

ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОРОТКИХ ПАЛЬ У СТОВПЧАСТИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТАХ ШЛЯХОМ ФІЗИЧНОГО МАЛОМАСШТАБНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для підтвердження раніше виконаного попереднього дослідження ефективності використання коротких палей у складі стовпчастого пального фундаменту заплановане проведення фізичного експерименту на маломасштабних моделях. Обґрунтований масштаб моделювання. Виконаний опис необхідного устаткування, розмірів і матеріалу необхідних моделей палей і ростверків. Складений план проведення експериментальних досліджень з варіюванням базових параметрів палейових куців: кількість палей в групі, крок палей, розміри ростверка, довжина палей.

Ключові слова: новий паливий фундамент, короткі палі, довгі палі, ростверк, планування експерименту.

Abstract

A physical experiment on small-scale models is planned to confirm the previously performed preliminary research on the effectiveness of using short piles as part of a columnar pile foundation. Reasonable scale of modeling was determined. The description of the necessary equipment, dimensions and material of the necessary models of piles and grids has been completed. A plan for conducting experimental studies with variation of the basic parameters of pile bushes: the number of piles in a group, the pitch of the piles, the dimensions of the grid, the length of the piles has been drawn up.

Keywords: new pile foundation, short piles, long piles, grid, experiment planning.

Вступ

До теперішнього часу чинними нормами [1] для палиових фундаментів з низькими ростверками не передбачене врахування роботи ростверка, який при роботі реальних фундаментів сприймає частину навантаження за рахунок опору ґрунту під подошвою.

При кафедрі БМГА ВНТУ тривалий час проводяться дослідження перерозподілу зусиль між елементами палиових фундаментів в залежності від різних факторів [2 – 4], але актуальність даної тематики не вичерпана. Проблемним питанням є особливості роботи коротких палей у складі палиових груп.

Попередньо було проаналізоване питання, чи може бути економічно доцільним використання коротких палей у порівнянні з довгими і за яких умов використання коротких палей може дати економічний ефект [5]. При проектуванні за нормами [1] короткі палі частіше за все замінюються меншою кількістю довгих палей. В роботі [5] на підставі результатів математичного моделювання показано, що за рахунок кращої реалізації роботи елементів палиового фундаменту для палей малої довжини з великим кроком можна досягти однакової несучої здатності з фундаментом з палей великої довжини при традиційному мінімальному кроці 3d.

Не дивлячись на значне зростання об'єму бетону ростверку і кількості арматури при збільшенні кроку палей економія коштів на вартості палей може забезпечити економічний ефект від використання куців з коротких палей з широкими ростверками до 35%.

Для підтвердження раніше виконаного попереднього дослідження ефективності використання коротких палей у складі стовпчастого палиового фундаменту заплановане проведення фізичного експерименту на маломасштабних моделях.

Виготовлення обладнання та необхідне устаткування

Випробування палиового фундаменту планується проводити у лабораторному лотку розміром 1800×1200×1000 мм, обладнаний упорною системою (рис. 1).

В якості ґрунту буде використовуватись пісок середньої крупності із заданою щільністю та вологістю.

Основа створюється шляхом пошарового засипання у лоток піску заданої вологості з ущільненням кожного шару до заданої щільності. Щільність контролюється методом ріжучого кільця у трьох точках кожного шару товщиною 15 см.



Рис. 1 – Лоток з ґрунтовою основою під фундамент з трамбівкою для ущільнення ґрунту

Навантаження на модель фундаменту планується передавати за допомогою домкрату, а для виміру зусилля, що передається, буде використовуватись динамометр. Домкрат і динамометр розраховані на передачу навантаження до 5 - 10 т.

Для замірювання переміщень моделі фундаменту буде використовуватись система прогиномірів, встановлена на незалежній упорній системі, закріпленій на стінки лотка (рис. 2).



Рис. 2 – Кріплення прогиноміру до балки реперної системи, закріпленої на стінках лотка

На рис. 3 показана в зборі система для передавання навантаження на моделі фундаменту.



