УДК 624.1; 626

ЗАКОНОМІРНОСТІ УЩІЛЬНЕННЯ ВОДОНАСИЧЕНИХ МУЛИСТИХ ОСНОВ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ПІД ВПЛИВОМ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Колодка М.Г., *студ. гр. ГБ-449*
Науковий керівник – **Мосічева І.І.,** *к.т.н. (кафедра Основ і фундаментів, Одеська державна академія будівництва та архітектури)*

Анотація. У роботі розглядається один з ефективних методів проведення «нульового» циклу для покращення властивостей деформації та міцності при будівництві на слабких водонасичених мулах. Виконано комплекс експериментальних консолідаційних лабораторних випробувань мулів у водонасиченому стані з використанням спеціально сконструйованих нестандартних за розмірами компресійних приладів. Представлено експериментально-аналітичне обґрунтування припущень, прийнятих у запропонованих методах розрахунку передбудівельного ущільнення слабких водонасичених глинистих основ портових територій.

Згідно з проектними компонувальними рішеннями, причальні, берегозахисні та огороджувальні споруди зазвичай зводять на потужних товщах глинистих водонасичених відкладів, тобто на ґрунтах, що мають низьку міцність і високу деформативність під силовими навантаженнями від відкритих складів терміналів, наземного і технологічного транспорту, підйомно-транспортних механізмів.

Найбільш прийнятним способом прискорення процесу ущільнення таких ґрунтів залишається вертикальне дренування слабкої ґрунтової основи [1], яке супроводжується силовим впливом у часі тимчасових привантажуючих насипів, що створюються на сформованих площах для складування вантажів, у зонах транспортних терміналів або у зонах забудови спорудами їх інфраструктури. Означений метод дозволяє в десятки разів скоротити час ущільнення водонасиченої основи.

Метою даної роботи було виявити закономірності прояву та розвитку у часі осідань основ, складених водонасиченими мулистими ґрунтами.

Методика досліджень полягала у встановленні закономірностей ущільнення ґрунту у часі при фільтрації порової рідини:

– у радіальному напрямку (при влаштуванні в ґрунті вертикальних піщаних дрен);
– у вертикальному і радіальному напрямках одночасно.

Нами були проаналізовані дані існуючих лабораторних досліджень мулистих ґрунтів ЧорноморНДІпроекту і Одеського морського порту, які мали метою визначення властивостей ґрунтового масиву одного і того ж майданчика будівництва, в один і той самий час, за діючими єдиними стандартами [2].

Виявлено, що найбільш суттєві відмінності у властивостях мулистих ґрунтів фіксуються для показників текучості, коефіцієнтів пористості і модулів деформації досліджених ґрунтів основи. Це свідчить про стохастичну природу відкладень [3].

Крім того, з досліджень випливає, що відкладення різко неоднорідні за глибиною.

Дані вишукувань дозволили зробити висновки про те, що:

1) вологість на межі текучості мулів може змінюватися у діапазоні: супіщаних – 0,22…0,34; суглинкових – 0,28…0,48; глинистих – 0,51…0,89;

2) вологість на межі розкочування мулу – у діапазоні: супіщаного – дані відсутні; суглинкового – 0,27…0,34; глинистого – 0,25…0,49;

3) число пластичності мулу: супіщаного – 0,03…0,07; суглинкового – 0,07…0,017; глинистого > 0,17;

4) середня питома вага часток мулу, кН/м^3: супіщаного – 26,5…27,3; суглинкового – 26,4…27,4; глинистого – 25,7…27,7.

5) модуль загальної інформації Е мулу, МПа: супіщаного – 1,4…4,2; суглинкового – 1,6; глинистого – 0,41.

Для проведення експериментів була використана стандартна установка для проведення компресійних випробувань, але з використанням нестандартного за розмірами компресійного приладу [4].

Вертикальні переміщення вимірювалися прогиномірами з ціною ділення 0,01 мм.

Серії випробувань проводилися на нестандартних компресійних приладах, що відрізняються від звичайних розмірами зразків (діаметр D_0 = 140 мм та висота H_0 = 50 мм) та деякими конструктивними особливостями, для того, щоб повністю виключалися перекіс штампу та видавлювання слабкого ґрунту (мулової пасти у текучому стані) під час проведення дослідів (рис. 1).

