

第 1 章 绪论

1.1 混凝土结构的一般概念

1.1.1 混凝土结构的定义与分类

以混凝土为主要材料制成的结构称为**混凝土结构**，包括**素混凝土结构**、**钢筋混凝土结构**、**型钢混凝土结构**、**钢管混凝土结构**和**预应力混凝土结构**等。素混凝土结构由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构称为钢筋混凝土结构。型钢混凝土结构又称为钢骨混凝土结构，它是指用型钢或用钢板焊成的钢骨架作为配筋的混凝土结构。钢管混凝土结构是指在钢管内浇捣混凝土做成的结构。由配置受力的预应力钢筋通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土制成的结构称为预应力混凝土结构。

1.1.2 配筋的作用与要求

钢筋混凝土是由钢筋和混凝土两种不同的材料组成的。在钢筋混凝土结构中，利用混凝土的抗压能力较强而抗拉能力很弱，钢筋的抗拉能力很强的特点，用混凝土主要承受压力，钢筋主要承受拉力，二者共同工作，以满足工程结构的使用要求。

图 1—1(a)，(b) 分别表示素混凝土简支梁和钢筋混凝土简支梁的受力和破坏形态。在图 1—1(a) 所示混凝土强度等级为 C20 的简支梁，跨中作用一个集中荷载 F 。对其进行破坏性试验，结果表明，当荷载较小时，截面上的应变如同弹性材料的梁一样，沿截面高度呈直线分布；当荷载增大使截面受拉区边缘纤维拉应变达到混凝土抗拉极限应变时，该处的混凝土被拉裂，裂缝沿截面高度方向迅速开展，试件随即发生断裂破坏。这种破坏是突然发生的。尽管混凝土的抗压强度比其抗拉强度高几倍或十几倍，但得不到充分利用，因为该试件的破坏是由混凝土的抗拉强度控制，破坏荷载值很小，只有 8 kN 左右。所以对素混凝土梁，由于混凝土的抗拉性能很差，在荷载作用下，梁的跨中附近截面边缘的混凝土一开裂，梁就突然断裂，破坏前变形很小，没有预兆，属于脆性破坏类型。为了改变这种情况，在受拉一侧区域内配置适量的钢筋构成钢筋混凝土梁，见图 1—1(b) 在该梁的受拉区布置三根直径为 16mm 的 HPB235 级钢筋(记作 3 ϕ 16)，并在受压区布置两根直径为 10mm 的架立钢筋和适量的箍筋，再进行同样的荷载试验。钢筋主要承受梁中和轴以下受拉区的拉力，混凝土主要承受中和轴以上受压区的压力。由于钢筋的抗拉能力和混凝土的抗压能力都很大，即使受拉区的混凝土开裂后梁还能继续承受相当大的荷载，直到受

拉钢筋达到屈服强度，以后，荷载再略有增加，受压区混凝土被压碎，梁才破坏。试件破坏前，变形和裂缝都发展得很充分，呈现出明显的破坏预兆，属于延性破坏类型。虽然试件中纵向受力钢筋的截面面积只占整个截面面积的 1% 左右，但破坏荷载却可以提高到 36 kN 左右。因此，在混凝土结构中适当的位置配置适量的钢筋，就能使结构的承载能力和变形能力有很大的提高，同时钢筋与混凝土两种材料的强度也都能得到较充分的利用并节约了材料。

