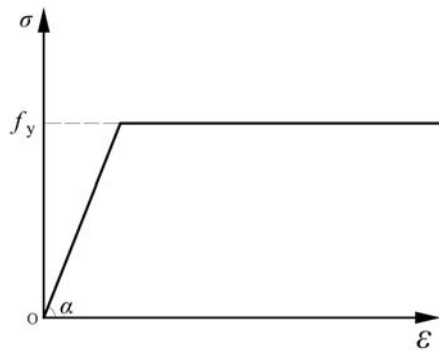


# 钢结构基本原理书面作业

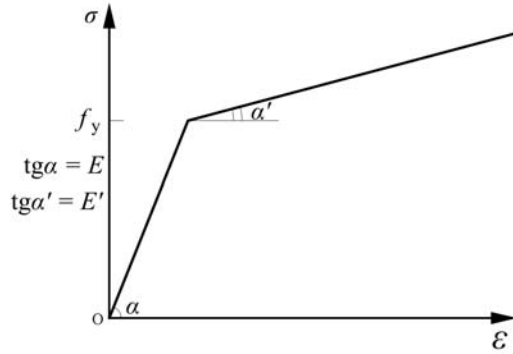
2017年秋季

## 第1次作业（钢结构材料）

1-1. 如图所示钢材在单向拉伸状态下的应力-应变曲线，请写出弹性阶段和非弹性阶段的  $\sigma - \varepsilon$  关系式。



(a) 理想弹性-塑性;



(b) 理想弹性强化

1-2. 如图所示的钢材在单向拉伸状态下的  $\sigma - \varepsilon$  曲线，试验时分别在 A、B、C 卸载至零，则在三种情况下，卸载前应变  $\varepsilon$ 、卸载后残余应变  $\varepsilon_c$  及可恢复的弹性应变  $\varepsilon_y$  各是多少？

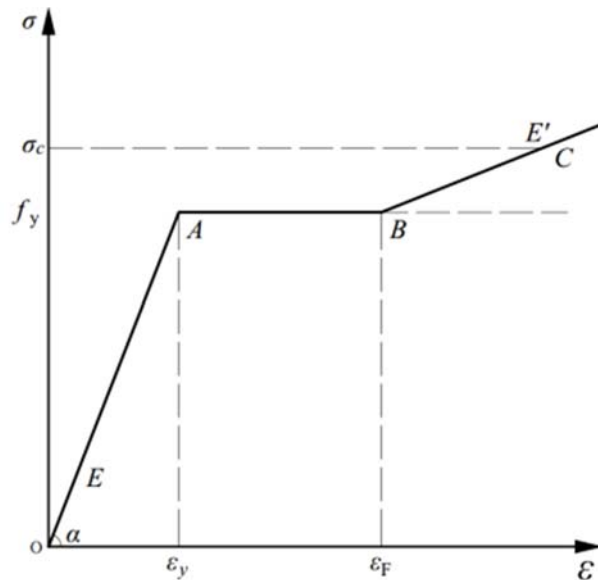
$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 270 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_F = 0.025$$

$$E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$E' = 1000 \text{ N/mm}^2$$



1-3. 一两跨连续梁，在外荷载作用下，截面上  $A$  点正应力为  $\sigma_1 = 120\text{N/mm}^2$ ， $\sigma_2 = -80\text{N/mm}^2$ ， $B$  点的正应力  $\sigma_1 = -20\text{N/mm}^2$ ， $\sigma_2 = -120\text{N/mm}^2$ ，求该梁  $A$  点与  $B$  点的应力比和应力幅是多少？

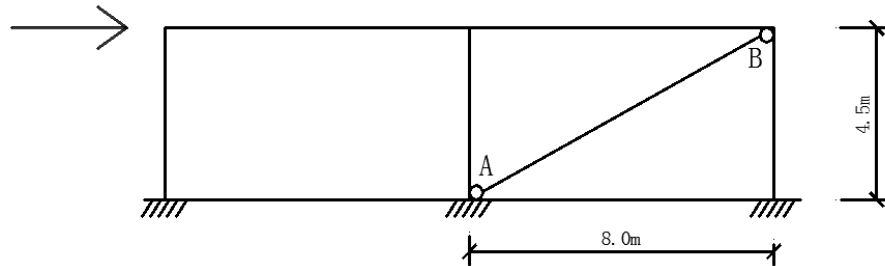
1-4. 指出下列符号意义：

(1) Q235AF    (2) Q345D    (3) Q390E    (4) Q235D

1-5（补充题）. 按附表 1-4（见《钢结构基本原理》课本）所列数据，计算 Q345A 和 Q345D 的碳当量的上下限，并说明比较碳当量有何意义。

## 第 2 次作业（轴拉构件）

2-1. 选择图示轴心受拉杆件 AB 的截面，使其满足强度和刚度要求。已知该杆件承受的轴心拉力设计值为 250kN。拟用钢材为 Q235B，钢材强度设计值为 215MPa。轴心拉杆允许长细比 $[\lambda]=400$ 。如分别采用窄翼缘 H 型钢（HN 型）、普通热轧工字钢、长肢相并的双角钢（角钢背间距离  $a=10\text{mm}$ ），问满足强度和刚度要求的最小截面及（型号）各是什么。



2-2. 下图水平轴心受拉杆件连接于立柱，截面为 HW125×125。钢材强度设计值  $f_d = 215\text{MPa}$ ，屈服强度  $f_y = 235\text{MPa}$ ，极限抗拉强度  $f_u = 400\text{MPa}$ ，计算该杆件的强度能否满足要求（假设螺栓均不破坏）。

- (1) 拉杆左侧用上下两角钢与立柱用螺栓连接，螺栓孔直径  $d_0 = 18\text{mm}$ （如图 2-2 (a) 所示），其上拉力设计值  $F = 400\text{kN}$ 。
- (2) 除上下角钢外在腹板上增设一螺栓，且螺栓孔直径  $d_0 = 26\text{mm}$ （如图 2-2 (b) 所示），此时，问能承受多大的轴心拉力设计值，在工程上有何问题。

