

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ГРУНТОВОГО СХИЛУ ЯК ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ТІЛА

Розглядається моделювання та дослідження стійкості системи ґрунтового масиву як пружно-пластичного тіла з урахуванням контактної взаємодії з конструкціями його підсилення.

Задача стійкості ґрунтових масивів природного та штучного походження є класичною задачею геомеханіки та механіки ґрунтів. Її актуальність зумовлена сучасними тенденціями у будівництві, вдосконалення існуючих і розробка нових більш точних методик розрахунку мають велике практичне значення.

З механічної точки зору дана задача може моделюватися відповідною граничною задачею для пружно-пластичного тіла як система рівнянь у часткових похідних та відповідних граничних умов.

Розв'язок подібних граничних задач у аналітичній формі пов'язаний з істотними труднощами, зумовленими фізичною та контактною нелінійністю, статичною невизначеністю.

Проведений аналіз та систематизація існуючих відомих аналітичних класичних інженерних методів розрахунку, розроблених у 20 ст. у роботах В.Прайса, В.Філенюса, К.Терцагі, Н.Янбу, А.Бішопа, Г.Крея, Н.Моргенштейна, Н.Н.Маслова, Е.Спенсера, Г.Шахунянца і інших вчених. У цих методах розв'язок будується на основі розгляду граничної рівноваги, для можливості аналітичного розв'язку вводяться додаткові спрощуючі гіпотези: розбиття масиву ґрунту на абсолютно жорсткі тіла (фрагменти), які ковзають і взаємодіють по границях; форма поверхні (лінії) ковзання задається априорі; контактні напруження по границях фрагментів замінюються інтегральними силами; приймається наперед заданий закон зміни контактних напружень між фрагментами, у деяких варіантах, окремими або усіма горизонтальними і дотичними компонентами контактних напружень між фрагментами нехтується взагалі. У підсумку умови рівноваги, сумісності деформацій та граничні умови задовольняються вибірково або наближено. У силу цього, незважаючи на тривалу апробацію та аналітичність, класичні аналітичні інженерні методи застосовні для достатньо однорідних масивів, не враховують деформативність елементів, і, відтак, не можуть бути застосовані для складних інженерно-геологічних умов та дослідження взаємодії ґрунтів із деформівними елементами конструкцій.

Як модельна, розглядається задача про стійкість системи неоднорідного ґрунтового масиву, підсиленого системою багаторівневих палевих підпірних стін та плитних ростверків палевого фундаменту споруди. Розміри фундаменту у плані 60х70м, перепад відміток між верхинною схилу та найнижчою відміткою виїмки-планування становить 26.6м.

Характеристики ґрунтів прийнято з врахуванням прогнозу зміни (зниження) їх міцнісних характеристик на основі звіту про інженерно-геологічні вишукування для ділянки будівництва.

У початковому стані схил має малу стійкість через низьку міцність окремих шарів.

Залізобетонні буронабивні палі фундаментів та підпірних стін діаметром 0.82м, 1.0м та довжиною від 35м до 15м; палі нижнім кінцем опираються на шар з високими міцнісними і жорсткісними характеристиками.

Задача розглядається у двовимірній постановці.

Розв'язок задачі будується чисельно із застосуванням варіаційно-різницьового методу у формі нелінійного методу скінченних елементів.

Поведінка ґрунтів основи моделюється рівняннями пружно-пластичного тіла з використанням критеріїв пластичності Кулона; взаємодія паль з ґрунтом моделюється односторонніми контактними елементами з редукованими параметрами жорсткостей та пружно-ідеально пластичним законом сил тертя по боковій поверхні паль.

Враховується стадійність спорудження з накопиченням результатів розрахунку напружено-деформованого стану елементів системи – загальна кількість стадій 19. Коефіцієнт стійкості обчислюється методом редукування міцнісних параметрів ґрунтів.

Розміри СЕ моделі відповідають розмірам у натурі 180х60м.

При розв'язуванні нелінійної системи рівнянь застосовано ітераційний метод Ньютона з повним інтегруванням матриці жорсткості на кожному кроці та критеріями збіжності по нормах відносних нев'язок.

Досліджено стійкість системи ґрунтовой масив-підсилюючі конструкції. Числові результати подано у вигляді діаграм та таблиць.