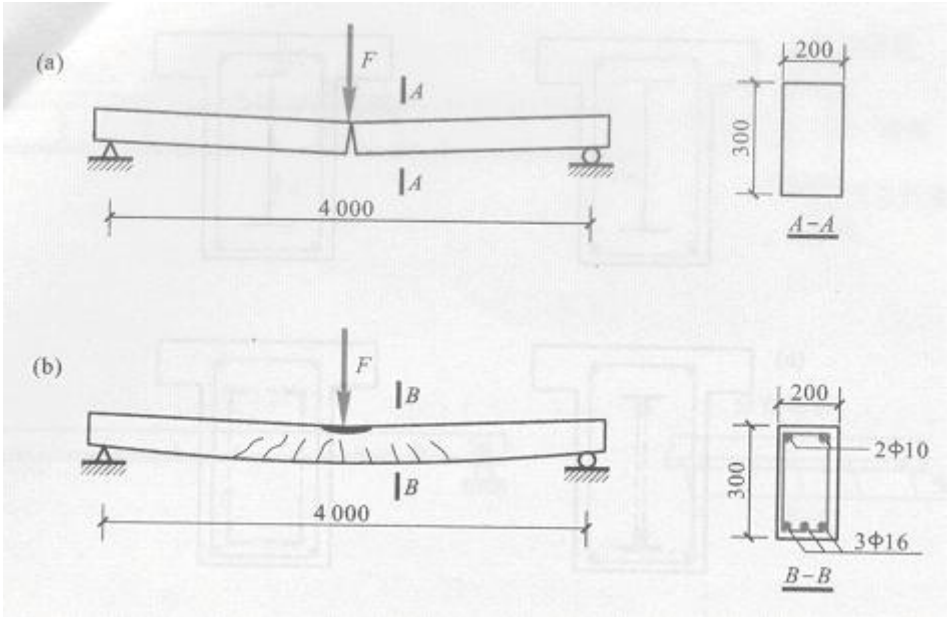


图 1—1 素混凝土简支梁与钢梁混凝土简支梁的破坏情况对比

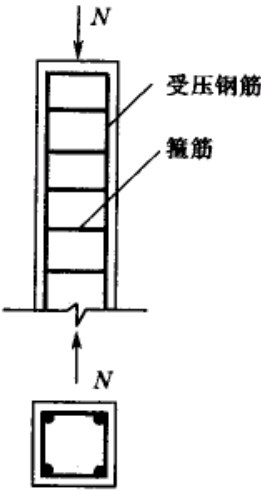


图 1—2 钢筋混凝土柱

图 1—2 所示的轴心受压柱，如果在混凝土中配置受压钢筋和箍筋，协助混凝土承受压力，也同样可提高柱的承载力，改善柱的受力性能。由于钢筋的抗压强度比混凝土的高，所以柱子的截面尺寸可以小些。另外，配置了钢筋还能改善受压构件

破坏时的脆性，并可以承受偶然因素产生的拉力。

钢筋和混凝土是两种物理、力学性能很不相同的材料，它们可以相互结合共同工作的主要原因是：

(1)混凝土结硬后，能与钢筋牢固地粘结在一起，相互传递内力。粘结力是这两种性质不同的材料能够共同工作的基础；

(2) 由于钢筋和混凝土两种材料的温度线膨胀系数十分接近[钢 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ；混凝土 $(1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C})$ ，当温度变化时钢筋与混凝土之间不会产生由温度引起的较大的相对变形造成的粘结破坏。

(3)钢筋埋置于混凝土中，混凝土对钢筋起到了保护和固定作用，使钢筋不容易发生锈蚀，且使其受压时不易失稳，在遭受火灾时不致因钢筋很快软化而导致结构整体破坏。因此，在混凝土结构中，钢筋表面必须留有一定厚度的混凝土作保护层，这是保持二者共同工作的必要措施。