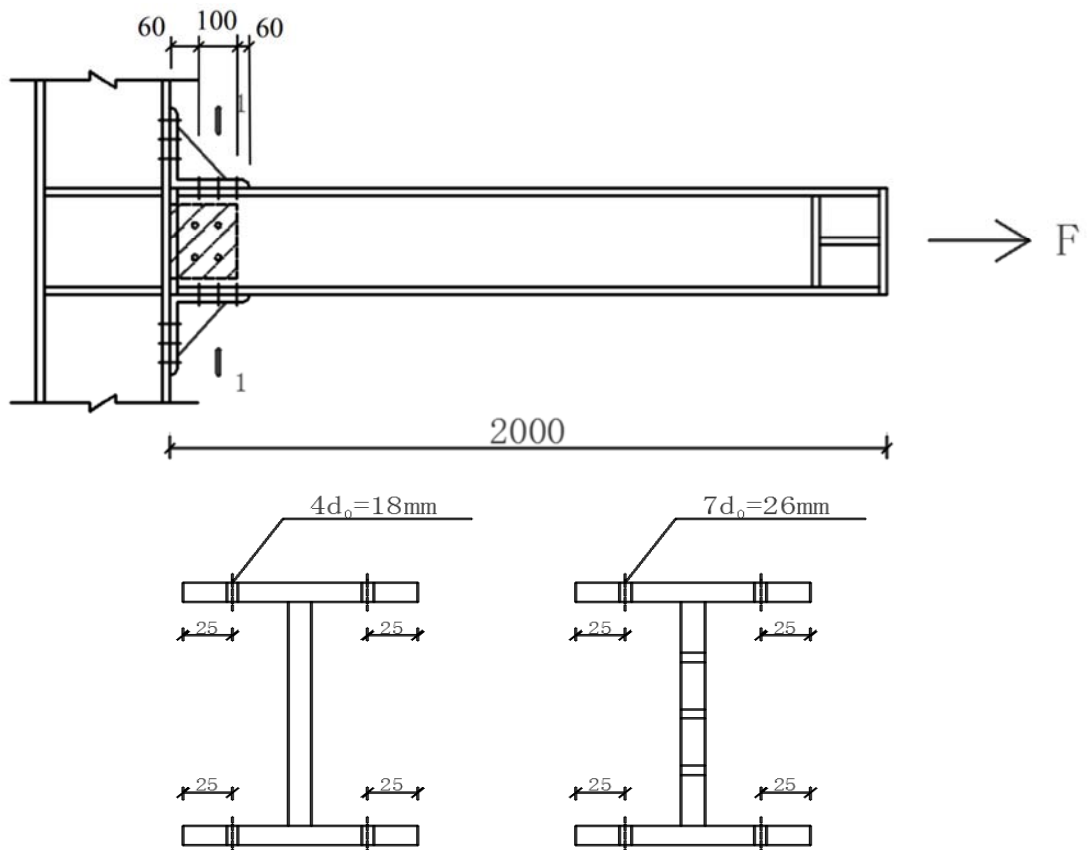
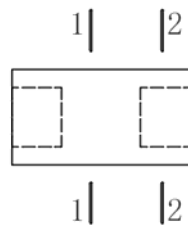
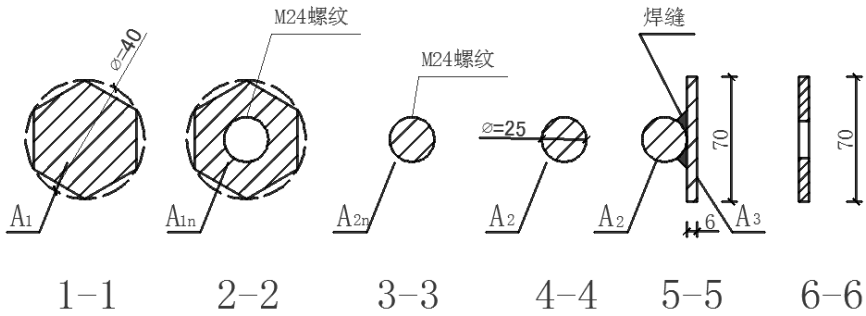
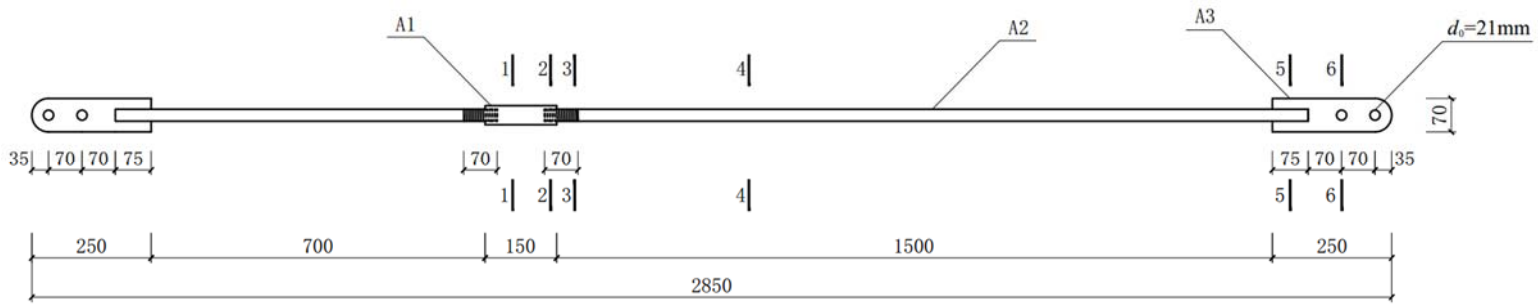


图 2-2 (a)

图 2-2 (b)

