بسم الله الرحمن الرحیم

جدول شناسنامه اثر	
کد آموزش	۳۱۳-۰۰۷-۰۰۴
عنوان اثر	گزیده‌ی مهم‌ترین مباحث مکانیک خاک - توزیع تنش در خاک (روش بوسینسک)
تالیف	گروه مهندسی سیویل ژئوتک (civilgeotech)
نویسنده	مهندس سید محمد صادق آل‌محمد
آدرس سایت	https://civilgeotech.ir/
ایمیل	info@civilgeotech.ir
نوع	فایل pdf
تعداد کل صفحات	۹ صفحه

فرهیخته گرامی:
بازنشر این فایل باعث تضییع حقوق مادی و معنوی سایت سیویل ژئوتک خواهد شد و کپی بخش یا تمام این اثر شرعا و قانونا حرام و ممنوع است.
لطفا فایل این آموزش را از سایت اصلی ما دریافت کنید.

فهرست مطالب

توزیع تنش در خاک (روش بوسینسک) ۲
۱- آنچه در این آموزش خواهیم خواند... ..... ۲
۲- مقدمه ورود به بحث... ..... ۲
۳- روش بوسینسک ۲
۳-۱- فرضیات روش بوسینسک: ۳
۳-۲- اضافه تنش قائم به دلیل بارگذاری متمرکز ۳
۳-۳- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده خطی به طول نامحدود ۴
۳-۴- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده نواری به طول نامحدود ۵
۳-۵- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده دایره‌ای ۶
۳-۶- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده مستطیلی ۶
۴- تمرین ۸
۶- مراجع ۸

CIVILGEOTECH

توزیع تنش در خاک (روش بوسینسک)

۱- آنچه در این آموزش خواهیم خواند...

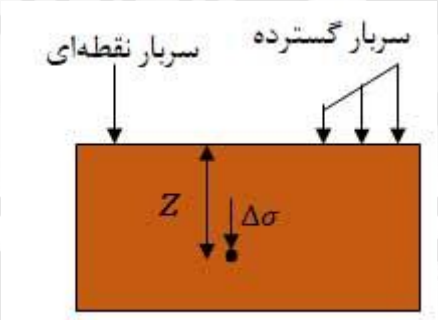
در بخش گزیده مهم‌ترین مباحث مکانیک خاک به بررسی و بحث پیرامون موضوعات پرکاربردتر موجود در مکانیک خاک می‌پردازیم. در این آموزش مبحث توزیع تنش در خاک (روش بوسینسک) بررسی می‌شود. منابع مورد استفاده در این آموزش نیز که کتاب‌های رفرنس مکانیک خاک شامل کتاب‌های داس، بودهو و ترزاقی هستند در انتها قرار داده شده است و می‌توانید آن‌ها را دانلود کنید. در آموزش های قبل نیز مباحث خواص خمیری خاک‌ها (حدود اتربرگ)، تنش موثر و رسم شبکه جریان و تراوش دو بعدی در محیط همگن و همسانگرد بحث شد که می‌توانید آن‌ها را نیز مشاهده کنید.

۲- مقدمه ورود به بحث...

به طور کلی تنش‌های موجود در توده خاک به دو دسته اصلی زیر تقسیم می‌شود:

۱- تنش‌های برجا: تنش‌هایی که ناشی از وزن توده خاک می‌باشند.

۲- تنش های ناشی از سربار (تنش‌های ایجاد شده): اگر بر روی خاک بارگذاری شود، آن بار باعث اعمال اضافه تنش به نقاط مختلف خاک خواهد شد.



برآیند تنش اعمالی به هر نقطه از خاک، از حاصل جمع تنش‌های برجا و تنش‌های ایجاد شده، محاسبه می‌شود.

در این آموزش فقط تنش‌های ناشی از سربار (تنش‌های ایجاد شده) را بحث می‌کنیم که می‌تواند ناشی از بار متمرکز، خطی یا گسترده باشد. برای تعیین اضافه تنش ناشی از سربار روش‌های مختلفی وجود دارد که روش بوسینسک را در اینجا صحبت می‌کنیم.

۳- روش بوسینسک

بوسینسک در سال ۱۸۸۵ (برخی منابع ۱۸۸۳) بر مبنای فرضیات زیر روابط خود را برای تعیین تنش‌های ایجاد شده در محیط نیمه بی نهایت خاک ارائه نمود.

۳-۱- فرضیات روش بوسینسک:

۱) خاک بدون وزن است.

۲) تغییر حجم خاک ناچیز است.

