

高层建筑地下室结构设计要点

牛明明

大连市建筑科学研究设计院股份有限公司 辽宁 大连 116000

[摘要] 由于高层建筑在单位面积上所承受的压力荷载较大, 所以对于地下室的结构设计有较高的要求, 地下室的质量直接关系到整个高层建筑的质量。本文将重点对高层建筑地下室结构设计要点进行探讨。

[关键词] 高层; 建筑; 地下室; 结构; 设计; 要点

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.303

随着经济的发展, 国内高层建筑不断增多, 很多高层建筑都会设计地下室以及地下车库。地下室结构受力复杂, 受外部环境影响较多, 工程造价较高, 从结构安全以及经济角度来讲, 对地下室结构进行科学合理的设计意义重大。

1. 高层建筑地下室结构分析

随着我国经济、社会的不断发展以及城市化水平的不断提高, 我国的建筑行业也得到了迅猛发展, 建设的建筑工程规模越来越大, 功能也越来越完善。近年来高层建筑在我国得到了大力的建设和发展, 高层建筑所带来的经济、社会效益非常明显, 其能够将城市人口充分集中起来, 提高生产效率, 并且高层建筑占用的土地资源相对较少, 建筑面积却非常大, 非常适用于在城市中心地段建造, 有着非常巨大的优势。城市规划对建筑工程的绿地、停车场等都有着严格的要求, 而高层建筑由于建筑面积较大, 可容纳的人数较多, 因此配套设备用房、停车场、仓储需求大, 建设大型地下室是解决这些需求最有效的途径。高层建筑地下室建设有向纵深发展的趋势, 两层甚至多次地下室建筑项目越来越多。地下施工条件复杂, 施工面临着许多困难, 一旦施工出现问题, 不仅会影响到整个高层建筑施工的顺利进行, 还会对地基基础质量造成极为不利的影响。目前高层建筑地下室结构的设计、施工面临防水、防震、抗浮、沉降等多种技术问题, 实际的施工质量控制难度大, 并且在解决这些技术问题时还容易导致工程造价的提高。因此探讨高层建筑地下室结构设计, 加强对高层建筑地下室结构设计的控制就变得十分重要, 需要通过严格的管控来确保高层建筑地下室结构容易出现的问题都能够得到有效解决, 确保高层建筑地下室有着较高的稳定性和施工质量, 能够顺利发挥出应有的作用。

2. 地下室结构设计的基本要求

建筑结构设计过程中需要遵循“安全、适用、经济、美观”的原则, 也就是要求设计完成的高层建筑地下室结构, 能够满足地下室最基本的功能要求, 比如: 作为整栋高层建筑的设备管道层、作为地下停车场、用于人防, 作为高层建筑基础的一部分, 提高高层建筑的安全性等。在保证这些地下室基础功能的基础上, 还需要综合考虑后期施工的可行性、施工成本等经济性因素, 如果高层建筑地下室结构设计、施工成本过高, 则已经失去了本身存在的意义, 同样的这种结构设计方案也不会得到采用。影响高层建筑地下室结构设计经济性的因素较多, 比如: 建筑层高、荷载类型、荷载等级、覆土厚度、地下室功能要求等, 但是地下室的功能又会受到地下室层高和柱网的影响, 比如: 设备管道层的层高较用于地下车库的正常地下室层高就较低, 从这个角度分

析, 地下室功能设计中应综合消防、停车场、人防以及其它功能需求后进行结构设计。在地下室结构优化设计过程中需要明确影响经济性的因素, 并对相关因素加以考虑, 进而兼顾高层建筑地下室的功能性和经济性。