注意：图 2-2 (a)，(b) 只表现了轴心拉杆的截面，未表示连接角钢。

2-3. 计算图示轴心受拉杆件的承载力设计值和极限承载力。假设焊缝、螺栓不破坏。其中 A1 为  $\Phi 40$  圆钢制成的圆柱套筒，套筒外截面是正六边形，内螺纹为 M24，采用 45 号钢材， $f_d = 310\text{MPa}$ ， $f_y = 360\text{MPa}$ ， $f_u = 500\text{MPa}$ ；A2 为圆钢螺杆，采用  $\Phi 25$  圆钢，材质为 Q235B，螺纹为 M24，螺纹处有效直径  $d_e = 21.1854\text{mm}$ ，有效面积  $A_e = 352.5\text{mm}^2$ ， $f_d = 215\text{MPa}$ ， $f_y = 235\text{MPa}$ ， $f_u = 420\text{MPa}$ ；A3 为 Q345 钢材， $f_d = 310\text{MPa}$ ， $f_y = 345\text{MPa}$ ， $f_u = 500\text{MPa}$ 。（设轴心拉力是施加在两端 A3 板的最外侧螺栓孔上。）



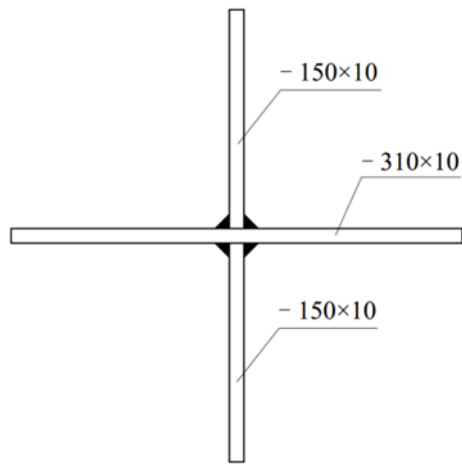
A1 套筒的螺栓构造示意图

2-4. 教材第 4 章习题 4.1

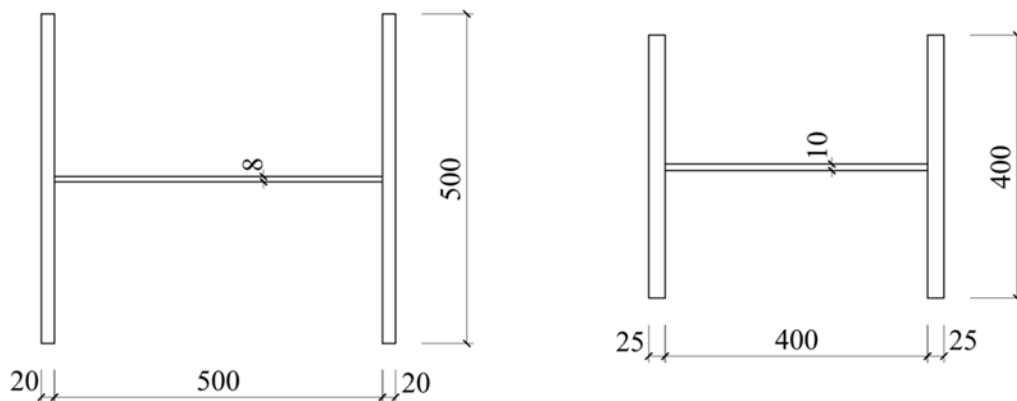
### 第 3 次作业（轴压构件）

3-1. 某车间工作平台柱高 2.6m，轴心受压，两端在两正交方向均为铰接。材料用热轧普通工字钢 I20a，Q235 钢，钢材的强度设计值  $f_d = 215\text{N/mm}^2$ 。求轴心受压稳定系数  $\varphi$  及其临界荷载。如改用 Q345 钢， $f_d = 310\text{N/mm}^2$ ，则各为多少？

3-2. 如图所示为一轴心受压构件，两端在两正交方向均为铰接，截面形式为十字形。设在弹塑性范围内  $E/G$  值保持常数，问在什么条件下，扭转屈曲临界力低于弯曲屈曲临界力？钢材为 Q235。

