

ЗАВИСИМОСТЬ ОСАДОК МОДЕЛЕЙ СВАЙ ОТ СПОСОБА ИХ ПОГРУЖЕНИЯ

Карпюк И.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина, г. Одесса)

Приведені результати експериментальних досліджень осідань моделей вдавнених та забивних призматичних паль у піщаних ґрунтах.

В процессе нового строительства или реконструкции сооружений в непосредственной близости от существующих объектов народного хозяйства используется относительно безопасный метод погружения свай вдавливанием. Однако, широкое распространение этого метода сдерживается как техническими трудностями, так и недостаточной изученностью основных параметров работоспособности таких свай, в частности, их работы под нагрузкой.

Для частичного решения поставленной задачи были выполнены модельные исследования в лотке с использованием песчаных грунтов по методике, изложенной в работах [1,2], по полному трехфакторному, близкому по свойствам к Д-оптимальному, трехуровневому плану типа В₃.

Анализ условий моделирования плоской смешанной задачи механики грунтов [3] показал, что при использовании в модельных исследованиях несвязного грунта возможно прямое моделирование совместной работы свай с таким грунтом с учетом равенства масштабов напряжений (α_n) и длин (α_L) как в «упругой», так и в «пластической» областях среды, масштабов деформаций (α_ϵ) и длин (α_L) в линейно деформируемой области грунтовой среды.

Спустя 36...48 часов после погружения к опытным моделям свай прикладывали вертикальную вдавливающую статическую нагрузку 8...12-ю ступенями. На каждой ступени нагрузку выдерживали до условной стабилизации осадки. После обработки полученных данных, исключения незначимых и перерасчета оставшихся коэффициентов уравнений регрессии, с помощью эффективной программы СОМРЕХ получены адекватные математические модели, обладающие достаточной информационной полезностью и характеризующие осадки моделей свай:

$$(1) \quad \hat{Y}_{\text{вд}} = 3,05 + 0,52 X_1 + 1,21 X_2 - 0,64 X_3, \text{ мм}$$

$$(2) \quad \hat{Y}_{\text{зб}} = 2,54 + 0,82 X_1 + 1,48 X_2 - 0,91 X_3 + 0,43 X_1^2 + 0,36 X_2^2 + 0,47 X_3^2 + 0,81 X_1 X_2, \text{ мм}$$

Качественное влияние исследуемых факторов в обеих сериях подобное. Так, осадки вдавнених и забивных моделей свай возрастают по отношению к средним значениям 3,05 и 2,54мм, соответственно:

- с увеличением крупности песка от 0,2 до 0,8мм на 34 и 55%;
- с увеличением его плотности от 1,30 до 1,60т/м³ на 79 и 102%;
- с уменьшением влажности песка от 7,0 до 0,0% на 42 и 60%.

Однако, в отличие от вдавнених, на осадки забивных моделей свай исследуемые факторы влияют нелинейно. Наличие положительных знаков перед квадратичными эффектами означает, что при дальнейшем увеличении крупности и плотности песка за пределами варьирования осадки забивных моделей свай будут возрастать. Кроме того, существенно взаимодействуют между собой факторы X₁ и X₂. Так, при одновременном увеличении или уменьшении крупности и плотности песка осадки забивных свай возрастают.

На первый взгляд, отмеченное прямое влияние исследуемых факторов на выходной параметр может показаться парадоксальным. Однако, объяснением сего является то, что при увеличении крупности, плотности и уменьшении влажности песка возрастает не только несущая способность свай, а и сопровождающая ее осадка.

Геометрическая интерпретация влияния крупности, плотности и влажности песка на осадки вдавнених и забивных моделей свай представлена на рис.1. Осадки вдавнених и забивных моделей свай хотя и сопоставимы, но качественно и количественно существенно отличаются друг от друга.

Это обусловлено, прежде всего, отличиями в формировании зон активного уплотнения, особенностями напряженно-деформированного состояния околосвайного грунта и его совместной работы с различным способом погруженными сваями.

Ранее было установлено [4], что объем активной зоны песчаного грунта вокруг забивной модели сваи, в среднем, на 13% больше, чем вокруг вдавненной модели сваи, а соотношение несущих способностей вдавненной и забивной моделей свай (обобщенный коэффициент условий работы $\gamma_c = F_{d1}/F_{d2}$) колеблется в пределах 0,8...1,2 [5] и может быть охарактеризован зависимостью:

