



Grundlagen des Stahlhochbaus B7 – 1271050

Schriftliche Prüfung am 03.07.2009

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 104 (entspr. 122 %);

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: alle, außer elektronische Kommunikationsmittel

Geben die 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.

1. Als Anprallschutz gegen einen Portalkran wird ein Profil HEB240-S355 in das Fundament einbetoniert, so dass es senkrecht 1,20 m aus dem Fundament ragt. Der Kranpuffer trifft das Profil in Richtung der starken Achse in einer Höhe von 80 cm über Oberkante Fundament.

Welche horizontale Einzellast F_d aus dem Kranpuffer kann das Profil aufnehmen? Stabilitätsphänomene sowie die Querkraft und das Eigengewicht des Profils sollen vernachlässigt werden.

- a) bemessen Sie nach der elastischen Grenzlast (3 P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

W_{el} ; $M_{gr,el,d}$;

- b) bemessen Sie nach der plastischen Traglast (Fließgelenk) (3 P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

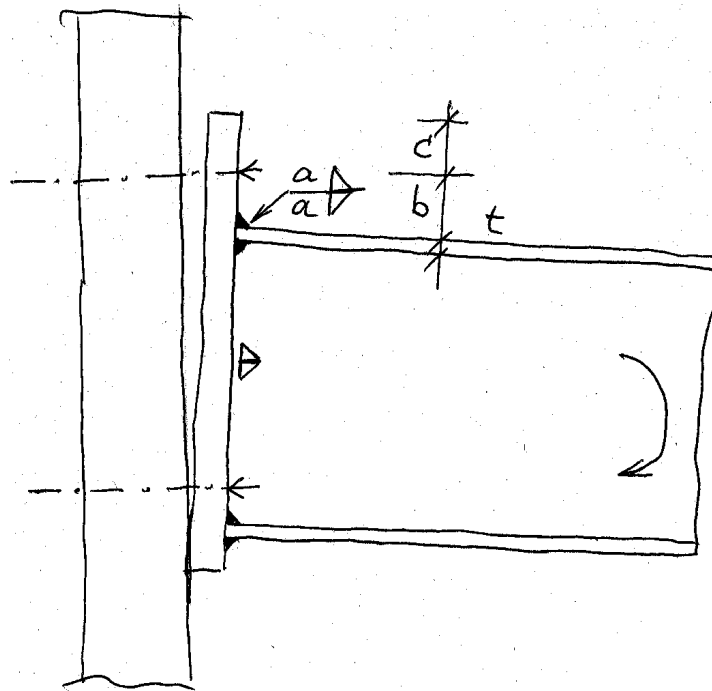
W_{pl} ; $M_{pl,d}$;

Lösung:

a) $W_{el} = 938$; $M_{gr,el,d} = 938 \cdot 327 = 307$; $F_d = 307 / 0,80 = 383$;

b) $W_{pl} = 938 \cdot 1,14 = 1070$; $M_{pl,d} = 1070 \cdot 327 = 350$; $F_d = 350 / 0,80 = 437$;

2. a) Ermitteln Sie für Aufgabe 1 a) die Durchbiegung des Anprallpunktes unter Bemessungslasten. (2 P)
Lösung: $383 * 0,800 / (3 * 2,1 * 10^5 * 11260) = 2,76 \text{ mm}$
- b) Wie groß ist für Aufgabe 1 b) die rechnerische Durchbiegung des Anprallpunktes unter Bemessungslasten; nicht rechnen, nur beschreiben und begründen. (1 P)
Lösung: unendlich, weil erst nach unendlich großen Rotationen das Fließgelenk voll ausgebildet ist;
- c) Nehmen Sie an, die tatsächliche Durchbiegung des Anprallpunktes unter der Bemessungslast aus Aufgabe 1 b) wäre nur ca. 150 mm. Geben Sie mögliche Ursachen an, begründen Sie. (2 P)
Lösung:
i) Überfestigkeit des Werkstoffes, d.h. höhere Fließgrenze;
ii) rechnerisch wird der Verfestigungsbereich der Spannungs-Dehnungs-Linie nicht berücksichtigt.
3. Für einen Einfeldträger wurde ein L-Profil nach der elastischen Grenztragfähigkeit bemessen.
- a) Wie hoch ist der rechnerische Gewinn an Querschnittstragfähigkeit, wenn man plastisch rechnet? (1 P)
- b) Warum ist die plastische Querschnittsreserve (plastischer Formbeiwert) deutlich größer als in Aufgabe 1? (2 P)
- c) Geben Sie den plastischen Formbeiwert für einen Rechteck-Querschnitt, ein dünnwandiges Kreisrohr und einen Kreis-Vollquerschnitt an, ggfs. geschätzt. (3 P)
Lösung
a) ca. 1,8
b) Weil ein großer Teil des Querschnittes zunächst in einem Bereich geringer Spannungen liegt.
c) 1,5; 1,27; 1,70;
4. Gegeben ist der Stirnplattenanschluss eines Profils IPE400-S355 an eine Stütze mit folgenden Maßen: $t = 13,5$; $a = 7$; $b = 70$; $c = 60$; Breite der Stirnplatte 200. Die oberen Schrauben sind 2M27–10.9, jeweils nur leicht angelegt, so dass unter Last eine klaffende Fuge entsteht. Die unteren Schrauben werden konstruktiv zur Übertragung der Querkraft verwendet und in der folgenden Berechnung nicht berücksichtigt. Der Anschluss wird durch ein negatives Biegemoment $M_d = 240 \text{ kNm}$ beansprucht.