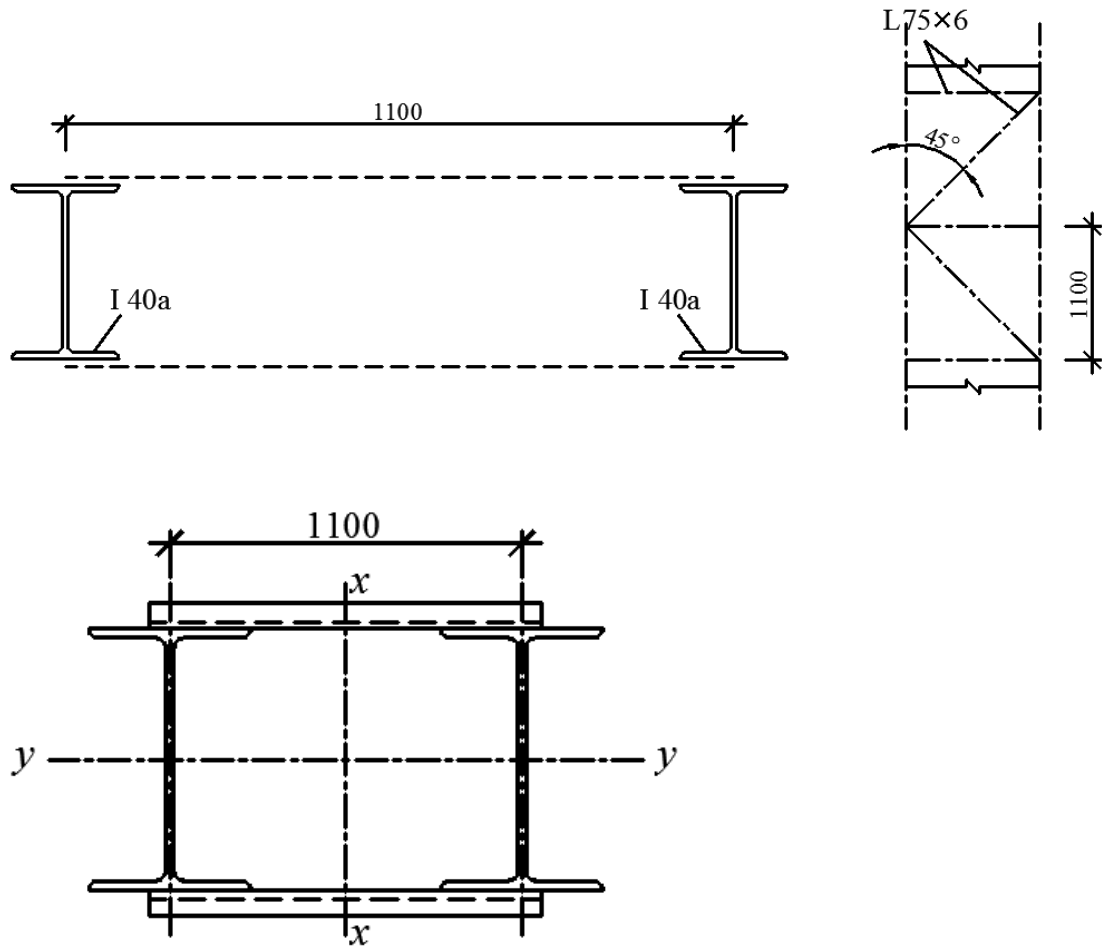


3-3. 两端铰接的轴心受压柱，高 10m，截面由三块钢板焊接而成，翼缘为焰切边，材料为 Q235，强度设计值  $f_d = 205\text{N/mm}^2$ ，承受轴心压力设计值 3200kN。如采用如图所示的两种截面，计算两种情况下柱是否安全。



3-4. 教材第 5 章习题 5.5

3-5. 验算一轴心受压缀条柱。柱肢采用工字型钢，缀条截面为 L75×6，材料均为 Q235，屈服点为  $f_y = 235\text{N/mm}^2$ ，强度设计值  $f_d = 205\text{N/mm}^2$ ，抗剪强度设计值为  $f_{vd} = 125\text{N/mm}^2$ 。已知轴心压力设计值  $N = 2000\text{kN}$ （包括自重），计算长度  $l_{0x} = 20\text{m}$ ， $l_{0y} = 10\text{m}$ ， $x$  轴为虚轴。

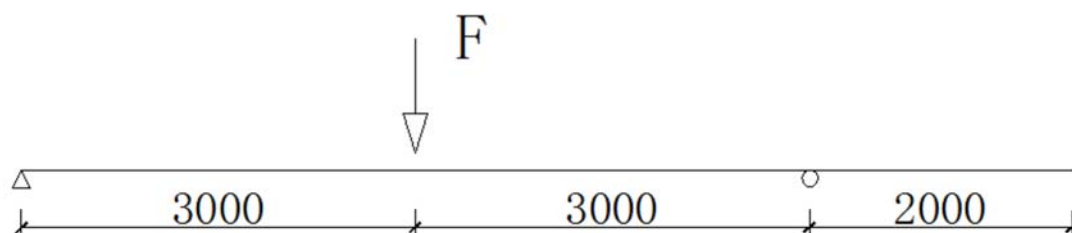


3-6. 教材第 5 章习题 5.8

## 第 4 次作业（受弯构件）

4-1. 教材第 6 章习题 6.1

4-2. 如图所示的等截面伸臂梁，选择能满足强度要求和变形要求的 Q235 热轧普通工字钢，使其用钢量最小。设钢材的抗拉强度设计值为 215MPa，抗剪强度设计值为 125MPa。梁的允许挠度，对于悬臂梁，自由端允许挠度为  $[2l/400]$ ，其他梁跨中允许挠度为  $[l/400]$ ，其中  $l$  为梁跨。如图所示，已知梁跨中作用集中荷载  $F = 200\text{kN}$ （荷载设计值，已知荷载分项系数为 1.25）。

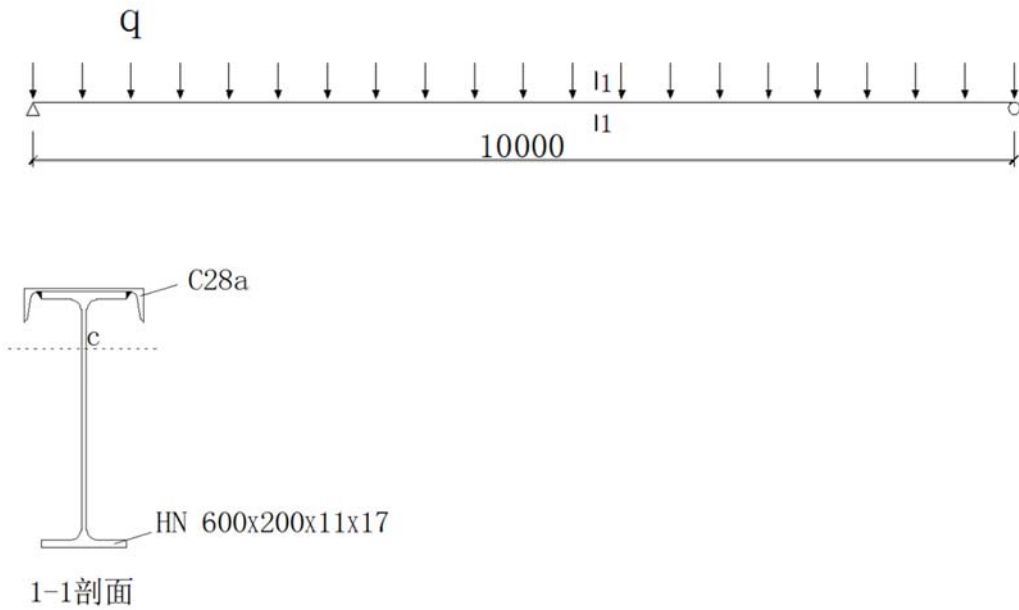


4-3. 采用型钢的组合截面梁，由热轧普通槽钢 C28a 和窄翼缘 H 型钢 HN600×200×11×17 焊接而成。钢材为 Q345A，抗拉强度设计值为 310MPa，抗剪强度设计值为 180MPa。梁跨 10m，两端铰接。梁上作用有均布荷载  $q$ 。

(1) 设  $q = 65\text{kN/m}$ （荷载设计值），问该梁是否满足强度要求，支座处是否需要设置加劲肋？（抗弯强度计算采用边缘屈服准则，支座处支撑力分布长度为 200mm）

(2) 假设允许最大弯矩截面达到塑性弯矩，则均布荷载  $q$  最大可以达到多少？（提示：计算塑性截面模量时可以将型钢截面翼缘厚度设为 18mm，以近似考虑翼缘腹板间圆弧过渡段对面积的贡献）

