

Schlussdiplomprüfung Stahlbeton

Frühling 2001

Dienstag, 27. Februar 2001, 10.15 - 12.15 Uhr, HIL E15

Bemerkungen

1. Alle sechs Aufgaben haben das gleiche Gewicht. Für vier vollständig gelöste Aufgaben wird die Höchstnote (6) erteilt.
2. Die Aufgabenstellungen 1 und 4 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 in x -Richtung als einfacher Balken über 12 m gespannte, in y -Richtung sehr lange Eindeckung soll als schlaff bewehrte Betonplatte mit Überzügen (aneinandergereihte, umgekehrte T-Querschnitte, maximale Konstruktionshöhe inklusive Platte = 1 m) ausgeführt werden. Lege die Beton- und Stahlsorte fest, wähle die Abmessungen (Plattendicke, Überzugshöhe, -abstand und -breite) und dimensioniere die Bewehrung in Feldmitte (in x - und y -Richtung) sowie im Auflagerbereich (inklusive Schubanschluss der Platte). Ausser ihrem Eigengewicht hat die Eindeckung eine ständige Auflast von 6 kPa und eine Nutzlast von 2 kPa aufzunehmen.

Aufgabe 2

Ermittle den Normalkraftwiderstand $N_R = N_d \cdot \gamma_R$ einer wandartigen, 300 mm breiten und 1100 mm langen Stütze mit einer Knicklänge von 7 m. Die Stütze aus Beton B 35/25 ($f_c = 16 \text{ MPa}$) ist beidseitig mit je sechs Bewehrungsstäben $\varnothing 30 \text{ mm}$ bewehrt (Stahl S 500, $f_y = 460 \text{ MPa}$, Abstand = 200 mm) und mit Bügeln $\varnothing 10 \text{ mm}$ im Abstand von 100 mm verbügelt. Die Überdeckung der Bügel misst 25 mm. Verwende das Nachweisverfahren gemäss Ziffer 3 24 5 der Norm SIA 162 und benutze das im Anhang angegebene M_R - N_R -Interaktionsdiagramm. Die Anfangsexzentrizität ist gemäss Ziffer 3 24 51 der Norm SIA 162 zu berücksichtigen.

Aufgabe 3

Ein als Durchlaufträger über zwei gleich lange Felder (Spannweiten l) gelagerter Plattenstreifen mit Rechteckquerschnitt (Breite b , Dicke h) wird an seiner Oberseite erwärmt. Dadurch entstehe im ganzen Plattenstreifen ein über die Dicke linearer Temperaturverlauf mit einer Temperaturdifferenz ΔT zwischen Ober- und Unterseite. Wo und bei welchem Wert ΔT wird ein erster Riss auftreten, wenn vorausgesetzt wird, dass der Plattenstreifen anfänglich völlig eigenspannungsfrei ist? Rechne mit einem Temperaturexpansionsbeiwert $\alpha_T = 10^{-5}/^\circ\text{C}$ und einer Reissdehnung $f_{ct}/E_c = 0,1\text{‰}$.

Aufgabe 4

Eine in y -Richtung sehr lange, 400 mm dicke Platte aus Beton B 35/25 ($f_c = 16\text{ MPa}$) ist in x -Richtung als einfacher Balken über 10 m gespannt. An ihrer Unterseite ist die Platte mit Stäben $\varnothing 22\text{ mm}$ aus Stahl S 500 ($f_y = 460\text{ MPa}$) bewehrt, die eine Überdeckung von 30 mm besitzen, einen Abstand von 200 mm aufweisen und mit der x -Richtung einen Winkel von 30° einschliessen. Auf dieser Bewehrung liegt eine orthogonale, zweite Bewehrungslage aus Stäben $\varnothing 16\text{ mm}$ mit einem Abstand von 200 mm. Was für eine gleichmässig verteilte Nutzlast (zusätzlich zum Eigengewicht) ist hinsichtlich Tragsicherheit zulässig?

Aufgabe 5

Eine 300 mm dicke, 3 m auskragende Platte aus Beton B 40/30 ($f_c = 19,5\text{ MPa}$) soll mit Monolitzen $\varnothing 0,6''$ ohne Verbund (Querschnittsfläche $A_p = 150\text{ mm}^2$, minimaler Krümmungsradius $R_{min} = 2,5\text{ m}$, $f_{tk} = 1770\text{ MPa}$, $\sigma_{p0} \leq 0,7 f_{tk}$) für ihr Eigengewicht formtreu vorgespannt werden. Dimensioniere die vorgespannte und die schlaffe Bewehrung auf Tragsicherheit unter Berücksichtigung des Eigengewichts sowie einer Schneelast von 10 kPa. Die Überdeckung der Bewehrung soll 30 mm nicht unterschreiten. Die Weiterleitung der Kräfte bei der Einspannung ist nicht zu untersuchen.

Aufgabe 6

Eine mehrstöckige, grosse Tiefgarage weist einen quadratischen Stützenraster von 8 m Seitenlänge auf. Die kreisrunden Stützen mit einem Durchmesser von 450 mm tragen 240 mm dicke Decken aus Beton B 35/25 ($f_c = 16\text{ MPa}$, $\tau_c = 0,9\text{ MPa}$), die schlaff mit Stahl S 500 ($f_y = 460\text{ MPa}$) bewehrt sind. Ausser ihrem Eigengewicht haben die Decken eine Nutzlast von 2,5 kPa aufzunehmen. Die Biegebewehrung über den Stützen besteht aus orthogonal angeordneten Stäben (wechselweise $\varnothing 16\text{ mm}$ und $\varnothing 18\text{ mm}$, Abstand = 100 mm) mit einer minimalen Überdeckung von 30 mm. Die lichte Stockwerkshöhe von 2,4 m darf im Stützenbereich auf 2,2 m reduziert werden. Bemesse den Stützenbereich auf Durchstanzen.

Anhang

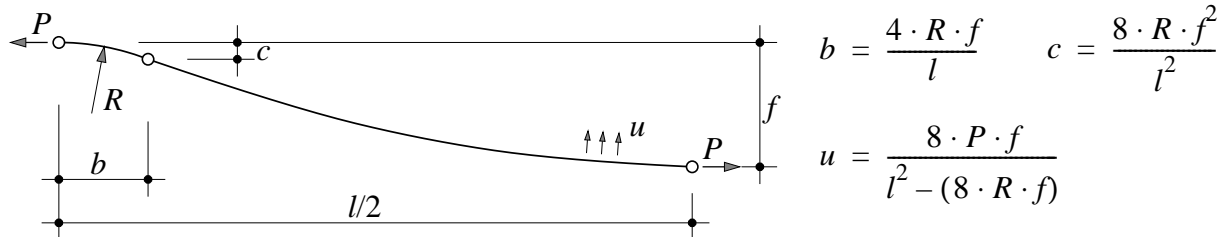
M_R - N_R -Interaktionsdiagramm Aufgabe 2

Querschnittsflächen von Bewehrungsstäben

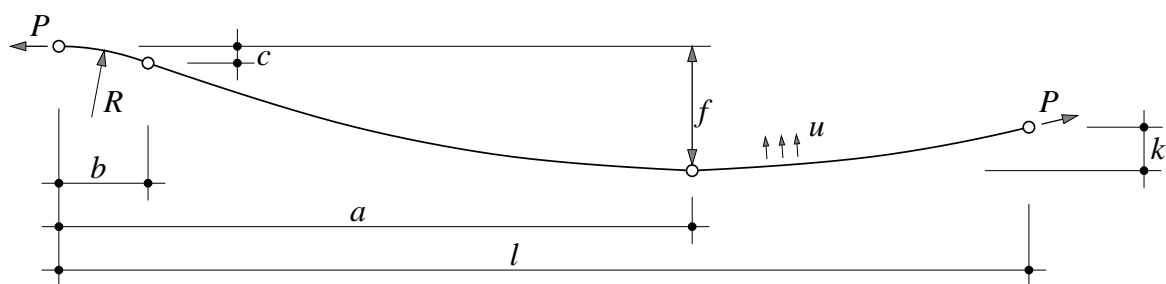
Ø [mm]	A_s [mm ²]	a_s [mm ² /m]					
		$s = 100$ mm	$s = 125$ mm	$s = 150$ mm	$s = 200$ mm	$s = 250$ mm	$s = 300$ mm
8	50	503	402	335	251	201	168
10	79	785	628	524	393	314	262
12	113	1131	905	754	565	452	377
14	154	1539	1232	1026	770	616	513
16	201	2011	1608	1340	1005	804	670
18	254	2545	2036	1696	1272	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 Umlenkräfte

Innenfeld:



Randfeld:



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

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

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

Schlussdiplomprüfung Stahlbeton

Frühling 2001

Dienstag, 27. Februar 2001, 10.15 - 12.15 Uhr, HIL E15

Bemerkungen

1. Alle sechs Aufgaben haben das gleiche Gewicht. Für vier vollständig gelöste Aufgaben wird die Höchstnote (6) erteilt.
2. Die Aufgabenstellungen 1 und 4 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 in x -Richtung als einfacher Balken über 12 m gespannte, in y -Richtung sehr lange Eindeckung soll als schlaff bewehrte Betonplatte mit Überzügen (aneinandergereihte, umgekehrte T-Querschnitte, maximale Konstruktionshöhe inklusive Platte = 1 m) ausgeführt werden. Lege die Beton- und Stahlsorte fest, wähle die Abmessungen (Plattendicke, Überzugshöhe, -abstand und -breite) und dimensioniere die Bewehrung in Feldmitte (in x - und y -Richtung) sowie im Auflagerbereich (inklusive Schubanschluss der Platte). Ausser ihrem Eigengewicht hat die Eindeckung eine ständige Auflast von 6 kPa und eine Nutzlast von 2 kPa aufzunehmen.

Aufgabe 2

Ermittle den Normalkraftwiderstand $N_R = N_d \cdot \gamma_R$ einer wandartigen, 300 mm breiten und 1100 mm langen Stütze mit einer Knicklänge von 7 m. Die Stütze aus Beton B 35/25 ($f_c = 16 \text{ MPa}$) ist beidseitig mit je sechs Bewehrungsstäben $\varnothing 30 \text{ mm}$ bewehrt (Stahl S 500, $f_y = 460 \text{ MPa}$, Abstand = 200 mm) und mit Bügeln $\varnothing 10 \text{ mm}$ im Abstand von 100 mm verbügelt. Die Überdeckung der Bügel misst 25 mm. Verwende das Nachweisverfahren gemäss Ziffer 3 24 5 der Norm SIA 162 und benutze das im Anhang angegebene M_R - N_R -Interaktionsdiagramm. Die Anfangsexzentrizität ist gemäss Ziffer 3 24 51 der Norm SIA 162 zu berücksichtigen.

Aufgabe 3

Ein als Durchlaufträger über zwei gleich lange Felder (Spannweiten l) gelagerter Plattenstreifen mit Rechteckquerschnitt (Breite b , Dicke h) wird an seiner Oberseite erwärmt. Dadurch entstehe im ganzen Plattenstreifen ein über die Dicke linearer Temperaturverlauf mit einer Temperaturdifferenz ΔT zwischen Ober- und Unterseite. Wo und bei welchem Wert ΔT wird ein erster Riss auftreten, wenn vorausgesetzt wird, dass der Plattenstreifen anfänglich völlig eigenspannungsfrei ist? Rechne mit einem Temperaturexpansionsbeiwert $\alpha_T = 10^{-5}/^\circ\text{C}$ und einer Reissdehnung $f_{ct}/E_c = 0,1\text{‰}$.

Aufgabe 4

Eine in y -Richtung sehr lange, 400 mm dicke Platte aus Beton B 35/25 ($f_c = 16\text{ MPa}$) ist in x -Richtung als einfacher Balken über 10 m gespannt. An ihrer Unterseite ist die Platte mit Stäben $\varnothing 22\text{ mm}$ aus Stahl S 500 ($f_y = 460\text{ MPa}$) bewehrt, die eine Überdeckung von 30 mm besitzen, einen Abstand von 200 mm aufweisen und mit der x -Richtung einen Winkel von 30° einschliessen. Auf dieser Bewehrung liegt eine orthogonale, zweite Bewehrungslage aus Stäben $\varnothing 16\text{ mm}$ mit einem Abstand von 200 mm. Was für eine gleichmässig verteilte Nutzlast (zusätzlich zum Eigengewicht) ist hinsichtlich Tragsicherheit zulässig?

Aufgabe 5

Eine 300 mm dicke, 3 m auskragende Platte aus Beton B 40/30 ($f_c = 19,5\text{ MPa}$) soll mit Monolitzen $\varnothing 0,6''$ ohne Verbund (Querschnittsfläche $A_p = 150\text{ mm}^2$, minimaler Krümmungsradius $R_{min} = 2,5\text{ m}$, $f_{tk} = 1770\text{ MPa}$, $\sigma_{p0} \leq 0,7 f_{tk}$) für ihr Eigengewicht formtreu vorgespannt werden. Dimensioniere die vorgespannte und die schlaffe Bewehrung auf Tragsicherheit unter Berücksichtigung des Eigengewichts sowie einer Schneelast von 10 kPa. Die Überdeckung der Bewehrung soll 30 mm nicht unterschreiten. Die Weiterleitung der Kräfte bei der Einspannung ist nicht zu untersuchen.

Aufgabe 6

Eine mehrstöckige, grosse Tiefgarage weist einen quadratischen Stützenraster von 8 m Seitenlänge auf. Die kreisrunden Stützen mit einem Durchmesser von 450 mm tragen 240 mm dicke Decken aus Beton B 35/25 ($f_c = 16\text{ MPa}$, $\tau_c = 0,9\text{ MPa}$), die schlaff mit Stahl S 500 ($f_y = 460\text{ MPa}$) bewehrt sind. Ausser ihrem Eigengewicht haben die Decken eine Nutzlast von 2,5 kPa aufzunehmen. Die Biegebewehrung über den Stützen besteht aus orthogonal angeordneten Stäben (wechselweise $\varnothing 16\text{ mm}$ und $\varnothing 18\text{ mm}$, Abstand = 100 mm) mit einer minimalen Überdeckung von 30 mm. Die lichte Stockwerkshöhe von 2,4 m darf im Stützenbereich auf 2,2 m reduziert werden. Bemesse den Stützenbereich auf Durchstanzen.

Anhang

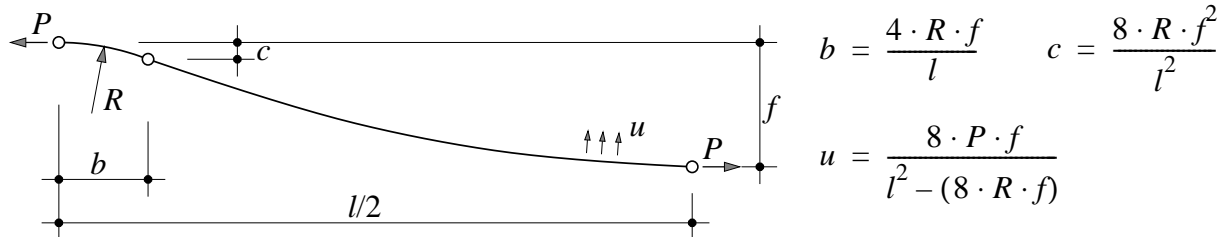
M_R - N_R -Interaktionsdiagramm Aufgabe 2

Querschnittsflächen von Bewehrungsstäben

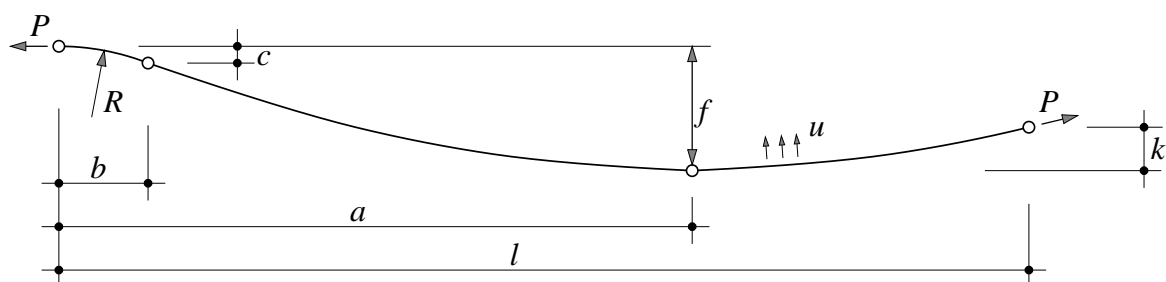
Ø [mm]	A _s [mm ²]	a _s [mm ² /m]					
		s = 100 mm	s = 125 mm	s = 150 mm	s = 200 mm	s = 250 mm	s = 300 mm
8	50	503	402	335	251	201	168
10	79	785	628	524	393	314	262
12	113	1131	905	754	565	452	377
14	154	1539	1232	1026	770	616	513
16	201	2011	1608	1340	1005	804	670
18	254	2545	2036	1696	1272	1018	848
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 Umlenkräfte

Innenfeld:



Randfeld:



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

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

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