a) Ermitteln Sie die erforderliche Dicke der Stirnplatte, wenn in der Stirnplatte eine Fließlinie entsteht. Verwenden Sie dabei ein einfaches Ingenieurmodell. (8 P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Lage des Druckpunktes; Hebelarm e für die Zugbeanspruchung der Schrauben; Normalkraft N, d in einer Schraube; Lage des Fließgelenkes in der Stirnplatte; Hebelarm e_2 , aus dem das Biegemoment im Fließgelenk entsteht; äußeres Biegemoment M, d im Fließgelenk; erforderliches plastisches Widerstandsmoment W_{pl} ;

Lösung:

Druckpunkt in der Mitte des unteren Flansches; $e = 400 - 13,5/2 + 70 = 463$; $N, d = 0,5 \cdot 240 / 0,463 = 259$; Fließgelenk oberhalb der oberen Flanschnaht; $e_2 = 70 - 7 \cdot \sqrt{2} = 60,1$; $M, d = 2 \cdot 259 \cdot 0,0601 = 31,1$; $W_{pl} = 31,1 / 327 = 95,2$; $T = \sqrt{(4 \cdot 95,2 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 43,6 \text{ mm}$

b) Ermitteln Sie die erforderliche Dicke der Stirnplatte, wenn die Schrauben vorgespannt sind und unter den Schrauben ebenfalls eine Fließlinie entsteht. Gehen Sie dabei näherungsweise von der Schraubenkraft aus Teilaufgabe a) aus. (4 P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Hebelarm e_3 , aus dem das Biegemoment im maßgebenden Fließgelenk entsteht; äußeres Biegemoment M, d im Fließgelenk; erforderliches plastisches Widerstandsmoment W_{pl} ;

Lösung:

$$e_3 = 60,1/2 = 30,1; M,d = 31,1/2 = 15,6; W,pl = 95,2/2 = 47,6; T = \sqrt{(4 \cdot 47,6 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 30,9 \text{ mm}$$

5. Schweißnahtberechnung nach DIN 18800:

a) Wie unterscheidet sich die rechnerische Festigkeit einer „normalen“ Stumpfnah von der des Grundwerkstoffes? (1 P)

b) Wie kann man die rechnerische Festigkeit des Grundwerkstoffes erreichen? (1 P)

c) Warum ist bei Kehlnähten die rechnerische Nahtfestigkeit immer kleiner als die des Grundwerkstoffes (1 P)

d) Kann man die rechnerische Festigkeit einer Stumpfnah dadurch steigern, dass man eine deutliche Nahtüberwölbung schweißt? Begründung! (1 P)

e) Skizzieren Sie je eine unsymmetrische Hohnah und Wölbnaht im Querschnitt; Tragen Sie die rechnerische Nahtdicke ein, das sogenannte „a-Maß“. (1 P)

Lösung:

a) Unter Druckbeanspruchung gleichwertig, unter Zugbeanspruchung muss je nach Werkstoffgüte abgemindert werden.

b) Durch stichprobenartigen Nachweis ausreichender Nahtgüte.

c) Weil Kehlnähte im Zweifelsfall als nicht prüfbar gelten.

d) Nein; kritisch bleibt der Querschnitt neben der Naht mit der (kleineren) Blechdicke.

6. Schweißverfahren

Vergleichen Sie in Stichworten Vor- und Nachteile der Schweißverfahren UP und MAG. (12 P)

Lösung:

Vorteile UP: hohe Schweißleistung, hochwertige Nähte;

Nachteile UP: keine Zwangspositionen (außer mit besonderen Maßnahmen, z.B. im Tankbau bei Rundnähten); Badsicherung oder Wurzellage in anderem Verfahren erforderlich;

Vorteile MAG: Einschaltdauer gegen 100%; Schweißleistung 2-4 kg/h;

Nachteile MAG: geht nicht in freier Witterung; schwierig in Zwangspositionen; aufwändige Schweißstromquellen (inkl. Schutzgasflasche);