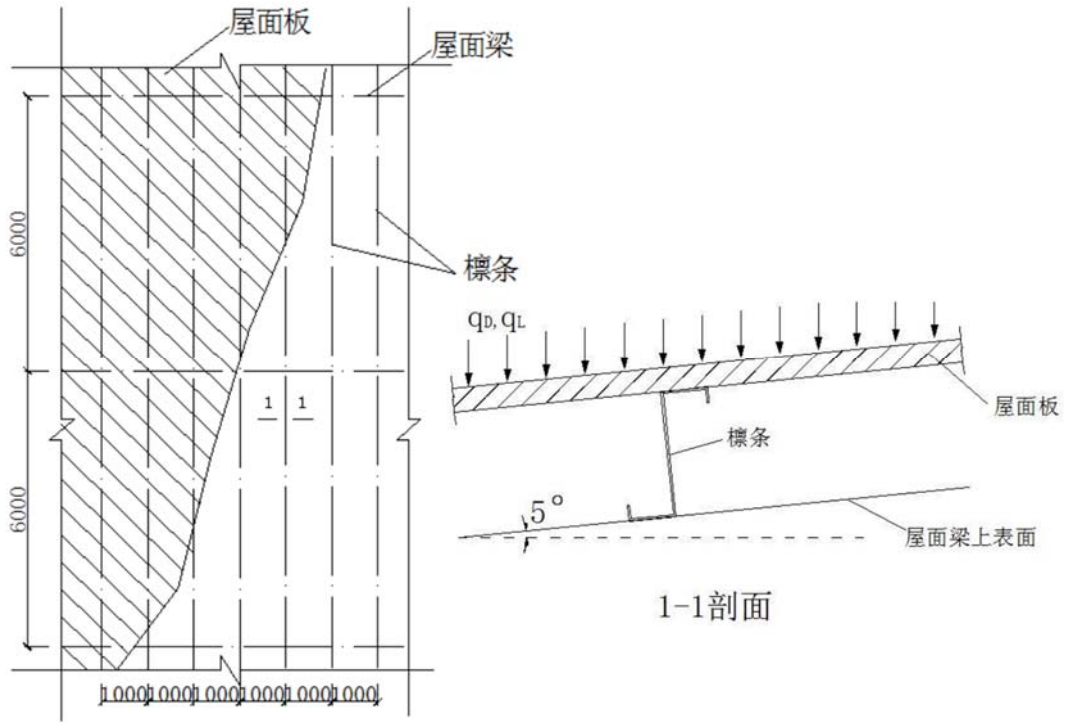
(3) 如按部分发展塑性设计， $\gamma_x$  近似可取何值？并简述理由。



4-4. 教材第 6 章习题 6.5

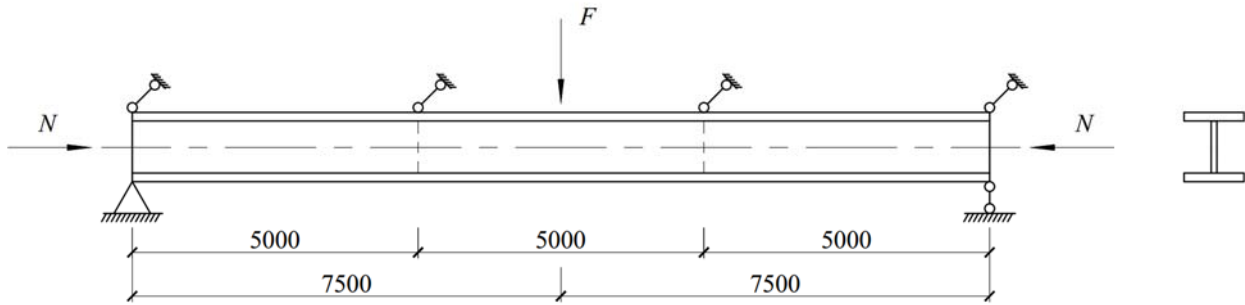
4-5. 屋面檩条采用卷边 Z 形冷弯薄壁型钢，规格为  $160 \times 60 \times 20 \times 2.5$ 。檩条跨度为 6m，两端铰接，檩条之间间距为 1m。檩条上用自攻螺钉连接屋面板，可阻止上翼缘侧移。檩条采用 Q235A 钢材，钢材抗拉强度设计值取为 205MPa，抗剪强度设计值取为 120MPa。檩条允许挠度为  $[l/150]$ ，其中  $l$  为跨度。已知屋面板自重标准值为  $q_D = 0.15 \text{ kN/m}^2$ ，问屋面板上可以承受的最大均布活荷载标准值  $q_L$  是多少？（设恒载分项系数为 1.2，活载分项系数为 1.4，并设均布荷载  $q_D$ ， $q_L$  方向均垂直于地面向下，且传递到檩条的荷载作用线通过截面形心，计算时檩条自重可以忽略。）



