

УДК 624.131

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ, ЩО ПІДСИЛЮЮТЬСЯ ПАЛЯМИ

І. В. Маєвська, Н. В. Блащук

Викладено матеріали експериментальних модельних досліджень підсилення стрічкового фундаменту палями різної довжини і з різним кроком.

Изложены материалы экспериментальных модельных исследований усиления ленточного фундамента сваями разной длины и с разным шагом.

In the article materials of experimental model researches of strengthening of band foundation are laid out by the piles of a different length and with a different step.

Вступ

Підсилення фундаментів мілкового закладання існуючих будівель та споруд палями є актуальним питанням.

Згідно з нині діючими нормами [1], все навантаження передається на палі, а робота ростверка не враховується взагалі. В процесі підсилення, через неможливість безпосередньо близько до існуючих фундаментів розташувати палі, утворюється значної ширини ростверк, який сприймає значну частку навантаження. Дослідженнями різних авторів [2-5] встановлено, що частка навантаження, яку сприймає ростверк, досягає 37-50 %. Ця величина залежить від ряду факторів: довжини і кроку палі в поперечному і повздовжньому напрямках, характеристик ґрунту під подошвою ростверку і вістрями палі.

У даній роботі наведено результати модельних досліджень стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється палями.

Модельні дослідження

Модельні дослідження роботи фундаментів є найбільш доступними і, як показує досвід, дозволяють одержувати достатньо достовірну якісну картину поведінки фундаментів під навантаженням. Перевагою таких досліджень є можливість широкого варіювання факторами, що впливають на роботу фундаменту, а також можливість їх багаторазового повторення.

Було проведено дослідження роботи двох моделей (рис. 1) фундаментів мілкового закладання, що підсилюються палями. Для кожної моделі було проведено по 6 серій дослідів. Для моделі № 2 також було проведено серію випробувань для моделювання підсилення основи (палі підсилення не об'єднували з існуючим фундаментом мілкового закладання).

Дослідження проводились у лотку розмірами 1800×1200×1000 мм, як ґрунт використовувався пісок середньої крупності ($\gamma=1,73 \text{ т/м}^3$, $w=0,06$). Моделі палі виготовлені з деревини, перерізом 2×2 см і довжиною 20, 30 і 40 см. Моделі фундаменту мілкового закладання виготовлено з металу. Масштаб моделювання 1:15.

Для визначення зусиль в палях було виготовлено металеві наголовники, на які наклеювались тензометричні датчики.

Для моделі №1 було виконано 6 серій дослідів, які в залежності від кроку палі ділились на 2 групи: 1 – з кроком 3d і 2 – з кроком 6d, в кожній групі серії досліджень відрізнялись довжиною палі. Для моделі № 2 було виконано два дослідження по 6 серій дослідів, які в залежності від кроку палі ділились на 2 групи: 1 – з кроком 3d і 2 – з кроком 6d. В першому дослідженні палі об'єднували з існуючим фундаментом, в другому – ні.

Кожну модель завантажували в два етапи. Перший етап моделював роботу фундаменту мілкового закладання, потім, не розвантажуючи модель, забивали палі. Перший етап тривав до виникнення радіальних тріщин в основі (що було прийнято за критерій втрати несучої здатності ґрунту). Другий етап моделював роботу підсиленого палями фундаменту мілкового закладання. Таким чином було змодельовано процес підсилення.