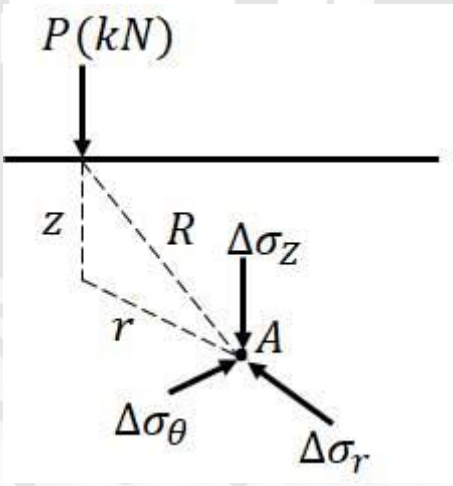
۳) محیط خاک نیمه بی نهایت همگن و همسان (ایزوتروپ) است.

۴) رفتار خاک الاستیک خطی و تابع قانون هوک ($\sigma=E.\varepsilon$) می‌باشد.

نکته: با توجه به فرضیات فوق چون رفتار خاک الاستیک خطی فرض شده، در روابط بوسینسک می‌توان از اصل اجتماع اثر قوا (Superposition) استفاده نمود. یعنی تنش‌های ایجاد شده ناشی از چند بار را به طور مجزا محاسبه کرده و با هم جمع کنیم.

۳-۲- اضافه تنش قائم به دلیل بارگذاری متمرکز

بوسینسک روابطی برای محاسبه اضافه تنش‌های حاصل از بار متمرکز P در نقطه‌ای که به عمق z و فاصله افقی r از محل اثر بار قرار دارد، ارائه کرده است. توجه کنید که دستگاه مختصات استوانه‌ای است.



این تنش‌ها شامل اضافه تنش قائم ($\Delta\sigma_z$)، اضافه تنش شعاعی ($\Delta\sigma_r$) و اضافه تنش مماسی ($\Delta\sigma_\theta$) می‌باشند. در اینجا فقط رابطه مربوط به اضافه تنش قائم را بحث می‌کنیم. این رابطه به صورت زیر است:

$$\Delta\sigma_z = \frac{3P}{2\pi z^2}\left[\frac{1}{1+(\frac{r}{z})^2}\right]^{\frac{5}{2}}$$

در این رابطه:

۱) $\Delta\sigma_z(kN/m^2)$ اضافه تنش قائم ناشی از بار P در نقطه A

۲) $P(kN)$ بار متمرکز اعمال شده در سطح زمین

۳) $z\ (m)$ عمق نقطه A نسبت به سطح زمین

۴) $r\ (m)$ فاصله شعاعی نقطه A نسبت به محل اثر بار

اگر وتر مثلث با R نمایش دهیم داریم:

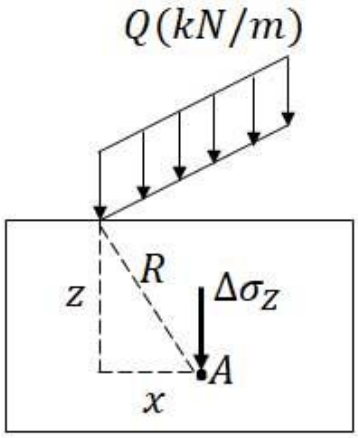
$$R = \sqrt{r^2 + z^2} \qquad \Delta\sigma_z = \frac{3Pz^3}{2\pi R^5}$$

اگر تعیین اضافه تنش زیر محور بار متمرکز (امتداد محور بار) مد نظر باشد:

$$if(r = 0 \; or \; R = z) \qquad \Delta\sigma_z = \frac{3P}{2\pi z^2}$$

۳-۳- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده خطی به طول نامحدود

اضافه تنش ناشی از یک بار خطی یکنواخت به شدت Q(kN/m)، در طول نامحدود وارد بر سطح خاک به صورت زیر است:



$$\Delta\sigma_z = \frac{2Qz^3}{\pi(x^2 + z^2)^2}$$

در این رابطه:

