

Моргун А.С.

Меть І. М.

НЕЛІНІЙНЕ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПІРАМІДАЛЬНИХ ПАЛЬ ЗА МГЕ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація. Робота присвячена удосконаленню проектного розрахунку за сучасним числовим методом МГЕ з метою практичного прикладання та більш повного використання несучої спроможності пірамідальних паль. Прикладання числового МГЕ до розв'язку практичних задач геомеханіки, процес осідання основ та допустимих навантажень на них обґрунтовано теоретичними викладками, підкріплено та проілюстровано даними числового розрахунку пірамідальних паль. Від використаних методів розрахунку міцності будівельних конструкцій залежить їх безаварійність роботи. Міцність – проблема століття. Руйнування будь-якого твердого тіла – процес поступового розкриття спочатку найслабкіших місць, а потім все менш і менш небезпечних дефектів. Прикладання числового МГЕ до розв'язку практичних задач геомеханіки, процесу осідання основ та допустимих навантажень на них обґрунтовано теоретичними викладками, підкріплено та проілюстровано даними числового розрахунку пірамідальних паль.

Ключові слова: Несуча спроможність, пірамідальна паля, метод граничних елементів.

Пірамідальна паля є важливим конструктивним елементом промислового та цивільного будівництва. Працюючи в основі під навантаженням пірамідальні палі передають на ущільнений ґрунт боковою поверхнею незначні нормальні тиски, чим і обумовлюються їх високі величини опору навантаженням при гранично допустимих осіданнях.

Характерною особливістю пірамідальних паль є те, що в процесі заглиблення їх завдяки своїй клиновидній формі вони максимально ущільнюють ґрунт по всій боковій поверхні та утворюють навколо заглибленої палі ущільнений об'єм ґрунту з високим значенням загального модуля деформації E . Фундаменти глибокого закладання (призматичні палі) передають навантаження на основу по підшві палі і за рахунок сил тертя по боковій поверхні. Більш жорсткі ділянки основи сприймають більшу долю навантаження. Створений навколо пірамідальної палі штучний значний об'єм ущільненого ґрунту взмозі сприймати і урівноважувати більш високі навантаження ніж призматичні палі.

Питання ущільнення та розущільнення ґрунтів під навантаженням – основна проблема, що виникає при прогнозі осадок споруди і прогнозі допустимого навантаження на ґрунт. Тому значна увага в роботі приділена дилатансійній теорії та методам моделювання залишкових пластичних деформацій ґрунту з метою їх практичного прикладання. Адже основною задачею є будівництво споруд з достатнім ступенем надійності.

Фізична суть дилатансії – руйнування ділянок зчеплення і повертання блоків, в результаті порушується структура, утворюються поверхні ковзання. Для врахування дилатансійних ефектів основи при заглибленні пірамідальної палі використано положення [2,3,5].

Реальні задачі геомеханіки моделюються диференційними рівняннями в частинних похідних і зводяться до класу крайових задач. Розв'язок задач теорії пластичності пов'язаний з рішенням системи нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних, що являє собою надто складну задачу. В аналітичному вигляді її можна розв'язати у виключних випадках.

Тому пошук рішення поставленої практичної задачі проводився числовим методом граничних елементів (МГЕ). В роботі використано метод пружних рішень О.А. Ільюшина.

К. Бреббія [1] система диференціальних рівнянь зведена до інтегрального рівняння, числове інтегрування, як відомо, є більш точний процес ніж числове диференціювання:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + b_j &= 0 \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \\ \sigma_{ij} &= C_{ijkl} \varepsilon_{kl} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{ij}(\xi) u_j(\xi) + \int_{\Gamma} p_{ij}^*(\xi, x) u_j(x) d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} u_{ij}^*(\xi, x) p_j(x) d\Gamma(x), \quad (1)$$

де $\sigma_{ij,j} + b_j = 0$ – статичні рівняння рівноваги; $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$ – геометричні рівняння;

$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$ – фізичні рівняння середовища; u, p – шукані вектори переміщень та напружень на границі фундаментної конструкції.

В роботі визначено напружено-деформований стан пірамідальної палі $L=2.1$ м. з розмірами вверху $35*35$ см., внизу $5*5$ см. [4]. Результати числового прогнозу роботи палі та дискретизація активної зони на рис.1.

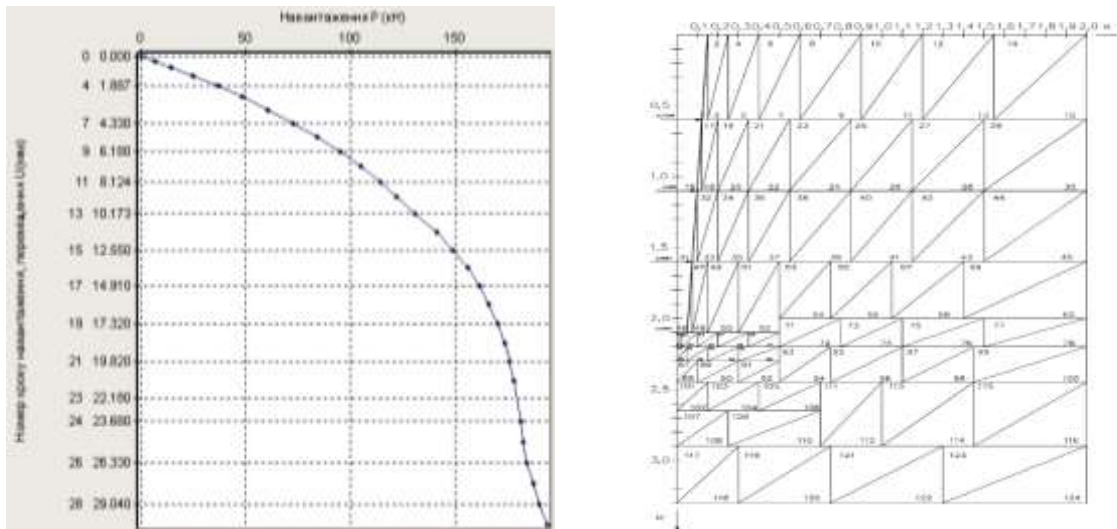


Рис.1 – Результати числових досліджень пірамідальної палі за МГЕ

Дані співставлень є задовільні, значення несучої спроможності палі P практично співпадають. За експериментальними дослідженнями [4] : при $S = 8$ мм $P=150$ кН, при $S=30$ мм $P=210$ кН, За числовими дослідженнями (МГЕ): при $S = 8$ мм $P=120$ кН, при $S=30$ мм $P=200$ кН.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бреббия К, Теллес Ж, Вроубел Л. Методы граничных элементов. Москва: Мир, 1987.
2. Бойко И.П. Теоретические основы проектирования свайных фундаментов на упругопластическом основании./И.П. Бойко. Сб. КИСИ. «Основания и фундаменты». – 1985. - №18, С. 11-18.
3. Моргун А.С. Теорія пластичної течії в механіці ґрунтів./ А.С. Моргун – Вінниця, ВНТУ. 2013. 108с.
4. Бахолдин Б. В., Игонькин И.Т. Исследование несущей способности пирамидальных свай. М.: Стройиздат, ОФМГ № 3, 1978.С. 13-16.
5. Николаевский В. Н. Современные проблемы механики грунтов // Определяющие законы механики грунтов / В.Н. Николаевський. – М.: Стройиздат, 1975 – С. 210 – 227.

Моргун Алла Серафимівна – професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alla@morgun.com.ua

Меть Іван Миколайович – декан ФБТЕГП; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vanmet@ukr.net