L}{2} = \frac{0.333 \times 18 \times \left(\frac{4.80}{3} \right)^2 \times 1}{2} = 69.12 \text{ kN}$$

$$W_{\text{بتن}} = \left(\left[\begin{array}{l} \text{ارتفاع دیوار (متر)} \\ \text{طول دیوار (متر)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{طول پی (متر)} \\ \text{ارتفاع پی (متر)} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{طول پی (متر)} \\ \text{ارتفاع پی (متر)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{وزن مخصوص بتن} \\ \text{طول عمود بر مقطع} \end{array} \right] \right) \times \left[\begin{array}{l} \text{وزن مخصوص بتن} \\ \text{طول عمود بر مقطع} \end{array} \right] = 66 \text{ kN}$$

$$W_{\text{خاک روی پنجه سمت راست}} = \left[\begin{array}{l} \text{ارتفاع خاک روی پنجه (متر)} \\ \text{طول پنجه (متر)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{وزن مخصوص خاک} \\ \text{طول عمود بر مقطع} \end{array} \right] = 43.2 \text{ kN}$$

ضریب اطمینان واژگونی دیوار وزنی در برابر گسیختگی در حالت استاتیکی طبق پیوست ۳ بخش الف-۱ حداقل باید برابر ۲ باشد.

$$\frac{W_{\text{خاک روی پنجه سمت راست}} \times \overline{d}_1 + W_{\text{بتن}} \times \overline{d}_2 + 0.76 \times P_p \times \frac{\overline{H}_1}{3}}{\text{ارتفاع پی و دیوار}} \geq 2$$

$$\frac{0.76 \times P_a \times \frac{\overline{H}_2}{3}}{\text{ارتفاع پی و دیوار}}$$

$$\frac{(43/2 \times 1/25) + (66 \times 0.775) + \left(0.76 \times 17/28 \times \frac{4/8}{3}\right)}{0.76 \times 69/12 \times \frac{4/8}{3}} = 0.975 \geq 2$$

رابطه برقرار نگردید و ضریب اطمینان واژگونی قابل قبول نیست.

* ۱ و ۰/۶ بترتیب ضریب ترکیبات بار فشار جانبی خاک در حالت‌های محرک و مقاوم در روش تنش مجاز طبق بند ۶-۴-۳-۲ مبحث ششم می‌باشد ولی برخی مواقع طراح ضریب ۰/۶ را نیز ۱ فرض می‌نماید در نتیجه اگر با ضریب ۰/۶ به جوابی رسیدید که در گزینه‌ها نبود، آن را به ۱ تغییر دهید.

داده‌ها: خاک ماسه‌ای

مجهول: ضرایب فشار جانبی خاک در حالت سکون (با فرض تحکیم عادی خاک)، محرک و مقاوم چه رابطه‌ای دارند؟

ضریب فشار محرک ضریب فشار سکون ضریب فشار مقاوم

راه‌حل: $\overline{K}_\alpha > \overline{K}_0 > \overline{K}_p$

داده‌ها: زمین مناسب با لایه بندی ساده با مساحت ۶۰۰ متر مربع - ساختمان با اهمیت متوسط و سطح اشغال ۲۵۰ مترمربع - گودبرداری تا عمق ۸ متر لازم است.

مجهول: تعداد گمانه لازم برای احداث ساختمان

راه‌حل: طبق جدول بخش (الف) پیوست ۴ در حالت بدون گودبرداری یک گمانه لازم است و طبق جدول بخش (ب) پیوست مذکور به علت وجود گودبرداری بایستی یک گمانه دیگر نیز اضافه گردد و در نتیجه ۲ گمانه لازم است. توجه نمایید که بر اساس جدول‌ها، سطح اشغال ساختمان برای تعیین گمانه لازم است و نه مساحت زمین.

داده‌ها: شالوده سطحی با مساحت ۲ مترمربع - فشار روی شالوده ۱۰۰ کیلوپاسکال - نشست الاستیک شالوده برابر:

$$\Delta H = qB \frac{1-\mu^2}{E_s} I$$

که در این فرمول q فشار وارد به خاک، B اندازه کوچکترین بعد شالوده، μ ضریب پواسون خاک، E_s مدول ارتجاعی خاک و I ضریب تاثیر وابسته به شکل و صلبیت پی می‌باشد.

