

Schlussdiplomprüfung Stahlbeton

Herbst 2001

Dienstag, 18. September 2001, 10.15 - 12.15 Uhr, HIL F15

Name, Vorname:

Studenten-Nr.

Bemerkungen

1. Alle sechs Aufgaben haben das gleiche Gewicht. Für vier vollständig gelöste Aufgaben wird die Höchstnote (6) erteilt. Nur die vier am besten gelösten Aufgaben werden bewertet!
2. Die Aufgabenstellungen beziehen sich auf rechtshändige, kartesische Koordinatensysteme mit Achsen x und y in der Horizontalebene und nach unten positiver Vertikalachse z .
3. Für das spezifische Gewicht von Stahlbeton soll 25 kN/m^3 angenommen werden.
4. Die Partialfaktoren betragen $\gamma_R = 1,2$, $\gamma_G = 1,3$ und $\gamma_Q = 1,5$.
5. Materialkennwerte und weitere Angaben sind, sofern nicht unten aufgeführt, der Norm SIA 162 zu entnehmen.
6. Nützliche Angaben zur Lösung der Aufgaben sind im Anhang zusammengestellt.

Aufgabe 1

Eine 400 mm dicke, quadratische Platte aus Beton B 35/25 ($f_c = 16 \text{ MPa}$, $\tau_c = 0,9 \text{ MPa}$) erstreckt sich in ihrer Ebene über den Bereich $0 \leq x \leq 6 \text{ m}$, $0 \leq y \leq 6 \text{ m}$. Entlang der Ränder $x = 0$ und $y = 0$ ist die Platte frei. Entlang der Ränder $x = 6 \text{ m}$ und $y = 6 \text{ m}$ ist die Platte einfach gelagert, und an der Ecke $x = y = 6 \text{ m}$ ist sie gegen Abheben gesichert. Die Platte ist aufgrund des Ansatzes $\{m_x = m_y = 0, m_{xy} = Cxy\}$ auf Tragsicherheit für ihr Eigengewicht sowie eine ständige Auflast von 1 kPa und eine Nutzlast von 2 kPa zu bemessen. Ermittle die erforderliche Bewehrung im Bereich der Ecke $x = y = 6 \text{ m}$ und erörtere die dort notwendige konstruktive Durchbildung. Die Bewehrungsstäbe aus Stahl S 500 ($f_y = 460 \text{ MPa}$) sollen eine minimale Betonüberdeckung von 30 mm aufweisen. Wie kann die Bewehrung abgestuft werden?

Aufgabe 2

Eine in x -Richtung 500 mm lange und in y -Richtung 300 mm breite Stütze aus Beton B 45/35 ($f_c = 23$ MPa) wird durch eine entlang der z -Achse gleichmässig verteilte Kraft q [kN/m] beansprucht, die im Querschnittsschwerpunkt der Stütze angreift und mit der x -Achse einen Winkel von 30° einschliesst. Die 5 m hohe, unten eingespannte und oben freie Stütze ist mit geschlossenen Bügeln $\varnothing 12$ mm @ 100 mm sowie mit vier in den Bügelecken angeordneten Stäben $\varnothing 26$ mm aus Stahl S 500 ($f_y = 460$ MPa) bewehrt. Die Überdeckung der Bügel misst 25 mm. Zwei zusätzliche, in den Mitten der Längsseite der Bügel angeordnete Stäbe $\varnothing 16$ mm sind als rein konstruktiv zu betrachten und nicht in Rechnung zu stellen. Ermittle die zulässige Kraft q . Die Eigenlast der Stütze darf vernachlässigt und die Fließfigur für schiefe Biegung darf linearisiert werden.

