

## 混凝土结构设计原理试卷 1 答案

一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. A ; 2. A ; 3. D ; 4. B; 5. C; 6. C; 7. C; 8. D; 9. A; 10. A

二、填空题（本题共 10 个空，每空 2 分，共 20 分。）

11. 承载力; 12. C25; 13. 1.4; 14.  $A_s \geq \rho_{\min} b h_0$ ; 15. 降低; 16. 斜拉破坏; 17. 小偏心; 18. 准永久标准组合; 19. 轴心; 20. 三

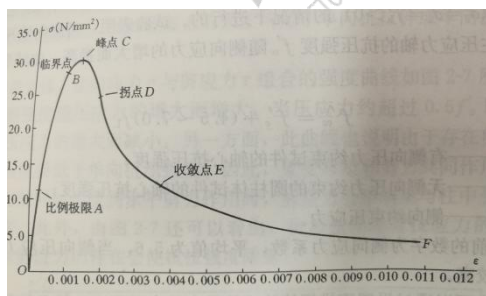
三、名词解释（本大题共 2 小题，每小题 5 分，共 10 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

21. 混凝土的强度等级是根据立方体抗压强度标准值确定的。我国新《规范》规定的混凝土强度等级有 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75 和 C80，共 14 个等级。

22. 结构的可靠性指结构的安全性、适用性、耐久性。结构的可靠性指结构在规定时间内、规定条件下完成预定功能的能力。

四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 12 分，共 48 分。）

23. 答： 1、上升段， 1) 弹性变形，应力-应变关系近似直线，骨料和水泥结晶体受力。普通混凝土  $\sigma_A = (0.3 \sim 0.4)f_c$ ，高强混凝土  $\sigma_A = (0.5 \sim 0.7)f_c$ ； 2) 裂缝稳定扩展期，水泥凝胶体开始受力，产生部分塑性变形，应力-应变曲线偏离直线，横向变形增加。临界点应力可作为长期抗压强度的依据； 3) 裂缝快速发展的不稳定期，直至峰点，峰值应力可作为棱柱体的抗压强度，相应的应变值在 0.0015~0.0025 之间波动。 2、下降段 此后应力-应变曲线向下弯曲，直至凹向发生改变，曲线出现拐点 D，曲线开始凸向应变轴，随着变形的增加，此过程中曲率最大点成为收敛点 E，收敛点以后的曲线成为收敛段，收敛段砼已经失去结构意义。



24. 答：（1）防止纵向钢筋锈蚀；（2）在火灾等情况下，阻止钢筋快速升温；（3）使纵向钢筋与混凝土有较好的粘结。

25. 答：附加偏心距  $e_a$  的物理意义在于，考虑由于荷载偏差、施工误差等因素的影响， $e_0$  会增大或减小，另外，混凝土材料本身的不均匀性，也难保证几何中心和物理中心的重合。其

值取 20mm 和偏心方向截面尺寸的 1/30 两者中的较大者。

26. 答：影响裂缝宽度的因素主要有：钢筋的应力、混凝土保护层厚度、配筋率、钢筋直径、钢筋的表面形状。

减小裂缝宽度的主要措施有：在钢筋截面面积不变的情况下，采用较小直径的钢筋；采用变形钢筋；采用预应力混凝土。

五、计算题（本大题共 2 小题，每小题 21 分，共 42 分。）

27. 解：  $h_0 = h - a_s = 600 - 65 = 535\text{mm}$

混凝土受压区高度：

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 2945}{14.3 \times 250} = 296.6\text{mm} > \xi_b h_0 = 0.518 \times 535 = 277\text{mm}$$

表明受拉钢筋偏多，破坏时其应力未达到屈服。取  $x = \xi_b h_0$ ，于是

$$\begin{aligned} M_u &= \xi_b (1 - 0.5 \xi_b) \alpha_1 f_c b h_0^2 \\ &= 0.518 (1 - 0.5 \times 0.518) \times 14.3 \times 250 \times 535^2 \\ &= 392.8\text{kNm} \end{aligned}$$

28 解：（1）计算受压区高度

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460\text{mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (400 \times 1000) / (1.0 \times 14.3 \times 400) = 70\text{mm}$$

