



Grundlagen des Stahlhochbaus B7 – 1271050

Schriftliche Prüfung am 10.02.2010

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 118 (entspr. 131 %);

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-S235 in das Fundament einbetoniert, so dass es senkrecht 1,20 m aus dem Fundament ragt. Der Kranpuffer trifft das Profil in Richtung der schwachen Achse in einer Höhe von 90 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:

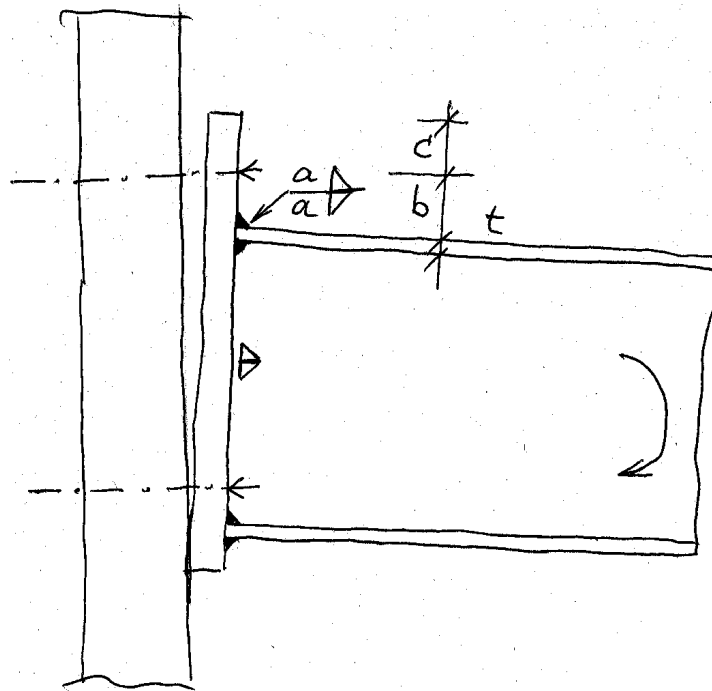
W_{pl} ; $M_{pl,d}$;

Lösung:

a) $W_{el} = 327$; $M_{gr,el,d} = 327 \cdot 214 = 70,0$; $F_d = 70 / 0,90 = 77,8$;

b) $W_{pl} = 327 \cdot 1,50 = 491$; $M_{pl,d} = 491 \cdot 214 = 105$; $F_d = 105 / 0,90 = 117$;

2. a) Ermitteln Sie für Aufgabe 1 a) die Durchbiegung des Anprallpunktes unter Bemessungslasten. (2 P)
Lösung: $77,8 * 0,90^3 / (3 * 2,1 * 10^5 * 3923) = 2,29 \text{ mm}$
- 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 IPE-Profil nach der elastischen Grenztragfähigkeit um die starke Achse 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 kleiner als in Aufgabe 1? (2 P)
- c) Geben Sie den plastischen Formbeiwert für einen Rechteck-Querschnitt, ein dünnwandiges Kreisrohr und einen L-Querschnitt an, ggfs. geschätzt. (3 P)
Lösung
a) 1,14
b) Weil ein großer Teil des Querschnittes von vorne herein in einem Bereich hoher Spannungen liegt.
c) 1,5; 1,27; 1,70;
4. Gegeben ist der Stirnplattenanschluss eines Profils IPE450-S235 an eine Stütze mit folgenden Maßen: $t = 15$; $a = 8$; $b = 60$; $c = 50$; Breite der Stirnplatte 200. Die oberen Schrauben sind 2M24–8.8, 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 $M_d = 180 \text{ kNm}$ 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; $e = 450 - 15/2 + 60 = 503$; $N, d = 0,5 \cdot 180 / 0,503 = 179$; Fließgelenk oberhalb der oberen Flanschnaht; $e_2 = 60 - 8 \cdot \sqrt{2} = 48,7$; $M, d = 2 \cdot 179 \cdot 0,0487 = 17,4$; $W_{pl} = 17,4 / 214 = 81,3$; $T = \sqrt{(4 \cdot 81,3 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 40,3 \text{ mm}$

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:

$$e_3 = 48,7/2 = 24,4; M_d = 17,4/2 = 8,70; W_{pl} = 81,3/2 = 40,7; T = \sqrt{(4 \cdot 40,7 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 28,5 \text{ mm}$$

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 E-Hand und MAG. (12 P)

Lösung:

Vorteile E: alle Positionen möglich, auch in freier Witterung; Auflegieren der Naht möglich; einfache Schweißstromquellen;

Nachteile E: nur mäßige Schweißleistung; Einschaltdauer nur 60%; ggfs. Rücktrocknen der Elektroden 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 ...

