

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ КОНСОЛІДАЦІЇ СЛАБКИХ ГЛИНИСТИХ ВОДОНАСИЧЕНИХ ГРУНТІВ ПРИ УЛАШТУВАННІ ВЕРТИКАЛЬНИХ ДРЕНАЖНИХ ПРОРІЗІВ

Посуховський А.К., Мосічева І.І. (Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса)

Приведені результати модельних консолідаційних випробувань шару пасти з мула суглинного з недосконалими вертикальними дренажними прорізами, виконаних в умовах одномірної задачі ущільнення. Виконано зіставлення розрахункових графіків консолідації випробуваного шару ґрунту, одержаних по двох методах розрахунку (існуючому і запропонованому), з дослідним.

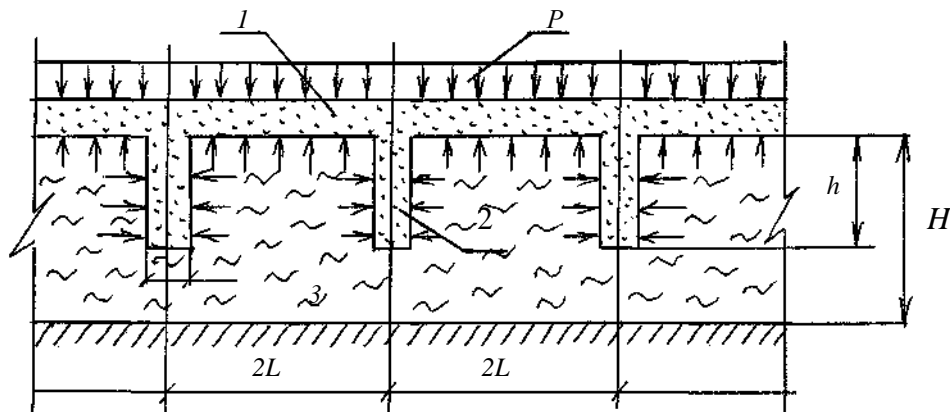
При проведенні передбудівельного ущільнення слабких основ великої площі способом горизонтального дренажу з метою різкого скорочення часу досягнення необхідних їх осідань набагато економічніше замість численних вертикальних піщаних дрен влаштувати вертикальні дренажні прорізи (ВДП), що є траншеями, заповненими дренажним матеріалом (в основному, піском).

В даний час для розрахунку консолідації однорідного шару H слабого глинистого водонасиченого ґрунту з ВДП в умовах одномірної задачі ущільнення застосовується наступна залежність для визначення середньої ступені консолідації цього шару [1]:

$$Q_x^H = 1 - \exp[-3C_x / (L - b)^2 \cdot t], \quad (1)$$

де C_x – коефіцієнт консолідації при горизонтальному напрямі фільтрації води, що віджимається з пір ґрунту під дією прикладеного рівномірно-розподіленого навантаження P у ВДП.

Оскільки дана залежність не включає довжину h ВДП, то її слід розглядати прийнятною для випадку пристрою досконалих ВДП, довжина яких h дорівнює товщині H ущільнюваного шару ґрунту. Враховуючи обмеженість (до 5,5 м) глибини h ВДП, влаштуваних існуючими механізмами [2], при більших товщах H ущільнюваних масивів слабких глинистих водонасичених ґрунтів виникає необхідність в улаштуванні недосконалих ВДП, довжина яких $h < H$ (мал. 1).



Мал. 1. Схема ущільнення основи з недосконалими вертикальними дренажними прорізами: 1 – дренуючий шар з піску; 2 – вертикальні дренажні прорізи (ВДП); 3 – слабкий глинистий ґрунт (мул).

У роботі [3] викладено інженерний метод розрахунку консолідації даних ґрунтів при улаштуванні недосконалих ВДП, що враховує деформації (осідання) основи, обумовлені віджиманням порової води, як в горизонтальному C_x , так і в вертикальному C_z напрямках (мал. 1).