Aufgabe 3

Eine in y -Richtung sehr lange, 250 mm dicke Platte aus Beton B 35/25 ($f_c = 16$ MPa, $\tau_c = 0,9$ MPa) trägt in x -Richtung als Durchlaufträger über viele Felder von je 8 m Spannweite. Die schlaffe Bewehrung besteht oben und unten aus Stäben $\varnothing 10$ mm @ 250 mm in x -Richtung und y -Richtung. Die Überdeckung der Stäbe in x -Richtung misst 25 mm, jene der Stäbe in y -Richtung 35 mm. In x -Richtung ist die Platte zusätzlich mit parabolisch verlaufenden Monolitzen $\varnothing 0,6''$ @ 500 mm ($A_p = 150$ mm², $R_{min} = 2,5$ m, Überdeckung bis zum Schwerpunkt der Litzen ≥ 55 mm) vorgespannt. Beurteile die Tragsicherheit der Platte im Brandfall unter der Annahme, dass die Fließgrenzen der unteren schlaffen Bewehrung (460 MPa) und der Monolitzen (1590 MPa) durch den Brand um je einen Drittel reduziert werden, während jene der oberen schlaffen Bewehrung wie bei Raumtemperatur in Rechnung gestellt werden kann. Ausser ihrem Eigengewicht hat die Platte eine ständige Auflast von 2 kPa sowie einen quasi-ständigen Anteil der der Bemessung zugrundegelegten Nutzlast von 5 kPa zu tragen.

Aufgabe 4

Eine bestehende, quadratische Hochbaustütze mit 250 mm Seitenlänge wird bei einer Umnutzung mit einer 100 mm dicken Betonummantelung verstärkt. Zwischen dem alten Stützenkern und dem neuen Beton ergibt sich eine Schwinddifferenz von 0,1 ‰ (Betonummantelung möchte sich verkürzen). Die zentrische Normalkraftbeanspruchung der Stütze auf Gebrauchsniveau beträgt vor der Umnutzung 400 kN, nach der Umnutzung 900 kN. Ermittle die resultierenden Spannungen in der Stütze vor und nach der Umnutzung unter Voraussetzung eines unterschiedlichen Elastizitätsmodul von altem Beton ($E_{cA} = 40$ GPa) und neuem Beton ($E_{cN} = 36$ GPa). Kriecheffekte sind zu vernachlässigen.

Aufgabe 5

- Eine in y -Richtung 0,5 m dicke, in z -Richtung 4 m hohe Wandscheibe aus Beton B 35/25 ($f_{c,red} = 10$ MPa) wird durch eine am oberen Rand zentrisch angreifenden Normalkraft von 10 MN (Druck in z -Richtung auf Bemessungsniveau) und eine Querkraft von 4 MN (in x -Richtung auf Bemessungsniveau) beansprucht. Ermittle die minimal erforderliche Wandlänge in x -Richtung unter der Voraussetzung, dass die Scheibe in unbewehrtem Beton ausgeführt wird.
- Aus Platzgründen sei nur eine maximale Scheibenlänge von 3 m möglich. Wie müsste die Scheibe in diesem Fall konstruiert werden? Ermittle die erforderliche Bewehrung aus Stahl S 500 ($f_y = 460$ MPa, Überdeckung ≥ 30 mm) und stelle diese zeichnerisch dar.

Aufgabe 6

a) Konstruktive Details:

Beurteile das statische System und den Kraftfluss der skizzierten Bauteile. Abzugeben sind qualitative Bewehrungsskizzen mit Angabe sämtlicher Bewehrungen (Lage, Form). Die Bewehrungen sollen direkt in die Bauteilskizzen eingezeichnet werden, wobei die statisch erforderliche Bewehrung (blaue Farbe) von der konstruktiven Bewehrung (schwarze Farbe) farblich zu unterscheiden ist.

