

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ СВАЙНО-ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА В МОРЕННОЙ СУПЕСИ

Полещук Е. В., Нудный С. А.

Научный руководитель – Сернов В. А., Балыш А. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье описаны лабораторные исследования несущей способности свайных, свайно-плитных фундаментов и отдельных плит для определения степени их взаимодействия.

Введение

При строительстве многоэтажных и высотных зданий во всем мире все большую популярность приобретают свайно-плитные фундаменты (СПФ). В отличие от традиционных свайных фундаментов они позволяют более полно реализовать несущую способность основания за счет включения в работу фундаментной плиты, в основании которой возникает сложное напряженно-деформированное состояние грунта. При составлении расчетных схем необходимо учитывать влияние друг на друга отдельных элементов фундамента. Профессором Р. Катценбахом были выделены пять видов взаимодействия элементов СПФ: между сваями, между сваями и плитой, между плитами, между сваей и грунтом, между боковой поверхностью и нижним концом сваи [2]. Наименее изученным видом взаимодействия является взаимодействие между плитой и сваями.

Цель работы

Провести испытания статической нагрузкой моделей свайных, свайно-плитных фундаментов и отдельных плит в моренной супеси и оценить степень взаимодействия элементов свайно-плитного фундамента.

Лабораторные исследования

С учетом сложности, большой стоимости и трудоемкости натуральных исследований, основное внимание было сосредоточено на опытах в лаборатории кафедры «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ. При этом были соблюдены условия моделирования для всех элементов свай и для грунтовой среды.

Была выполнена серия маломасштабных испытаний для оценки взаимодействия элементов свайно-плитного фундамента. Исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами [1].

Для решения поставленных задач в лотке размерами $600 \times 240 \times 1120$ мм, заполненном супесью с числом пластичности $I_p = 0,7$ изготовлены модели забивных свай и свайных фундаментов (рис. 1). Нагрузки на модели прикладывались рычажной системой с передаточным числом 1:10 ступенями по 8,10 кг. Осадки фиксировались индикаторами часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм. Объектом испытаний стали деревянные сваи диаметром $\varnothing 16$ мм и деревянные штампы $140 \times 140 \times 20$ мм.

На рис. 2 и 3 приведены полученные в результате испытаний графики осадок свайных, свайно-плитных фундаментов в зависимости от длины и количества свай.

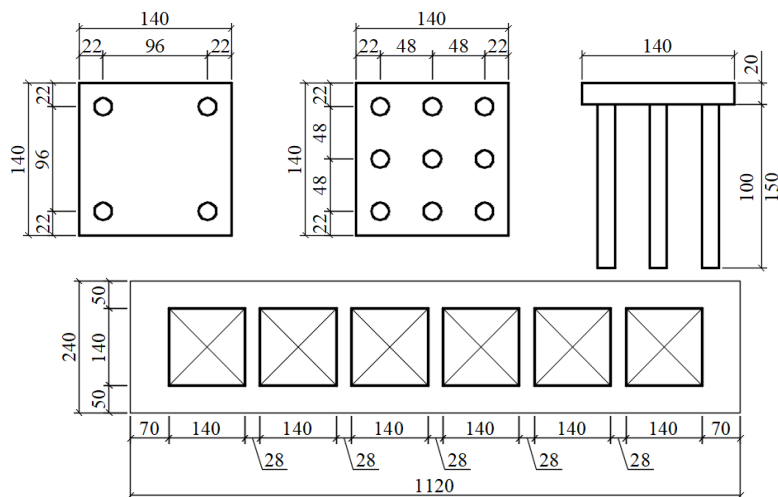


Рисунок 1. – Схема расположения моделей свайно-плитного фундамента

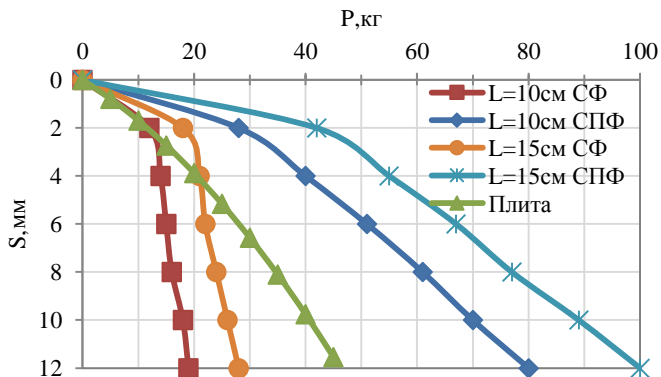


Рисунок 2. – Экспериментально полученные зависимости величины осадки от нагрузки для свайного, свайно-плитного фундаментов с количеством свай 4шт и одиночной плиты