مجهول: نشست پی سطحی با شکل مربع به پی سطحی با شکل دایره با فرض یکسان بودن ضریب تاثیر برای هر دو پی

راه حل: انواع نشست پی سطحی عبارت است از:

نشست الاستیک (آنی) در خاک دانه‌ای و ریزدانه خشک ← محاسبه از روابط ارتجاعی نظیر فرمول ارائه شده در داده‌ها
 نشست تحکیمی در ریزدانه اشباع با وجود شرایط تحکیم ← محاسبه از روابط تحکیم در مکانیک خاک
 طبق بند ۴-۴-۷ مبحث هفتم، برای مقادیر مجاز اولیه برای نشست یکنواخت و غیر یکنواخت پی سطحی، داریم:

خاک	نوع پی	نشست مجاز (میلیمتر)	
		یکنواخت	غیریکنواخت
ماسه	منفرد و نواری	۲۵	۲۰
	شبکه‌ای و گسترده	۵۰	۲۰
رس	منفرد و نواری	۶۵	۲۵
	شبکه‌ای و گسترده	۱۰۰-۶۵	۲۵

طبق داده‌ها، ضریب تاثیر وابسته به شکل پی می‌باشد اما با توجه به یکسان در نظر گرفتن این ضریب برای هر دو پی و عدم تغییر سایر پارامترها بجز B با تغییر شکل پی، خواهیم داشت:

$$A = B^2 \rightarrow 2 = B^2 \rightarrow B = 1/41 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi B^2}{4} \rightarrow 2 = \frac{\pi B^2}{4} \rightarrow B = 1/59 \text{ m}$$

$$\frac{1/41}{1/59} = 0/88$$

بنابراین نشست پی مربعی کمتر از پی دایره‌ای می‌باشد.

نکته: الف) در نشست یکنواخت رابطه زیر باید برقرار باشد:

$$S \leq S_{\alpha}$$

S_{α} : نشست مجاز که با توجه به جنس خاک، نوع پی و سازه و جدول فوق محاسبه می‌شود. باید توجه داشت که مقادیر مجاز مندرج در جدول فوق به عنوان مقادیر اولیه است و نشست مجاز طراحی باید در نهایت بر اساس معیارهای پرهیز از ظاهر نگران‌کننده، تامین عملکرد مناسب سازه و تامین پایداری سازه مورد نظر و سازه‌های مجاور، مدنظر قرار گیرد.

S: نشست تحت بارهای سرویس، که شامل نشست‌های کوتاه مدت و تحکیمی بلند مدت (تحکیم و خزش) می‌باشد.

ب) محاسبه نشست غیر یکنواخت بدون منظور کردن سختی سازه ممکن است به پیش‌بینی مقادیر غیر واقعی بیانجامد.

برای ساختمان‌های با اهمیت بالا، اندرکنش سازه و خاک را باید در تحلیل‌ها منظور کرد.

داده‌ها: خاک ماسه با تراکم متوسط - ارتفاع ۶ متر

مجهول: تغییر مکان افقی مرتبط به فشار مقاوم، محرک و سکون دیوار نگهبان

راه حل: طبق بند ۲-۲-۴-۵-۷ مبحث هفتم داریم:

رس نرم	رس متراکم	لای متراکم	ماسه سست	ماسه با تراکم متوسط	ماسه متراکم	نوع خاک
۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	محرک
۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	مقاوم
$\leq 0/00005$						سکون
تغییر شکل افقی تحت فشار محرک، مقاوم و سکون خاک به ارتفاع دیوار $\left(\frac{\Delta_x}{H}\right)$						

ظرفیت باربری پی‌های سطحی

(۱) روابط نظری ظرفیت باربری

روش‌ها

(۲) آزمایش درجا مثل نفوذ استاندارد، نفوذ مخروط و پرسیمتر

مستقیم: پارامترهای مقاومتی خاک از آزمایش در محل حاصل و سپس روابط نظری بکار می‌رود

غیرمستقیم: استفاده از روابط تجربی ارائه کننده رابطه مستقیم بین نتایج آزمایش‌ها در محل و ظرفیت باربری

(۱) بند ۷-۴-۳-۱ مبحث هفتم، رابطه هسن را جهت محاسبه نظری ظرفیت باربری و روابط دیگری را برای محاسبه ضرایب روش هسن بصورت زیر توصیه نموده است:

$$q_d = cN_c d_c s_c i_c b_c g_c + \bar{\gamma} DN_q d_q s_q i_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \quad \rightarrow \quad Q_u = q_d \times L \times B$$

c و B و L: بترتیب ضریب چسبندگی خاک، عرض و طول پی (توجه فرمایید که اگر بار اعمالی دارای خروج از مرکزیت باشد عرض خروج از مرکزیت در راستای عرض