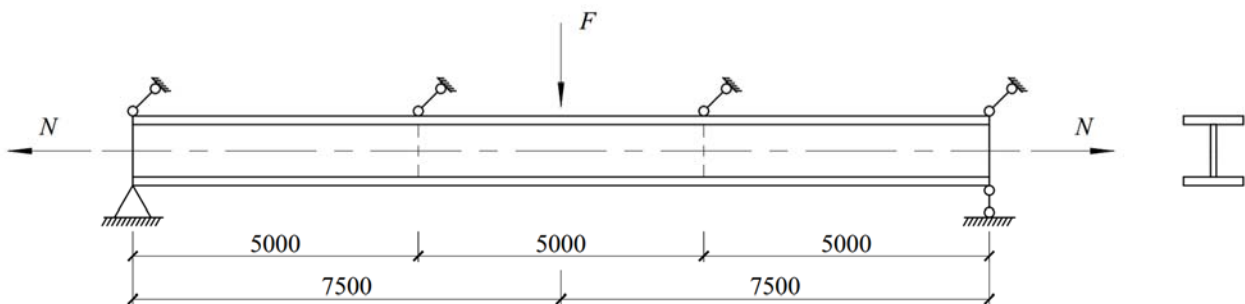


## 第 5 次作业（拉弯、压弯构件）

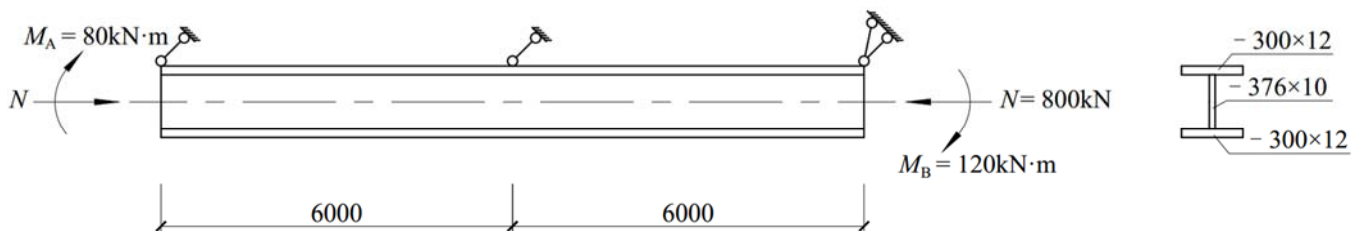
5-1. 一单向压弯构件长 15m，两端在截面两主轴方向均为铰接，支座处和构件三分点处均设平面外支承点。构件承受轴心压力  $N = 1000\text{kN}$ ，构件长度中央有集中力  $F = 150\text{kN}$ ，均为荷载设计值。采用钢材牌号 Q345B，强度设计值 310MPa，选择能满足强度要求和稳定性要求的宽翼缘 H 形钢截面，使其用钢量最小。



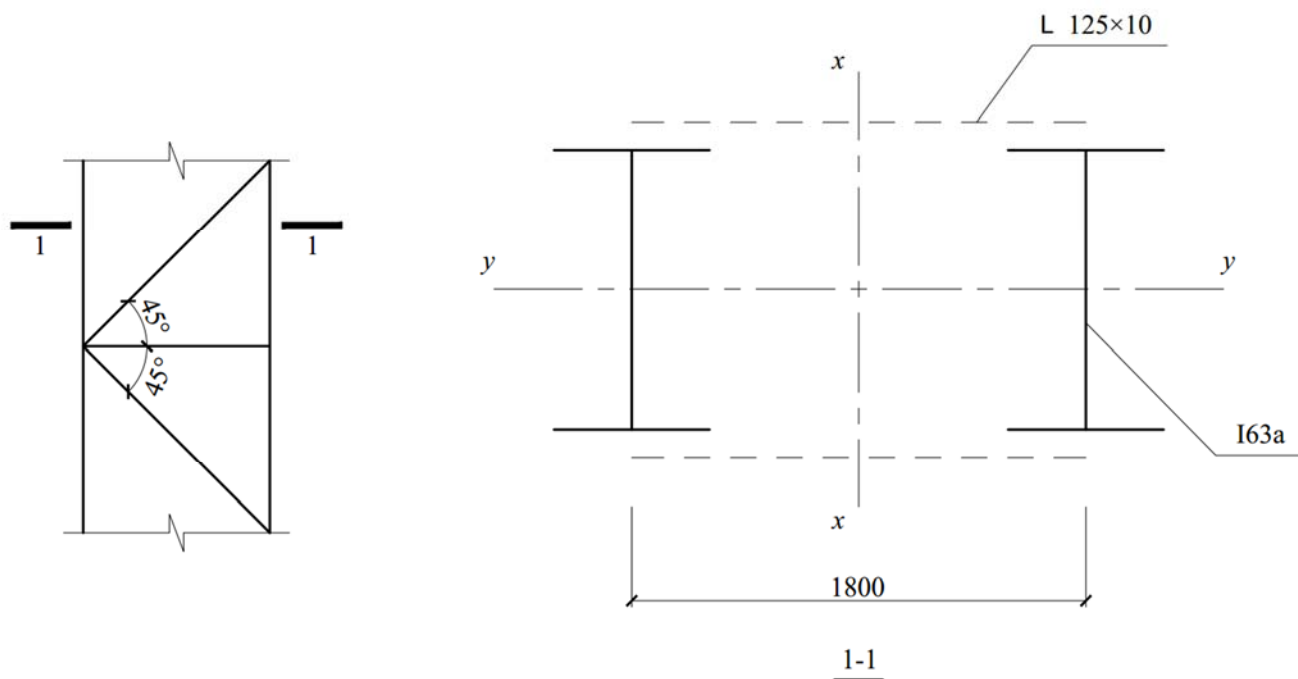
5-2. 构件的几何长度、约束条件同题 5-1，但承受轴向拉力  $N = 1000\text{kN}$ ，构件长度中央集中力  $F = 150\text{kN}$ ，均为荷载设计值。钢材牌号和强度同题 5-1，选择能满足强度要求和稳定性要求的宽翼缘 H 形钢截面，使其用钢量最小。



5-3. 一压弯构件的受力支承及截面如图所示（平面内为两端铰支支承）。设材料为 Q235（ $f_y = 235\text{N/mm}^2$ ），计算其截面强度和弯矩作用平面内的稳定性。



5-4. 某单向压弯缀条式格构构件，截面如图所示。构件平面内外计算长度分别为  $l_{0x} = 29.3\text{m}$ ， $l_{0y} = 18.2\text{m}$ 。已知轴压力（含自重）设计值  $N = 2500\text{kN}$ ，问可以承受的最大偏心弯矩设计值  $M_x$  为多少？设钢材牌号均为 Q235，钢材强度设计值取  $205\text{MPa}$ 。