$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238.3\text{mm}$$

$$x < 2a'_s = 80\text{mm}$$

故为大偏心受压构件，但受压钢筋不屈服。

（2）计算  $A_s$ 、 $A'_s$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.98 \times 1.03 \times 360 = 363.4\text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 363.4 \times 1000 / 400 = 908.5\text{mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{500}{30}) = 20\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 928.5\text{mm}$$

$$\begin{aligned} A_s = A'_s &= \frac{N(e_i - \frac{h}{2} + a'_s)}{f_y(h_0 - a'_s)} = \\ &= \frac{400 \times 1000 \times (928.5 - 0.5 \times 500 + 40)}{360 \times (460 - 40)} \\ &= 1900.8\text{mm}^2 \end{aligned}$$

实配：5C22， $A_s = A'_s = 1900\text{mm}^2$

（3）验算最小配筋率

单侧:  $A'_s = A_s = 1900\text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 400 \times 500 = 400\text{mm}^2$  满足

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = 1900 \times 2 / (400 \times 500) = 1.9\% > 0.55\%$  满足

## 混凝土结构设计原理试卷 2 答案

一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. A ; 2. C ; 3. C ; 4. B; 5. C; 6. C; 7. B; 8. D; 9. C; 10. B

二、填空题（本题共 10 个空，每空 2 分，共 20 分。）

11. 预应力; 12. 机械咬合力; 13. 1.15; 14.  $x \geq 2a'_s$ ; 15. 斜截面抗弯; 16. 超过; 17.

$e_i \leq 0.3h_0$ ; 18. 施加预应力; 19. 最大弯矩截面; 20.  $0.05f_{pk}$

三、名词解释（本大题共 2 小题，每小题 5 分，共 10 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

21. 结构使用期间可能出现的最大值。以设计基准期（50 年）内最大荷载概率分布（95%）的某一分位置确定。

22. 整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此状态称为该功能的极限状态。

四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 12 分，共 48 分。）

23. 答：钢筋混凝土受弯构件正截面有适筋破坏、超筋破坏、少筋破坏。

梁配筋适中会发生适筋破坏。受拉钢筋首先屈服，钢筋应力保持不变而产生显著的塑性伸长，受压区边缘混凝土的应变达到极限压应变，混凝土压碎，构件破坏。梁破坏前，挠度较大，产生较大的塑性变形，有明显的破坏预兆，属于塑性破坏。

梁配筋过多会发生超筋破坏。破坏时压区混凝土被压坏，而拉区钢筋应力尚未达到屈服强度。破坏前梁的挠度及截面曲率曲线没有明显的转折点，拉区的裂缝宽度较小，破坏是突然的，没有明显预兆，属于脆性破坏，称为超筋破坏。

梁配筋过少会发生少筋破坏。拉区混凝土一旦开裂，受拉钢筋即达到屈服，并迅速经历整个流幅而进入强化阶段，梁即断裂，破坏很突然，无明显预兆，故属于脆性破坏。

24. 答：裂缝控制等级：

一级——正常使用阶段严格要求不出现裂缝的构件

二级——正常使用阶段一般要求不出现裂缝的构件

三级——正常使用阶段一允许出现裂缝的构件

25. 答：当大气环境中的 CO<sub>2</sub> 不断向混凝土内部扩散，并与混凝土中的碱性水化物，主要是与 Ca(OH)<sub>2</sub> 发生中和反应，使 pH 值下降而中性化。所以，混凝土的碳化就是指混凝土的中性化。

碳化对混凝土本身是无害的，但碳化会破坏钢筋表面的氧化膜，为钢筋锈蚀创造了前提条件；同时碳化会加剧混凝土的收缩，可导致混凝土开裂，使钢筋容易锈蚀。

26. 答：全预应力是在使用荷载作用下，构件截面混凝土不出现拉应力，即为全截面受压。部分预应力是在使用荷载作用下，构件截面混凝土允许出现拉应力或开裂，即只有部分截面受压。部分预应力又分为 A、B 两类，A 类指在使用荷载作用下，构件预压区混凝土正截面的拉应力不超过规定的容许值；B 类则指在使用荷载作用下，构件预压区混凝土正截面的拉应力允许超过规定的限值，但当裂缝出现时，其宽度不超过容许值。

### 五、计算题（本大题共2小题，每小题21分，共42分。）

27. 解：  $h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460\text{mm}$

混凝土受压区高度

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{300 \times 1964}{14.3 \times 300} = 137.3\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.55 \times 460 = 253\text{mm}$$

$$\begin{aligned} M_u &= \alpha_1 f_c b x (h_0 - 0.5x) \\ &= 137.3 (460 - 0.5 \times 137.3) \times 14.3 \times 300 \\ &= 230.5\text{kNm} \end{aligned}$$