7. Herstellen von Schweißkonstruktionen im Hochbau nach DIN 18800-7.

a) Ein Betrieb hat eine Herstellerqualifikation D. Darf dieser Betrieb eine stählerne Fußgängerbrücke bauen? Von was hängt das ab? (2P)

b) Welche Nachweise müsste ein „kleiner Schlossereibetrieb“ vorlegen können,

wenn er für ein Wohnhaus Balkongeländer fertigt? (2P)

c) Welche Herstellerqualifikation braucht ein Betrieb, der für eine Glasfassade die Unterkonstruktion aus nichtrostenden Stählen 1.4301 („V2A“) und/oder 1.4571 („V4A“) jeweils in der Festigkeitsklasse S235 fertigen möchte? (2P)

Lösung:

a) Ja, wenn die Lasten als vorwiegend ruhend gelten. Das hängt vom Verhältnis Eigengewicht zu Verkehrslasten ab.

b) Klasse A: dafür wird keine Bescheinigung ausgestellt; er müsste aber Schweißerprüfungen vorlegen können

c) Klasse B ist ausreichend, sofern die Abmessungen und Lasten der Klasse B eingehalten sind; allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 Abs. 4.7.1(2).

8. Eine geschweißte Rahmenecke IPE360 / IPE360 – S355 wird durch ein negatives Eckmoment $M_{d,200}$ beansprucht. Die Stegdicke des Walzprofils beträgt 8,0 mm. Der Riegel der Rahmenecke ist um 5° gegen die Horizontale geneigt.

a) Ermitteln Sie die den Ausnutzungsgrad η für die Schubspannungen im Eckblech. Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Rechnerische Abmessungen des Eckbleches; Flanschkräfte $F_{d,200}$; Schubfluss $T_{d,200}$; Schubspannung $\tau_{d,200}$; aufnehmbare Schubspannung $\tau_{R,d,200}$. (6 P)

b) Welche Annahme für den Verlauf der Flanschkräfte im Bereich der Ecke wird dabei üblicherweise zugrunde gelegt? stichwortartige Begründung! (2 P)

c) Geben Sie zwei unterschiedliche Veränderungen an, mit der Sie in der Rahmenecke ausreichende Tragfähigkeit herstellen können. (2 P)

Lösung:

a) $347/347$; $F_{d,200} = 200 / (360 - 13) = 576$; $T_{d,200} = 576 \text{ kN} / 347 \text{ mm} = 1661 \text{ N/mm}$; $\tau_{d,200} = 1661 / 8,0 = 207$; $\tau_{R,d,200} = 360 / (1,1 \cdot \sqrt{3}) = 189$; $\eta = 207/189 = 1,10$;

b) Die Flanschkräfte nehmen im Bereich der Rahmenecke linear auf Null ab. Dies entspricht der Annahme eines konstanten Schubflusses entlang der Kante des Eckbleches.

c1.) Anordnung zusätzlicher Schubleche, möglichst symmetrisch

c2.) Anordnung zusätzlicher Diagonalen (Fachwerkmodell)

9. Skizzieren Sie im Maßstab 1:5 die Rahmenecke aus Aufgabe 8 in einer Ansicht und einem aussagekräftigen Schnitt. Berücksichtigen Sie dabei als Verstärkungsmaßnahme eine Diagonalverstärkung auf dem Eckblech. Stellen Sie die Schweißnahtanschlüsse ggfs vergrößert dar. Schreiben Sie Positionsnummern an alle Bauteile und Schweißnähte. (16 P)

10. Führen Sie alle in Aufgabe 9 vergebenen Positionsnummern auf; geben Sie jeweils in mindestens einem Stichwort an, welcher rechnerische Nachweis für dieses Bauteil/Schraube/Schweißnaht zu führen wäre. (8 P)
Beispiel: „Schub aus Querkraft“; „Zug aus Versatzmoment“
11. a) Bewerten sie ein Bauteil aus Stahl mit feuerverzinkter Oberfläche und ein Bauteil aus nichtrostendem Stahl hinsichtlich ihrer Position in der Spannungsreihe der Metalle. (2P)
b) Welcher Korrosionsmechanismus ist zu erwarten, wenn beide Teile verbunden werden und von einem Elektrolyten benetzt werden? (2P)
c) Welcher Korrosionsmechanismus ist zu erwarten, wenn feuerverzinkte Teile mit Schrauben aus nichtrostendem Stahl verbunden werden? (2P)
Lösung:
a) $-0,76\text{ V}$ – unedler als Fe; ca. $+1,0\text{ V}$ – ähnlich Ag und Au;
b) die feuerverzinkte Oberfläche wird stark korrodiert
c) auf grund der relativen großen verzinkten Oberfläche und der relativ kleinen Schraubenoberfläche praktisch kein Korrosionsabtrag
12. a) Nennen Sie drei selbstpassivierende Werkstoffe sowie jeweils mindestens einen typischen Anwendungsfall. (6P)
b) Machen Sie Angaben zu möglichen Einsatzbedingungen und zur Beständigkeit. (6P)