

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИПРОБУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ НА ПРОГІН З РУЙНУВАННЯМ ЗА ПОХИЛИМ ПЕРЕРІЗОМ

Мета роботи - вивчити характерні стадії роботи в процесі навантаження елемента, що згинається, за похилим перерізом; визначити деформації бетону і несучу здатність за похилом перерізом; проаналізувати характер тріщиноутворення і руйнування.

2.1 Характеристики балки

Згідно вимогам розділу «Загальні положення» встановлюють характеристики балки. Результати заносять в таблиці. 2.1, 2.2 і приводять на Рис. 2.1.

Таблиця 2.1- Геометричні розміри і армування балки

Найменування	Позначки	Одиниці виміру	Значення
Висота перерізу балки	h	см	
Ширина перерізу балки	b	см	
Довжина балки	L	см	
Розрахунковий прольот балки	L_0	см	
Захисний шар бетону:	c	см	
Діаметр поперечної арматури:	d		
Робоча висота перерізу	h_0	см	
Площа перерізу:			
повздожньої арматури	A_s	см ²	
поперечної арматури	A_{sw}	см ²	
Кількість хомутів в поперечному перерізі	n		
Шаг поперечних стержнів	S		

Таблиця 2.2 - Характеристика бетону і арматури

Характеристика	Позначки	Числове значення, МПа
Міцність бетону: середня кубова призмона	R_m R_{bm}	
Опір бетону осьовому розтягненню	$R_{bt,m}$	
Границя текучості арматури: розтягнутої $\sigma_y = R_s$ стиснутої	R_s R_{sc}	
Початковий модуль пружності бетону	E_b	
Модуль пружності арматури	E_s	

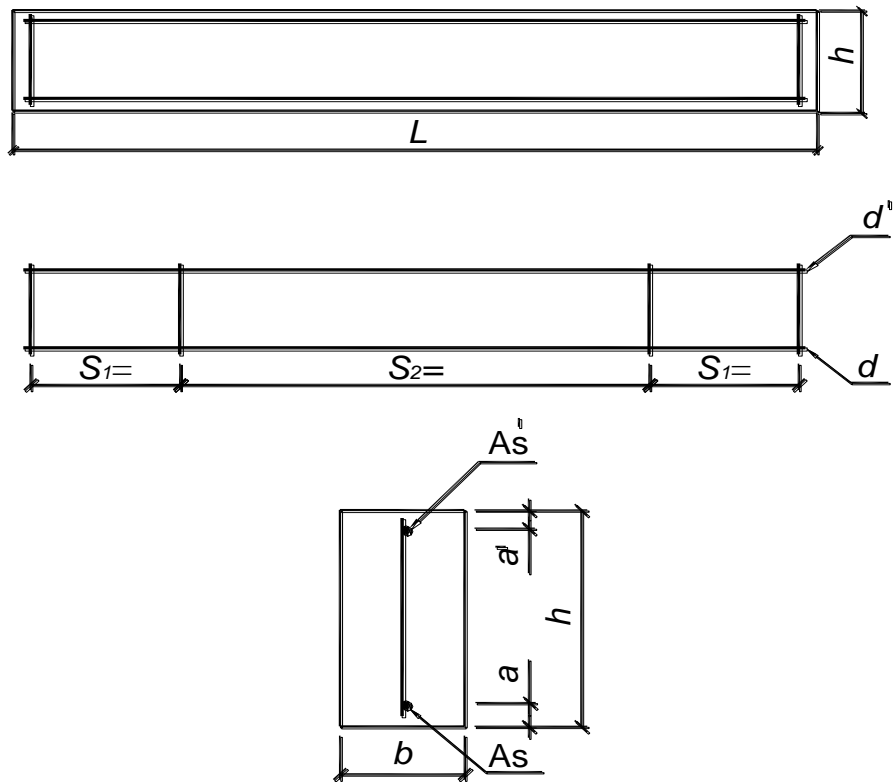


Рисунок 2.1 - Схема армування балки

2.2 Розрахунок дослідної балки

2.2.1 Визначення несучої здатності балки прямокутного профілю з ненапруженою арматурою за похилим перерізом (обчислення Q_u)

1. Несуча здатність похилого перерізу Q_u при дії поперечної сили Q визначають поперечною силою Q_{wb} , що сприймається хомутами Q_w і бетоном Q_b в розрахунковому похилому перерізі:

$$Q_u = Q_b + Q_w = q_{sw}c_o + \frac{\varphi_{b2}R_{bt}bh_o^2}{c}, \text{ кН} \quad (2.1)$$

де

$$q_{sw} = R_{sw}A_{sw}/S, \text{ кН/см} \quad (2.2)$$

$$q_{sw,\min} = Q_{b,\min} / 2h_o, \text{ кН/см}$$

$$(2.3) \quad Q_{b,\min} = \varphi_{b3}R_{bt}bh_o, \text{ кН/см}; \quad \varphi_{b3}=0,6$$

(2.4)

2. Перевіряємо умову. $q_{sw} \geq q_{sw,\min}$. При $q_{sw} < q_{sw,\min}$ переходимо до п.5.