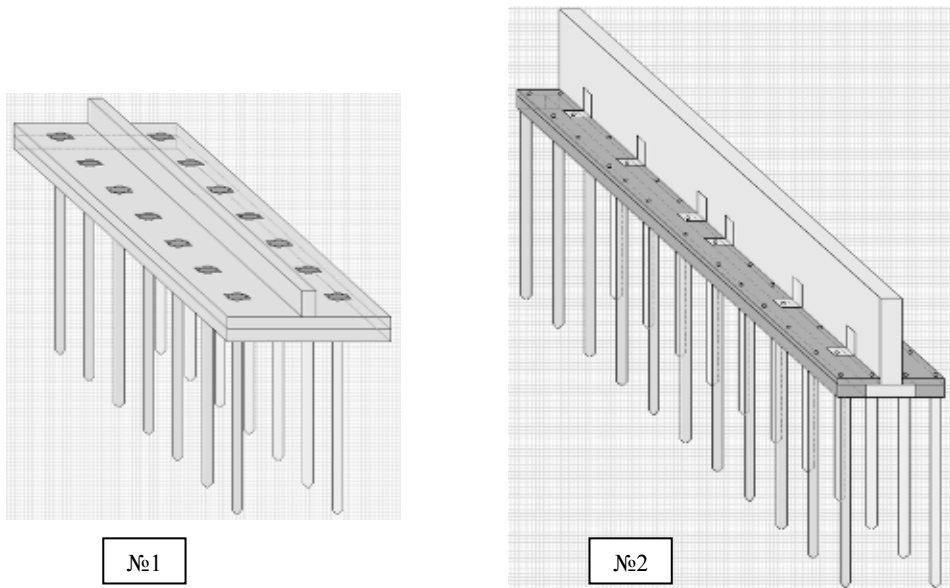


Рис. 1. Моделі фундаментів мілко́го закладання, що підсиленні палями

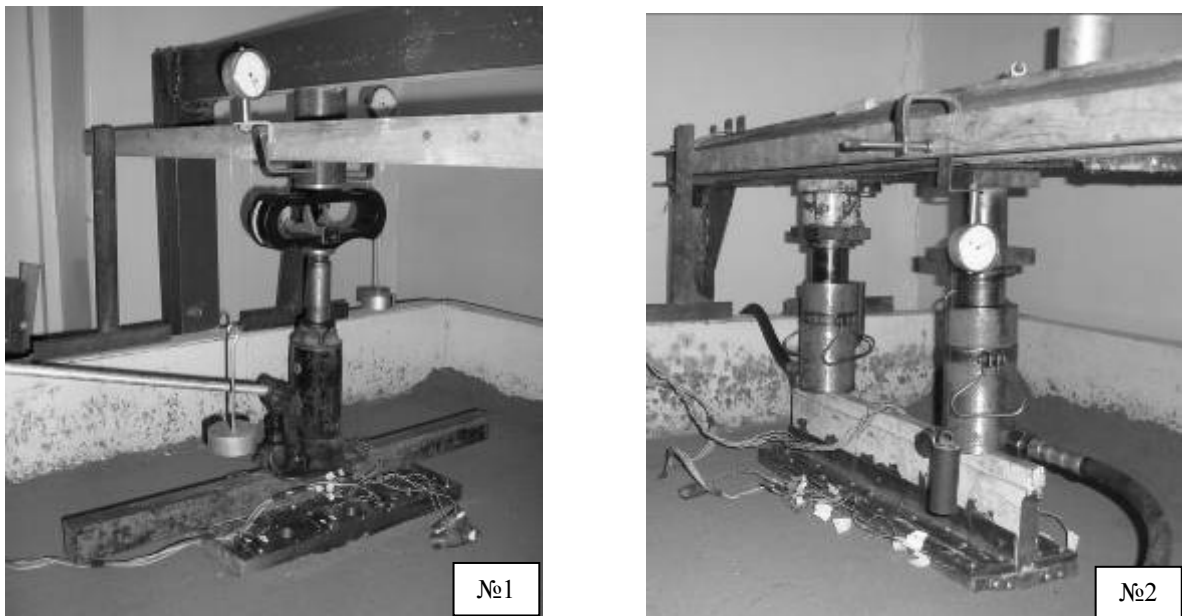


Рис. 2. Моделі фундаменту мілко́го закладання під навантаженням

Результати досліджень

В результаті проведених модельних досліджень було отримано несучу здатність фундаменту мілко́го закладання до підсилення (модель № 1 – 1500 кгс, модель № 2 – 1600 кгс) і його осідання; несучу здатність підсиленого фундаменту вцілому і його осідання, а також окремо несучу здатність паль і ростверку.

На рис. 3 зображено графіки залежності осідання-навантаження при кроці 3d і 6d для моделі № 1 при різних довжинах паль (20, 30 і 40 см).