Firma C hat eine Herstellerqualifikation Klasse C. Aus Kapazitätsgründen sollen Teile bei der benachbarten Firma A gefertigt werden, deren Qualifikation der Klasse A entspricht.

Beurteilen Sie für die folgenden Fälle, ob das Vorgehen der Beteiligten nach DIN 18800-7 richtig ist.

- a) Die gefertigten Teile erfordern Klasse A, Firma A liefert im Werkvertrag. Der SFM der Firma C geht jeden Tag zur Firma A in die Fertigung und schaut, wie die Arbeiten voran gehen. (4 P)
- b) Die gefertigten Teile erfordern Klasse B, Firma A liefert im Werkvertrag. Der SFM der Firma C geht jeden Tag zur Firma A in die Fertigung und, überwacht dort die Arbeiten und gibt den Schweißern Weisungen. (4 P)
- c) Die gefertigten Teile erfordern Klasse C, Firma A verleiht zwei Schweißer an die Firma C. Die Schweißer der Firma A arbeiten auf dem Betriebsgelände der Firma C und sind dort der Schweißaufsicht der Firma C unterstellt. (4 P)
- d) Die gefertigten Teile erfordern Klasse C, Firma A leiht sich den SFM der Firma C im Rahmen eines Vertragsverhältnisses für die Zeit der Fertigung aus. Der SFM ist in dieser Zeit ausschließlich auf dem Betriebsgelände der Firma A tätig. (4 P)

Lösung:

- a) Das Vorgehen ist richtig, Firma B handelt eigenverantwortlich im Rahmen ihrer Herstellerqualifikation Klasse B, der SFI der Firma D tritt dort ohne baurechtliche Funktion auf.
 - b) Das Vorgehen ist nicht zulässig. Wenn Firma B im Werkvertrag liefert, sind die Weisungen des SFI ohne Bedeutung.
 - c) Das Vorgehen ist richtig. Der SFI ist dafür verantwortlich, dass die ausgeliehenen Schweißer handwerklich ausreichend qualifiziert sind; er hätte sich die Schweißer auch von einem Personalverleih besorgen können.
 - d) Das Vorgehen ist nicht zulässig. Firma B hat keine Herstellerqualifikation der Klasse D, die müsste ihr nach Antrag erst erteilt werden.
8. Eine geschweißte Rahmenecke IPE330 / IPE330 – S235 wird durch ein negatives Eckmoment $M_{,d} = 140 \text{ kNm}$ beansprucht. Die Stegdicke des Walzprofils beträgt 7,5 mm, die Flanschdicke beträgt 12 mm. Der Riegel der Rahmenecke ist um 7° 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 $F_{,d}$; Schubfluss $T_{,d}$; Schubspannung $\tau_{,d}$; aufnehmbare Schubspannung $\tau_{R,d}$. (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. Geben Sie jeweils eine qualifi-

zierte Schätzung für die erforderliche Bauteildicke ab (4 P).

Lösung:

a) $318/318$; $F_{,d} = 140 / (330-12) = 440$; $T_{,d} = 440 \text{ kN} / 318 \text{ mm} = 1384 \text{ N/mm}$; $\tau_{,d} = 1384 / 7,5 = 185$; $\tau_{,R,d} = 235 / (1,1 \cdot \sqrt{3}) = 123$; $\eta = 185/123 = 1,50$;

b) Die Flanschkkräfte 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 organisch beschichteter Oberfläche und ein Bauteil aus nichtrostendem Stahl hinsichtlich ihrer Position in der Spannungsreihe der Metalle. Unterscheiden Sie dabei eine fehlerlose Beschichtung und eine teilweise beschädigte Beschichtung. (4 P)
b) Welche Korrosionsmechanismen sind zu erwarten, wenn beide Teile verbunden werden und von einem Elektrolyten benetzt werden? (4 P)
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)