

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ В АРМОВАНІЙ ОСНОВІ, ЗУСИЛЬ В АРМАТУРНИХ ЕЛЕМЕНТАХ І ВІДСТАНІ МІЖ НИМИ

Вінницький національний технічний університет

В даній статті розглянуто порівняння значень осадок фундаменту на армованій основі після натурних випробувань та розрахункових значень осадок, отриманих шляхом використання теорії пружності про напружений стан анізотропної, в механічному відношенні, напівплощини, в результаті якого підтверджено можливість розрахунку осадок з використанням класичних методів та визначення деформації двошарових основ з врахуванням анізотропних властивостей ґрунтів і параметрів армування.

Ключові слова: арматурні елементи, експериментальні випробування, центр навантаження, площа перерізу арматури, армований ґрунт.

Вступ

Для демонстрації застосування на практиці теоретичних висновків по визначенню напружень в армованій основі в даній статті був розглянутий приклад в якому було порівняно їх з результатами експериментальних випробувань.

Основна частина

Для експериментальних випробувань була використана основа потужністю $N = 0.75$ В армована трьома горизонтальними шарами сіток. В якості арматурних сіток використовувались скловолокнисті сітки термічно оброблені пульвербакелітом. Глибина закладання першого шару $h_{\text{осн}} = 0.25$ В, вертикальна відстань між шарами (крок армування) $h_{\text{арм1,2}} = 0.25$ В.

Рівномірно розподілене стрічкове навантаження інтенсивністю $q = 0.32$ МПа, прикладене через штамп $B = 100$ мм.

Наповнювач, піщаний ґрунт вагою $\rho_a = 1.70 \dots 1.72$ г/см³.

Довжина, ширина і товщина арматурних сіток була рівна відповідно $L_{\text{арм}} = 2,0$ В; $b_{\text{арм}} = 1,0$ В; $t = 1.4$ мм.

Модулі деформації армованого і неармованого ґрунту, а також зсуву рівні (по результатам експериментальних випробувань):

$E_z = 21$ МПа, $E_x = 9$ МПа, $G_z = 4$ МПа. Розрахунковий опір арматури $R_a = 72$ МПа; $\nu_x = \nu_z = \nu_{zx} = 0.27$.

1) По формулам визначаємо $\sigma_1, \tau_{\text{max}}$

$$\sigma_1 = P \frac{2A}{\pi z}$$

$$\tau_{\text{max}} = P \frac{A}{\pi z}$$

де, $A = \frac{1}{2} \sqrt{2 \sqrt{a_3^2 + a_2^2}}$

$$a_2 = \frac{2(1 + \nu_3) - 2(1 + \nu_x) \nu_x \delta}{(1 - \nu_z^2 \delta) \delta} \quad a_3 = \frac{1 - \nu_x^2}{(1 - \nu_z^2 \delta) \delta}$$

$$\delta = \frac{E_x}{E_z} = \frac{9}{21} = 0.43 \quad \nu_3 = \frac{E_x}{2G_z} - 1 = \frac{9}{2 \times 4} - 1 = 0.125$$

$$a_2 = \frac{2(1+0.125) - 2(1+0.27)0.27 \times 0.43}{(1-0.27^2 \times 0.43)0.43} = 4.69$$

$$a_3 = \frac{1-0.27^2}{(1-0.27^2 \times 0.43)0.43} = 2.22$$

$$A = \frac{1}{2} \sqrt{2\sqrt{2.22} + 4.69} = 1.38$$

Значення σ_1 і τ_{\max} , отримані приведені в табл.1. Будуємо епюри для σ_1 і τ_{\max} (рис.1). Даліше після визначення ущільненої частини за межами вкладання арматури, довжину арматури визначаємо по формулі:

$$L_{\text{арм}} = B \ln \frac{Ph}{E_z}$$

де, B – ширина штамп;
 P – тиск на штамп;
 h – товщина стиснутої зони (армування);
 E_z – модуль деформації армованої основи.

$$S \approx \frac{Ph}{E_z}$$

Приймаємо, що $L_{\text{арм}} = B \ln S$,

тоді вираз прийме вигляд

$$L_{\text{арм}} = 1000 \ln 8 = 208 \text{ мм.}$$

В експериментальних випробуваннях було прийнято $L_{\text{арм}} = 2.0$, $B = 200$ мм.

2) Сили F і T , що діють на арматурні приведені в табл.2

Таблиця 1

Значення головних і максимальних дотичних напружень по глибині основ під центром навантаження

$\sigma_1 = P \frac{2A}{\pi z}$, МПа		$\tau_{\max} = P \frac{A}{\pi z}$, МПа	
z, м	σ_1	z, м	τ_{\max}
0,015	0,188	0,015	0,094
0,025	0,113	0,025	0,056
0,050	0,056	0,050	0,028
0,075	0,038	0,075	0,019
0,100	0,028	0,100	0,014

Таблиця 2

Значення сил розтягу і утримування по глибині армованих основ під центром навантаження

$F = \varpi_{\text{арм}} P \frac{A}{\pi z}$, кН		$T = \varpi_{\text{арм}} fP \frac{2A}{\pi z}$, кН	
z, м	F	z, м	T
0,015	18,8	0,015	15,04
0,025	11,2	0,025	9,04
0,05	5,6	0,05	4,48
0,075	3,8	0,075	3,04
0,100	2,8	0,100	2,24

Підбираємо площу перерізу арматури по висоті розміщення підсилюючих елементів

Значення площі перерізу арматурних елементів

$F_a = \frac{\varpi_{арм}}{R_a} f_P \frac{2A}{\pi z}, \text{ см}^2$	
z, см	F_a
2,5	1,256
5,0	0,622
7,5	0,426

В експериментальних дослідженнях значення площі арматури було прийнятим рівним ($F_a = 1.4 \text{ см}^2$).

Дальше підраховуємо сили розтягу і тertia по ґрунту (T і F), табл.4,

Приймаємо

$$\varpi_{a1} = 10 * 20 = 200 \text{ см}^2 \text{ при } h_z = 0.025 \text{ м,}$$

$$\varpi_{a2} = 5 * 20 = 100 \text{ см}^2 \text{ при } h_z = 0.026, \dots, 0.075 \text{ м.}$$

Горизонтальні переміщення армованих підвалин окремих шарів приведені в табл. 5

Відстань між арматурою в вертикальній площині обраховувалась по формулі:

$$h_{арм} = L_{арм} f \left(\frac{E_x}{E_x + E_z (1 + 2\nu_{zx})} \right) = 20 * 0.4 \frac{90}{90 + 210(1 + 2 * 0.27)} = 1.75 \text{ см}$$

В експериментах було прийнято $h_{арм} = 0.25$, $B = 2.5$ см.

Таблиця 4

Значення сил розтягу і утримування по глибині армованих основ

$F = \varpi'_{арм} P \frac{A}{\pi z}, \text{ кН}$		$T = \varpi'_{арм} f_P \frac{2A}{\pi z}, \text{ кН}$	
z, м	F'	z, м	T'
0,025	11,2	0,025	9,04
0,05	2,8	0,05	2,24
0,075	1,9	0,075	1,52

Таблиця 5

Значення горизонтальних переміщень окремих шарів армованих основ

$U = B f_P \frac{A}{E_z \pi z}, \text{ мм}$	
z, мм	U
25	1.07
50	0.54
75	0.36

Таблиця 6

Значення вертикальних напружень на глибині z = 300мм

$\sigma_z = \frac{2P}{\pi} \frac{Ax^3}{(z^4 + a_2 z^2 x^2 + a_3 x^4)}, \text{ МПа}$	
x, м	σ_z
0	0,009
0,1	0,0049
0,2	0,0017
0,3	0,0005

