**ЗАДАНИЕ 4** **Расчет осадки свайного куста**

*Требуется:* определить осадку группы свай (свайного куста) с учетом взаимного влияния свай.

*Исходные данные*: инженерно-геологические условия и физико-механические характеристики грунтов основания по задаче 1; конструкция фундамента по задаче 3; модуль упругости бетона *Еб* =20000 МПа; сечение сваи *dc*=0,30м; суммарная нагрузка на свайный куст, *Nd*, кН и несущая cспособность cваи, *Fd*, кН по табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Исходные данные для расчета осадки свайного куста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  варианта | Суммарная нагрузка на свайный куст,*Nd*,кН | Несущая cспособность cваи, *Fd*,кН |
| 1 | 5800 | 1500 |
| 2 | 4600 | 1200 |
| 3 | 3800 | 1400 |
| 4 | 4200 | 1900 |
| 5 | 6100 | 1500 |
| 6 | 5900 | 2400 |
| 7 | 6400 | 2500 |
| 8 | 6350 | 2380 |
| 9 | 5600 | 2200 |
| 10 | 4900 | 1200 |

***Методические указания к выполнению задания***

Определяем количество свай *n* в кусте по формуле:

, (4.1)

где *γ n*–коэффициент надежности по назначению (ответственности)

сооружения, принимаем – 1,15;

*γk* –коэффициент надежности по грунту, т.к. несущая способность

сваи определена расчетом, принимается равным – 1,4;

*γc*  –коэффициент условий работы сваи – 1,15;

*Nd* – суммарная нагрузка, передаваемая на куст свай, кН по табл.21;

*Fd* – несущая способность сваи по табл.4.1, кН.

Полученное значение необходимо округлить до целого числа.

Нагрузка на одну сваю будет равна:

*Nсв=Nd/n*, (4.2)

Выполняем расстановку свай в кусте (рис.4.1).

Расстояние между осями двух соседних свай *3d*.

Расстояние от оси крайней сваи до края ростверка *0,15+d/2*.

Устанавливаем окончательные размеры ростверка в плане *ар* и *bр*.

Полученные значения округляем до десятых.

При расчете осадок малой группы (*n* ≤ 25) висячих свай (свайного куста) необходимо учитывать их взаимное влияние. Расчет осадки *i*-й сваи в группе свай из *n* свай (свайного куста) при известном распределении нагрузок между *i*-йи *j*-й сваями определяется по формуле [7]:

, (4.3)

где *S(Nсв,i)* – осадка одиночной сваи без уширенной пяты, м, определяется по формуле [7]:

, (4.4)

здесь *Nсв* – вертикальная нагрузка на сваю, МН, по формуле (4.2);

*G*1 – осредненный модуль сдвига, МПа, определяемый по формуле *G*1=*E0*/[2(1+*v*)] в пределах глубины погружения сваи до несущего слоя; *E*0 – модуль общей деформации по задаче 1; *v* – коэффициент поперечной деформации по табл.4.2.

*L*св *–* полнаядлина сваи, м, по задаче 3.

*β* – коэффициент, определяемый по формуле:

, (4.5)

здесь – коэффициент, соответствующий абсолютно сжатой свае *(ЕА=∞)*, определяется по выражению:

, (4.6)

где *kv* – коэффициент, определяемый по формуле:

*kv=2,82-3,78ν+2,18ν2* , (4.7)

здесь *ν* – осредненное значение коэффициента поперечной деформации по выражению:

*ν* =(*ν*1+*ν2)/2*; (4.8)

где *ν*1 осредненный коэффициент поперечной деформации в пределах глубины заложения сваи, *ν2* в пределах несущего слоя ниже концов свай принимаются по таблице 4.2.

Таблица 4.2

**Коэффициент поперечной деформации *v*** (Извлечение из СП 24.13330-2011[7])

|  |  |
| --- | --- |
| Грунты | Коэффициент поперечной деформации *v* |
| Крупнообломочные грунты | 0,27 |
| Пески и супеси | 0,30-0,35 |
| Суглинки | 0,35-0,37 |
| Глины при показателе текучести *IL:*  *IL ≤* 0  0 < *IL* ≤ 0,25  0,25 *< IL ≤* 1 | 0,20-0,30  0,30-0,38  0,38-0,45 |

*G2* – модуль сдвига, МПа, определяемый по формуле

*G2 =E0* /[2(1+*v2*)], в пределах 0,5*Lсв* от подошвы свайного фундамента.

*Е0* – модуль деформации слоя, в котором определяется *G2*;

*d –* расчетный диаметр для свай некруглого сечения, в частности стандартных забивных свай заводского изготовления, вычисляется по формуле:

, (4.9)

здесь *А* – площадь поперечного сечения сваи, м2.

λ1 – параметр, характеризующий увеличение осадки за счет сжатия ствола =, (4.10)

где – относительная жесткость сваи, по выражению:

=, (4.11)

здесь *Еb* – модуль упругости бетона – 20000МПа;

– коэффициент для основания с характеристиками грунта

*G*1 и *v*1 по формуле:

. (4.12)

где *kv*1 – коэффициент по формуле (4.7) при *ν* = *ν*1.