پی برابر \bar{e}_B و $B' = B - 2\bar{e}_B$ و طول پی برابر \bar{e}_L و $L' = L - 2\bar{e}_L$ خواهد بود و همچنین پس از اعمال

فرمول‌های خروج از مرکزیت، بعد کوچکتر بعنوان عرض خواهد بود بدین معنی که ممکن است جای طول و عرض عوض شود)

$\bar{\gamma}$ و γ : بترتیب وزن مخصوص خاک در ارتفاع سطح زمین تا کف پی و وزن مخصوص خاک زیر کف پی

D: ارتفاع سطح زمین تا کف پی (اگر این ارتفاع در گوشه‌های مختلف پی متفاوت باشد، کوچکترین آن را در نظر می‌گیریم)

N_c و N_q و N_γ : ضرایب ظرفیت باربری از روش هسن طبق روابط زیر

$$N_q = (e^{\pi \tan \phi}) \left(\frac{1 + \sin \bar{\phi}}{1 - \sin \phi} \right) \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_\gamma = \frac{1}{2} (N_q - 1) \tan \phi$$

زاویه اصطکاک خاک $\bar{\phi}$

d_c و d_q و d_γ : ضرایب عمق که برای پی‌های قرار گرفته در سطح زمین ($D=0$) برابر یک و برای پی‌های مدفون در خاک از روابط پیشنهادی هسن یا وسیک که در اینجا روابط هسن بشرح زیر معرفی می‌شود:

$$d_c = \begin{cases} 1 + \frac{1}{4} \tan^{-1} \frac{D}{B} & \frac{D}{B} > 1 \text{ و } \phi > 0 \\ 1 + \frac{1}{4} \frac{D}{B} & \frac{D}{B} \leq 1 \text{ و } \phi > 0 \\ \frac{1}{4} \frac{D}{B} & \frac{D}{B} \leq 1 \text{ و } \phi = 0 \\ \frac{1}{4} \tan^{-1} \frac{D}{B} & \frac{D}{B} > 1 \text{ و } \phi = 0 \end{cases} \quad d_q = \begin{cases} 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B} & \frac{D}{B} \leq 1 \\ 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B} & \frac{D}{B} > 1 \end{cases} \quad d_\gamma = 1$$

s_c و s_q و s_γ : ضرایب شکل که برای پی نواری برابر ۱ و در سایر موارد طبق روابط دبیر بشرح زیر

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \frac{B}{L} \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi \quad s_\gamma = 1 - \frac{1}{4} \frac{B}{L}$$

طول پی

i_c و i_q و i_γ : ضرایب شیب بار که در صورت عدم وجود شیب در بار قائم اعمالی، برابر یک و در دیگر حالت طبق روابط پیشنهادی مایرهورف یا وسیک که در اینجا روابط مایرهورف بشرح زیر معرفی می‌شود:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{\underbrace{90.0}_{\text{نود درجه}}} \right)^2 \quad i_q = \begin{cases} \left(1 - \frac{\beta}{\underbrace{\phi}_{\text{زاویه اصطکاک خاک}}} \right)^2 & \varphi > 0 \\ \cdot & \varphi = 0 \end{cases}$$

زاویه بار با محور قائم

b_c و b_q و b_γ : ضرایب شیب کف پی که در صورت عدم وجود شیب، برابر یک و در دیگر حالت طبق روابط هنسین بشرح زیر

$$b_{c\gamma} = e^{-2/7\alpha \times \tan\varphi} \quad b_q = e^{-2\alpha \times \tan\varphi} \quad b_c = \begin{cases} 1 - \frac{\underbrace{\tilde{\alpha}}_{\text{زاویه کف پی با محور افقی}}}{\underbrace{147^0}_{\text{صد و چهل و هفت درجه}}} & \varphi > 0 \\ \frac{\alpha}{147^0} & \varphi = 0 \end{cases}$$

g_γ و g_q و g_c : ضرایب شیب زمین که در صورت عدم وجود شیب، برابر یک و در دیگر حالت طبق روابط هنسین بشرح زیر

$$g_\gamma = g_q = (1 - \cdot / \Delta \tan\theta)^\Delta \quad i_q = \begin{cases} 1 - \frac{\underbrace{\tilde{\theta}}_{\text{زاویه سطح زمین با محور افقی}}}{\underbrace{147^0}_{\text{صد و چهل و هفت درجه}}} & \varphi > 0 \\ \frac{\theta}{147^0} & \varphi = 0 \end{cases}$$