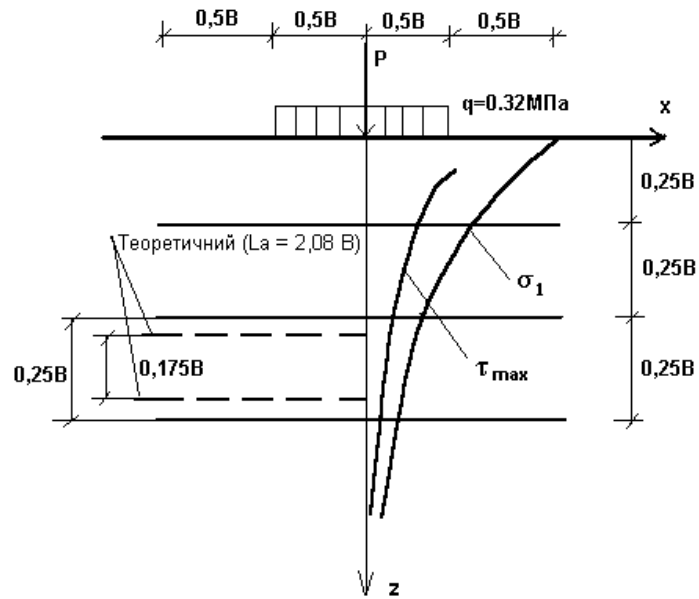


Рисунок 1 – Схема порівняння теоретичних результатів з експериментальними дослідженнями армованих основ

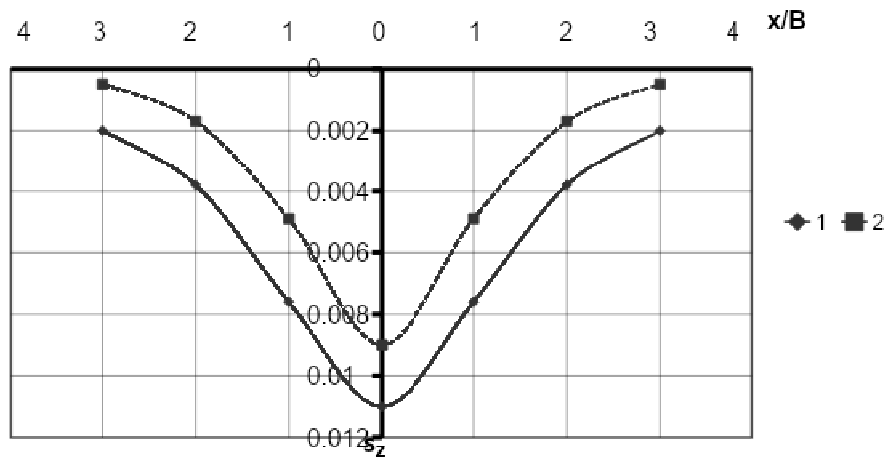


Рисунок 2 – Графіки порівняння теоретичних та експериментальних значень вертикальних напружень армованих основ на глибині $z = 300\text{мм}$: 1 – експериментальні значення, при $L_{\text{арм}} = 2.0\text{В}$; $h_{\text{зак}} = 0.25\text{В}$; $h_{\text{арм}1,2} = 0.25\text{В}$; 2 – теоретичні значення при тих же параметрах

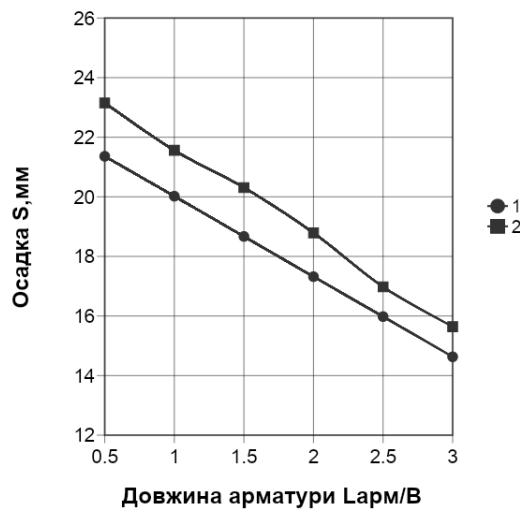


Рисунок 1 – Графіки порівняння осадки основи від довжини арматури: 1 – експериментальні результати; 2 – теоретичні результати.

Висновки

1. Використання рішень теорії пружності про напружений стан анізотропної в механічному відношенні напівплощини, дозволяють отримати розрахункові залежності для визначення зусиль в арматурних елементах, їх подовжень, кількості арматури в основах, а також деформаційних характеристик армованого ґрунту.