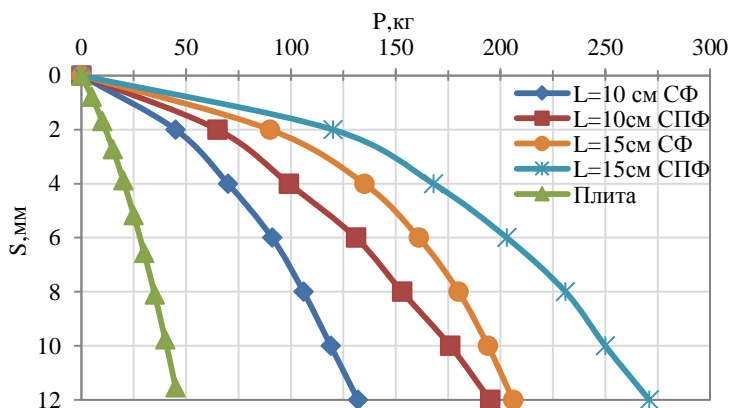


Рисунок 3. – Экспериментально полученные зависимости величины осадки от нагрузки для свайного, свайно-плитного фундаментов с количеством свай 9шт и одиночной плиты

Коэффициент взаимодействия плиты и свай α определяется отношением нагрузки, воспринимаемой свайно-плитным фундаментом $F_{\text{СПФ}}$ к суммарной нагрузке плиты $F_{\text{П}}$ и свай $F_{\text{СФ}}$ при одинаковом значении осадки:

$$\alpha = \frac{F_{\text{СПФ}}}{F_{\text{СФ}} + F_{\text{П}}}$$

Таблица 1. – Значения коэффициентов α в зависимости от количества N и длины элементов L

| Осадка, мм | Нагрузка на плиту, кг | Нагрузка на свайно-плитный фундамент, кг | | | | Нагрузка на свайный фундамент, кг | | | | α | | | |
|------------|-----------------------|--|---------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | | N=4 | | N=9 | | N=4 | | N=9 | | N=4 | | N=9 | |
| | | L=10 см | L=15 см | L=10 см | L=15 см | L=10 см | L=15 см | L=10 см | L=15 см | L=10 см | L=15 см | L=10 см | L=15 см |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 16 | 28 | 44 | 65 | 120 | 12 | 18 | 45 | 90 | 1.00 | 1.29 | 1.07 | 1.13 |
| 4 | 20 | 40 | 55 | 99 | 168 | 14 | 21 | 70 | 135 | 1.18 | 1.34 | 1.10 | 1.08 |
| 6 | 28 | 51 | 67 | 131 | 203 | 15 | 22 | 91 | 161 | 1.19 | 1.34 | 1.10 | 1.07 |
| 8 | 35 | 61 | 77 | 153 | 231 | 16 | 24 | 106 | 180 | 1.20 | 1.31 | 1.09 | 1.07 |
| 10 | 41 | 70 | 89 | 176 | 250 | 18 | 26 | 119 | 194 | 1.19 | 1.33 | 1.10 | 1.06 |
| 12 | 47 | 80 | 100 | 195 | 271 | 19 | 28 | 132 | 206 | 1.21 | 1.33 | 1.09 | 1.07 |

В табл. 1 приведены значения коэффициентов α исследуемых фундаментов на разных этапах нагружения. Результаты исследований показывают, что несущая способность свайно-плитного фундамента больше, чем сумма несущих способностей, входящих в него элементов: ростверка и группы свай. Коэффициент взаимодействия α практически не зависит от осадки фундамента и возрастает с увеличением шага и длины свай. Так при шаге свай $a=3d$ (d — диаметр свай) $\alpha \approx 1,08$ независимо от длины. С увеличением шага до $a=6d$ при $L=10\text{см}$ $\alpha \approx 1,19$, а при $L=15\text{см}$ $\alpha \approx 1,33$.

Заключение

По результатам лабораторных исследований были определены коэффициенты взаимодействия свай и плиты, значения которых варьируются от 1,08 до 1,33 в зависимости от длины и шага свай. С увеличением длины и шага свай коэффициенты α возрастают. Несущая способность свайно-плитного фундамента не может быть определена путем сложения несущей способности свайного фундамента и плиты. В результате опрессовки межсвайного грунта фундаментной плитой несущая способность свай возрастает за счет увеличения сил трения вдоль их боковых поверхностей. Таким образом, совместная работа свай и фундаментной плиты в составе СПФ гораздо эффективнее чем отдельно плиты и группы свай.

Литература

1. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276-2012. – Взамен ГОСТ 20276-99 ; введ. 11.11.2014. – Минск : Госстандарт, 2015. – 48 с.
2. Катценбах, Р. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики / Р. Катценбах, А. Шмитт, Х. Рамм // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – №9 – 2005 – С.80-99.
3. Бартоломей, А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. – М. : Стройиздат, 1994 – 378 с.