3. 高层建筑地下室结构设计难点

高层地下室的结构设计复杂, 设计范围很广, 特别是结构设计要综合考虑多个因素, 如防火、坑道、通风、采光、人防要求、使用功能、排水等。在建筑高层地下室长度超出设计规定长度时, 就需要在进行结构设计的过程中结合建筑结构专业, 最终确定是否还要设置变形缝, 从一般情况来看下应该少设或不设置变形缝, 这样做的原因是, 设置变形缝会导致建筑的防水处理工程变得更加复杂。此外, 对于具有大底盘地下室高层建筑群来说, 高层建筑的塔楼部分在使用阶段一般不存在抗浮的问题, 但是高层建筑地下室经常会存在抗浮也不能达到要求的问题。同时, 因为在进行高层建筑地下室抗浮实际的过程中, 一般只会考虑地下室正常使用的极限状态, 而对于建筑施工过程以及洪水期的重视不够, 从而导致了在高层建筑施工过程中, 会出现因抗浮能力不够而造成的局部破坏现象发生。地下室顶板是人防工程的重要部位, 需要考虑静荷载因素; 侧墙也需要考虑侧向土、水的水平作用组合。简而言之, 高层建筑地下室防水工程是一项系统性的基础工程, 所涉及的因素很多, 如施工、设计和材料选择等因素, 所以, 造成地下室结构设计难点众多的原因概括起来有以下几个方面: 平面结构设计、外墙结构设计、顶板结构设计、抗渗结构设计等。

4. 高层建筑地下室结构设计要点

4.1 地下室顶板设计

在高层建筑中地下室的顶板有着非常重要的作用。它因自身所具有的强大的刚性特质而充当着支撑上层建筑的支座的作用。而顶板的刚性越好, 其支座作用就越明显。故而, 我们在设计地下室顶板时要确保其厚度不能小于160mm, 当作为上部结构嵌固部位的地下室顶板厚度不宜小于180mm。高层建筑地下室的顶板一般要承受向上的建筑的重量, 一般情况下在进行地下室结构设计的时候要按照从上到下的方向进行设计。在进行地下室顶板设计的时候从施工的材料来看, 地下室的顶板一般选用的是现浇的钢筋混凝土的施工材料, 因此要考虑到使用的混凝土强度等级和钢筋的型号等等。同时也要考虑到楼板的自身的厚度, 承压力度、刚度以及坚韧度, 要根据地下室的深度来进行顶板的选择。在进行高层建筑地下室顶板设计的时候要充分考虑到各个方面的因素, 选择合适的施工材料, 要按照相关的行业标准来进行设计,

顶板要有足够的厚度来承受各个方向的压力,从而保证地下室顶板能够承受相应的压力,保证地下室使用的安全性和稳定性。

4.2 地下室外墙设计

4.2.1 正确的选择计算模型和计算简图

大多数地下室外墙设计在建立计算模型过程中,均是以竖向单向板作为计算模型,通常是对于地下室外墙墙高与墙宽之比 $L_y/L_x < 0.5$ 的按照单向板设计。而在具体的设计中可根据实际情况,对部分地下室外墙结构设计中按照双向板模型进行计算,也就是在地下室外墙墙高与墙宽之比 $0.5 \leq L_y/L_x < 2$ 的情况下按照双向板设计,比如:在外墙扶壁柱截面尺寸较大、地下室外墙存在垂直的钢筋混凝土内隔墙等,上述情况则应对计算模型进行优化,采用双向板模型完成计算,在计算模型建立过程中,如果地下室外墙对应的扶壁柱本身荷载较小,此时可加强内外侧的主筋,当外墙扶壁柱截面积不断增大后,墙体外侧在模型中需要设置合适长度的水平负筋,外墙转角位置设置加强筋也是很有必要的,计算模型是进行地下室结构设计的基础,如果在计算模型中将双向板按照单向板设计,则很容易造成水平向负筋不足,进而引起外墙开裂,出现渗水等。此外,地下室外墙的计算模型应按照按照下端嵌固,上端铰支的连续梁结构模型实施计算。

4.2.2 模型计算中容易忽略问题

在选择正确计算模型的基础上,还需要注意计算中容易忽略的一些问题。地下室外墙模型中底部按照固定支座计算,以这种结构类型计算,外墙侧壁底部与相邻底板弯矩具有一致性,这就要求设计的外墙底板需要具备一定的抗弯矩能力。如果地下室外墙和地下车库中的车道较为靠近,同时车道底板在外墙中部,此时有车辆停留,车道底板承受的水平荷载对于外墙而言就是水平集中力,在计算地下室外墙过程中应该考虑到这一荷载;部分地下室外墙设计中有扶壁柱存在而没有横墙的情况,此时设计柱体时应考虑外墙对应的水平荷载;基础底板有较深厚厚度覆土层存在的,地下室外墙的底部应控制好高度。