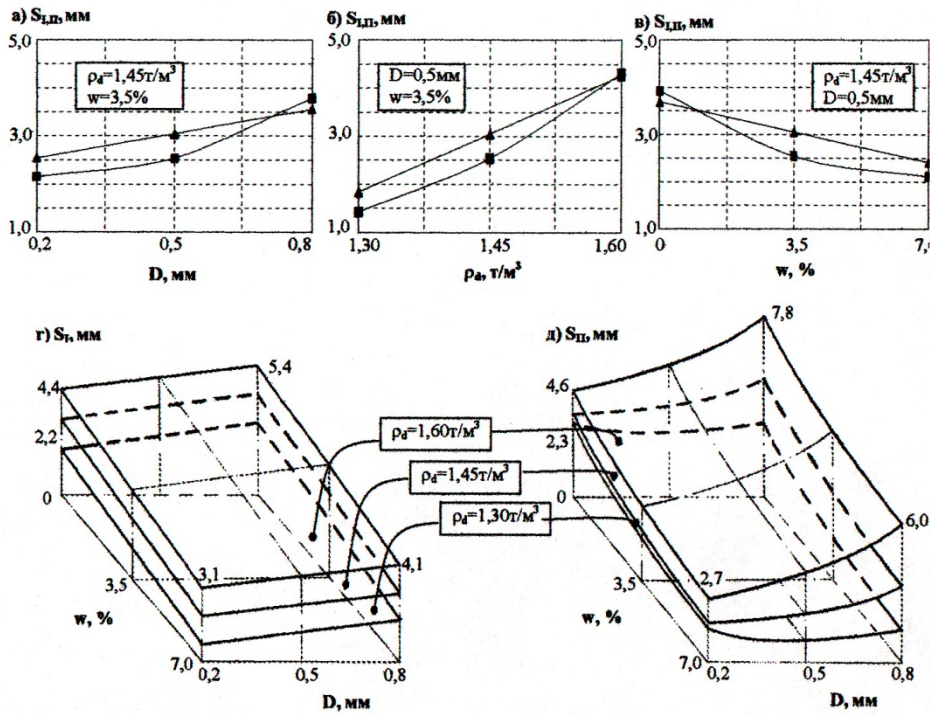


Рис. 1. Зависимость осадок вдавленных S_{II} (—▲—) и забивных S_{II} (—■—) моделей свай от крупности песка (а), его плотности (б), влажности (в) и совместного влияния исследуемых факторов (г, д).

$$Y_{\gamma_c} = 1.181 + X_3 - 0.089 X_1^2 - 0.099 X_2^2 - 0.079 X_3^2 - 0.189 X_1 X_2. \quad (3)$$

Для удобства анализа полученных результатов и дальнейшего их использования введем понятие коэффициента $K_s = S_{II}/S_I$, характеризующего влияние способа погружения свай на величину их осадки в идентичных грунтовых условиях. Математическая модель этого коэффициента имеет вид:

$$Y_{K_s} = 0,85 - 0,11 X_3 + 0,12 X_1^2 + 0,14 X_2^2 + 0,13 X_3^2 + 0,26 X_1 X_2 \quad (4)$$

Анализ моделей (3), (4) показывает, что все три исследуемые фактора нелинейно влияют на выходные параметры. Однако, напрямую наибольшее влияние на величины γ_c и K_s оказывает фактор X_3 . Так, с увеличением влажности песка от 0 до 7,0% коэффициент K_s уменьшается от 1,09 до минимума 0,85 (см. рис.2,а) при $w=3,5\%$ и затем, несколько увеличивается до 0,87 (в целом, уменьшается на 26%), а коэффициент γ_c увеличивается от 1,01 до 1,19 (на 17%).

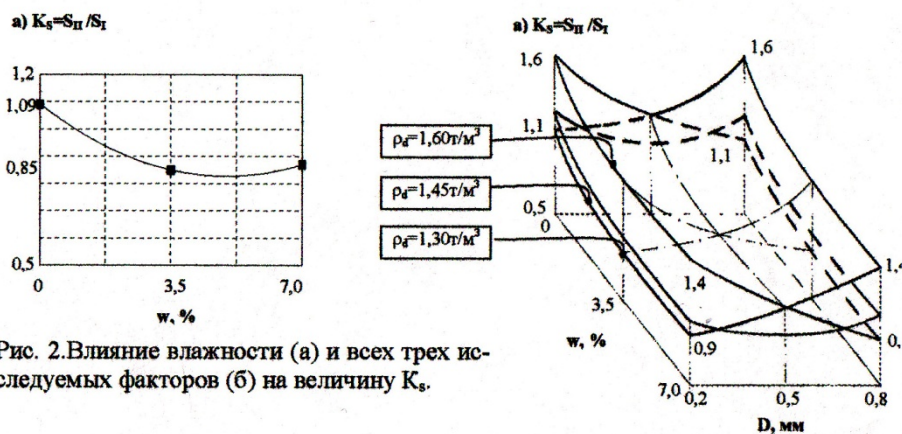


Рис. 2. Влияние влажности (а) и всех трех исследуемых факторов (б) на величину K_s .

Характерно, что при средних значениях крупности, плотности и влажности песка коэффициент K_s имеет минимальное значение 0,85, а γ_c - почти максимальное значение 1,181. Как и в модели (2) существенно взаимодействуют между собой факторы X_1 и X_2 : при одновременном увеличении или уменьшении крупности и плотности песка K_s увеличивается (см. рис 2,б) а γ_c - уменьшается.

Практическое значение коэффициента K_s заключается в том, что по известной величине осадки забивной сваи в идентичных условиях можно прогнозировать величину осадки вдавленной сваи $S_I = S_{II}/K_s$ и наоборот.

Вывод

Сопоставляя выражения (3) и (4) [5] можно прийти к выводу, что коэффициент K_s и обобщенный коэффициент условий работы γ_c имеют между собой связь, близкую к обратно пропорциональной:

$$K_s = 1/\gamma_c \quad (5)$$

Summary

The results experimental exploration settling lesser similar element press and hammer prismatic piles in sandy soil are announced.

Литература

1. Карпюк И.А. Новский А.В. Использование математической теории планирования эксперимента в исследовании несущей способности свай и их взаимодействия с окружающим грунтом. Сбо.рник трудов 4-ой Украинской научно-технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению. - Киев, 2000.-С.430-433.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. -2-е изд., испр. и доп.-М.: Финансы и статистика, 1981.-С.118.
3. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. -М.: Высш.шк., 1985, с106-109.
4. Карпюк И.А.,Новский А.В., Карпюк В.М., Колесников Л.И Деформации грунта вокруг коротких призматических свай в песчаных грунтах. Вестник Одесской гос. академии стр-ва и арх-ры. Выпуск №5, 2001, с.134-139.
5. Карпюк И.А. Некоторые результаты экспериментальных исследований работы моделей вдавленных и забивных призматических свай в песчаных грунтах. Вестник Одесской гос. академии стр-ва и арх-ры. Вып. № 3, 2001. – С. 44-49.