Назвою «інженерний» даний метод зобов'язаний своїм допущенням, полягаючим в тому, що у будь-який момент часу t консолідації ґрунту виконується умова

$$Q_{x(t)}^H = Q_{z(t)}^H, \quad (2)$$

де $Q_{x(t)}^H$ і $Q_{x(t)}^H$ – відповідно, середні ступені консолідації шару H однорідного ґрунту в умовах одновірної задачі ущільнення при вертикальному (у верхній дренажувачій шар) і горизонтальному (у ВДП) напрямках фільтрації порової води, що віджимається.

Рішення двовірної (плоскої) даної задачі консолідації на підставі застосування теореми Н. Карілло [4] приймає вигляд [3]:

$$Q_{x(t)}^H = 1 - [1 - Q_{x(t)}^H] \cdot [1 - \alpha \cdot Q_{x(t)}^H], \quad (3)$$

де

$$Q_{x(t)}^H = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 C_x}{4H^2} t\right), \quad (4)$$

$$Q_{x(t)}^H = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 C_x}{4(L_{\text{opt}} - b)^2} t\right), \quad (5)$$

$$\alpha = (h/H)^2 \quad (6)$$

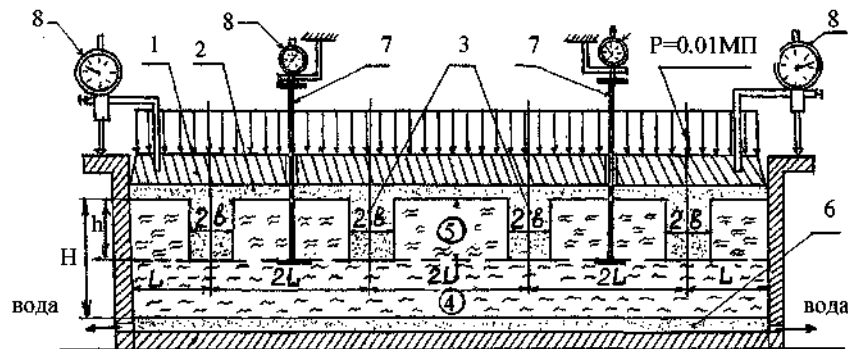
– безрозмірний коефіцієнт, що відображає геометрію ВДП;

$2L_{\text{opt}}$ – оптимальна відстань між осями ВДП, відповідна прийнятому допущенню (2) і визначується по наступній формулі [3]:

$$2L_{\text{opt}} = 2b + h(2 - h/H)\sqrt{C_x/C_z} \quad (7)$$

З метою експериментальної оцінки результатів, що одержуються по розглянутих двох методах розрахунку консолідації, в ґрунтовій лабораторії кафедри основ і фундаментів ОДАБА були виконані модельні (у масштабі 1 : 20) досліди по консолідації шару пасти з початковою вологістю $w_n = 2w_L$, виготовленою з мула суглинного, відібраного з проміжної зони дослідного гідровідвалу в лимані М. Аджалик (п. Южний).

Схема експериментальної установки для проведення вказаних дослідів приведена на мал. 2.



Мал. 2. Схема установки для проведення дослідів по ущільненню шару мулової пасти, товщиною $H = 8,0$ см з ВДП:

1 – штамп; 2 – верхній дренажувачій шар з піску; 3 – ВДП довжиною $h = 5,0$ см і шириною $2b = 3,0$ см; 4 – шар мулової пасти I-ї черги