28 解：（1）二阶效应考虑

$$h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360\text{mm}$$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.943 \times 1.05 \times 200 < 200 \text{ kN} \cdot \text{m}, \text{ 取 } M = 200\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{200 \times 1000}{340} = 588\text{mm}$$

$$e_a = \max\left(20, \frac{400}{30}\right) = 20\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 608\text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108\text{mm}, \text{ 按大偏压计算。}$$

（2）计算受压区高度

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 608 + 0.5 \times 400 - 40 = 768\text{mm}$$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$  知，

$$\begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[Ne - f_y' A_s' (h_0 - a_s')]}{\alpha_1 f_c b}} \\ &= 360 - \sqrt{360^2 - \frac{2[340 \times 1000 \times 768 - 360 \times 1520 \times (360 - 40)]}{1.0 \times 14.3 \times 300}} \end{aligned}$$

$$=61\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 360 = 186\text{mm}$$

$$x < 2a'_s = 80\text{mm}$$

故为大偏心受压构件，但受压钢筋不屈服。

(3) 计算  $A_s$

取  $x = 2a'_s = 80\text{mm}$ ，对受拉钢筋合力作用点取矩，

$$A_s = \frac{N(e_i - \frac{h}{2} + a'_s)}{f_y(h_0 - a'_s)} = \frac{340 \times 1000 \times (608 - 0.5 \times 400 + 40)}{360 \times (360 - 40)} = 1322\text{mm}^2$$

实配 3C25， $A_s = 1473\text{mm}^2$

(4) 验算最小配筋率

单侧： $A_s = 1473\text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 300 \times 400 = 240\text{mm}^2$  满足

全部： $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (1473 + 1520) / (300 \times 400) = 2.49\% > 0.55\%$  满足

## 混凝土结构设计原理试卷 3 答案

一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. A； 2. C； 3. B； 4. A； 5. C； 6. A； 7. D； 8. C； 9. D； 10. C

二、填空题（本题共 10 个空，每空 2 分，共 20 分。）

11. 好于； 12. 结构安全等级； 13. 承载力； 14. 1.5； 15. 弯剪斜裂缝； 16. 轴向力 N 的作用位置； 17. 5%； 18. 弯矩增大系数； 19. 75%； 20. 小

三、名词解释（本大题共 2 小题，每小题 5 分，共 10 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

21.  $\rho_{\min} = \frac{A_s}{bh}$ ，确定原则是 III<sub>a</sub> 计算钢筋混凝土梁的受弯构件正截面承载力与素混凝土受弯构件计算的正截面受弯承载力相等。因后者计算时，梁尚未开裂，故取  $h$  而非  $h_0$ 。

22.  $\rho = \frac{A_{sv}}{bs}$ ，指沿梁长，在箍筋的一个间距范围内，箍筋各肢的全部截面面积与混凝土水平截面面积的比值。

四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 12 分，共 48 分。）

23. 答：梁斜截面受剪承载力计算公式是依据剪压破坏建立的。为了防止斜压破坏，应限制截面的尺寸不能太小；为防止斜拉破坏，则应保证箍筋的最小配箍率以及相关构造要求。

24. 答：钢筋混凝土偏心受压短柱的破坏形态有大偏心受压破坏和小偏心受压破坏。

大偏心受压破坏特征是混凝土截面部分受压部分受拉，远侧受拉钢筋先屈服，近侧受压

区混凝土被压碎，构件破坏；小偏心受压破坏的破坏特征是远侧钢筋可能受拉可能受压，但是不会受拉屈服，近侧受压钢筋一般受压屈服，最后受压区混凝土被压碎构件破坏。当  $\xi \leq \xi_b$ ，大偏心受压破坏；当  $\xi > \xi_b$ ，小偏心受压破坏。

25. 答：（1）受压区混凝土的徐变会使混凝土的压应变不断增大；（2）混凝土的收缩；（3）钢筋与混凝土间的粘结滑移徐变、裂缝、受拉钢筋的松弛，会使受拉钢筋应变不断增大。

26. 答：先张法施工简单，靠粘结力自锚，不必耗费特制锚具，临时锚具可以重复使用（一般称工具式锚具或夹具），大批量生产时经济，质量稳定。适用于中小型构件工厂化生产。缺点是需要较大的台座或成批的钢模、养护池等固定设备，一次性投资较大；预应力筋布置多数为直线型，曲线布置比较困难。

