GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד א'
סמל השאלון: 97153
קובץ: תשובות סופיות

תכנון הנדסי

הנדסת בניין · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על 3 שאלות בלבד: שאלה אחת משאלות 1 ו־2; שתי שאלות משאלות 3, 4, 5, 6 ערך כל שאלה: 33 נקודות. נקודה אחת תינתן על התרשמות כללית. בסך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר הרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. "סטטיקה, חוזק חומרים ובטון מזויין", טבלאות עזר למגמת בניה ואדריכלות, בהוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון. 4. ת"י 413, ת"י 414, ת"י 412, ת"י 466 ות"י 1225. 5. סרגל מידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש להקפיד למלא מספר ת"ז ומספר מחברת בראש עמוד זה. 2. את כל התרשימים הנדרשים יש לערוך בקנ"מ מתאים. 3. רשמו את הנוסחאות שבהן אתם משתמשים כדי להסביר את דרך הפתרון. 4. יש להקפיד ולרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. הנחיות לשימוש ביחידות ובתקנים: מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש ביחידות החדשות" או "אני משתמש ביחידות הישנות". אם נבחן משתמש לסירוגין בשתי שיטות היחידות בתוך אותה השאלה או בשאלות שונות – בחינתו תיפסל. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות, ייחשב הדבר כאילו השתמש ביחידות החדשות. | תיאור | יחידות ישנות | יחידות חדשות | |---|---|---| | מודל אלסטיות של הפלדה | 2,100,000 ק"ג/סמ"ר | 210,000 מגפ"ס | | כוח מרוכז ב: | 1 טון | 10 ק"נ | | כוח מפורס ליחידת אורך ב: (מ"א = מטר אורך) | 1 טון/מ"א | 10 ק"נ/מ"א | | כוח מפורס ליחידת שטח ב: (מ"ר = מטר ריבוע) | 1 טון/מ"ר | 10 ק"נ/מ"ר | | מומנט ב: (מ' = מטר) | 1 טון מ' | 10 ק"נ מ' |

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. $N_d = 2840\,\text{kN}$ (284 טון); $\lambda_{min} \approx 13.78$

ב. $l_e \approx 5.18\,\text{m}$ (עמוד תמיר: $\lambda \approx 29.9 > 13.78$)

ג. $\sigma_d \approx 378.7\,\text{kN/m}^2$ (37.87 טון/מ"ר)

ד. לכל רוחב היסוד: $V = \pm 1230.7$ ו- $\pm 1609.3\,\text{kN}$ בצירי העמודים; $M = 799.9\,\text{kNm}$ (מתיחה תחתונה) בצירי העמודים ו- $-568\,\text{kNm}$ (מתיחה עליונה) באמצע. למטר רוחב: 320.0 ו- $-227.2\,\text{kNm/m}$

ה. תחתון: $A_s = 11.91\,\text{cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Φ16@15; עליון: $A_s = 8.46 < A_{s,min} = 9.75\,\text{cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Φ14@15

ו. $V_{Ed} \approx 284\,\text{kN/m} > V_{Rdc} \approx 202\,\text{kN/m}$ (במרחק d מפני העמוד) - הבטון לבדו אינו מספיק; נדרשים חישוקים או הגדלת עובי היסוד

שאלה 2

א. רצועות עמודים ברוחב 3.00 מ' (1.50 מ' מכל צד של קו העמודים, וחצי רצועה 1.50 מ' לאורך שפה חופשית); רצועות שדה ברוחב 3.00 מ' ביניהן (חצי רצועה 1.50 מ' לאורך הקירות)

ב. $h = 33\,\text{cm}$

ג. רצועת עמודים: שדות קצה A-B, C-D: $+83.1\,\text{kNm/m}$; שדה פנימי B-C: $+60.9\,\text{kNm/m}$; מעל B ו-C: $-126.9\,\text{kNm/m}$; בקירות A, D: 0

ד. שדות קצה: $6.86\,\text{cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Φ14@20; שדה פנימי: $5.03\,\text{cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Φ14@25; מעל B ו-C (עליון): $10.60\,\text{cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Φ14@14

ה. $R_C \approx 335\,\text{kN}$ (33.5 טון, עומס תכן)

ו. $V_{Ed} = 469\,\text{kN} < V_{Rdc} \approx 537\,\text{kN}$ (ו- $< V_{Rd,max} \approx 736\,\text{kN}$) - אין בעיית חדירה

שאלה 3

א. לא סדיר: המגרעות $3\,\text{m}$ הן $18.75\% > 15\%$ ממידת המבנה (16 מ') בשני הכיוונים