На рис. 4 зображено графіки залежності несучої здатності від довжини паль при кроці 3d і 6d для моделі № 1. Несуча здатність підсиленого фундаменту при кроці 3d склала 3200, 3800 і 4400 кгс при довжині паль відповідно 20, 30 і 40 см; при кроці 6d – 3000, 3200 і 3800 кгс.

На рис. 5 зображено графік залежності несучої здатності ростверку від довжини паль при кроці 3d і 6d для моделі № 1. При кроці паль 3d несуча здатність ростверку склала 2400-2415 кгс, при кроці паль 6d – 2470-2490 кгс.

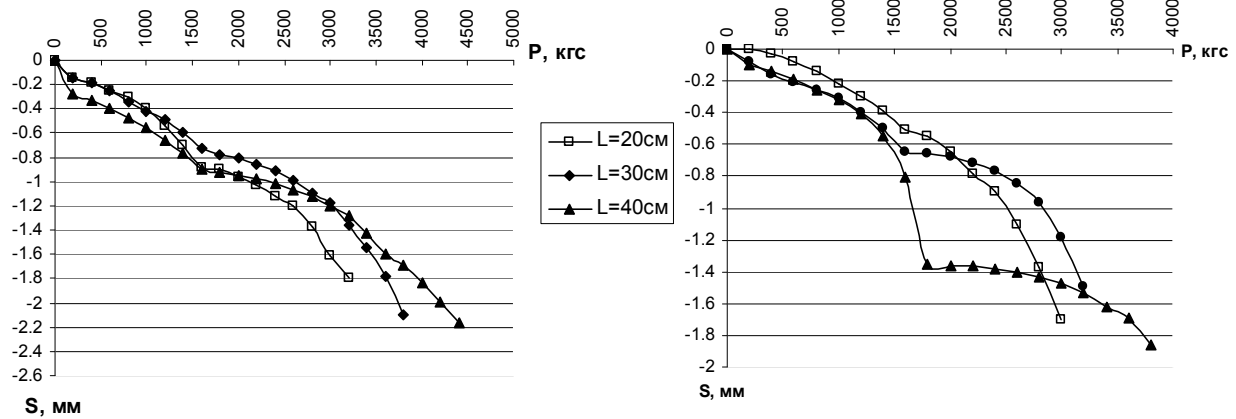


Рис. 3. Графіки залежності осідання-навантаження при кроці паль 3d (зліва) і 6d (справа)

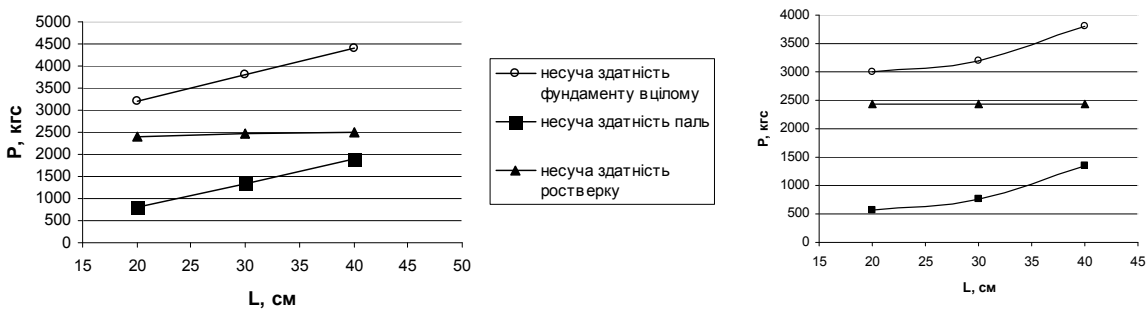


Рис. 4. Графік залежності несучої здатності фундаменту від довжини паль при кроці паль 3d (зліва) і 6d (справа)