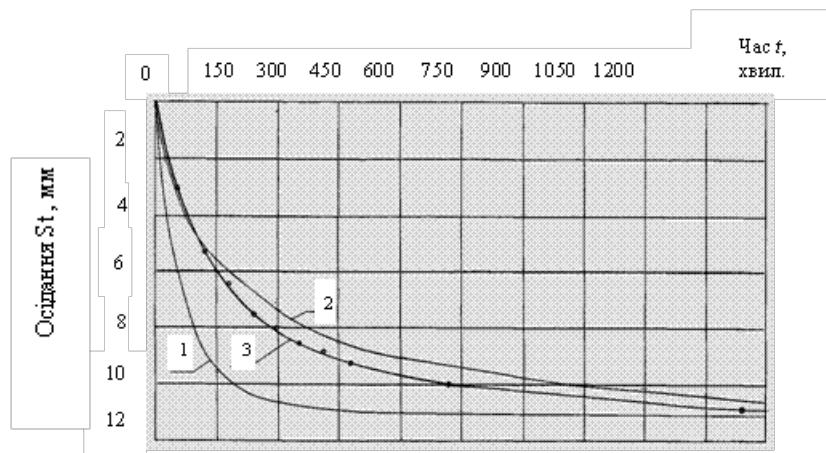
укладання товщиною $h_1 = 3,0$ см; 5 – шар мулової пасти II-ї черги укладання товщиною $h_2 = 5,0$ см; 6 – нижній дренажувачій шар з піску;

7 – глибинні марки; 8 – індикатори годинного типу ГЧ-20.

При прийнятих в досліді довжині h , ширині $2b$ ВДП і відношенні $C_x/C_z = 4,5$ оптимальна відстань $2L_{\text{opt}}$ між ними, визначена по формулі (7), дорівнює $20,0$ см. При даному значенні відстані між осями ВДП було виконано 4 досліді.

Результати дослідів приведені на мал. 3 у вигляді графіка залежності середніх по чотирьох досліді величин фільтраційних осідань \bar{S}_t^* шару мулової пасти, що консолідується, від часу t його ущільнення. Значення фільтраційних осідань S_t^* по кожному досліді визначалися в результаті побудови двох графіків

залежності $S_t = f(\sqrt{t})$ і $S_t = \varphi(\lg t)$, по яких встановлювалося відповідно початок і закінчення фільтраційного етапу консолідації [5].



Мал. 3. Графіки консолідації шару мулової пасти, товщиною $H = 8,0$ см при улаштуванні в ньому ВДП довжиною $h = 5,0$ см і шириною $2b = 3,0$ см з відстанню між ними $2L = 20$ см; 1 і 2 – розрахункові графіки по існуючому і запропонованому методах, відповідно; 3 – дослідний графік.

На вказаному малюнку для порівняння приведені також два графіки залежності $S_t^* = f(t)$, побудовані за наслідками розрахунку ущільнення даного шару ґрунту з ВДП, виконаного існуючим [1] і запропонованим [3] методами.

З порівняння вказаних розрахункових графіків з дослідним витікає, що максимальна розбіжність між ними по величинах осідань \bar{S}_t^* за однаковий час $t = 240$ мін складає відповідно +37% (крива 1) і -13% (крива 2).

Поясненням цього факту, очевидно, є в першому випадку прийняття у якості розрахункової схеми ущільнення ґрунту з улаштуванням досконалих ВДП при $C_v^* > C_v$, а в другому – неврахування величини осідання, що відбувається за рахунок віджимання порової води через торці недосконалих ВДП.

Висновок

Виконана експериментальна оцінка результатів розрахунку ущільнення слабого глинистого водонасиченого ґрунту з ВДП по двох розглянутих методах дозволяє рекомендувати для практичного використання метод, запропонований проф. Школа О.В. [3], оскільки величина погрішності при цьому не перевищує допустиму (15%) при виконанні інженерних розрахунків і йде в запас за часом досягнення необхідного осідання при проведенні передбудівельного ущільнення.

Література

1. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. – М.: Стройиздат, 1973. – 288 с.
2. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. – М.: Стройиздат, 1983. – 248 с.
3. Звіт про науково-дослідну роботу «Ресурсосберегающие технологии образования искусственных территорий из грунтов морского дноуглубления» (заключительный). № держреєстрації 0103U000510, ОДАБА – Одеса, 2005. – 100 с.
4. Терцаги К., Пек Р. Механика грунтов в инженерной практике. Госстройиздат, 1958.
5. Цитович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строит. вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 288 с.