ב. קומות טיפוסיות (משרדים): $\psi = 0.2$; גג ללא גישה: $\psi = 0$

ג. $I = 1.0$

ד. $T \approx 0.43\,\text{s}$

ה. $S_a = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0.068}{0.434} \approx 0.157$

ו. $C_d \approx 0.104 \approx 0.10$

ז. $(x_c, y_c) = (8.00,\ 8.00)\,\text{m}$

ח. $(x_k, y_k) = (8.00,\ 8.72)\,\text{m}$

ט. $A = 238\,\text{m}^2$

י. $F_H = 2418.1\,\text{kN}$; לפי הקומות (מלמטה): $201.1,\ 343.9,\ 486.6,\ 629.4,\ 757.0\,\text{kN}$

שאלה 4

א. סוג ב ($K_a = 0.295$): מ- 2.95 בראש עד $16.21\,\text{kPa}$ בעומק 2.5 מ'; סוג א ($K_a = 0.217$): מ- 11.96 בעומק 2.5 מ' עד $24.40\,\text{kPa}$ בתחתית היסוד (5.1 מ')

ב. $E_1 = 7.37$, $E_2 = 16.58$, $E_3 = 31.09$, $E_4 = 16.17\,\text{kN/m}$; סה"כ $\sum H = 71.22\,\text{kN/m}$ בגובה $1.96\,\text{m}$ מתחתית היסוד

ג. $F_s = \frac{0.45 \cdot 250.99}{71.22} \approx 1.59 > 1.50$

ד. $F_o = \frac{400.01}{139.74} \approx 2.86 > 2.00$

ה. כן: החלקה $1.59 > 1.50$, היפוך $2.86 > 2.00$ - אין צורך בשינוי

ו. $\sigma_{max} \approx 157.6\,\text{kPa}$ (בבוהן), $\sigma_{min} \approx 28.3\,\text{kPa}$ (בעקב); $e = 0.31 < B/6 = 0.45\,\text{m}$

שאלה 5

א. שתי קורות ראשיות לאורך הגשר (B1) לאורך שתי השפות, במפתח 6.40 מ'; קורות משניות רוחביות (B2) במפתח 2.00 מ' כל 80 ס"מ

ב. B2: קורה פשוטה על B1-B1, מפתח 2.00 מ', $q = 8\,\text{kN/m}$; B1: קורה פשוטה על המבנים הקיימים, מפתח 6.40 מ', $q = 10\,\text{kN/m}$ (או כוחות מרוכזים של 8 ק"נ כל 80 ס"מ)

ג. B2: IPN 100 ($\sigma = 117\,\text{MPa}$); B1: IPN 260 ($\sigma = 115.8\,\text{MPa}$) - שתיהן מתחת ל-140 MPa

ד. עמודוני מעקה כזיזים רתומים בקורה הראשית, כל 80 ס"מ, בגובה 1.10 מ'; $M = 1.32\,\text{kNm}$ $\rightarrow$ IPN 80 ($\sigma = 67.7\,\text{MPa}$)

ה. פלטת סמך מפלדה מעוגנת לתקרה בברגים כימיים; בצד אחד חיבור קבוע (ברגים בחורים עגולים) ובצד השני חיבור נייד (חורים אובליים/סמך החלקה) להתפשטות תרמית

שאלה 6

א. +8.00: תקרה ללא קורות על 4 עמודים, נדרש $39.5\,\text{cm} > 34$ - אינה עומדת; +4.00: תקרה מצולבת על קורות, נדרש $25.6\,\text{cm} < 27$ - עומדת

ב. עומס טרפזי מהתקרה +4.00 עם ערך מרבי $84.8\,\text{kN/m}$ (רמפות 2.55 מ'), וכוח מרוכז באמצע המפתח מעמוד 3: $P = 189 + 8.2 = 197.2\,\text{kN}$

ג. $h_{req} \approx 92\,\text{cm} \rightarrow$ קורה 50/95

ד. $q_{d,max} = 119.5\,\text{kN/m}$ (טרפזי) + $11.9\,\text{kN/m}$ משקל עצמי + $P_d = 277.7\,\text{kN}$ באמצע; $R = V_{max} = 472.6\,\text{kN}$, $V = \pm 138.9\,\text{kN}$ באמצע, $M_{max} = 1283.6\,\text{kNm}$

ה. $A_s = 38.22\,\text{cm}^2 \rightarrow 8\Phi 25$ ($39.27\,\text{cm}^2$)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat