



Stabilitätsprobleme im Stahlbau B8 – 1271060

Schriftliche Prüfung am 10.07.2009

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 120 (entspr. 133 %);

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: alle, außer elektronische Kommunikationsmittel

Geben sie alle Ergebnisse in folgenden Einheiten an: Kräfte [kN], Momente [kNm], Spannungen [N/mm^2], Querschnittswerte [cm^x], Längen [mm], Flächenlasten [kN/m^2];

Geben Sie alle Ergebnisse mit (mindestens) 3 Ziffern Genauigkeit an.

Alle Aufgaben sind nach Eurocode 3 (EC 3) zu bearbeiten.

1. Hallenstütze IPE 270 – S355, $L = 10,0$ m;
auf dem Fundament und in der Dachebene seitlich unverschieblich gehalten;
die schwache Achse ist auf +3,40 m und auf +7,00 m durch Wandriegel seitlich unverschieblich gehalten;
Normalkraft $N,d = 250$ kN (Biegemoment aus Wind und Rahmenwirkung vernachlässigen)
Ermitteln Sie die Ausnutzungsgrade für Knicken um beide Achsen; wählen Sie jeweils einen geeigneten Ersatzstab.
Geben Sie jeweils folgende Zwischenergebnisse an:
Plastische Normalkraft, Knicklänge, Euler-Last, bezogene Schlankheit, Knickspannungslinie, Imperfektionsbeiwert, Reduktionsfaktoren, Grenznormalkraft (19 P)
Lösung:
Rechengang nach EC3-1-1
 $N,R,d = 1481$; $L_{cr} = 10000/3600$; $N_{cr,d} = 1090/611$; $\lambda, K = 1,17/1,56$; $KSL = a/b$; $\alpha = 0,21/0,34$; $\Phi = 1,28/1,94$; $\chi = 0,552/0,322$; $N_{b,R,d} = 818/477$; $\eta = 0,306/0,524$

2. Durch welche konstruktive Maßnahmen lässt sich die Tragfähigkeit der Stütze aus Aufgabe 1 steigern? (1 P)

Lösung:

Anordnung eines weiteren Wandriegel zwischen +3,40 und +7,00; kontinuierliche Stützung des Außengurtes durch ein Trapezblech;

3. Die Hallenstütze aus Aufgabe 1 wird aus Rahmenwirkung durch ein Eckmoment $M_{d} = -110$ kNm beansprucht (nimmt linear bis zum Stützenfuß ab). Ermitteln Sie den Ausnutzungsgrad aus Kippen.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Plastisches Moment, Abstand zwischen den Gabelagern, Verhältnis der Endmomente, Euler-Last, Beiwert c ; Lastangriffsmaß z_p , Momentenbeiwert ζ , kritisches Kippmoment, bezogene Schlankheit, Beulkurve; Imperfektionsbeiwert, Reduktionsfaktoren, Korrekturfaktoren, Grenzmoment

a) Vernachlässigen Sie die Wandbekleidung und die Wandriegel. (18 P)

b) Vernachlässigen Sie die Wandbekleidung, nehmen Sie an den Anschlusspunkten der Wandriegel eine Gabelagerung an. (15 P)

Lösung:

Rechengang nach EC3-1-1

a) $M_{R,d} = 158$; $L = 10000$; $\psi = 0$; $N_{cr,z,d} = 79,1$; $c = 406$; $z_p = 0$; $\zeta = 1,77$; $M_{cr,y,d} = 56,8$; $\lambda_{LT} = 1,67$; $K_{SL} = b$; $\alpha = 0,34$; $\Phi = 1,76$; $\chi_{LT} = 0,360$; $k_c = 0,752$; $f = 1,06$; $\chi_{LT,mod} = 0,339$; $M_{b,R,d} = 53,5$ kNm; $\eta = 2,06$

b) $L = 3000$; $\psi = 0,7$; $N_{cr,z,d} = 879$; $c = 173$; $z_p = 0$; $\zeta = 1,23$; $M_{cr,y,d} = 188$; $\lambda_{LT} = 0,917$; $K_{SL} = b$; $\alpha = 0,34$; $\Phi = 0,903$; $\chi_{LT} = 0,750$; $k_c = 0,910$; $f = 0,956$; $\chi_{LT,mod} = 0,784$; $M_{b,R,d} = 124$ kNm; $\eta = 0,889$

(für das mittlere Feld mit $L = 3600$ erhält man aufgrund der kleineren Momente nur einen Ausnutzungsgrad von 0,644, das oberste Feld ist daher maßgebend)

4. Zu Aufgabe 3:

a) Skizzieren Sie den Anschluss der Wandriegel an die Stütze, so dass eine Gabelagerung konstruktiv realisiert ist. Hinweis: Wandriegel sind außen bündig. (10 P)

b) Gibt es Gründe dafür, dass trotz des von Ihnen gewählten Anschlusses eine Gabelagerung in statischer Hinsicht nicht eindeutig realisiert ist? (Stichworte 5 Punkte)

c) Wie verändert sich der Nachweis, wenn die Wandverkleidung auf der Außenseite der Stütze in der Berechnung berücksichtigt wird? (nur in Stichworten beschreiben, nicht rechnen, 3 P)

5. Als Anprallschutz gegen PKW werden Kreisrohre in einen Fundamentstreifen einbetoniert, so dass sie senkrecht 1,20 m aus dem Fundament ragen.

Profil RO-127x8–S235 (127 ist der Außendurchmesser).

Führen Sie den Stabilitätsnachweis für die meist-gedrückte Faser, wenn in 60 cm Höhe eine Last von $F,d = 30 \text{ kN}$ angreift. Die Querkraft und das Eigengewicht des Profils sollen vernachlässigt werden. Nehmen Sie einen „mittellangen“ Zylinder und Herstellungsqualität A an.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

geometrische Schlankheit, Längenverhältnis, Längenparameter, Beiwert C_x , ideale Beulspannung, bezogene Schlankheit, char. Imperfektionsamplitude, Imperfektionsfaktor; maßgebender Imperfektionsfaktor, Plastische Grenzschlankheit, Beul-Abminderungsfaktor, char. Beulspannung, Bemessungs-Beulspannung, einwirkendes Moment, Widerstandsmoment, Randfaserspannung (17 P)

Lösung:

Rechengang nach EC3-1-6

$R/T = 7,44$; $L/R = 20,2$; $\omega = 55,0$; $C_x = 1,00$; $\sigma_{xRcr} = 17082$; $\lambda = 0,117$; $\Delta_{wk} = 0,0682$; $\alpha_x = 0,596$; $\alpha_{xpp} = 0,0979$; $\lambda_p = 0,495$; $\chi = 1,00$; $\sigma_{xR,k} = 235$; $\sigma_{xR,d} = 214$; $M_{d} = 18,0$; $W = 89,0$; $\sigma_{d} = 202$; $\eta = 0,947$;

6. Gegeben ist ein stehender zylindrischer Wasserbehälter mit folgenden Abmessungen: $D = 6500 \text{ mm}$; $H = 8000 \text{ mm}$; Wanddicke $3,0 \text{ mm}$; Werkstoff 1.4571 (V4A) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-30.3-6 ($E = 1,7 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$; $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$), kegelförmiges Gespärredach mit 8° Dachneigung; Ankerabstand am Behälterfuß ca. 50 cm . Auf halber Höhe des Behälters ist eine außenliegende Ringsteife (mit ausreichender Steifigkeit) vorhanden, die kontinuierlich mit dem Behältermantel verbunden ist.

Der Behälter ist geschlossen, im Inneren liegt ein betriebsmäßiger Unterdruck an von 10 mbar entsprechend $1,0 \text{ kN/m}^2$. Der Behälter steht im Freien und ist dem natürlichen Wind ausgesetzt.

Ermitteln Sie den Ausnutzungsgrad des zylindrischen Mantels für den Beulnachweis unter Außendruck, nehmen Sie dabei einen Staudruck $q_0 = 0,58 \text{ kN/m}^2$ an. Gehen Sie von einem „mittellangen“ Behälter und von Herstellertoleranzklasse A aus; Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Beulfeldlänge; geometrische Schlankheit, Längenverhältnis, Längenparameter, Randbedingungen, C_{φ} , ideale Beulspannung, Imperfektions-Abminderungsfaktor, bezogene Schlankheit, plastische Grenzschlankheit, Beul-Abminderungsfaktor, char. Beulspannung; Bemessungswert der Beulspannung; Wind-Beiwert, Ersatz-Außendruck; vorh. Umfangsspannung; (17 P)

Lösung:

Rechengang nach EC3-1-6

$L = 4000$; $R/T = 1083$; $L/R = 1,23$; $\omega = 40,5$; Fall 3 – BC2/BC2; $C,\theta = 1,00$; $\sigma,\theta_{cr} = 3,56$; $\alpha,\theta = 0,75$; $\lambda = 8,12$; $\lambda,p = 1,37$; $\chi = 0,0114$; $\sigma,\theta,R,k = 2,67$; $\sigma,\theta,R,d = 2,43$; $k,w = 0,698$; $q,eq = 0,405$; $\sigma,\theta,Ed = 1,52$; $\eta = 0,626$;

7. Zu Aufgabe 6:

a) Geben Sie ein Kriterium für den Höchstabstand der Anker an. (Nur stichwortartig beschreiben, nicht rechnen, 3 P)

b) Welche Lasten sind anzusetzen, wenn der Behälter belüftet ist? Sind diese Lasten eindeutig definiert? Beschreiben Sie Ober- und Untergrenzen. (Stichworte, 5 P)

8. Für den Druckgurt einer dünnwandigen, gekanteten C-Pfette 200 x 80 x 3 – S275 muss man eigentlich einen Nachweis gegen Plattenbeulen führen.

a) Mit welchem Näherungsverfahren kann man statt dessen überschlägig die aufnehmbare Druckkraft im Flansch der Pfette bestimmen? (4 P)

b) Wie groß ist diese Druckkraft für den oben beschriebenen Pfettenquerschnitt? (3 P)

Lösung:

a) Ersatzquerschnitt mit ausfallenden Querschnittsteilen. Restquerschnitte (jeweils beidseits der Ecken) müssen $b/t = 13$ erfüllen, dann erreichen sie die Fließgrenze.

b) $A = 2 * (13 * T) * T = 234 \text{ mm}^2$; $N,R,d = 234 \text{ mm}^2 * 275 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 58,5 \text{ kN}$