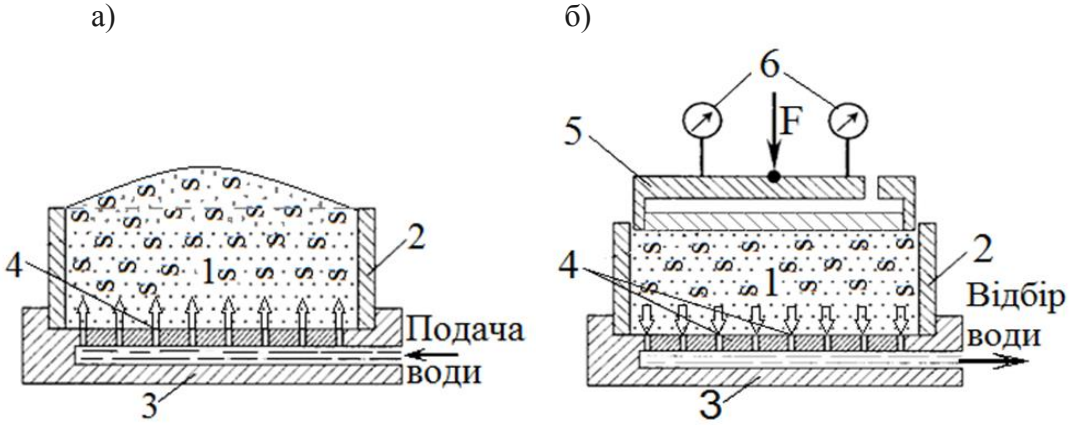

Рис. 1. Приготування (а) та випробування (б) зразка мулистої пасти:
1 – зразок ґрунту; 2 – металеве кільце; 3 – днище; 4 – тонкі отвори; 5 – штамп;
6 – індикатори годинникового типу

Для проведення дослідів всіх серій при виготовленні пасти у якості вихідного ґрунту використовувався мул суглинковий, відібраний з проміжної зони дослідного гідровідвалу у Малому Аджаликському лимані. Приготування всіх ґрунтових зразків для проведення випробувань проводилося по, так званій, «сухій» методиці [5].

Водонасичення досягалося шляхом подачі кип'яченої води кімнатної температури в порожнину між основою і пористим днищем приладу з піщаним фільтром товщиною 0,5 см.

Час водонасичення дорівнював трьом добам. За цей час досягалася ступінь вологості, близька до одиниці.

З огляду на специфічні особливості дослідного ґрунту, його консолідаційні випробування виконувалися за нестандартною методикою, що полягає в поступовому нарощуванні розрахункового ущільнюючого питомого навантаження Р, прийнятого у всіх дослідах рівним 0,10 МПа. Це навантаження створювалося шістьма ступенями, які дорівнювали 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,09 і 0,10 МПа, і прикладалося з інтервалом у 2 хвилини. Таким чином, повна величина розрахункового ущільнюючого навантаження на зразки створювалася протягом 10 хвилин.

Випробування проводились у режимі, що відповідає вимогам державних стандартів [5, 6]. В ході експерименту фіксувалися вертикальні переміщення верхнього штампу і час.

У кожній з трьох серій експериментів було випробувано по три зразка [7]. Для відпрацювання параметрів процесу експерименту перед кожною з серій випробувалося від одного до трьох зразків.

На цьому етапі визначалися загальний час випробувань і інтервал часу, після закінчення якого знімалися відліки.

При проведенні першої серії випробувань переслідувалася мета напрацювати експериментальний матеріал, необхідний для визначення коефіцієнта консолідації ґрунту в радіальному напрямку.

Експериментальні залежності «осідання – навантаження» представлені на рис. 2.

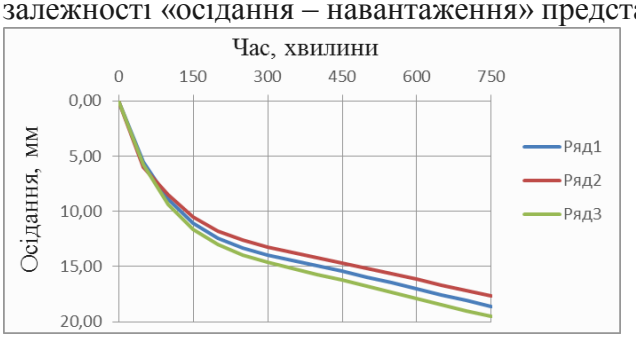

Рис. 2. Результати випробувань ґрунту при фільтрації порової рідини в радіальному напрямку. Криві повзучості: 1 – зразка 1; 2 – зразка 2; 3 – зразка 3

Метою другої серії випробувань було напрацювання експериментального матеріалу для визначення коефіцієнта консолідації ґрунту в вертикальному напрямку. Результати випробувань зразків в умовах односторонньої вертикальної фільтрації показані на рис. 3.

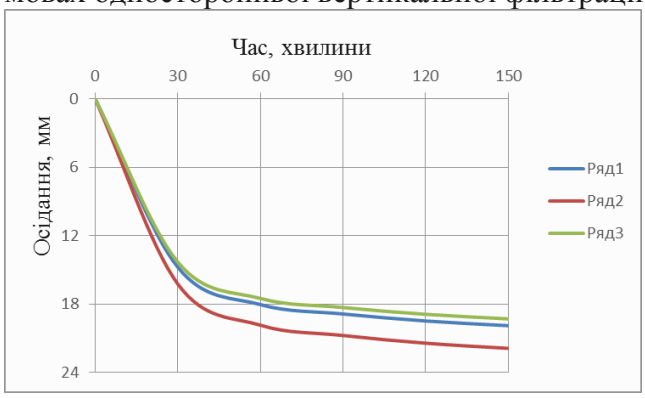

Рис. 3. Результати випробувань ґрунту при фільтрації порової рідини у вертикальному напрямку. 1 – крива повзучості зразка 1; 2 – зразка 2; 3 – зразка 3

Результатом третьої серії випробувань мало стати напрацювання експериментального матеріалу для перевірки методики розрахунку розвитку в часі осідань основи з вертикальними дренами. Результати третьої серії представлені на рис. 4.

