

新编注册结构工程师专业考试复习题解

(2005 增补本)

中国建材工业出版社

目 录

第三章 钢结构

第一节 钢结构与钢结构材料	(1)
选择题	(1)
第二节 钢结构设计原则和主要构造	(4)
选择题	(4)
第三节 受弯构件	(7)
一、选择题	(7)
二、计算题	(12)
第四节 轴心受力构件	(18)
一、选择题	(18)
二、计算题	(25)
第五节 拉弯和压弯构件	(30)
一、选择题	(30)
二、计算题	(36)
第六节 钢结构的连接	(39)
一、选择题	(39)
二、计算题	(48)
第七节 钢管结构的计算	(55)
一、选择题	(55)
二、计算题	(56)
第八节 钢与混凝土组合结构	(57)
一、选择题	(57)
二、计算题	(59)
第九节 单层厂房钢结构设计	(62)
选择题	(62)
第十节 钢结构疲劳计算	(65)
选择题	(65)
第十一节 钢结构的塑性设计	(67)
一、选择题	(67)
二、计算题	(68)
第十二节 钢结构的防腐、隔热与防火	(71)
选择题	(71)
第十三节 钢结构的施工	(73)
选择题	(73)

第三章 钢结构

第一节 钢结构与钢结构材料

选择题

3.1.1 钢材的设计强度是根据_____确定的。

- (A)比例极限; (B)弹性极限; (C)屈服强度; (D)极限强度。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:由于钢材的比例极限、弹性极限和屈服点很接近,而在屈服点之前的应变又很小($\epsilon \approx 0.15\%$),所以在计算钢结构时可以认为钢材的弹性工作阶段以屈服强度 f_y 为上限。因此钢材的强度设计值是根据屈服强度标准值除以材料抗力分项系数后确定的。

3.1.2 钢材的伸长率和面缩率都是反映钢材塑性性能的指标,下列哪种说法是正确的? _____

- (A)伸长率更为真实; (B)面缩率更为真实;
(C)二者一样真实; (D)二者都不真实。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:断面收缩率反映钢材在颈缩区的三维应力状态下所能产生的最大塑性变形,是衡量钢材塑性的较为真实和稳定的指标,但其数值相对难以测定。而伸长率是由钢材沿长度的均匀变形和颈缩区的集中变形的总和所确定的,因而它不能代表钢材的最大塑性变形能力,但由于其数值容易测定,所以是工程中常用的钢材塑性指标。

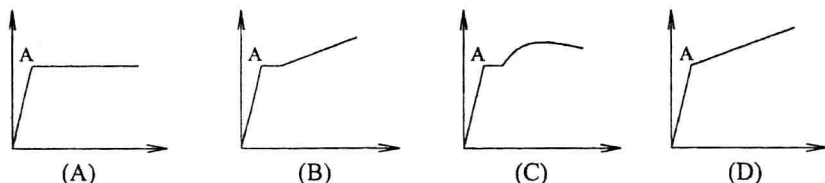
3.1.3 对同一钢种的伸长率指标 δ_5 和 δ_{10} ,下列哪种说法是正确的? _____

- (A) $\delta_5 > \delta_{10}$; (B) $\delta_5 < \delta_{10}$; (C) $\delta_5 = \delta_{10}$; (D)二者无法比较。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:测定 δ_5 时试件标距 $l_0 = 5d_0$,测定 δ_{10} 时试件标距 $l_0 = 10d_0$, d_0 为试件的直径,由于试件的变形在拉断前一般都不再保持在试件全长均匀分布,而是集中在局部范围内使试件产生颈缩,试件的标距长度与试件直径的比值越大,则颈缩区集中变形在整个标距长度的变形中所占的比例越小,所以短试件的 δ_5 比长试件的 δ_{10} 要大。

3.1.4 钢材应力应变关系的理想弹塑性模型是_____。



【解】:正确答案(A)

【解题分析】:钢材是比较理想的弹塑性体,钢材在达到屈服点以前表现出明显的弹性特征,在达到屈服点以后表现出明显的塑性特征。所谓理想的弹塑性模型,即在达到屈服点以前将钢材视作完全弹性体,在达到屈服点以后将钢材视作完全塑性体。

3.1.5 在构件发生断裂破坏前,没有明显先兆的情况是_____的典型特征。

- (A)脆性破坏; (B)塑性破坏; (C)失稳破坏; (D)强度破坏。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:脆性破坏在破坏前无明显变形,平均应力也小,一般都小于材料的屈服点,大多是突然发生的,破坏断口平直,呈有光泽的晶粒状;塑性破坏也称为延性破坏,其特征是构件应力超过屈服点,并达到极限抗拉强度 f_u 后,构件产生明显的变形并断裂,破坏断口呈杯形,呈纤维状,色泽发暗。失稳破坏由于构件一般都存在一定的初始缺陷,所以大多从一开始就伴有平面内、外的变形。

3.1.6 型钢中的 H 钢和工字钢相比,_____。

- (A)两者所用的钢材不同; (B)前者的翼缘相对较宽;
(C)前者的强度相对较高; (D)两者的翼缘都有一定的斜度。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:H 型钢和工字钢均为热轧型钢,可以为相同的钢材,具有相同的强度,其截面板件边缘均存在一定的斜度,但 H 型钢的翼缘相对较宽,因而也被称作宽翼缘工字钢。

3.1.7 有两个材料分别为 Q235 钢和 Q345 钢的构件需焊接,采用手工电弧焊,_____采用 E43 焊条。

- (A)不得; (B)可以; (C)不宜; (D)必须。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:Q235 钢构件焊接常采用 E43 系列焊条,Q345 钢构件焊接常采用 E50 系列焊条,不同钢种构件焊接时,宜采用与低强度钢材相适应的焊条。