Рис. 3 – Система для передавання навантаження на моделі фундаменту

Проведене раніше моделювання стовпчастих пальових фундаментів на маломасштабних моделях при кафедрі БМГА ВНТУ [2, 4] передбачало використання масштабу моделювання 1:15. Використовувались дерев'яні моделі паль перерізом 20х20 мм і максимальною довжиною 400 мм, що відповідало натурним палям перерізом 300х300 мм з максимальною довжиною 6 м. Оскільки палі довжиною 6 м не можуть вважатись довгими, то для проведення досліджень необхідне виготовлення моделей паль довжиною в перерахуванні на натуру принаймні 9 м.

Виходячи з обмежених можливостей упорної системи (максимальне навантаження 5 т) було прийняте рішення щодо зменшення масштабу моделювання, який планується прийняти 1:20.

Для випробувань заготовлені моделі дерев'яних паль перерізом 15х15 мм з довжинами 150, 230, 300 та 450 мм (відповідають натурним палям перерізом 300х300 мм з довжинами 3, 4,5, 6 та 9 м).

З метою варіювання кроком паль було виготовлено моделі ростверків, що дозволяють приймати крок паль $3d$, $5d$ та $7d$, де d – розмір поперечника палі. Моделі ростверків виготовлені з металу товщиною 300 мм з передбаченими отворами для пропуску голів паль діаметром 25 мм. Передбачено 5 моделей ростверків з умови розміщення 4, 9 або 16 паль. На рис. 4 наведені геометричні розміри моделей ростверків.