3. Визначування c_o :

$$c_o = \sqrt{\varphi_{b2}R_{bt}bh_o^2 / q_{sw}}, \quad \varphi_{b2}=0,6 \quad (2.5)$$

якщо $c_o > 2h_o$, приймаємо $c_o = 2h_o$;

якщо $c_o > c$, приймаємо $c_o = c$, $c_o = 0.25l_o$.

4. Вчисляємо Q_u по п.1.

5. При $q_{sw} < q_{sw,\min}$

$$Q_u = 2q_{sw}c_o; \quad c_o = 2h_o \quad (2.6)$$

6. Повне руйнівне навантаження на балку без врахування її ваги

$$F_u = 2F_1 = 2Q_u, \quad (2.7)$$

де Q_u приймаємо по п.1 або п.5.

2.2.2 Розрахунок за утворенням і розкриттям похилих тріщин

1. Межа тріщиноутворення похилого перерізу

$$Q_{crc} = 2,5R_{bt}bh_o^2, \quad \text{кН} \quad (2.8)$$

2. Ширина розкриття тріщин, похилих до подовжньої осі елементу, при армуванні хомутами, нормальними до повздовжньої осі

$$a_{crc} = \varphi_l \frac{0.6\sigma_{sw}d_{sw}\eta}{E_s \frac{d_{sw}}{h_0} + 0.15E_b(1 + 2\alpha\mu_{sw})}$$

(2.9)

де

$$\varphi_b, \eta \text{ (див.л.р.№1)}; \alpha = E_s/E_b; \mu_{sw} = A_{sw}/bS;$$

$$\sigma_{sw} = (Q_u - Q_{b_1})S/(A_{sw}h_0)$$

(2.10)

$$Q_{b_1} = \varphi_{b_4} R_{btm} b h_0^2 / c; \quad c = a = 0.25l_0; \quad \varphi_{b_4} = 1.5.$$

(2.11)

$$F_{crc} = 2F_1 = 2Q_{crc}.$$

(2.12)

2.3 Проведення випробувань

Дослідну балку випробовують на поперечний прогин на спеціальній установці (опис установки див. в подразд. 1.3), для чого балку завантажують двома зосередженими силами, розташованими в чвертях прольоту. Схему випробування балки і розміщення вимірювальних приладів наведено на Рис. 2.2.

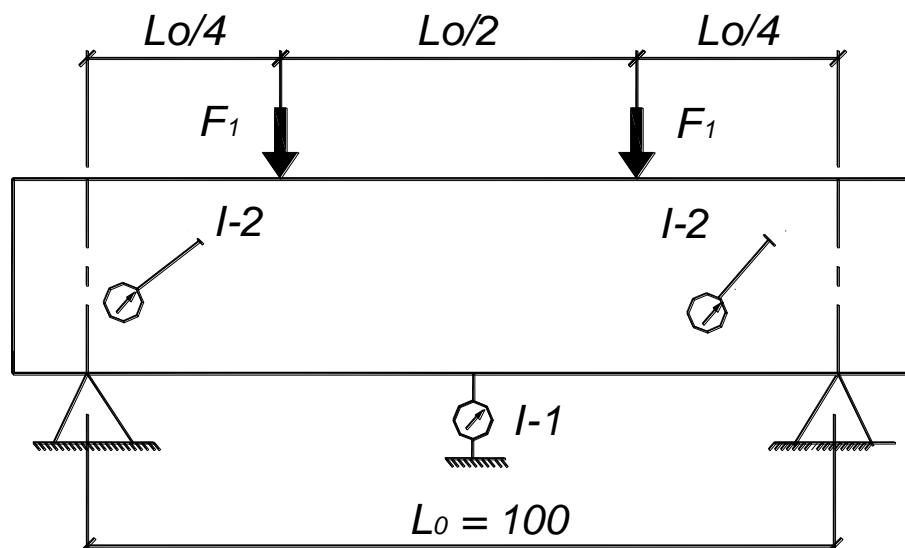


Рисунок 2.2 - Схема випробування балки і розміщення вимірювальних приладів

В процесі випробування складають карту тріщин (Рис. 2.3). Після руйнування описують його характер.