3.1.8 某调质钢钢板构件焊接连接,下列哪种焊缝不能采用? _____。

- (A)对接焊缝; (B)搭接角焊缝; (C)槽焊缝。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81—2002)第 4.4.2 条规定:严禁在调质钢上采用塞焊和槽焊缝。

3.1.9 同类钢种的钢板,厚度越大,_____。

- (A)强度越低; (B)塑性越好; (C)韧性越好; (D)内部构造缺陷越少。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:钢材的轧制过程是在 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的高温状态下进行的,轧钢时的高压一方面使钢锭中的微小气泡、裂纹、疏松等缺陷焊合起来,同时还能细化钢的晶粒,并消除显微组织缺陷。小型钢材的轧制压缩比大,其强度一般比较高,塑性和冲击韧性也比较好。

3.1.10 钢材在复杂应力状态下的屈服条件是由_____等于单向拉伸时的屈服点所决定的。

- (A)最大主拉应力; (B)最大剪应力; (C)最大主压应力; (D)折算应力。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:对于钢材这种比较理想的弹塑性材料,处于复杂应力状态下(平面应力或立体应力场),采用能量理论(第四强度理论)较为合适,该理论以折算应力是否大于来判断钢材是否由弹性状态转为塑性状态,折算应力的计算式为:

$$\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - (\sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_x\sigma_z) + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

3.1.11 α_k 是钢材的韧性指标,它是材料_____的综合体现。

- (A)强度和塑性; (B)强度和可焊性;
(C)塑性和冷弯性能; (D)强度和冷弯性能。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:钢材的韧性是指钢材在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力,也表示钢材抵抗冲击荷载的能力。 α_k 是冲击实验所得的冲击韧性值,是材料强度和塑性的综合体现。

3.1.12 沸腾钢与镇静钢冶炼浇铸方法的主要不同之处是_____。

- (A)冶炼温度不同; (B)冶炼时间不同;
(C)沸腾钢不加脱氧剂; (D)两者都加脱氧剂,但镇静钢再加强脱氧剂。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:沸腾钢主要以锰为脱氧剂,镇静钢则以锰和适量的强脱氧剂硅脱氧,后者脱氧程度高。

3.1.13 承重用钢材应保证的基本力学性能内容应是:_____。

- (A)抗拉强度、伸长率、冷弯性能和硫磷的含量;
(B)抗拉强度、屈服强度、冷弯性能;
(C)抗拉强度、屈服强度、伸长率和硫磷含量;
(D)屈服强度、伸长率、冷弯性能。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.3.3 条规定:承重结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫磷含量的合格保证,对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证;焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

3.1.14 钢材的抗剪屈服强度 f_{yv} _____。

- (A)由抗剪试验确定; (B)由能量强度理论确定;
(C)由计算确定; (D)按经验确定。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:按能量强度理论,纯剪情况下, $\sigma_{zs} = \sqrt{3} \tau \leq f_y$, 即时 $\tau \leq \frac{f_y}{\sqrt{3}}$, 钢材处于弹性状

态,所以钢材的抗剪屈服强度 $f_{yv} = \frac{f_y}{\sqrt{3}} \approx 0.58 f_y$ 。

3.1.15 热轧型钢冷却后产生的残余应力_____。

- (A)以拉应力为主; (B)以压应力为主;
(C)包括拉、压应力; (D)拉、压应力都很小。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:不均匀的冷却过程和组织构造的变化是热轧型钢产生残余应力的主要原因。一般在冷却较慢的部位产生拉应力,在冷却较快的部位产生压应力。

3.1.16 钢材内部除含有 Fe、C 外,还含有有害元素_____。

- (A) S, P, O, N, ; (B) N, O, Si; (C) Mn, O, P; (D) Mn, Ti。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:硫(S)与铁的化合物为硫化铁,散布在纯铁体晶粒层间,使钢材的塑性、冲击韧性、疲劳强度和抗锈性大大降低,且不利于钢材焊接和热加工;

磷(P)与纯铁形成不稳定的固溶体,严重降低钢材的塑性、冲击韧性和冷弯性能,但能使强度和抗锈性提高;

氧(O)的危害与硫类似,使钢材发生热脆;

氮(N)的危害与磷类似,使钢材发生冷脆。

3.1.17 应力集中越严重,钢材也就变得越脆,这是因为_____。

(A)应力集中降低了材料的屈服点;

(B)应力集中产生同号应力场,使塑性变形受到约束;

(C)应力集中处的应力比平均应力高;

(D)应力集中降低了钢材的抗拉强度。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:在发生应力集中的情况时,靠近高峰应力的区域总是存在着同号平面或立体应力场,使塑性变形能力降低。

3.1.18 当钢材内的主拉应力 $\sigma_1 > f_y$,但折算应力时 $\sigma_{zs} > f_y$,说明钢材_____。

(A)可能发生屈服;

(B)可能发生脆性破坏;

(C)不会发生破坏;

(D)可能发生破坏,但破坏形式难以确定。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:从力学观点来看,钢材的塑性破坏是由于剪应力超过了晶粒抗剪能力而产生的,而脆性破坏是由于拉应力超过晶粒抗拉能力而产生的。当钢材处于平面两向受拉应力状态时,就会出现主拉应力 $\sigma_1 > f_y$,但此时计算折算应力 $\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} < f_y$ 的情况,因此可能发生脆性破坏。

第二节 钢结构设计原则和主要构造

选择题

3.2.1 按承载能力极限状态计算钢结构时,应考虑_____组合。

(A)荷载的基本效应组合;

(B)荷载的基本效应组合,必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合;