在设计和施工中，钢筋的端部要留有一定的锚固长度，有的还要做弯钩，以保证可靠地锚固，防止钢筋受力后被拔出或产生较大的滑移；钢筋的布置和数量应由计算和构造要求确定。

1.1.3 钢筋混凝土结构的优缺点

钢筋混凝土结构的主要优点：

取材容易：混凝土所用的砂、石一般易于就地取材。另外，还可有效利用矿渣、粉煤灰等工业废料。

合理用材：钢筋混凝土结构合理地发挥了钢筋和混凝土两种材料的性能，与钢结构相比，可以降低造价。

耐久性：密实的混凝土有较高的强度，同时由于钢筋被混凝土包裹，不易锈蚀，维修费用也很少，所以钢筋混凝土结构的耐久性比较好。

耐火性：混凝土包裹在钢筋外面，火灾时钢筋不会很快达到软化温度而导致结构整体破坏。与裸露的木结构、钢结构相比耐火性要好。

可模性：根据需要，可以较容易地浇筑成各种形状和尺寸的钢筋混凝土结构。

整体性：整浇或装配整体式钢筋混凝土结构有很好的整体性，有利于抗震、抵抗振动和爆炸冲击波。

钢筋混凝土结构也具有下述主要缺点：

自重大：钢筋混凝土的重度约为 $25 \text{ kN} / \text{m}^3$ ；比砌体和木材的重度都大。尽管

比钢材的重度小，但结构的截面尺寸比钢结构的大，因而其自重远远超过相同跨度或高度的钢结构。

抗裂性差：如前所述，混凝土的抗拉强度非常低，因此，普通钢筋混凝土结构经常带裂缝工作。尽管裂缝的存在并不一定意味着结构发生破坏，但是它影响结构的耐久性和美观。当裂缝数量较多和开展较宽时，还将给人造成不安全感。对一些不允许出现裂缝或对裂缝宽度有严格限制的结构，要满足这些要求就需要提高工程造价。

此外，钢筋混凝土结构的隔热隔声性能也较差。针对这些缺点，可采用轻质高强混凝土及预应力混凝土以减轻自重，改善钢筋混凝土结构的抗裂性能。

1.2 学习本课程要注意的问题

混凝土结构设计原理课程主要讲述各种混凝土基本构件的受力性能、截面设计计算方法和构造等混凝土结构的基本理论，学习本课程时，建议注意下面一些问题。

1) 突出重点，并注意难点的学习

本课程的内容多、符号多、计算公式多、构造规定也多，学习时要遵循教学大纲的要求，贯彻“少而精”的原则，突出重点内容的学习。例如，第4章是重点内容，把它学好了，就为后面各章的学习打下了基础。

2) 加强实验教学环节并注意扩大知识面

混凝土结构的基本理论相当于钢筋混凝土及预应力混凝土的材料力学，它是实验为基础的，因此除课堂学习以外，还要加强实验的教学环节，认真进行简支梁正截面受弯承载力、简支梁斜截面受剪承载力、偏心受压短柱正截面受压承载力的实验。

3) 构件和结构设计是一个综合性问题。设计过程包括结构方案、构件选型、材料选择、配筋构造、施工方案等，同时还需要考虑安全适用和经济合理。设计中许多数据可能有多种选择方案，因此设计结果不是唯一的。最终设计结果应经过各种方案的比较，综合考虑使用、材料、造价、施工等各项指标的可行性，才能确定较为合适的一个设计结果。

4) 混凝土结构工程的建设，必须依照国家颁布的法规进行。设计人员必须遵照各种结构类型的设计规范或规程进行设计。各种设计规范或规程是具有约束性和立法性的文件，其目的是使工程结构的设计在符合国家经济政策的条件下，保证设计的质量和工程项目的安全可靠。注意在学习中，有关基本理论的应用最终都要落实

到规范的具体规定。在学习过程中逐步熟悉和正确运用我国颁布的一些设计规范和设计规程。如《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)、《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)、《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)等。以下简称《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)为《混凝土结构设计规范》，《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)为《公路桥规》。设计工作是一项创造性工作。一方面在混凝土结构设计中必须按照规范进行，另一方面只有深刻理解规范的理论依据，才能更好地应用规范，充分发挥设计者的主动性和创造性。混凝土结构是一门比较年轻和迅速发展的学科，许多计算方法和构造措施还不一定尽善尽美。也正因为如此，各国每隔一段时间都要对其结构设计标准或规范进行修订，使之更加完善合理。因此设计工作也不应被规范束缚，在经过各方面的可靠性论证后，应积极采用先进的理论和技术。

思 考 题

- 1 什么是混凝土结构？
- 2 什么是素混凝土结构？
- 3 什么是钢筋混凝土结构？
- 4 什么是型钢混凝土结构？
- 5 什么是预应力混凝土结构？
- 6 在素混凝土结构中配置一定型式和数量的钢材以后，结构的性能将发生什么样的变化？
- 7 简述混凝土结构发展及应用？
- 8 钢筋和混凝土是如何共同工作的？
- 9 钢筋混凝土结构有哪些优点和缺点？
- 10 学习本课程要注意哪些问题？