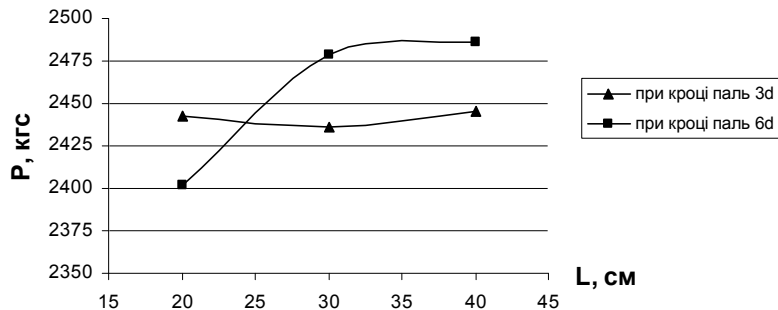


Рис. 5. Залежність несучої здатності ростверку від кроку і довжини паль

При проведенні перших 6 серій модельних досліджень було помічено, що несуча здатність фундаменту мілкого закладання при підсиленні палями зростає ще до об'єднання паль та існуючого фундаменту в ростверк. Для перевірки даного припущення було проведено серію дослідів для моделі № 2 – при підсиленні палями існуючий фундамент не з'єднували з ними ростверком. На рис. 6 показані графіки залежності осідання-навантаження для даних серій дослідів.

Несуча здатність існуючого фундаменту при кроці 3d зросла на 19-25 % (1900-2000 кгс), при кроці 6d – 10-12 % (1700-1800 кгс).

На рис. 7 показано руйнування основи, яке відбулось при випробуванні моделі № 2 без об'єднання існуючого фундаменту з палями підсилення. В даному випадку довжина паль складала 20 см, крок 3d. Довжина паль була замала, щоб запобігти утворенню такого випирання ґрунту основи.

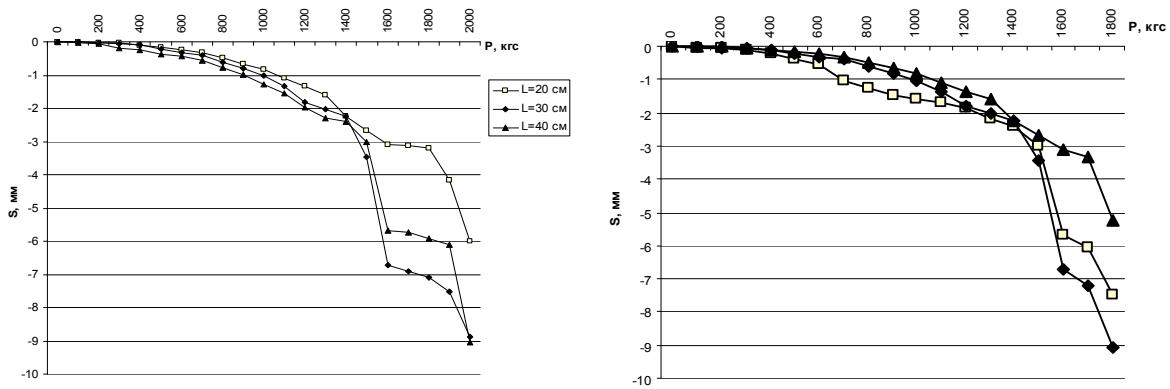


Рис. 6. Графіки залежності осідання-навантаження при кроці палей 3d (зліва) і 6d (справа)

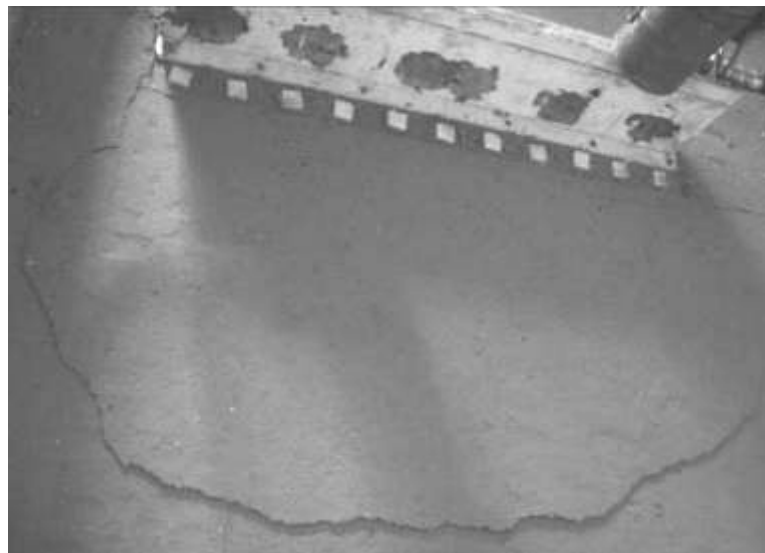


Рис. 7. Руйнування основи. Модельні дослідження підсилення фундаменту мілкового закладання палями (L=20 см, 3d)

На рис. 8 показано графіки залежності осідання-навантаження для моделі № 2 у випадку, коли палі об'єднуються з існуючим фундаментом у ростверк. Несуча здатність підсиленого фундаменту при кроці палей 3d склала 3600, 4400 і 5200 кгс при довжині палей 20, 30 і 40 см, відповідно, а при кроці палей 6d – 3000, 3600 і 4400 кгс.

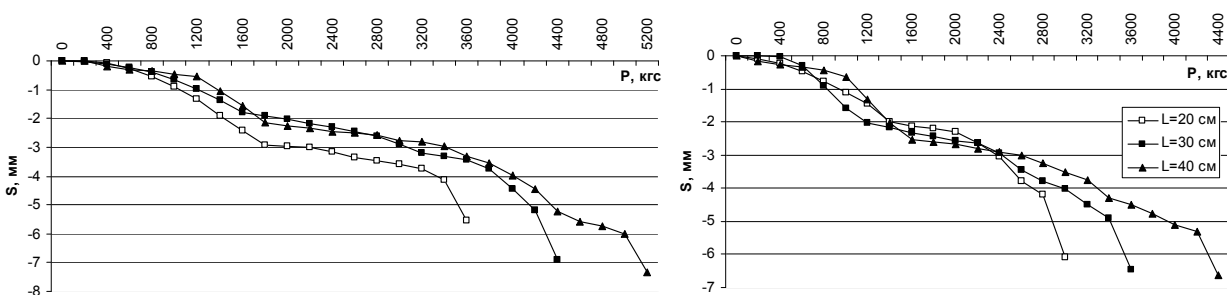


Рис. 8. Графіки залежності осідання-навантаження при кроці палей 3d (зліва) і 6d (справа)

На рис. 9 зображено графіки залежності несучої здатності від довжини паль при кроці 3d і 6d для моделі № 2. Несуча здатність ростверку коливається в межах 1900-2000 кгс.

На рис. 10 зображено графік залежності частки, яку складає несуча здатність ростверку у складі підсиленого фундаменту, від довжини паль для обох моделей. За графіком видно, що із зростанням кроку (від 3d до 6d) зменшується частка, яку складає несуча здатність ростверка.



Рис. 9. Графік залежності несучої здатності фундаменту від довжини паль при кроці паль 3d (зліва) і 6d (справа)

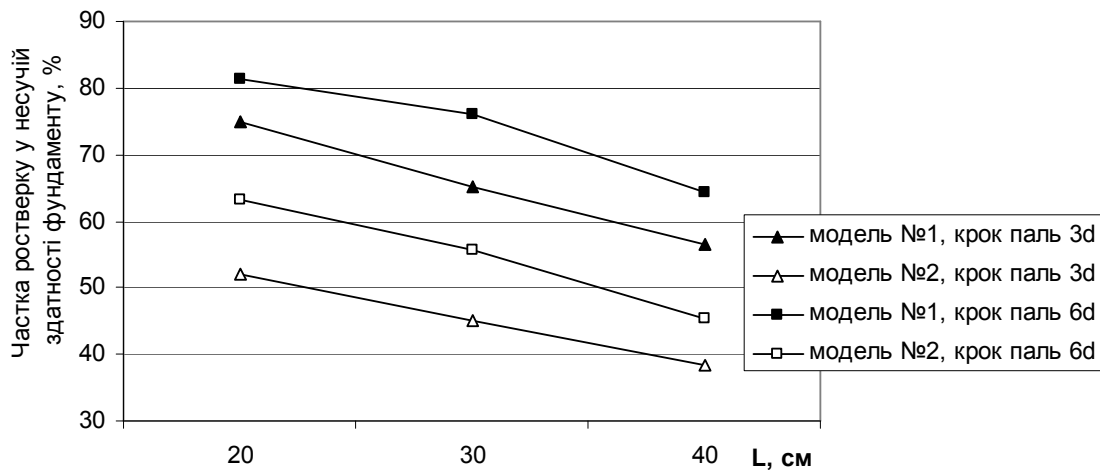


Рис. 10. Графік залежності частки, яку складає несуча здатність ростверка у складі підсиленого фундаменту, від довжини паль

Із збільшенням довжини паль частка, яку складає несуча здатність ростверку, зменшується (табл. 1). При збільшенні приведеної довжини паль (відношення довжини палі до розміру поперечного перерізу) від 10 до 20 частка, яку складає несуча здатність ростверку, зменшується від 75 до 38 %.

Таблиця 1

Частка ростверку у несучій здатності фундаменту

Крок паль		Довжина паль, см		
		20	30	40
Модель №1	3d	75,06	65,24	56,5
	6d	81,4	76,13	64,34
Модель №2	3d	52	45	38,5
	6d	63,3	55,6	45,45

Також зростання частки, яку складає несуча здатність ростверка, відбувається при збільшенні відстані між палями у поперечному напрямку для стрічкових фундаментів. Для моделі № 1 відстань між палями в поперечному напрямку складає 13 см, а для моделі № 2 – 9,4 см. З табл. 1 і рис. 10 видно, що частка ростверка у несучій здатності фундаменту для моделі № 1 має більше значення ніж для моделі № 2 при однакових кроках і довжині паль.

Висновки

- При підсиленні стрічкового фундаменту палями вони починають працювати до об'єднання з старим фундаментом. Наявність паль дозволяє збільшити несучу здатність старого фундаменту на величину 10-25 %.
- Частка, яку складає несуча здатність ростверка у складі підсиленого фундаменту, перевищує 38 % і залежить від довжини і кроку паль.
- Із збільшенням довжини паль частка, яку складає несуча здатність ростверка, зменшується.
- Із збільшенням приведеної довжини паль від 10 до 20 частка, яку складає несуча здатність ростверку, зменшується від 75 до 38 %.
- Із збільшенням кроку паль (від 3d до 6d) частка, яку складає несуча здатність ростверка, збільшується.
- Із збільшенням відстані паль в поперечному напрямку (для стрічкових фундаментів) частка, яку складає несуча здатність ростверка, також збільшується.
- Оскільки відсоток участі ростверка у розподіленні загального навантаження значний, то це означає, що врахування роботи старого фундаменту як ростверка при його підсиленні дасть змогу економити значну частину коштів. За попередніми розрахунками економічний ефект від такого впровадження складає не менше 25-33 %. Така цифра є досить суттєвою, адже підсилення фундаментів є одним з найдорожчих будівельних процесів.

Використана література

1. Свайные фундаменты: СНиП 2.02.03-85. – [Введен в действие с 1-01-1987]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
2. Микитенко М. И. Исследование работы свайных фундаментов с низкими ростверками / М. И. Микитенко, В. А. Сернов, Д. Л. Щербицкий, Н. С. Балаш // Будівельні конструкції. – 2004. – вип. 59. – С. 420-425.
3. Ковальський Р. К. Дослідження роботи ґрунту під низьким ростверком пальового фундаменту / Р. К. Ковальський // Світ геотехніки. – 2007. – №1. – С. 17-21.
4. Далматов Б. И. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов / Б. И. Далматов, Ф.К. Лапшин, Ю.В. Россихин – Стройиздат, Ленингр. отд-ние., 1975. – 240 с.
5. Бартоломей А. А. Расчет осадок ленточных фундаментов / А. А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б. С. Юшков. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.: 374 – ISBN 5-274-01174-8.

Маєвська Ірина Вікторівна – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Блащук Наталя Вікторівна – асистент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.