2. Запропонований спосіб розрахунку осадок з використанням класичних методів дозволяє з достатньою достовірністю визначати деформації двошарових армованих основ з врахуванням анізотропних властивостей ґрунтів і параметрів армування. Середнє значення похибки при співставленні розрахункових значень осадок і осадок, отриманих при натурних випробуваннях фундаменту на армованій основі, складає 11 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dennis M.L & Turner J.P. 1998, "Hydraulic Conductivity of compacted soil treated with biofilm", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(2) 120-127.
2. Elvidge C.B., Raymond G.P., 1999, Laboratory survivability of nonwoven geotextiles on open-graded crushed aggregate, Geosynthetics International, I.F.A.I., St. Paul, U.S.A., Vol.6, № 2, pp.93-117.
3. ENV ISO 10722-1,1998, Geotextiles and geotextiles-related products- Procedure for simulating damage during installation – Part 1: Installation in granular materials, CEN, Bruxelles.
4. Саркисян В.С. Некоторые задачи математической теории упругости анизотропного тела . Изд-во Ереван. Ун-та. Ереван, 1976.-526с.

REFERENCES

1. Dennis M.L & Turner J.P. 1998, "Hydraulic Conductivity of compacted soil treated with biofilm", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(2) 120-127.
2. Elvidge C.B., Raymond G.P., 1999, Laboratory survivability of nonwoven geotextiles on open-graded crushed aggregate, Geosynthetics International, I.F.A.I., St. Paul, U.S.A., Vol.6, № 2, pp.93-117.
3. ENV ISO 10722-1,1998, Geotextiles and geotextiles-related products- Procedure for simulating damage during installation – Part 1: Installation in granular materials, CEN, Bruxelles.
4. Саркисян В.С. Некоторые задачи математической теории упругости анизотропного тела . Изд-во Ереван. Ун-та. Ереван, 1976.-526с.

Корчевський Богдан Болеславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет.

Шевченко Алла Володимирівна – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет. ORCID 0000-0001-9881-822

**B. Korchevskiy
A. Shevchenko**

DETERMINATION OF REINFORCED FOUNDATION STRESSES, PRESTRESSING TENDONS AND THE DISTANCE BETWEEN THEM

Vinnitsia National Technical University

The article compares the reinforced foundation settlement stresses as a result of field testing and the calculated settlement stresses obtained by using the theory of reinforcement elasticity of anisotropic half-plane in terms of mechanics, which proved the possibility of calculating the settlement using classical methods and determining the deformation of anisotropic foundations of soils and reinforcement parameters.

Keywords: prestressing tendons, experimental tests, load center, reinforcement cross-sectional area, reinforced soil.

Bogdan Korchevskiy – phd, Professor of the department of engineering systems in construction Vinnitsia National Technical University, e-mail: b.b.korchevskiy@gmail.com

Alla Shevchenko – phd, Professor of the department of engineering systems in construction, Vinnitsia National Technical University, e-mail: allashev1950@gmail.com

Б. Б. Корчевский
А. В. Шевченко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМИРОВАННОЙ ОСНОВЕ, УСИЛИЙ В АРМАТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ И РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ

Винницкий национальный технический университет

В данной статье рассмотрено сравнение значений осадок фундамента на армированной основе после экспериментальных испытаний и расчетных значений осадок, полученных с использованием теории напряженного состояния анизотропной, в механическом отношении, полуплоскости, в результате которого подтверждена возможность расчета осадок с использованием классических методов и определения деформаций двухслойных основ с учетом анизотропных свойств грунтов и параметров армирования

Ключевые слова: *арматурные элементы, экспериментальные испытания, центр нагрузки, площадь сечения арматуры, армированный грунт.*

Корчевский Богдан Болеславович - кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных систем в строительстве, Винницкий национальный технический университет, e-mail: b.b.korchevskiy@gmail.com

Шевченко Алла Владимировна - кандидат технических наук, профессор кафедры инженерных систем в строительстве, Винницкий национальный технический университет, e-mail: allashev1950@gmail.com.