(C)荷载的短期效应组合。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:参见《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.1.4 条。

3.2.2 与节点板单面连接的等边角钢轴心受压构件, $\lambda = 100$, 计算构件稳定性时, 钢材强度设计值应采用的折减系数是_____。

(A)0.65;

(B)0.70;

(C)0.75;

(D)0.85。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:这是考虑到与节点板单面连接的等边角钢所受到的轴向力实际上是存在着一定的偏心的,根据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.4.2 条中第一项第 2 点规定,折减系数应为 $0.6 + 0.0015\lambda = 0.75$ 。

3.2.3 验算钢梁刚度时,荷载通常取_____。

- (A)标准值; (B)设计值; (C)组合值; (D)最大值。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:钢梁的刚度是按正常使用极限状态进行验算,应采用荷载效应的标准组合,计算时荷载取标准值。

3.2.4 缀条式轴压柱的斜缀条可按轴心压杆设计,但钢材的强度设计值要乘以折减系数以考虑_____。

- (A)剪力的影响; (B)杆件的焊接缺陷的影响;
(C)单面连接偏心的影响; (D)节点构造不对中的影响。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:缀条式轴压柱的斜缀条多采用单角钢单面连接,缀条受力是有一定偏心的,当按轴心受力构件进行计算时,钢材强度设计值应乘以相应的折减系数。

3.2.5 选择承重钢结构钢材的钢种时,下列因素中的_____不是主要考虑的因素。

- (A)结构工作温度; (B)荷载性质;
(C)钢材造价; (D)建筑的防火等级。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:为保证承重结构的承载能力和防止在一定条件下出现脆性破坏,应综合考虑结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接方法、钢材厚度和工作环境等因素来选定适用的钢材,不同钢材的价格差会影响结构建造成本,而钢种一般与钢结构的耐火等级无关(耐火钢除外)。

3.2.6 在低温工作(-20°C)的钢结构选择钢材除强度、塑性、冷弯性能指标外,还需满足_____指标。

- (A)低温屈服强度; (B)低温抗拉强度;
(C)低温冲击韧性; (D)疲劳强度。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.3.4 条规定:对于工作温度不高于 -20°C 的需验算疲劳的焊接钢结构钢材,对 Q235 钢和 Q345 钢应具有 -20°C 冲击韧性的合格保证;对 Q390 钢和 Q420 钢应具有 -40°C 的冲击韧性的合格保证。对工作温度不高于 -20°C 的需验算疲劳的非焊接钢结构钢材,对 Q235 钢和 Q345 钢应具有 0°C 冲击韧性的合格保证,对 Q390 钢和 Q420 钢应具有 -20°C 的冲击韧性的合格保证。

3.2.7 一般工业与民用建筑钢结构的安全等级为_____。

- (A)一级; (B)二级; (C)三级; (D)不能确定。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.1.3 条规定:一般工业与民用建筑钢结构的安全等级为二级,特殊建筑钢结构的安全等级可根据情况规定。

3.2.8 下列钢结构计算所取荷载设计值和标准值,哪一组为正确的? _____。

I. 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时,应采用荷载设计值;

II. 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时,应采用荷载标准值;

III. 计算疲劳和正常使用极限状态的变形时,应采用荷载设计值;

IV. 计算疲劳和正常使用极限状态的变形时,应采用荷载标准值。

(A) I、III; (B) II、III; (C) I、IV; (D) II、IV。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:第 I 条是按承载力极限状态计算,应采用荷载设计值,第 IV 条是按正常使用极限状态计算,应采用荷载标准值。

3.2.9 进行钢吊车梁的稳定计算时,其荷载应采用标准值还是设计值及需乘以哪些系数? _____。

(A)标准值,仅轮压乘以动力系数;

(B)标准值,不乘以任何系数;

(C)设计值,乘以荷载分项系数;

(D)设计值,乘以荷载分项系数及动力系数。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.1.6 条规定:吊车梁属直接承受动力荷载的构件,在计算强度和稳定时,动力荷载应采用设计值并乘以动力系数;在计算疲劳和变形时,动力荷载应采用标准值,不乘动力系数。

3.2.10 对于冬季工作温度为 -30°C 的焊接承重钢结构,不应采用的钢号为_____。

(A)Q235 钢; (B)Q235F 钢; (C)Q345 钢; (D)Q390 钢。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:Q235 是沸腾钢,脱氧不充分,内部组织不够致密,硫、磷偏析大,氮以固溶氮的形式存在故而冲击韧性较低,冷脆性和时效特征明显。故按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.3.2 条规定工作温度等于或低于 -30°C 的焊接承重钢结构,不应采用 Q235 沸腾钢。

3.2.11 计算吊车梁疲劳时,下列作用在跨间内的哪种吊车荷载取值是正确的? _____。

(A)两台吊车荷载标准值乘以动力系数;

(B)一台吊车荷载设计值乘以动力系数;

(C)一台吊车荷载标准值乘以荷载分项系数;

(D)一台起重量最大的吊车荷载标准值。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.1.6 条规定,计算吊车梁或吊车桁架及其制动结构的疲劳和挠度时,吊车荷载应按作用在跨间内荷载效应最大的一台吊车确定。

3.2.12 某轴压型钢柱,钢材为 Q235 钢,型钢规格为 I 45a,钢材的抗压强度设计值是_____。

(A)200N/mm²; (B)310N/mm²; (C)215N/mm²; (D)205N/mm²。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】: I45a 的腹板厚 $t_w = 11.5\text{mm}$, 翼缘厚 $t = 18.0\text{mm}$, 按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)表 3.4.1-1 附注, 表中厚度系指计算点的钢材厚度, 对轴心受力构件系指截面中较厚板件的厚度, 故据 $16 < t_w = 18\text{mm} < 40$, 查得 $f = 205\text{N/mm}^2$ 。