*δ* – коэффициенты, рассчитываемые в зависимости от расстояния *аij* измеряемого между *i* – й и *j –* й осями свай определяются исходя из условий:

; (4.13)

и

. (4.14)



Рис.4.1. Схема размещения свай в ростверке и расчета осадки

***Пример решения***

*Исходные данные* для определения осадки группы свай (свайного куста) с учетом взаимного влияния свай в табл.4.3.

Таблица 4.3

**Исходные данные для расчета свайного куста**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ИГЭ 1 | Наименование грунта | Мощность  слоя, м | Показатель  текучести,  IL, д.е. | Модуль  деформацииЕо,МПа | Суммарная нагрузка на свайный куст,*Nd*,кН | Несущая cспособность cваи, *Fd*,кН |
| 1 | Супесь | 2,0 | 0,50 | 20 | 5800 | 1500 |
| 2 | Суглинок | 4,0 | 0,50 | 14 |
| 3 | Глина | 0,9 | 0,25 | 19 |

Сечение сваи *dсв ,*м:0,30х0,30;

Отметка подошвы ростверка: – 1,95 м;

Отметка глубины заложения фундамента: – 6,9 м.

1. Определяем количество свай в кусте по формуле (4.1):

=5,4 сваи

Принимаем количество свай – 6.

2. Определяем расчетную нагрузку на сваю по формуле (4.2):

*Nсв=*5800/6/1000*=*0,967МН,

1. Выполняем расстановку свай в ростверке (рис.4.2):

расстояние между осями двух соседних свай *3d* =3⋅0,3=0,9 м;

расстояние от оси крайней сваи до края ростверка

*0,15+d/2*=0,15+0,3/2=0,30 м.



Рис.4.2. Схема размещения свай в ростверке

4. Определяем осадку одиночной для сваи №2 по формуле (4.4) рис.4.2:

0,021м = 2,10 см, где

,

0,49,

*kv=2,82-3,78ν+2,18ν2*=2,82-3,78⋅0,34+2,18⋅0,342=1,28

здесь *ν* – осредненный коэффициент поперечной деформации принимаем для каждого слоя основания (ИГЭ 1,2,3) по таблице 4.2 и рассчитывается по формуле (4.8):*ν*1= 0,30; *ν*2=0,35;*ν*3=0,38,

*ν* = (0,30\*0,05+0,35\*4,0+0,38\*0,9)/(0,05+4,0+0,9)=0,34.

*G*1 – осредненный модуль сдвига грунтов ИГЭ 1, ИГЭ 2 и ИГЭ 3

G1=6.44 МПа;

*Lсв* – длина сваи – 5,0 м;

G2 – модуль сдвига грунта ИГЭ 3 (35):

G2= 19/2(1+0,38)=6,88 МПа;

*d* – расчетный диаметрдля свай некруглого сечения, в частности стандартных забивных свай заводского изготовления (4.9):

*d*= =0,34 м;

λ1 – параметр, характеризующий увеличение осадки за счет сжатия ствола сваи (4.10):

λ1 =0,93

где  – относительная жесткость сваи (4.11):

 == 20000⋅0,09/6,44⋅5,02 = 11,2 МН/м

здесь *Еb* – модуль упругости бетона – 20000 МПа;

*А* – площадь сечения сваи – 0,09 м2;

 – коэффициент основания с характеристиками грунта

*G*1 и *v*1 (4.12):

;

где *kv1=*2,82-3,78*ν+*2,18*ν2*=2,82-3,78⋅0,325+2,18⋅0,3252=1,36

при *ν* = *ν*1 = (0,30+0,35)/2=0,325.

5. При расчете осадок группы свай (куста) учитываем их взаимное влияние.

Проверяем условие для свай с номерами 1,3,5 (4.13,4.14):

= =3,33≥1,0.

Проверяем условие для свай с номерами 4,6 (4.12,4.13):

= =2,36≥1,0.

Тогда для свай с номерами 1,3,5 находящиеся на расстоянии 0,90 м от сваи номер 2 (рис.4.2)значения *δ* будет равно:

.

Для свай номер 4 и 6 находящиеся на расстоянии 1,27 м от сваи номер 2 (рис.4.2):

.

6. Общая осадка определяется по формуле (4.1):



Предельные деформации основания фундаментов объектов нового строительства принимается по таблице 4.4.

Таблица 4.4

**Предельные деформации основания фундаментов**

(извлечение из СП 24.13330-2011[7])

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сооружения | Предельные деформации основания  фундаментов | | |
| Относительная разность осадок *( s/L)u* | Крен *iu* | Максимальная или средняяосадка, см |
| 1 Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом:  железобетонным  то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции  стальным  то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий | 0,002  0,003  0,004  0,005 | —  —  —  — | 10  15  15  18 |
| 2 Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок | 0,006 | — | 20 |
| 3 Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:  крупных панелей  крупных блоков или кирпичной кладки без армирования  то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции | 0,0016  0,0020  0,0024 | —  —  — | 12  12  18 |

Условие S≤Su: 4,8 см≤10,0см выполняется.