### 五、计算题（本大题共2小题，每小题21分，共42分。）

27. 解：（1）求弯矩设计值：

$$\text{恒载控制：} M = 1.35 \times M_{GK} + 1.4 \times 0.7 \times M_{QK} = 1.35 \times 80 + 1.4 \times 0.7 \times 70 = 176.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{活载控制：} M = 1.2 \times M_{GK} + 1.4 \times M_{QK} = 1.2 \times 80 + 1.4 \times 70 = 194 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

故弯矩设计值为  $M = 194 \text{ kN} \cdot \text{m}$

（2）计算所需钢筋

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M}{\alpha_1 f_c b}}$$

$$= 460 - \sqrt{460^2 - \frac{2 \times [194 \times 10^6]}{1.0 \times 14.3 \times 250}} = 139 \text{ mm}$$

满足  $x \leq \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238 \text{ mm}$  故

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 250 \times 139}{360} = 1380 \text{ mm}^2$$

实配：3C20+2 C 18,  $A_s = 1451 \text{ mm}^2$

验算最小配筋率

$$\rho_{\min} \geq \max\left(0.45 \frac{1.43}{360}, 0.2\%\right) = 0.2\%$$

$A_s > \rho_{\min} b h = 0.2\% \times 250 \times 500 = 250 \text{ mm}^2$ ，满足要求。

28 解：（1）最小配筋率验算

$$h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560 \text{ mm}$$

$$A'_s = 1520 \text{ mm}^2 > 0.002 b h = 0.002 \times 400 \times 600 = 480 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 1256 \text{ mm}^2 > 0.002 b h = 0.002 \times 400 \times 600 = 480 \text{ mm}^2$$

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (1520 + 1256) / (400 \times 600) = 1.16\% > 0.55\%$  满足

(2) 计算受压区高度

假设大偏压:

$$x = \frac{N - f'_y A'_s + f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = (1200 \times 1000 - 360 \times 1520 + 360 \times 1256) / (1.0 \times 19.1 \times 400)$$

$$= 145 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 560 = 290 \text{ mm}$$

$$\text{且 } x > 2a'_s = 80 \text{ mm}$$

属于大偏心受压, 且受压钢筋屈服。

(3) 计算偏心距

$$e = \frac{\alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)}{N}$$

$$= \frac{1.0 \times 19.1 \times 400 \times 145 \times (560 - 0.5 \times 145) + 360 \times 1520 \times (560 - 40)}{1200 \times 1000} = 687 \text{ mm}$$

$$e_i = e - 0.5h + a_s = 687 - 0.5 \times 600 + 40 = 427 \text{ mm}$$

$$e_a = \max\left(20, \frac{600}{30}\right) = 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = e_i - e_a = 427 - 20 = 407 \text{ mm}$$

$$M = N e_0 = 1200 \times 0.407 = 488.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## 混凝土结构设计原理试卷 4 答案

一、单项选择题 (本大题共 10 个小题, 每小题 3 分, 共 30 分。)

1. C ; 2. B ; 3. A ; 4. D; 5. B; 6. D; 7. C; 8. A; 9. A; 10. D

二、填空题 (本题共 10 个空, 每空 2 分, 共 20 分。)

11. 降低; 12. 内部微裂纹; 13. 纵向钢筋; 14. 小于; 15. 剪压; 16. 混凝土被压碎;

17. 受拉钢筋; 18. 预应力筋的放张; 19.  $0.4 f_{pyk}$ ; 20. 锚具

三、名词解释 (本大题共 2 小题, 每小题 5 分, 共 10 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

21.  $\rho = \frac{A_s}{bh_0}$ , 即纵向受拉钢筋截面面积与正截面有效面积  $bh_0$  的比值。 $h_0$  是受拉钢筋合力作用点至截面受压区边缘的距离。

22. 张拉控制应力是指预应力钢筋在进行张拉时所控制达到的最大应力值。其值为张拉设备 (如千斤顶油压表) 所指示的总张拉力除以预应力钢筋截面面积而得的应力值。

四、简答题 (本大题共 4 小题, 每小题 12 分, 共 48 分。)