3.2.13 计算平炉、转炉、电炉车间的工作平台时, 由检修材料所产生的荷载, 应如何折减? _____。

- (A) 计算主梁时, 折减系数为 0.75; 计算柱和基础时, 折减系数为 0.85;
- (B) 计算主梁时, 折减系数为 0.85; 计算柱和基础时, 折减系数为 0.75;
- (C) 计算主梁、柱和基础时, 折减系数为 0.75;
- (D) 计算主梁、柱和基础时, 折减系数为 0.85。

【解】: 正确答案(B)

【解题分析】: 平炉、转炉、电炉车间属冶炼车间, 按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 3.2.4 条规定, 计算此类车间的工作平台时, 由检修材料所产生的荷载应予以折减, 其中计算主梁时, 折减系数为 0.85, 计算柱和基础时, 折减系数为 0.75。

3.2.14 某钢结构有悬臂主梁, 悬臂长度为 2m, 其容许挠度值为_____。

- (A) 5mm; (B) 5.7mm; (C) 8mm; (D) 10mm。

【解】: 正确答案(D)

【解题分析】: 主梁的容许挠度值为 $l/400$, 悬臂梁的计算跨度为其悬臂长度的 2 倍。

第三节 受弯构件

一、选择题

3.3.1 如图 3-3-1 所示钢梁, 因整体稳定要求, 需在跨中设侧向支点, 其位置以_____为最佳方案。

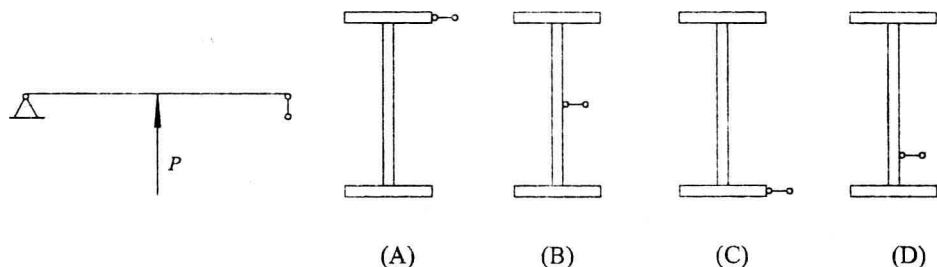


图 3-3-1

【解】: 正确答案(C)

【解题分析】: 梁的整体失稳是弯扭失稳, 因此通过布设梁受压翼缘侧向支撑是提高梁整体稳定性的有效方法。根据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.2.1 条规定, 计算梁的整体稳定时, 计算长度应取受压翼缘侧向支撑点的距离, 在本题中下翼缘为受压翼缘。

3.3.2 图 3-3-2 所示各简支梁, 除截面放置和荷载作用位置有所不同以外, 其它条件均相同, 则以_____的整体稳定性为最好。

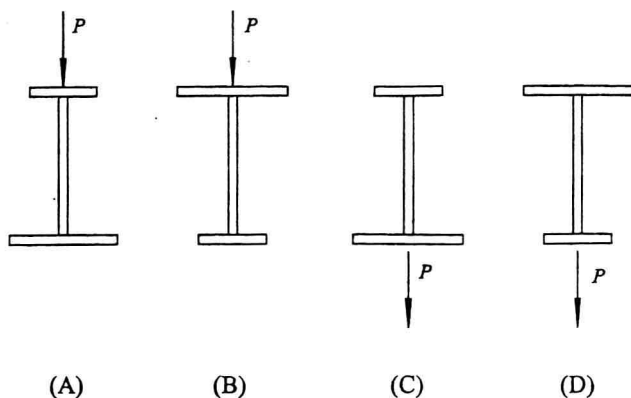


图 3-3-2

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:当加强梁的受压翼缘时,梁横向受力后的剪力中心在梁形心的下方,有利于提高梁整体稳定的临界承载力;当横向荷载作用点在梁的下翼缘,即在梁的剪力中心下方。故(D)的整体稳定性最好。

3.3.3 计算工字形梁的抗弯强度,用公式 $\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \leq f$, 取 $\gamma_x = 1.05$, 梁的受压翼缘外伸肢宽厚比不大于_____:

(A) $15 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$;

(B) $13 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$;

(C) $(10 + 0.1\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$;

(D) $9 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:考虑受弯构件截面部分发展塑性时,应更加严格控制其受压翼缘板的宽厚比,以免翼缘板沿纵向屈曲后宽厚比太大而导致在失去强度前失去局部稳定。故根据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.1.1 条的规定(B)正确。

3.3.4 某屋盖钢结构的檩条,跨度为 6m,跨中设一道拉条,拉条为檩条跨中的侧向支撑点。已知檩条采用热轧普通工字钢 I22a,钢材为 Q235,截面特性为 $W_x = 309.0 \times 10^3 \text{mm}^3$, $W_y = 40.9 \times 10^3 \text{mm}^3$,作用于檩条的弯矩设计值 $M_x = 45.0 \text{kN} \cdot \text{m}$, $M_y = 0.9 \text{kN} \cdot \text{m}$ 。进行稳定性计算时,檩条的弯曲应力为下列何项数值?