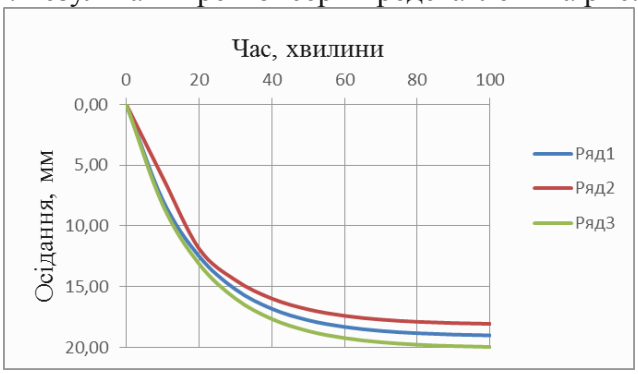

Рис. 4. Результати випробувань ґрунту при фільтрації порової рідини в радіальному і вертикальному напрямках: 1 – крива повзучості зразка 1;
2 – те ж, зразка 2; 3 – те ж, зразка 3

Висновки та результати. Виявилося, що при ідентичності фізичних характеристик ущільненої пасти з мулистого ґрунту значенням, представленим у звітах з раніше виконаних досліджень, швидкість розвитку в часі осідань при консолідації ґрунту в радіальному напрямку значно менше, ніж швидкість осідань при консолідації ґрунту в вертикальному напрямку, а швидкість розвитку в часі осідань при консолідації ґрунту в радіальному і вертикальному напрямках одночасно значно вище, ніж швидкість осідань при консолідації ґрунту тільки у вертикальному напрямку чи при консолідації ґрунту тільки у радіальному напрямку.

Аналіз досліджень дозволив нам зробити такі висновки:

- осідання ґрунтових зразків і основ можна умовно розділити на миттєві, запізнілі в часі повністю зворотні і запізнілі в часі повністю незворотні.
- випробуваний ґрунт виявляє властивості фільтраційної анізотропії.
- при розвантаженні попередньо обтиснутих вертикальним тиском ґрунтових зразків частка незворотних деформацій може перевищувати 90%.
- в натурних умовах осідання систем «водонасичена основа – вертикальні дрени – привантаження з боку денної поверхні» може досягати 1 м.

Сучасні методи розрахунку осідань систем «вертикальні дрени – привантаження на денній поверхні водонасиченої основи» не дозволяють враховувати такі властивості складаючих основу ґрунтів: анізотропію фільтраційних і деформаційних властивостей; повзучість ґрунтового скелету; незворотність деформацій при завантаженні – розвантаженні основи.

Література:

1. Мосічева І. І. Деякі методи інженерної підготовки та прогноз осідань слабких глинистих водонасичених основ / Мосічева І. І. // Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування. Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Київ: НДІБК, 2016. – Вип. 83. – Кн 2. – С. 190-197.
2. Основные направления исследований в 1981-85 гг. по разработке нормативных документов по расчетам надежности портовых сооружений / Научный руководитель А. В. Школа // Отчет о научно-исследовательской работе. Шифр Б901646. – Одесса, ОИИМФ, 1980. – 58 с.
3. Отчет о научно-исследовательской работе. Диагностика технического состояния причалов 11, 14, 15 Николаевского порта и разработка рекомендаций по их эксплуатации / Научный руководитель А.В. Школа // Отчёт НИР. Шифр Б4929631– Одесса, ОИИМФ, 1982. – 87с.
4. Посуховский А. К. Экспериментальные исследования консолидации образцов илистого грунта в различных условиях дренирования / А. К. Посуховский, И. И. Мосичева; под рук. проф. А. В. Школа // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2004. – Вип.13. – С. 142-148.
5. ДСТУ Б В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості. – [Чинний від 1997-04-01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 1997. – 101 с. – (Національний стандарт України).
6. ДСТУ Б.В.2.1-7-2000 (ГОСТ 20276-99). Ґрунти. Методи польового визначення характеристик міцності та деформативності. [Чинний від 2000-09-10]. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2000. – 48 с. – (Національний стандарт України).
7. Посуховский А. К. Некоторые частные случаи уплотнения слабых глинистых водонасыщенных оснований портовых территорий / А. К. Посуховский, И. И. Мосичева // Збірник наукових праць «Будівельні конструкції». – Київ, 2011. – Вип. 75, кн. 2 – С. 462-468.