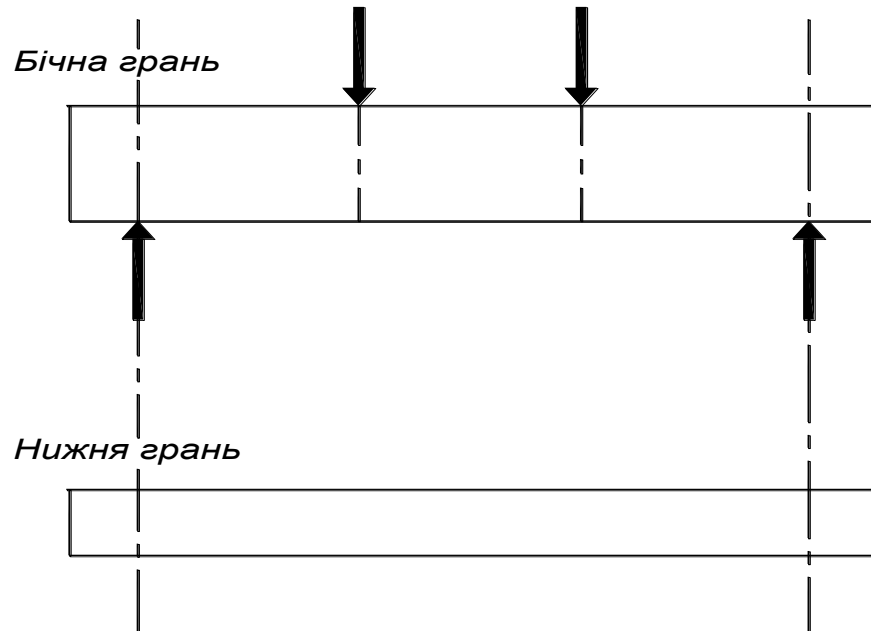


Рисунок 2.3 - Розміщення тріщин на гранях балки, їх розкриття і розвиток по висоті з вказівкою ступеню навантаження, при якому вони з'явилися

Порядок обробки результатів вимірів деформацій розтягування і стискування бетону по похилому перерізу, бетону розтягнутої зони наводиться в таблиці. 2.5.

Таблиця 2.5 - Обробка свідчень приладів, що вимірюють деформації

Номер ступеню навантаження	Вимірний вальний прилад	Навантаження, F , кН	Відлік деформацій r , мм	Різниця відліків Δr , мм	Відносна деформація $\varepsilon_s \cdot 10^5$	Примітки
1						
2						
3						
·						
·						
·						
12						

За наслідками обробки свідчень приладів будують графіки деформацій бетону по похилому перерізу (див. рис. 1.4 та 1.5).

2.5 Порівняння результатів випробувань і розрахунку

Несуча здатність похилого перерізу, що несе, по поперечній силі %:

$$\frac{F_u^{\text{exp}} - F_u}{F_u} \cdot 100$$

(2.13)

Тріщиноутворення, %:

$$\frac{F_{crc}^{\text{exp}} - F_{crc}}{F_{crc}} \cdot 100$$

(2.14)

Ширина розкриття тріщин, %:

$$\frac{a_{crc}^{\text{exp}} - a_{crc}}{a_{crc}} \cdot 100$$

(2.15)

2.6 Питання до заліку по лабораторній роботі № 2

1. Розрахункова схема дослідної балки.
2. Із сталі якого класу виконана повздовжня і поперечна робоча арматура дослідної балки?
3. Як визначити теоретичне значення поперечної сили, Q_{crc} ?
4. Як теоретично визначити проекцію похилого перерізу у момент руйнування балки і кут нахилу тріщини?
5. Як визначити зусилля q_{sw} ?
6. Як теоретично визначити значення $Q_b + Q_{sw}$?
7. Як зміниться несуча здатність дослідної балки по поперечній силі при зменшенні (збільшенні) кроку поперечних стрижнів в 2 рази? Класу бетону на один ступінь? Діаметру поперечних стрижнів в 2 рази?
8. Якими приладами вимірюють деформації бетону, ширину тріщин?
9. Якими приладами і як визначають навантаження, що прикладене до дослідної балки?
10. На якій базі встановлюють прилади, що вимірюють деформації бетону в розтягнутій зоні дослідної балки?
11. Яку схему розставлення приладів прийняли при випробуванні дослідної балки?
12. Де слід чекати появу похилої тріщини в дослідній балці?
13. Характер тріщиноутворення в процесі завантаження дослідної балки.

14. Характер руйнування дослідної балки.
15. Як за графіком визначити навантаження, що відповідає появі тріщин в похилих перерізах дослідної балки?
16. Як визначити горизонтальну проекцію похилої тріщини в дослідній балці? Кут нахилу тріщини до повздовжньої вісі балки?
17. Як визначити для дослідної балки фактичну міцність бетону на розтягування R_{bt} ?
18. Чим пояснюється пізніша поява тріщин при випробуванні дослідної балки у порівнянні з теоретичним зусиллям тріщиноутворення?
19. Чим пояснюється значне перевищення дійсної несучої здатності дослідної балки над теоретичною величиною $Q_b + Q_{sw}$?
20. Чим пояснюється відхилення фізичної проекції похилої тріщини Z від теоретичної величини?
21. Як збільшити поперечну силу Q_b , що сприймається бетоном стислої зони над похилою тріщиною?
22. Як збільшити зусилля q_{sw} , що сприймається поперечною арматурою?
23. Як збільшити зусилля $Q_b + Q_{sw}$, що руйнує балку за похилим перерізом?