Gerber-Gelenk:

Scheibe mit Aussparung:

Kragarm:

Vorspannkabelverankerung in Lisene:

b) Herleitung Biege­widerstand:

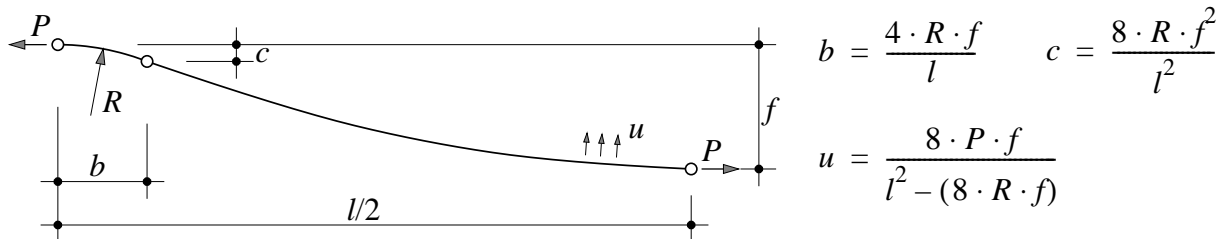
Ermittle eine allgemeine Bemessungsformel für den Biege­widerstand M_{yR} (Biegebeanspruchung um die y -Achse) eines rechteckförmigen Biegeträgers mit der Breite b (in y -Richtung) und der Höhe h (in z -Richtung). Die Bewehrung besteht aus zwei Bewehrungslagen mit unterschiedlichen Eigenschaften (1. Bewehrungslage mit Fläche A_{s1} , Fließgrenze f_{y1} , statische Höhe $d_1 = 0,9 h$, beziehungsweise 2. Bewehrungslage mit Fläche A_{s2} , Fließgrenze f_{y2} , statische Höhe $d_2 = 0,8 h$). Der Beton weist eine rechnerische Festigkeit f_c auf. Die Bemessungsformel soll diejenigen Fälle abdecken, bei denen die Betondruchzone z_c weniger als 40 % der Höhe h beträgt.

Querschnittsflächen von Bewehrungsstäben

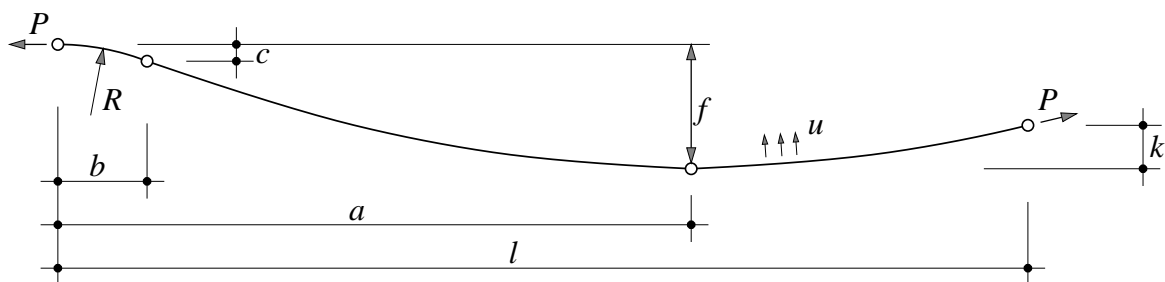
Ø [mm]	A _s [mm ²]	a _s [mm ² /m]					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	50	503	402	335	251	201	168
10	79	785	628	524	393	314	262
12	113	1131	905	754	565	452	377
14	154	1539	1232	1026	770	616	513
16	201	2011	1608	1340	1005	804	670
18	254	2545	2036	1696	1272	1018	848
20	314	3142	2513	2094	1571	1257	1047
22	380	3801	3041	2534	1901	1521	1267
26	531	5309	4247	3540	2655	2124	1770
30	707	7069	5655	4712	3534	2827	2356
34	908	9079	7263	6053	4540	3632	3026

Spanngliedgeometrie und Umlenkkräfte

Innenfeld:



Randfeld:



$$a = \frac{f}{f-k} \cdot \left[l - \sqrt{\frac{k}{f} \cdot (l^2 + 2 \cdot R \cdot k)} - (2 \cdot R \cdot k) \right]$$

$$b = \frac{2 \cdot R \cdot f}{a} \quad c = \frac{2 \cdot R \cdot f^2}{a^2}$$

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot k}{(l-a)^2} = \frac{2 \cdot P \cdot f}{a^2 - (2 \cdot R \cdot f)}$$