23. 答: 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力的两个基本公式:

$$\alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' = f_y A_s$$

$$M \leq M_u = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$$

适用条件：(1)  $\xi \leq \xi_b$ , 是为了保证受拉钢筋屈服, 不发生超筋梁脆性破坏, 且保证受压钢筋在构件破坏以前达到屈服强度; (2) 为了使受压钢筋能达到抗压强度设计值, 应满足  $x \geq 2a_s'$ , 其含义为受压钢筋位置不低于受压应力矩形图形的重心。当不满足条件时, 则表明受压钢筋的位置离中和轴太近, 受压钢筋的应变太小, 以致其应力达不到抗压强度设计值。

24. 答：(1) 剪跨比；(2) 混凝土的强度；(3) 箍筋的配筋率；(4) 纵筋配筋率；(5)

斜截面上的骨料咬合力；(6) 截面形状和尺寸。

25. 主要有内部和外部两个方面。内部因素主要有混凝土的强度、密实性、水泥用量、水灰比、氯离子及碱含量、外加剂用量、保护层厚度等；外部因素主要是环境条件, 包括温度、湿度、CO<sub>2</sub> 含量、侵蚀性介质等。出现耐久性能下降的问题, 往往是内、外部因素综合作用的结果。此外, 设计不周、施工质量差或使用中维护不当等也会影响耐久性能。

26. 答：预应力损失包括：①锚具变形和钢筋内缩引起的预应力损失。可通过选择变形小锚具或增加台座长度、少用垫板等措施减小该项预应力损失；②预应力钢筋与孔道壁之间的摩擦引起的预应力损失。可通过两端张拉或超张拉减小该项预应力损失；③预应力钢筋与承受拉力设备之间的温度差引起的预应力损失。可通过二次升温措施减小该项预应力损失；④预应力钢筋松弛引起的预应力损失。可通过超张拉减小该项预应力损失；⑤混凝土收缩、徐变引起的预应力损失。可通过减小水泥用量、降低水灰比、保证密实性、加强养护等措施减小该项预应力损失；⑥螺旋式预应力钢筋构件, 由于混凝土局部受挤压引起的预应力损失。为减小该损失可适当增大构件直径。

五、计算题（本大题共2小题，每小题21分，共42分。）

27. 解：  $h_0 = h - a_s = 600 - 65 = 535 \text{mm}$

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[M - f_y' A_s' (h_0 - a_s')]}{\alpha_1 f_c b}}$$

$$= 535 - \sqrt{535^2 - \frac{2 \times [360 \times 10^6 - 360 \times 1256 \times (535 - 40)]}{1.0 \times 14.3 \times 300}} = 63 \text{mm}$$

满足  $x \leq \xi_b h_0 = 0.518 \times 535 = 277 \text{mm}$ , 且  $x < 2a_s' = 80 \text{mm}$  故

$$A_s = \frac{M}{f_y (h_0 - a_s')} = \frac{360 \times 10^6}{360(535 - 40)} = 2020 \text{mm}^2$$

实配 8C18,  $A_s = 2036 \text{mm}^2$



验算最小配筋率

$$\rho_{\min s} \geq \max(0.45 \frac{1.27}{360}, 0.2\%) = 0.2\%$$

$$A_s > \rho_{\min} bh = 0.2\% \times 300 \times 500 = 300\text{mm}^2, \text{ 满足要求。}$$

28 解: (1) 最小配筋率验算

$$h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560\text{mm}$$

$$A_s = A'_s = 1520\text{mm}^2 > 0.002bh = 0.002 \times 450 \times 600 = 540\text{mm}^2$$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (1520 + 1520) / (450 \times 600) = 1.13\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$

(2) 计算受压区高度

假设大偏压:

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (1000 \times 1000) / (1.0 \times 14.3 \times 450)$$

$$= 155\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 560 = 290\text{mm}$$

$$\text{且 } x > 2a'_s = 80\text{mm}$$

属于大偏心受压, 且受压钢筋屈服。

(3) 计算偏心距

$$e = \frac{\alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)}{N}$$

$$= \frac{1.0 \times 14.3 \times 450 \times 155 \times (560 - 0.5 \times 155) + 360 \times 1520 \times (560 - 40)}{1000 \times 1000} = 766\text{mm}$$

$$e_i = e - 0.5h + a_s = 766 - 0.5 \times 600 + 40 = 506\text{mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{600}{30}) = 20\text{mm}$$

$$e_0 = e_i - e_a = 506 - 20 = 486\text{mm}$$

$$M = Ne_0 = 1000 \times 0.486 = 486\text{ kN} \cdot \text{m}$$