

УДК 624.044

Шайдецька Л.В., ст.в. каф. ГБГТ, Добровольська А.О., студ., Мацюк Н.С., студ., каф. ГБГТ, НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПРАКТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ КІНЦЕВИХ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВ ФУНДАМЕНТІВ

Визначення деформацій ґрунтів під дією зовнішніх сил має велике значення для практики проектування фундаментів споруд, так як, деформація основи є одним із факторів, що впливає на довговічність споруд. Розрахунки фундаментів як систем «основа – фундамент» та «основа – фундамент – споруда» за деформаціями основ виконують з використанням лінійної або нелінійної залежності «напруження (тиск) – деформація (осідання)» з урахуванням величини навантаження і властивостей ґрунтів основи.

Для визначення кінцевих деформацій (осідання) ґрунтів основи використаємо класичні методи підрахунку: метод пошарового додавання осідань окремих шарів в межах стисненої товщі основи та метод еквівалентного шару ґрунту. Осідання за методом пошарового додавання осідань окремих шарів, у відповідності з рекомендаціями ДБН В.2.1–10–2009, визначається за формулою:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i}$$

де S – кінцеве (стабілізоване) осідання фундаменту (м); $\beta = 0,8$ – безрозмірний коефіцієнт; n – число шарів, на які розділена по глибині стиснена товща основи; h_i – товщина i -го шару ґрунту (м); E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту (кН/м²); $\sigma_{zp,i}$ – середнє значення додаткового вертикального нормального напруження в i -тому шарі ґрунту, до дорівнює півсумі вказаних напружень на верхній та нижній межах шару по вертикалі, що проходить через центр підошви фундаменту.

Метод еквівалентного шару був запропонований для розрахунків професором М.О. Цитовичем у 1934 році. Метод базується на теорії лінійно деформованих тіл і значно спрощує розрахунок осідання ґрунтової основи, приводячи складну просторову теорію консолідації ґрунтів до еквівалентної одномірної. Еквівалентним є шар ґрунту такої потужності, при якій осідання суцільного, необмеженого за площею фундаменту дорівнює осіданню фундаменту заданих розмірів і форм, спорудженого на ґрунтах необмеженої потужності.

В [2] наведено рекомендації до розрахунку за методом еквівалентного шару, де величина осідання визначається за формулою:

$$S = h_y m_v P_0 \text{ (м)}$$

де P_0 – тиск під підошвою фундаменту; h_y – товщина еквівалентного шару ґрунту, осадку поверхні якого при суцільному навантаженні дорівнює осіданню фундаменту; m_v – середній коефіцієнт відносної стискальності. Визначивши значення осадки S , треба перевірити умову: $S \leq S_{i\delta}$.

На сучасному етапі розвитку будівельної науки в проектних організаціях та інститутах використовуються прикладні пакети, які спеціально розроблені для аналізу деформацій та стійкості геотехнічних споруд. Проста процедура графічного вводу дозволяє швидко складати комплексні моделі кінцевих елементів, а вихідні пристрої здійснюють детальне зображення результатів розрахунку. Сам розрахунок повністю автоматизований і оснований на стійких числових методах. Така

концепція дозволяє новим користувачам, після короткого часу вивчення програми, працювати з нею. В прикладному пакеті PLAXIS використовуються моделі ґрунтів обмежені моделлю Мора-Кулона. Припускається, що користувачі володіють основними поняттями з механіки ґрунтів та можуть працювати з програмами Windows.

Для аналізу методів визначення деформацій ґрунтів проведемо розрахунок всіма наведеними методами та порівняємо їх результати.

Визначимо деформації (осідання) основи фундаменту шириною $b = 1,4$ м на глибині $d = 1,7$ м в однорідних піщаних ґрунтах потужністю $h = 6$ м, тиск по підшві фундаменту $P_0 = 0,29$ МПа.

За методом пошарового додавання осідань окремих шарів в межах стисненої товщі основи розрахунок проводиться в табличному вигляді і повна осадка фундаменту складає $S = 2,75$ см.

За розрахунком методом еквівалентного шару спочатку знаходимо товщину еквівалентного шару ґрунту $h_y = 3,36$ м, середній коефіцієнт відносної стисливості шаруватого напластування $m_v = 4,6 \cdot 10^{-5}$ кПа, відповідно тиск по підшві фундаменту рівний $P_0 = 0,29$ МПа, тоді величина осідання

$$S = h_y m_v P_0 = 3,36 \cdot 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot 290 = 0,045 \text{ м або } 4,5 \text{ см.}$$

Провівши розрахунок за допомогою прикладного пакету PLAXIS 2D V8, та PLAXIS 3D Foundation (трьохмірна кінцево-елементна програма розроблена безпосередньо для розрахунків фундаментів) отримаємо наступні результати:

Після задання фізичних характеристик для ґрунту та фундаменту ми отримуємо осеметричну сітку кінцевих елементів навкруги фундаменту (рис.1)

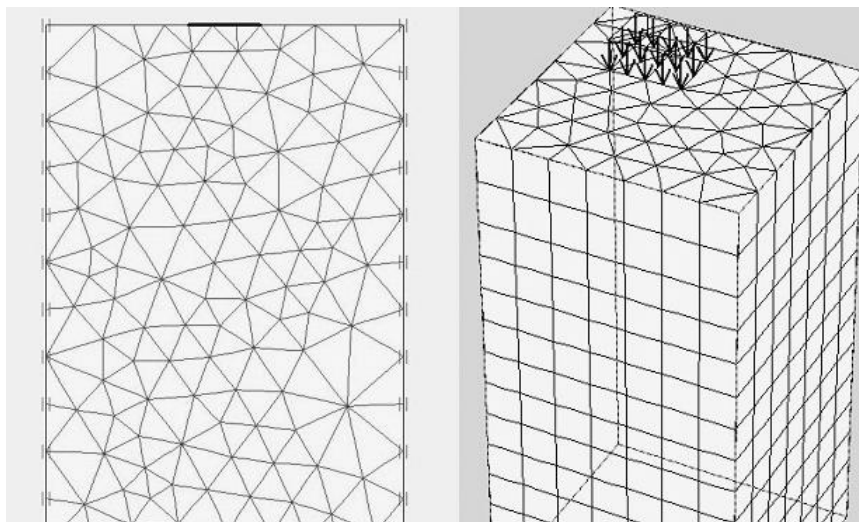


Рисунок 1 – Осеметрична сітка кінцевих елементів навкруги фундаменту (з ліва PLAXIS 2D V8, з права PLAXIS 3D Foundation)

На рис. 2 та рис.3 наведені результати розрахунку за допомогою прикладного пакету.

Провівши порівняльний аналіз розрахункових даних можна зробити висновок, що розглянуті методи задовольняють нормативним умовам. Метод еквівалентного шару ґрунту, при будівництві на слабких ґрунтах, більш наближений до натурних спостережень. Але перевага прикладних пакетів в можливості виведення широкого діапазону кінцевих результатів, які можуть використовуватися не тільки для визначення деформацій основ але і визначення деформацій системи «основа-фундамент».

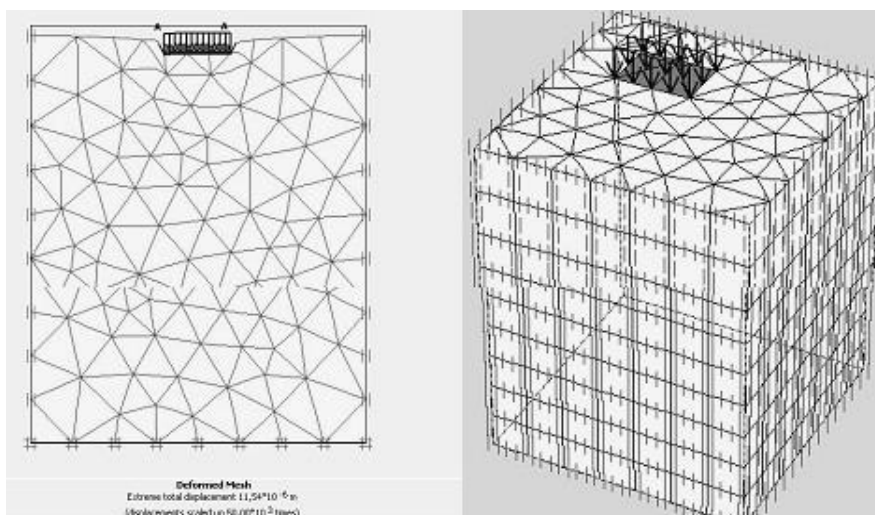


Рисунок 2 – Виведення результатів деформації основи (зліва PLAXIS 2D V8 , з права PLAXIS 3D Foundation)

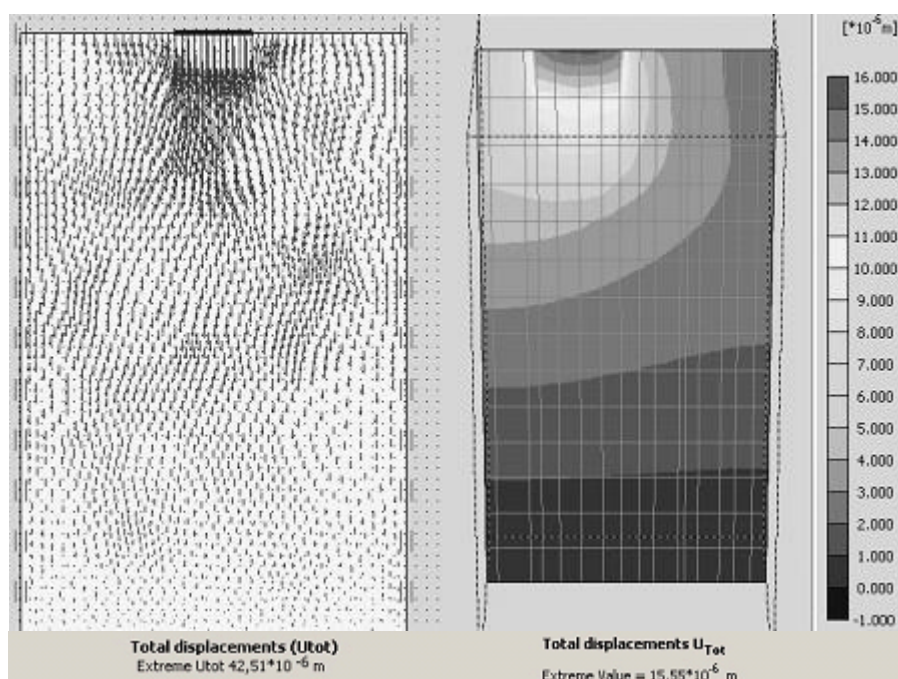


Рисунок 3 – Зміщення ґрунту(зліва PLAXIS 2D V8 , з права PLAXIS 3D Foundation)

Таким чином поєднання класичних методів визначення кінцевих деформацій основ та програм прикладних пакетів розроблених для визначення деформацій дають можливість правильно оцінити достовірність побудованої моделі, що застосовується.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.1–10–2009 Основи та фундаменти
2. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строи. вузов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с., ил.
3. Механика грунтов, основания и фундаменты: учеб.пособие для строит. спец. вузов/под ред. С.Б.Ухова.-3-е изд., испр.- М.:Высш.шк., 2000.