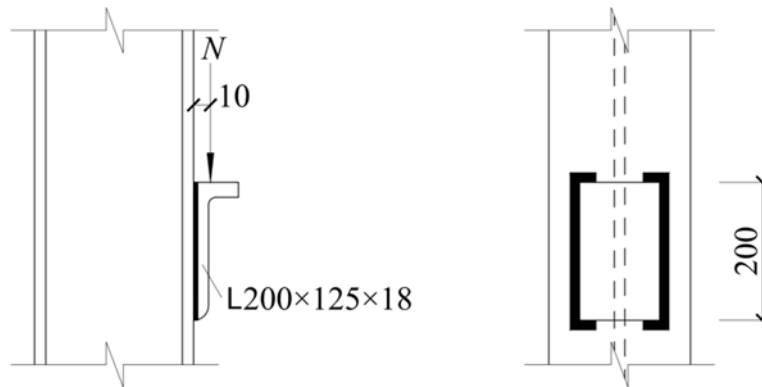
## 第 6 次作业（焊接连接）

6-1. 两同宽度钢板采用对接焊缝连接，采用引弧板，焊缝质量等级为三级。其强度设计值取为钢板强度设计值的 0.85 倍。

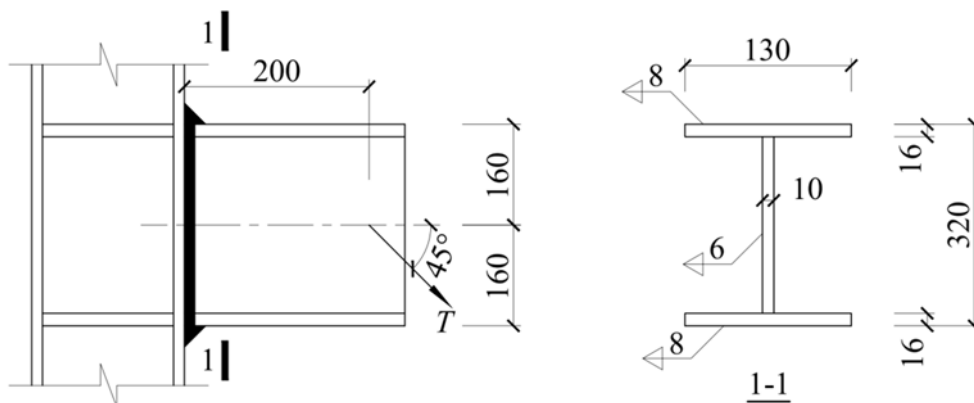
(1) 已知钢板为 Q345A，宽 250mm，厚 18mm，问能否承受 1250kN 的轴心拉力设计值？钢板强度设计值为 295MPa。

(2) 如改为承受轴心拉力设计值 1500kN，在保持钢板宽度不变的条件下，钢板厚度应取为多少？

6-2. 有一支托角钢，两边用角焊缝与柱相连（如图）。承受荷载设计值  $N = 400\text{kN}$ ，钢材为 Q345 钢，焊条为 E50 型，手工焊， $f_f^w = 200\text{N/mm}^2$ ，试确定焊缝厚度。

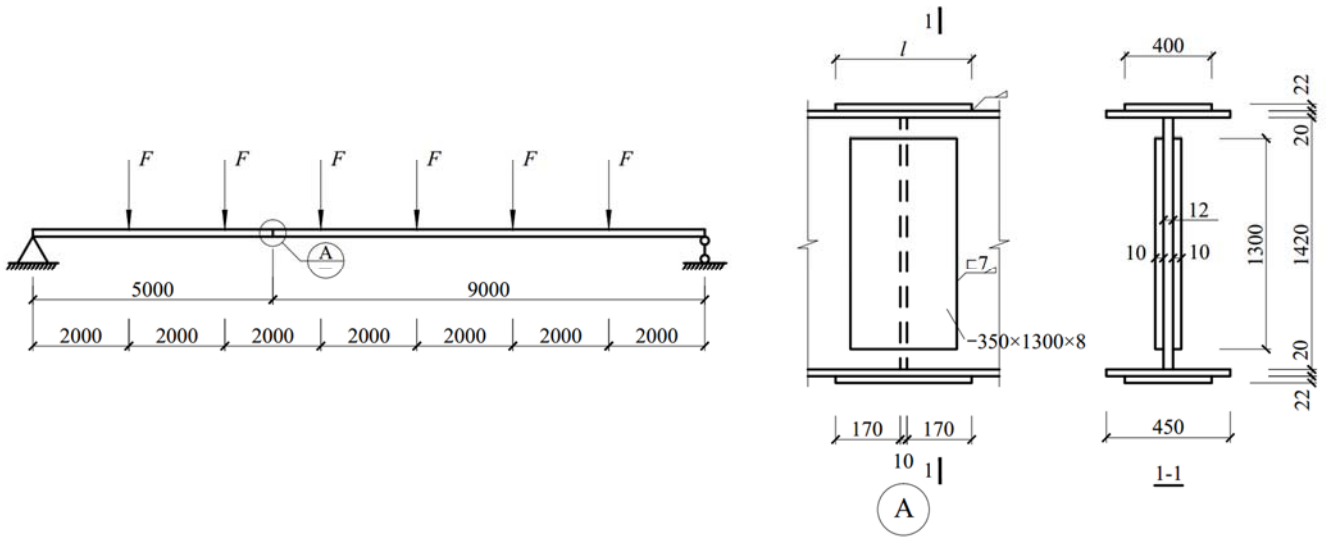


6-3. 如图所示的牛腿用角焊缝与柱连接。钢材为 Q235 钢，焊条用 E43 型，手工焊，不采用引弧板，角焊缝强度设计值  $f_f^w = 160\text{N/mm}^2$ 。  $T = 350\text{kN}$ ，验算焊缝的受力。



6-4. 如图所示，工字形截面焊接梁在距支座 5m 处拼接连接。已知钢梁和连接板钢材为 Q345B，采用手工焊，焊条为 E50 型， $f_f^w = 200\text{N}/\text{mm}^2$ ， $F = 200\text{kN}$ 。问：

