

РАСЧЕТ ОСАДОК ЛЕНТОЧНЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ НЕОДНОРОДНОСТИ ГРУНТА

Т.Ш.Ширинкулов, А.Д.Дасибеков, Ж.А.Нурмаганбетова
СамГАСИ, г.Самарканд
ЮКГУ им.М.Ауезова, г.Шымкент

Несмотря на широкое применение свайных фундаментов, еще недостаточно изучены многочисленные факторы, влияющие на несущую способность и осадку свай при их работе в различных грунтовых условиях. Особенно это относится к определению изменения давлений в поровой воде и скелете неоднородного грунта, к выявлению изменения физико-механических свойств грунтов активной зоны.

Эти процессы оказывают существенное влияние на несущую способность свай. В результате погружения свай в водонасыщенные глинистые грунты возникают дополнительные давления в поровой воде и в скелете грунта. С течением времени наблюдается релаксация напряжений и поровое давление рассеивается, а давление в скелете грунта возрастает до стабилизированного значения. При этом тиксотропное упрочнение и консолидация грунтов неразрывно связаны между собой.

Как известно, при забивке свай вокруг них образуются области деформации грунта, с зонами уплотнения по боковой поверхности и ниже плоскости острия. Для правильного расчета осадок свай и свайных фундаментов, оценки прочности грунта под сваями необходимо знать изменение модуля деформации. В общем случае этот модуль можно представить в виде [1]:

$$E_{\varepsilon}(x_2) = E_0 e^{\alpha x_2} \quad (1)$$

Здесь E_0 и α - опытные данные.

Тогда дифференциальное уравнение двумерного уплотнения грунта, обладающего свойством (1), можно представить так:

$$\dot{P}_w = C_{2\nu} e^{\alpha x_2} P_{w,ii}, \quad (2)$$

где $C_{2\nu}$ - коэффициент консолидации, отражающий физико-механические свойства уплотняемого грунтового массива; $P_w = P - P_{x_2}$; P_{x_2} - давление в скелете грунта; P - полное давление в грунтовой массе, определяемое с учетом глубины приложения нагрузки; x, x_2 - координаты рассматриваемой точки; t - время; $\dot{P}_w = \frac{\partial P_w}{\partial t}$.

При отсутствии структурной прочности грунта сжатого и без учета сжимаемости газосодержащей жидкости, начальное условие, согласно [2], имеет вид:

$$P_w|_{t=0} = P_{(x_2, x_1)} \quad (3)$$

где $P_{(x_2, x_1)}$ - полное давление в грунтовой массе активной зоны ленточных свайных фундаментов, определяемое с учетом параметров фундамента, передачи нагрузки по боковой поверхности и в плоскости острия свай, коэффициента бокового расширения грунта по формуле

$$P_{(x_2, x_1)} = \frac{P}{\pi l} \alpha_n \quad (4)$$

Здесь P - нагрузка на ленточный свайный фундамент; l - длина свай; α_n - безразмерный коэффициент, принимаемый по таблицам [2], в зависимости от размера фундамента. Зная коэф-

фициенты α_n , можно определить взаимное влияние рядов свай. Особенно важно это для крупнопанельных зданий при расстоянии между рядами 2,6-3,2м. В этом случае взаимное влияние фундаментов будет значительным.

Далее рассмотрим случай, когда отжатие воды происходит вниз к границе активной зоны, который показан на рисунке.

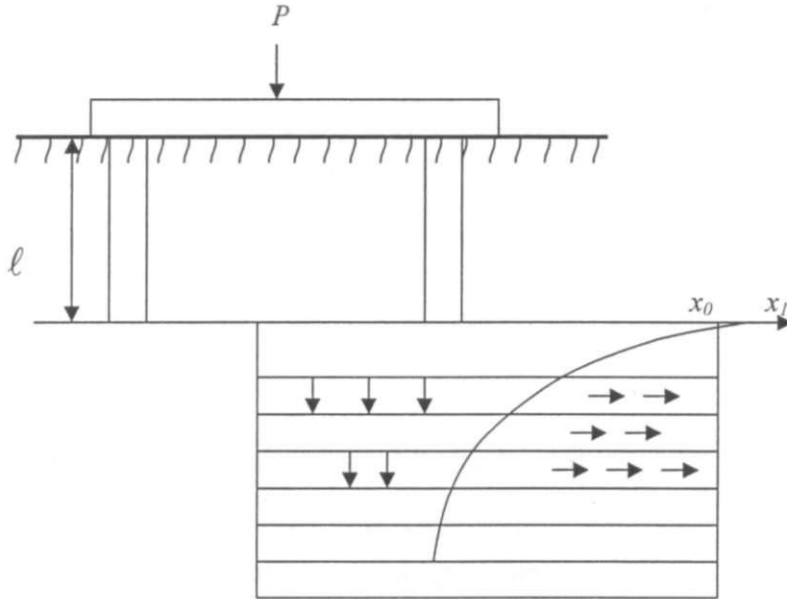


Рисунок - Расчетная схема для определения осадок во времени

Для этого случая в плоскости острия свай отжатия воды не происходит, а на границе активной зоны поровое давление равно нулю. Следовательно, граничными условиями здесь соответственно будут:

$$\left. \frac{\partial P_w}{\partial x_2} \right|_{x_2=l} = 0; \quad P_w|_{x_2=x_{20}} = 0 \quad (5)$$

В то же время при $x_1 = x_{10}$ отжатия воды вдоль оси практически не происходит, если $x_1 = x_{10}$ превышает расстояние, на котором сказывается влияние свайного фундамента. Кроме того, в силу симметрии в плоскости $x_1 = 0$ отжатие воды в обе стороны по оси x_1 одинаково, т.е.