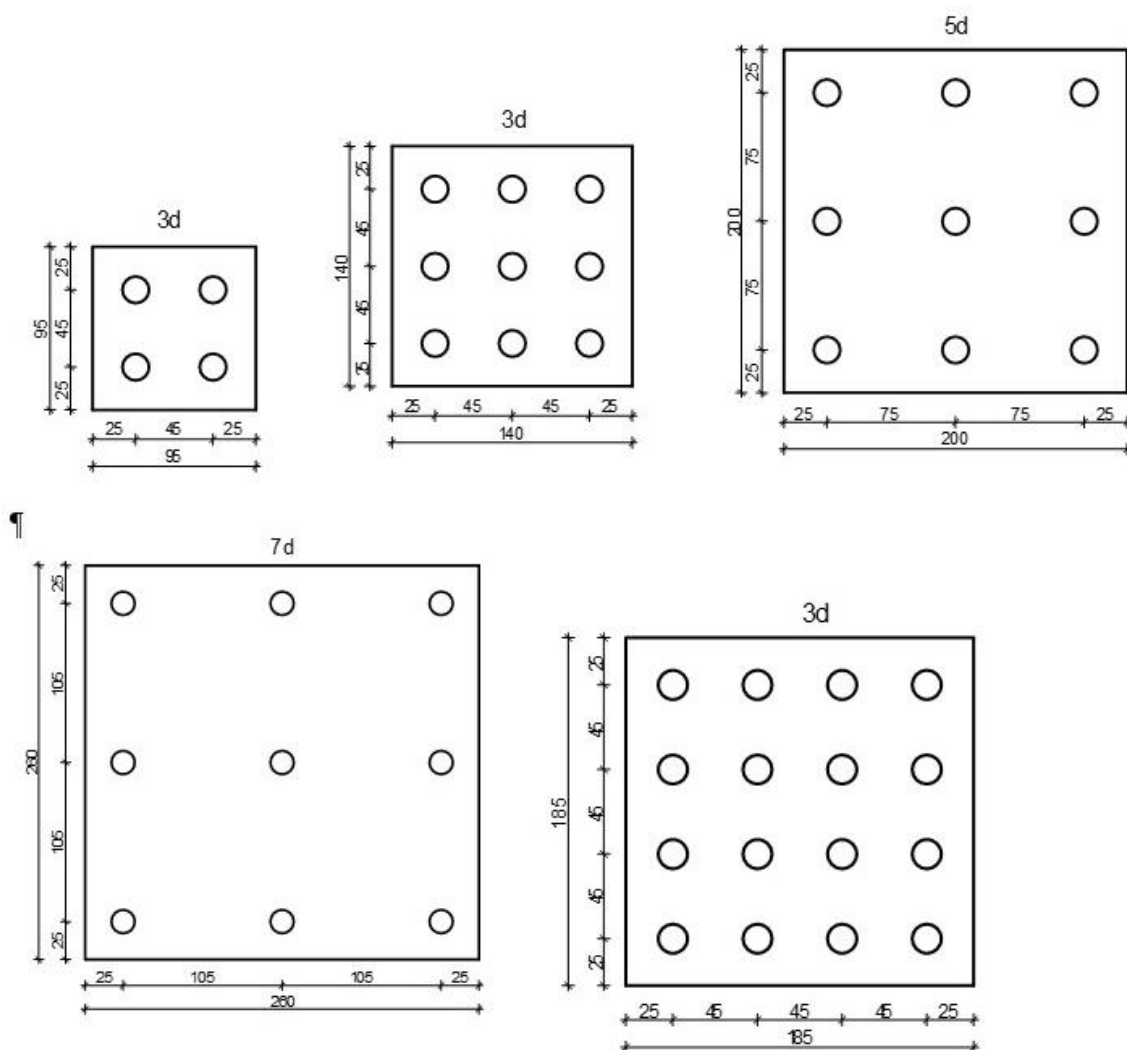


Рис. 4 – Моделі ростверків

При проведенні досліджень передбачається визначення зусиль у палях куца за допомогою тензометричних датчиків, закріплених на наголовниках паль. Планується використовувати датчики промислового виготовлення, передбачені для виміру поздовжніх зусиль до 2 кН.

План експериментів фізичного моделювання

При плануванні модельного експерименту в якості незалежних змінних обрані основні геометричні параметри пальового куща:

- приведена довжина палі, l/d ;
- крок паль в кущі.

Межі варіювання параметрів прийняті з врахуванням практики використання пальових фундаментів. Приведена довжина паль обмежена внаслідок обмежених можливостей упорної системи лотка. Кількість різних значень для кожного параметра прийнята не менше трьох з метою можливості відслідковування залежностей. У таблиці 1 наведена програма модельного експериментального дослідження.

Таблиця 1 - Програма модельного експериментального дослідження стовпчастих пальових фундаментів

Розміри ростверку, мм	Крок паль	Кількість паль	Довжина паль, мм	Приведена довжина паль
95x95	3d	4	150	10
			230	15
			300	20
			450	30
140x140	3d	9	150	10
			230	15
			300	20
			450	30
200x200	5d	9	150	10
			230	15
			300	20
			450	30
260x260	7d	9	150	10
			230	15
			300	20
			450	30
185x185	3d	16	150	10
			230	15
			300	20
			450	30

Передача статичного навантаження на фундамент буде здійснюватись ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення.

Для аналізу відмінності поведінки паль і ростверку у складі кущового фундаменту і поведінки одиночної палі та плити ростверку заплановане проведення випробувань одиночних паль різної довжини та плит ростверків без паль.

Висновки

1. Проведення досліджень дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при улаштуванні пальових фундаментів.
2. Аналіз напружено-деформованого стану пальових фундаментів з коротких паль буде сприяти уточненню методики їх розрахунку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).
2. Маєвська І. В., Блащук Н. В. Робота паль і ростверку у складі стовпчастих пальових фундаментів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2023. 182 с.
3. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Кременська Ю. О. Особливості роботи пальових кушів з коротких паль за даними числового моделювання. Основи та фундаменти: науково-технічний збірник. Вип.43. Київ : КНУБА, 2021. С.30-39.
4. Маєвська І. В. Попович М.М., Кременська Ю. О. Різниця в роботі коротких і довгих паль у складі стовпчастого пальового фундаменту за результатами фізичного моделювання. „Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві”, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. 2022. №2(33). С. 108-118.
5. Саміленко В. В., Шмундяк О.Ю., Маєвська І.В. Практична доцільність переходу від довгих до коротких паль у стовпчастих пальових фундаментах. Матеріали міжнародної н/т конференції «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ (2023)», Вінниця, 2023. [Електронний ресурс]. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/view/19121>.

Шмундяк Олександр Юрійович - аспірант, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: shmund@ukr.net.

Маєвська Ірина Вікторівна — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com.

Shmundyak Oleksandr YU — Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : shmund@ukr.net

Maievskaya Irina Victorivna – associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com