- (1) 腹板拼接板和角焊缝是否满足强度要求？
- (2) 确定翼缘拼接板焊脚尺寸和拼接板长度。

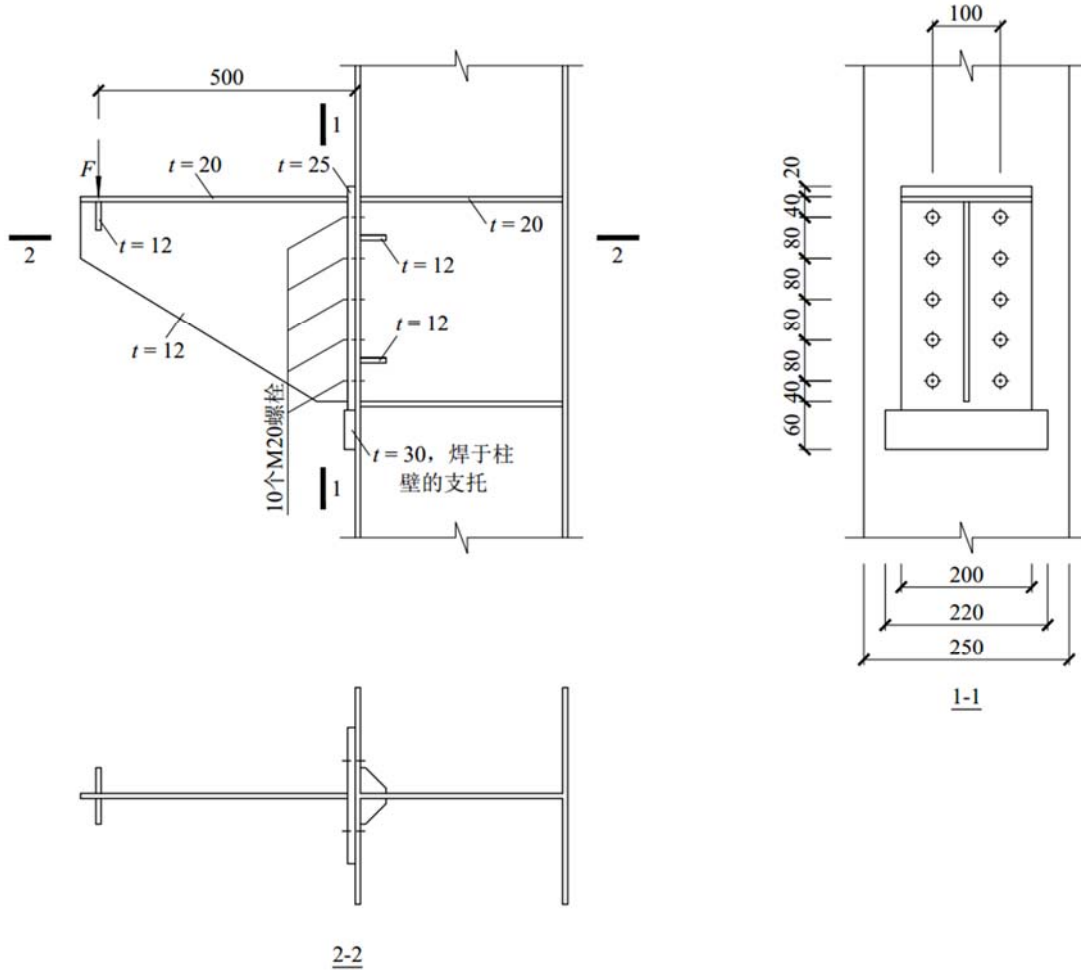


6-5. 教材第 8 章习题 8.7

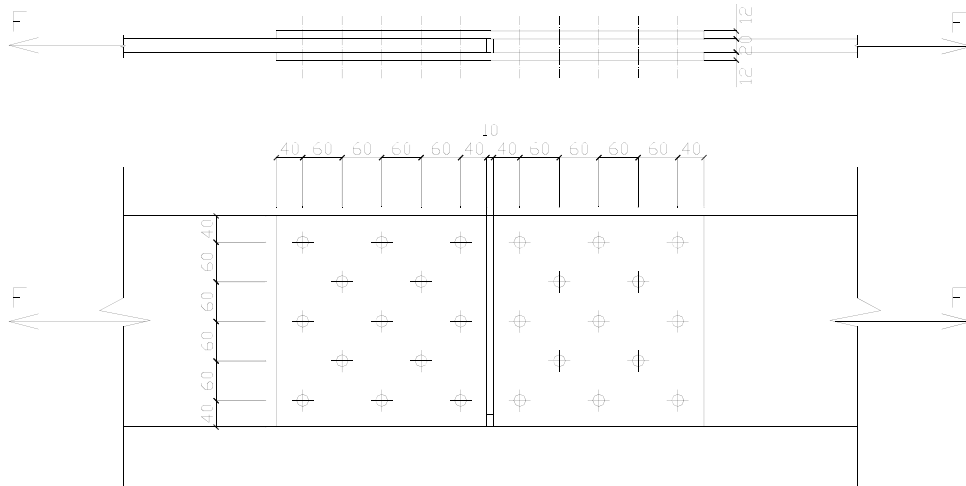
6-6. 教材第 8 章习题 8.8

## 第 7 次作业（螺栓连接）

7-1. 计算图示螺栓连接是否满足强度要求。已知所有钢板均采用 Q235B，螺栓为 C 级普通螺栓 M20，螺栓抗拉强度设计值  $f_t^b = 170\text{N/mm}^2$ ，抗剪强度设计值  $f_v^b = 140\text{N/mm}^2$ ，承压强度设计值  $f_c^b = 305\text{N/mm}^2$ ，螺栓孔径  $d_0 = 22\text{mm}$ 。承受荷载设计值  $F = 70\text{kN}$ 。



7-2. 如图所示的螺栓连接采用 45 号钢，A 级 8.8 级螺栓，直径  $d = 16\text{mm}$ ，孔径  $d_0 = 16.5\text{mm}$ 。 $f_v^b = 320\text{N/mm}^2$ ， $f_c^b = 405\text{N/mm}^2$ 。钢板是 Q235 钢，钢板厚度 12mm，抗拉强度设计值  $f = 215\text{N/mm}^2$ 。求其连接能承受的  $F_{\max}$  值。



7-3. 在题 7-2 中, 将普通螺栓改用 M20 ( $d = 20\text{mm}$ ) 的 10.9 级高强度螺栓摩擦型连接, 孔径  $d_0 = 22\text{mm}$ 。求此连接能承受的  $F_{\max}$  值。注: 钢板表面未处理, 仅用钢丝刷清理浮锈, 钢板仍为 Q235 钢。

7-4. 教材第 8 章习题 8.14

7-5. 教材第 8 章习题 8.15