$$\left. \frac{\partial P_w}{\partial x_1} \right|_{x_1=0} = 0; \quad \left. \frac{\partial P_w}{\partial x_1} \right|_{x_1=x_{10}} = 0. \quad (6)$$

Решая дифференциальное уравнение (2) при граничных условиях (5),(6), находим формулу для определения порового давления:

$$P_w(x_1, x_2, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} C_{nm} W_v \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) e^{-C_{2v} \lambda_{nm} t} \cos \frac{n\pi}{x_{10}} x_1, \quad (7)$$

где

$$W_v \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) = J_v \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) Y_{v-1} \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) - Y_v \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) J_{v-1} \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) \quad (8)$$

для целого индекса ν , а для дробного индекса ν

$$W_\nu \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) = J_\nu \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) J_{-(\nu+1)} \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) - J_{\nu-1} \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) J_{-\nu} \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right), \quad (9)$$

Параметры μ при этом находятся из следующих трансцендентных уравнений:

- для целого индекса ν

$$J_\nu \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) Y_{\nu-1} \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} l} \right) - J_\nu \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) Y_{\nu-1} \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} l} \right) = 0, \quad (10)$$

- для дробного индекса ν

$$J_\nu \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) J_{-(\nu+1)} \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} l} \right) - J_{-\nu} \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) J_{\nu-1} \left(\mu e^{-\frac{\alpha}{2} l} \right) = 0, \quad (11)$$

Функции (8),(9) входят в состав (7). При этом значения μ в зависимости от индекса ν находятся из (10), (11).

Коэффициенты C_{nm} , входящие в (7), определяются из начального условия (3). Используя его, после некоторых математических операций находим:

$$C_{nm} = \frac{\int_0^{x_{10}} \int_l^{x_{20}} P_{(x_2, z_1)} \cos \frac{n\pi}{x_{10}} x_1 e^{-\alpha x_2} w_\nu \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_1} \right) dx_1 dx_2}{4\alpha \left[W_{\nu-1}^2 \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_{20}} \right) - e^{-\alpha l} W_\nu^2 \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} l} \right) \right]} \quad (12)$$

Таким образом, определена расчетная формула (7) для вычисления порового давления, где коэффициенты C_{nm} находятся из (12). При этом анализ практических расчетов показал, что в (7) достаточно ограничиться 5-7 членами двойного ряда. Коэффициенты C_{nm} определены для $n, m = 0, 1, 2, 3, 4, 5$, при различных значениях приведенной ширины свайного фундамента

$\beta = \frac{d_0}{l}$, коэффициента бокового расширения неоднородного грунта μ , приведенной глубины

расположения границы активной зоны $H = \frac{x_{20}}{l}$.

Для практического пользования формула (7) для определения порового давления приведена к виду:

$$P_w(x_1, x_2, t) = \frac{P}{\pi l} a_w, \quad (13)$$

где P - нагрузка на ленточный свайный фундамент.

Степень консолидации неоднородного грунта можно получить, взяв отношение площади эпюры давления в скелете грунта $P_{(x_2, x_1)}$ для момента времени t к площади полной эпюры давлений:

$$U = 1 - \frac{\int_0^{x_{10}} dx_1 \int_l^{x_{20}} P_w(x_1, x_2, t) dx_2}{\int_0^{x_{10}} dx_1 \int_l^{x_{20}} \frac{P}{\pi l} \alpha_n(x_1, x_2) dx_2} = 1 - \frac{\int_0^{x_{10}} dx_1 \int_l^{x_{20}} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} C_{nm} W_v \left(\mu_m e^{-\frac{\alpha}{2} x_2} \right) e^{-C_{2v} \lambda_{nm} t} \cos \frac{n\pi}{x_{10}} x_1 dx_2}{\int_0^{x_{10}} dx_1 \int_l^{x_{20}} \frac{P}{\pi l} \alpha_n(x_1, x_2) dx_2}. \quad (14)$$

Осадка ленточного свайного фундамента во времени в данном случае определяется по формуле:

$$S_t = S_{\infty} U, \quad (15)$$

где S_{∞} - полная осадка ленточного свайного фундамента, определяемая по формуле [2]:

$$S_{\infty} = \frac{P(1-\mu^2)}{\pi E} \delta_0. \quad (16)$$

Здесь P - нагрузка на свайный фундамент; δ_0 - компонента перемещения, определяемая по номограмме.

Таким образом, по (7), (14), (15), (16) соответственно находятся давление в поровой жидкости, степень консолидации неоднородного грунта и осадки свайных фундаментов во времени при отжатии воды вниз к границе активной зоны.

Литература

- 1 Попов Г.Я. К теории изгиба плит на упругом неоднородном полупространстве // Изв. вузов «Строительство и архитектура». - 1959. - №12. - С.11-13.
- 2 Бартоломей А.А. Основы расчета ленточных свайных фундаментов по предельно допустимым осадкам. - М.: Стройиздат, 1982. - 220 с.

Қорытынды

Бір текті емес топырақтың қасиетін еске ала отырып ленталы қадалар іргетасының вертикаль көшуін есептеу. Мақалада ленталы қадалар іргетасының белсенді аймағындағы кеуек қысым күшін есептеу формуласы табылған. Бұл шама біртекті болмаған топырақтың тығыздалу дәрежесін және уақытқа тәуелді ленталы қадалар іргетасының вертикаль көшуінің мәндерін табуға мүмкіндік береді.

Summary

In this derived rating formula's for attribute pore pressure, in this active zone and sediment strip strata ground. Mary of pore pressure gives up opportunity to find out level of consolidation non-uniform ground and size of sediment strip strata ground.