(A) 149.8N/mm^2 ;

(B) 164.9N/mm^2 ;

(C) 177.8N/mm^2 ;

(D) 208.2N/mm^2 。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:根据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.2.3 条,在两个主平面内受弯的工字形截面构件,整体稳定性计算为:

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y} \leq f$$

侧向支撑间距 $l_1 = 3\text{m}$,由规范附录 B 表 B.2,查得: $\varphi_b = 1.80 > 0.6$,得 $\varphi'_b = 1.07 - \frac{0.282}{\varphi_b} =$

0.913, 由规范表 5.2.1, 查得: $\gamma_y = 1.2$

由此稳定计算时, 檩条弯曲应力为

$$\frac{45.0 \times 10^6}{0.913 \times 309.0 \times 10^3} + \frac{0.9 \times 10^3}{1.2 \times 40.9 \times 10^3} = 177.8 \text{ N/mm}^2$$

所以正确答案为(C)。

3.3.5 钢结构受弯构件正应力计算公式 $\sigma = \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \leq f$ 中 γ_x _____。

- (A) 与材料强度有关; (B) 是极限弯矩与边缘屈服弯矩之比;
(C) 表示截面部分进入塑性; (D) 与梁所受荷载大小有关。

【解】: 正确答案(C)

【解题分析】: 答: γ_x 为截面的塑性发展系数。因为完全以截面边缘屈服为标准的弹性设计对于承受静力或间接动力作用下的受弯构件过于保守; 而以截面形成塑性铰为标准的塑性设计则可能使受弯构件的变形可能过大。因而规范规定采用截面部分发展塑性, 例如双轴对称工字形组合截面梁对强轴弯曲时, 取用 $\gamma_x = 1.05$, 在截面翼缘和腹板面积比 $b_1 t_1 / h_0 t_w$ 为 0.5 时, 截面每侧的塑性发展深度约为各截面高的 11.3%; 当面积为 1.0 时, 此深度约为各截面高度的 22.6%。

3.3.6 双轴对称工字形截面梁, 截面形状如图 3-3-3 所示, 在弯矩和剪力共同作用下, 关于截面中应力的说法正确的是_____。

- (A) 弯曲正应力最大的点是 3 点;
(B) 剪应力最大的点是 2 点;
(C) 折算应力最大的点是 1 点;
(D) 折算应力最大的点是 2 点。

【解】: 正确答案(D)

【解题分析】: 根据图 3-3-4 所示工字形钢梁横截面上的正应力和剪应力分布得出结论。

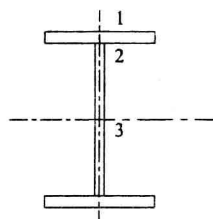


图 3-3-3

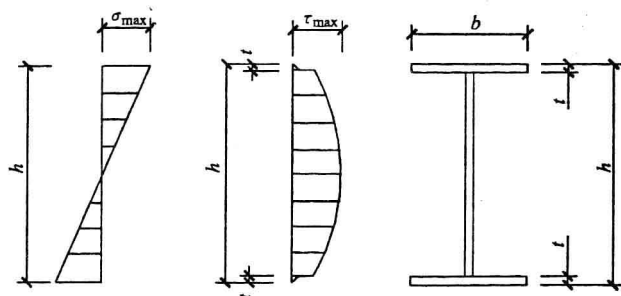


图 3-3-4

3.3.7 在梁的整体稳定计算中, $\varphi_b = 1$ 说明所设计梁_____。

- (A) 处于弹性工作阶段; (B) 不会丧失整体稳定;
(C) 梁的局部稳定必定满足要求; (D) 梁不会发生强度破坏。

【解】: 正确答案(B)

【解题分析】: φ_b 为梁的整体稳定系数,其物理意义是: $\varphi_b = \frac{\sigma_{cr}}{f_y} = \frac{M_{cr}}{W_{1x}f_y}$ 。 $\varphi_b = 1$ 说明梁的整体稳定临界应力未超过屈服强度,所以梁不会丧失整体稳定。

3.3.8 某受弯工字型截面主梁,梁高 $h = 450\text{mm}$,梁上翼缘宽 350mm ,梁下翼缘宽 250mm ,跨度 8m ,为 Q345 钢制作。跨中有一横向次梁传来集中作用力,次梁叠接于主梁上翼缘上,是否应对该主梁进行整体稳定验算,_____。

- (A)应验算; (B)不应验算; (C)不能确定。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:该主梁上无密铺板,侧向支承点间距 $l_1 = 4000\text{mm}$,次梁传来集中荷载作用在主梁上翼缘, $b_1 = 350\text{mm}$, $\frac{l_1}{b_1} = \frac{4000}{350} = 11.43 > 13.0$,根据《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.2.1 条表 4.2.1,不应验算主梁整体稳定。

3.3.9 简支工字形截面钢梁,当_____时,其整体稳定性最差(按各种情况最大弯矩数值相同比较)

- (A)满跨有均布荷载作用; (B)两端有等值反向曲率弯矩作用;
(C)跨中有集中荷载作用; (D)两端有等值同向曲率弯矩作用。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:上述四种荷载所产生的弯矩依次按图 3-3-5 所示。两端有等值同向曲率弯矩作用时,梁全长所有截面的弯矩均相等。当跨中截面弯矩达到临界弯矩时,附近截面对它的约束作用最小,故其临界弯矩最小,整体稳定性最差。

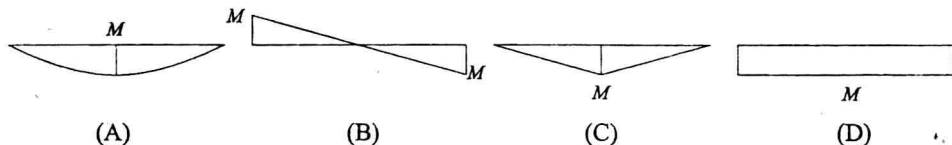


图 3-3-5

3.3.10 为了提高荷载作用在上翼缘的简支工字形梁的整体稳定性,可在梁的_____加侧向支撑,以减小梁出平面的计算长度。

- (A)梁腹板高度的 $1/2$ 处; (B)靠近梁下翼缘的腹板 $(1/5 \sim 1/4)h_0$ 处;
(C)上翼缘处; (D)靠近梁上翼缘的腹板 $(1/2 \sim 1/4)h_0$ 处。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:梁的整体失稳是弯扭失稳,侧向支撑加于受压上翼缘处可最有效的限制梁的平面外变形和绕 Z 轴的扭转变形。