۱) Q(kN/m) شدت بار خطی اعمالی

۲) z (m) عمق نقطه مربوطه

۳) x (m) فاصله افقی نقطه مربوطه از محور اعمال بار

رابطه فوق برحسب وتر مثلث (R) به صورت مقابل خواهد بود:

$$\Delta\sigma_z = \frac{2Qz^3}{\pi R^4}$$

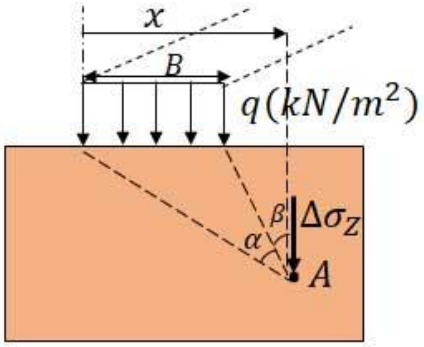
اگر نقطه A در زیر محور بار خطی واقع گردد (R=z یا x=0):

$$\Delta\sigma_z = \frac{2Q}{\pi z}$$

۳-۴- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده نواری به طول نامحدود

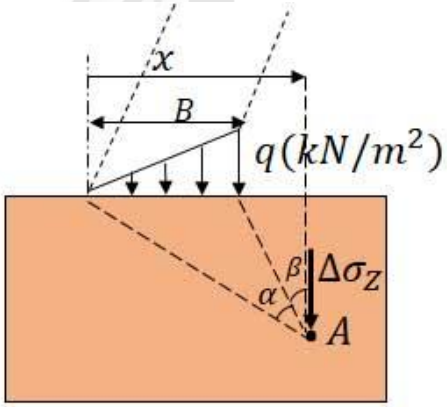
در این بخش دو نوع بارگذاری داریم:

۱- بار نواری مستطیلی با شدت یکنواخت q:



$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}[\alpha + \sin\alpha\cos(\alpha + 2\beta)]$$

۲- بار نواری با توزیع مثلثی:



$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\frac{x}{B}\alpha - \frac{1}{2}\sin 2\beta\right]$$

در روابط فوق:

۱) زوایای α و β بر حسب رادیان هستند.

۲) مقدار α در رابطه همواره مثبت است.

۳) مقدار β وقتی نقطه A خارج از محدوده بارگذاری باشد مثبت و زمانی که زیر محدوده بارگذاری است منفی می‌باشد.

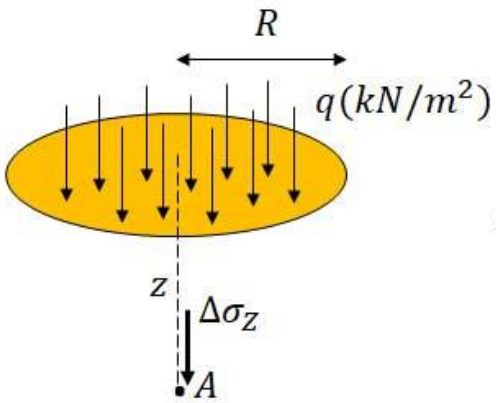
۴) مقدار x در جهت نشان داده شده مثبت

۵) مقدار B همواره مثبت

۶) α زاویه دو یال مثلث با هم و β زاویه یال کوچکتر با راستای قائم

۳-۵- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده دایره‌ای

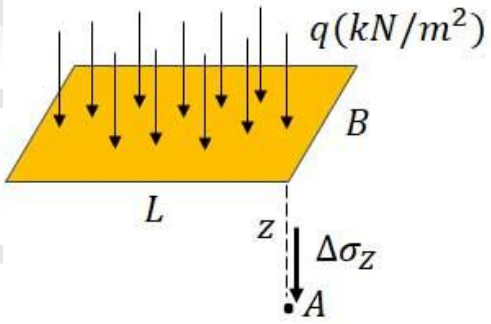
بار گسترده یکنواخت با شدت q به یک سطح دایره‌ای با شعاع R وارد شود، اضافه تنش قائم ناشی از این بار در زیر مرکز سطح دایره به صورت زیر است:



$$\Delta\sigma_z = q\left[1 - \left[\frac{1}{1+\left(\frac{R}{z}\right)^2}\right]^{\frac{3}{2}}\right]$$

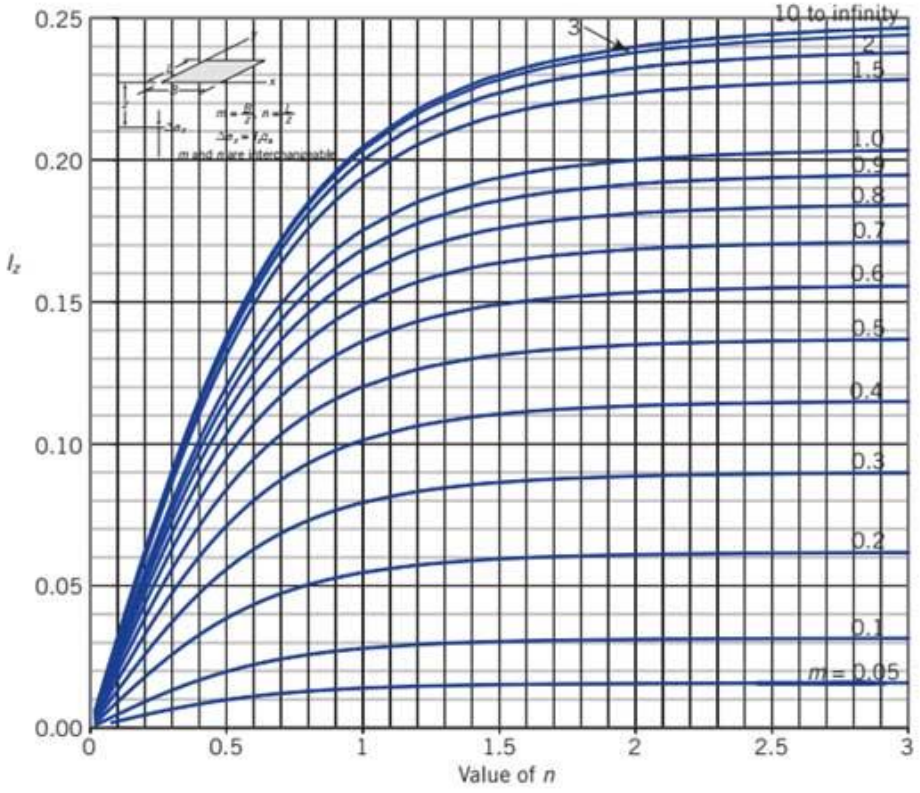
۳-۶- اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده مستطیلی

بار یکنواخت q در یک مساحت مستطیلی با ابعاد محدود L × B در سطح زمین وارد گردد، تنش قائم ایجاد شده ناشی از آن در زیر گوشه مستطیل را می توان با رابطه زیر تعیین نمود.



$$\Delta\sigma_z = qI_r$$

I_r یک ضریب بی بعد به نام (ضریب توزیع تنش) یا (ضریب کاهش بار) یا (ضریب تاثیر) اســـت کـه مقدار آن کوچکتر از یک بوده و تابع دو پارامتر (m=L/z) و (n=B/z) می باشد. مقدار I_r به کمک نمودارهایی که تابع m و n هستند تعیین می شود.



n > 3	
m	I_z
0.05	0.016
0.1	0.032
0.2	0.062
0.3	0.090
0.4	0.115
0.5	0.137
0.6	0.156
7	0.172
0.8	0.185
0.9	0.196
1	0.205
1.5	0.230
2	0.240
3	0.247
10	0.250

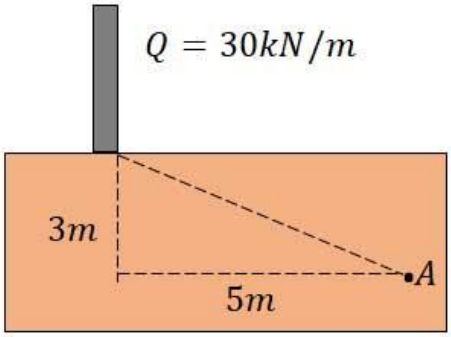
Figure 6.6 Stress influence chart for the increase in vertical total stress under the corner of a uniformly stressed rectangular loaded area. (Modified from NAV-FAC-DM 7.1.)

نکته: رابطه فوق فقط در زیر گوشه مستطیل بارگذاری قابل استفاده است. بنابراین اگر تنش در نقاط دیگر مورد نظر باشد باید با استفاده از اصل جمع آثار قوا تنش را به دست آورد.

CIVILGEOTECH

۴- تمرین

مطابق شکل یک دیوار بتنی با طول زیاد بر روی سطح خاک قرار دارد. اضافه تنش قائم ناشی از آن در نقطه A چقدر است؟



یک دیوار نمونه عملی از یک بار خطی است. بنابراین باید از رابطه بوسینسک برای محاسبه اضافه تنش قائم به دلیل بار گسترده خطی به طول نامحدود استفاده کنیم:

$$\Delta\sigma_z = \frac{2Qz^3}{\pi(x^2+z^2)^2} = \frac{2*30*3^3}{\pi(5^2+3^2)^2} = 0.45kN/m^2$$

۶- مراجع

- Braja m. Das, 2005, fundamentals of geotechnical engineering, 3th ed
- Braja m. Das, 2010, principles of geotechnical engineering, 7th ed
- Braja m. Das, 2019, advanced soil mechanics, 5th ed
- Karl terzaghi & ralph b. Peck & gholamreza mesri, 1996, soil mechanics in engineering practice, 3th ed
- Muni budhu, 2015, soil mechanics fundamentals, metric version

CIVILGEOTECH