3.3.11 一悬臂梁,为焊接工字形截面,受向下垂直荷载作用,欲保证此梁的整体稳定,侧向支承应加在_____。

- (A)梁的上翼缘; (B)梁的下翼缘;
(C)梁的中和轴部位; (D)梁的上翼缘及中和轴部位。

【解】:正确答案(B)

【解题分析】:悬臂梁的受压区在下翼缘及靠近下翼缘的腹板处。

3.3.12 配置加劲肋能提高梁腹板局部稳定承载力,当 $\frac{h_0}{t_w} > 170 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 时,_____。

- (A)可能发生剪切失稳,应配置横向加劲肋;
- (B)只可能发生弯曲失稳,应配置纵向加劲肋;
- (C)应同时配置纵向和横向加劲肋;
- (D)增加腹板厚度才是最合理的措施。

【解】:(C)

【解题分析】:按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.3.2 条规定:

当 $h_0/t_w > 80 \sqrt{235/f_y}$ 时,应配置横向加劲肋。其中,当 $h_0/t_w > 170 \sqrt{235/f_y}$ (受压翼缘扭转受到约束,例如连有刚性铺板、制动板或焊有钢轨时)或 $h_0/t_w > 150 \sqrt{235/f_y}$ (受压翼缘扭转未受到约束时),或按计算需要时,应在弯曲应力较大的区格的受压区设置纵向加劲肋。局部压应力很大的梁,必要时尚应在受压区设置短加劲肋。

3.3.13 设有一 Q235AF 钢焊接梁,其上下翼缘的截面尺寸 -300×10 ,腹板的截面尺寸为 -780×8 ,该梁受到作用于腹板平面内的竖向静荷载,可承受的最大弯矩设计值为 $M_x = \gamma_x W_{nx} f$ 。试问,在此条件下,式中的 γ_x (截面塑性发展系数)值应取下列何项数值,_____?

- (A) $\gamma_x = 1.0$;
- (B) $\gamma_x = 1.05$;
- (C) $\gamma_x = 1.15$;
- (D) $\gamma_x = 1.20$ 。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.1.1 条梁受压翼缘自由外伸宽度 b_1 与厚度 t 之比 = $\frac{1}{2} \frac{(300-8)}{10} = 14.6$, Q235 的屈服强度 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, 因为 $13 \sqrt{\frac{235}{f_y}} < \frac{b_1}{t} < 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$, 所以 $\gamma_x = 1.0$ 。

3.3.14 计算梁的整体稳定性时,当整体稳定性系数 φ_b 大于_____时,应以 φ'_b (弹塑性工作阶段整体稳定系数)代替 φ_b 。

- (A) 0.8;
- (B) 0.7;
- (C) 0.6;
- (D) 0.5。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】: φ_b 的计算是假定梁的失稳时是处于弹性工作状态,而大量中等跨度的梁失稳时往往处于弹塑性工作状态。梁的弹塑性工作阶段的整体失稳临界应力比按弹性失稳计算所得的临界应力明显降低。据双轴对称焊接和轧制工字形截面简支梁受纯弯曲的理论和试验研究结果(这一结果用于规范附录 B 中所示的其它截面是偏安全的),非弹性 φ'_b 曲线与弹性的 φ_b 曲线在 $\varphi_b = 0.6$ 时相交,使 $\varphi_b = 0.6$ 成为弹性和非弹性整体稳定的临界点。当 $\varphi_b > 0.6$ 时,说明失稳时截面上有部分区域已处于塑性工作状态,所以应以 φ'_b 代替 φ_b 。

3.3.15 工字形截面梁受压翼缘,保证局部稳定的宽厚限值,对 Q235 钢为 $\frac{b_1}{t} \leq 15$ (此时计算强度时,取 $\gamma_x = 1.0$),对 Q345 钢,此宽厚比限值应_____。

- (A) 比 15 更小;
- (B) 仍等于 15;
- (C) 比 15 更大;
- (D) 可能大于 15,也可能小于 15。

【解】:正确答案(A)

【解题分析】:对于工字形截面,保证受压翼缘局部稳定的宽厚比限值是 $\frac{b_1}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$,因 Q345 钢的 f_y 高于 Q235 钢,所以对其所取限值要低于对 Q235 钢的限值。

3.3.16 在验算普通梁仅设置横向加劲肋时腹板各区格的局部稳定时:采用公式 $\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 + \frac{\sigma_c}{\sigma_{c,cr}} \leq 1$,公式中各种应力单独作用下的临界应力 $\sigma_{cr}, \tau_{cr}, \sigma_{c,cr}$ 计算时与_____有关。

- (A) b_1/t_1 ; (B) h_0/t_w ; (C) b_2/t_2 ; (D) $\lambda_b(\lambda_s, \lambda_c)$ 。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)有关受弯构件局部稳定验算与以往规范有较大的变化,其中各种应力单独作用下的临界应力 $\sigma_{cr}, \tau_{cr}, \sigma_{c,cr}$ 各有三个计算公式,但在表达形式上采用国际上的通用方式,即以通用高厚比(正则化宽厚比) $\lambda_b, \lambda_s, \lambda_c$ 作为参数使同一公式通用于各个牌号的钢材。它和压杆稳定计算中的 $\lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{f_y/E}$ 具有相同的性质。

3.3.17 梁翼缘和腹板常采用连续的角焊缝连接,其焊缝长度应取为?

- (A) $40h_f$; (B) $60h_f$; (C) $100h_f$; (D) 通长布置。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:因为梁翼缘和腹板连接处,内力沿焊缝全长分布。

3.3.18 对于承受均布荷载的热轧 H 型钢,应计算:

- (A) 抗弯强度、腹板折算应力、整体稳定、局部稳定性;
(B) 抗弯强度、抗剪强度、整体稳定性、局部稳定性;
(C) 抗弯强度、腹板上边缘局部承压强度、整体稳定性;
(D) 抗弯强度、抗剪强度、整体稳定性、容许挠度。

【解】:正确答案(D)

【解题分析】:因轧制型钢翼缘和腹板厚度受轧钢工艺限制,不能太薄,一般都不超过局部稳定要求的宽(高)厚比,可不计算局部稳定。

3.3.19 梁的支承加劲肋应设置在_____。

- (A) 弯曲应力大的区段;
(B) 剪应力大的区段;
(C) 上翼缘或下翼缘有固定集中作用力的部位;
(D) 有吊车轮压的部位。

【解】:正确答案(C)

【解题分析】:参照《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)第 4.3.7 条,支承加劲肋的作用在于承受支座反力和固定的集中荷载,不论荷载作用在上翼缘或下翼缘均应设置,而吊车轮压则为移动荷载,无法处处支承。

二、计算题

3.3.20 如图 3-3-6 所示工字形简支主梁,材料为 Q235F 钢, $f = 215 \text{ N/mm}^2$, $f_v = 125 \text{ N/mm}^2$, 承受两个次梁传来的集中力 $P = 250 \text{ kN}$ 作用(设计值),次梁作为主梁的侧向支承,不计主梁自重, $\gamma_x = 1.05$ 。

要求:

- (1) 验算主梁的强度
- (2) 判别梁的整体稳定性是否需要验算

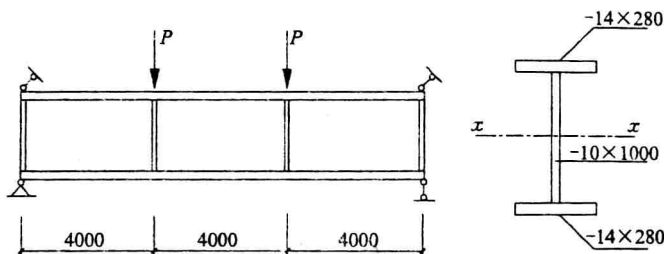


图 3-3-6

【解】:

(1) 主梁强度验算:

梁的最不利截面为第一根次梁左侧截面和第二根次梁的右侧截面, 由于其对称性, 此两截面受力相同。

$$M = P \times 4 = 250 \times 4 = 1000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V = P = 250 \text{ kN}$$

梁的截面特性:

$$I_x \approx 2 \times 28 \times 1.4 \times 50.7^2 + \frac{1}{12} \times 1.0 \times 100^3 = 284860 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{2.0 \times I_x}{h} = \frac{284860}{51.4} = 5542 \text{ cm}^3$$

$$S = 28 \times 1.4 \times 50.7 + 50 \times 1.0 \times 25 = 3237 \text{ cm}^3$$

正应力强度:

$$\frac{M}{\gamma_x W_x} = \frac{1000 \times 10^3 \times 10^3}{1.05 \times 5542 \times 10^3} = 171.8 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2$$

剪应力强度:

$$\frac{VS}{I_x t_x} = \frac{250 \times 10^3 \times 3237 \times 10^3}{284860 \times 10^4 \times 10} = 28.4 \text{ N/mm}^2 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2$$

该截面上腹板与翼缘连接处正应力、剪应力都较大, 所以需验算折算应力。

此点:

$$\sigma_1 = \frac{M y}{I_x} = \frac{1000 \times 10^6 \times 500}{284860 \times 10^4} = 175.5 \text{ N/mm}^2$$

$$S_1 = 28 \times 1.4 \times 50.7 = 1987 \text{ cm}^3$$

$$\tau_1 = \frac{VS_1}{I_x t_w} = \frac{250 \times 10^3 \times 1987 \times 10^3}{284860 \times 10^4 \times 10} = 17.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = 178.1 \text{ N/mm}^2 < \beta_1 f = 1.1 \times 215 = 236.5 \text{ N/mm}^2$$

所以强度满足要求。

(2)梁的整体稳定性验算:

$$\frac{l_1}{b_1} = \frac{4000}{280} = 14.3 < 16$$

所以不必验算整体稳定性。

3.3.21 选择 Q235 工字形钢 I25b, 用于跨度 $l = 4\text{m}$, 均布荷载作用的简支梁(不计自重), 允许挠度 $[w] = \frac{l}{250}$, 荷载分项系数为 1.4, 求满足正应力强度和挠度条件时, 梁所能承受的最大设计荷载是多少? ($f_y = 235\text{N/mm}^2$, $f = 215\text{N/mm}^2$, $w = \frac{5ql^4}{384EI_x}$)

已知: I25b: $I_x = 5284\text{cm}^4$, $W_x = 422.7\text{cm}^3$, $E = 2.06 \times 10^5\text{N/mm}^2$, 弯矩绕 x 轴作用。

【解】: 设满足正应力条件的最大荷载设计值为 q_1 ,

强度设计值 $f = 215\text{N/mm}^2$

不考虑塑性发展,

$$\text{由 } \frac{\frac{1}{8} q_1 l^2}{W_x} \leq f$$

$$\text{得: } q_1 \leq \frac{8 \cdot f \cdot W_x}{l^2} = \frac{8 \times 215 \times 422.7 \times 10^3}{4000^2} = 45.5\text{N/mm}$$

设满足刚度要求的最大荷载设计值为 q_2

$$\text{由: } w = \frac{5ql^4}{384EI_x} = \frac{5 \times q_2 \times 4000^4}{1.4 \times 384 \times 2.06 \times 10^5 \times 5284 \times 10^4} \leq [w] = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16$$

解得: $q_2 \leq 73.1\text{N/mm}$

所以最大设计荷载为: $q = \min\{q_1, q_2\} = 45.4\text{N/mm} = 45.4\text{kN/m}$ 。

3.3.22 等截面简支梁跨度为 6m, 跨中无侧向支承点, 截面如图 3-3-7 所示, 上翼缘均布荷载设计值 $q = 400\text{kN/m}$, Q345 钢。

已知: $A = 208\text{cm}^2$, $y_1 = 39.2\text{cm}$, $y_2 = 64.2\text{cm}$, $I_x = 329391\text{cm}^4$, $I_y = 11608\text{cm}^4$, $h = 103.4\text{cm}$, 试验算梁的整体稳定性。

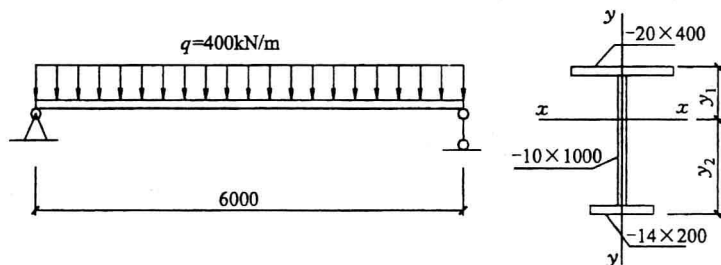


图 3-3-7

【解】: $\frac{l_1}{b_1} = \frac{6000}{400} = 15 > 10.5$, 所以要验算整体稳定性。

梁跨中最大弯矩为:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} ql^2 = \frac{1}{8} \times 400 \times 6^2 = 1800\text{kN}\cdot\text{m}$$

梁的截面特性:

$$\text{受压翼缘 } W_x = \frac{329391}{39.2} = 8403 \text{ cm}^3$$

$$i_y = \sqrt{\frac{11608}{208}} = 7.5 \text{ cm}, \lambda_y = \frac{l_1}{i_y} = \frac{6000}{75} = 80$$

$$\zeta = \frac{l_1 t_1}{b_1 h} = \frac{6000 \times 20}{400 \times 1034} = 0.290 < 2.0$$

查表得: $\beta_b = 0.69 + 0.13\zeta = 0.7277$

$$I_1 = \frac{1}{12} \times 2.0 \times 40^3 = 10667 \text{ cm}^4, I_2 = \frac{1}{12} \times 1.4 \times 20^3 = 933 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_b = \frac{I_1}{I_1 + I_2} = \frac{10667}{10667 + 933} = 0.92 > 0.8$$

且 $\zeta \leq 1.0$ 时, 所查得的 β_b 应乘以 0.95, $\beta_b = 0.7277 \times 0.95 = 0.691$

截面加强受压翼缘: $\eta_b = 0.8(2 \times \alpha_b - 1) = 0.8(2 \times 0.92 - 1) = 0.672$

$$\varphi_b = \beta_b \frac{4320 A h}{\lambda_y^2 W_x} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda_y t_1}{4.4 h} \right)^2} + \eta_b \right] \times \frac{235}{f_y}$$

$$\varphi_b = 0.691 \times \frac{4320}{80^2} \times \frac{208 \times 103.4}{8403} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{80 \times 2.0}{4.4 \times 103.4} \right)^2} + 0.672 \right] \times \frac{235}{345} = 1.41 > 0.6$$

$$\text{得: } \varphi_b = 1.07 - \frac{0.282}{\varphi_b} = 0.87 < 1.0$$

计算梁的整体稳定性

由于受压翼缘的厚度为 20mm, 查《钢结构设计规范》(GB 50017—2003) 表 3.4.1-1 得:

$$f = 295 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M}{\varphi_b W_x} = \frac{1800 \times 10^6}{0.87 \times 8403 \times 10^3} = 246.2 \text{ N/mm}^2 < f = 295 \text{ N/mm}^2$$

因此梁的整体稳定性满足。

3.3.23 如图 3-3-8 所示工字形简支主梁, Q235 钢, $f = 215 \text{ N/mm}^2$, 承受两个次梁传来的集中力 $P = 250 \text{ kN}$ 作用(设计值), 次梁不能有效约束主梁受压翼缘的扭转, 不计主梁自重, 荷载作用点设支承加劲肋, 不考虑局部压应力的作用。

要求: 按组合梁腹板考虑屈曲后强度验算梁的强度。

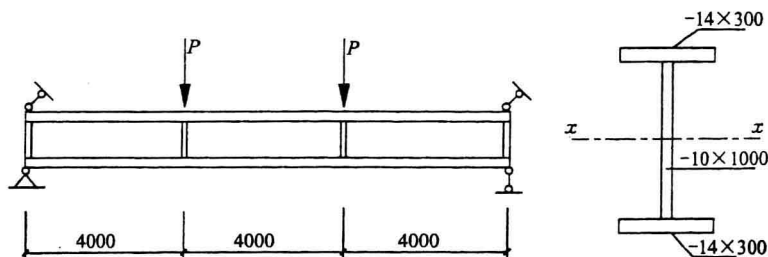


图 3-3-8