4.2.3 荷载代表值的正确选择

计算模型中选择正确的荷载代表值也是保证地下室外墙安全性和经济性的关键,根据《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)中的相关要求。室外地坪活载可按照 $5\text{KN}/\text{m}^2$ 这一数据计算,但是大多数情况下,由于实际施工区域的差异性,应根据实际荷载情况选择对应的荷载代表值。地下水的水压力需要按照3-5年内地下水位情况确定出对应的荷载值;土压力一般可直接使用静止土压力作为荷载值,如果土体处于地下水位以下,此时由于土体中有水分的存在,土容重可采用 $11.0\text{KN}/\text{m}^3$ 。在荷载设计代表值方面,汽车荷载取值等都可按照规范中给出的荷载代表值确定。合适的荷载值能够保证地下室墙体的安全,一定程度上还能提高设计的经济性。此外,地下室外墙中的钢筋、混凝土设计同样需要根据计算模型、荷载分布、水文地质条件等综合性分析后完成计算。

4.3 地下室底板设计

高层建筑的地下室底板的设计除了需要考虑荷载问题外

还要考虑抗渗、防水方面的要求。这也对地下室底板的厚度及配筋量提出了一定的要求,其厚度不应小于 250mm ,配筋率不得小于 0.25% 。另外,根据地下室底板的实际标高变化情况进行梁的设置,梁的宽度应大于底板厚度,同时还要考虑底板支座弯矩传递,并在梁中加入适量的抗扭钢筋。如果地下室底板为桩箱、桩筏基础,则还应该考虑冲切、剪切、弯拉等方面的应力。

4.4 地下室抗浮设计

在地下室地下水位较高或埋藏较深情况下,地下室设计中就应该对抗浮计算加以重视,采用桩基之时需要计算桩的抗拔承载力。板、覆土的自重对结构有利,在计算强度时荷载分项系数取 1.0 ,计算抗浮时荷载分项系数取 0.9 。地下水位及其变幅是地下室抗浮设计极其的重要根据,当前存在的普遍问题是在设计时通常只考虑正常使用情况下的极限状态,然而对施工过程以及洪水期考虑到位,导致施工过程中因抗浮措施不到位而带来的局部破坏。实际结构中,地下室面积大并且形状又不规则,并且局部上方有可能存在没有建筑的情形,抗浮问题在处理上就相对困难,在设计允许的情况下就需要做出细致的分析,务必尽可能提高基坑坑底的设计标高,楼盖采用宽扁梁或者无梁楼盖,这几个方式都是用来解决抗浮问题的措施。

4.5 地下室防水设计

防水设计对于高层建筑地下室至关重要,所以必须做得十分可靠,且耐久性要跟建筑物同步。如果防水工程没有做到位,导致渗漏,修复起来的难度系数相对较高,且补漏费用也将极大的增加,因此必须确保地下室防水工程的施工的质量,才能避免返工补漏现象的发生。导致地下室渗漏的主要原因有几个方面:第一,由于混凝土本身结构收缩致使裂缝;第二,混凝土不密实引起内部水分蒸发后形成毛细通路渗水;第三,由于施工而破坏的柔性防水层;第四,柔性防水层接头端处理不恰当或老化等。根据上述可能出现的情形,设计需考虑使用强度高、厚度大的高标号防水混凝土,还应添加外加剂,从而减少结构内部出现的微小裂缝,进而满足防水防渗的需求;在地下室主体结构外要做柔性防水层,并对完工后的防水层采取保护措施。

5. 结束语

在经济快速发展的形势下,我国的建筑行业不断的发展,高层建筑数量不断的增加,导致我国有限的土地资源出现了紧张的情况,要解决这一问题,设置高层建筑地下室并有效合理的使用是非常有效的一种手段。在进行高层地下室设计时要保证结构设计的合理性,以保障地下室使用的安全性和稳定性,从而提升高层建筑的使用价值。

参考文献

- [1]张汉禄.高层建筑地下室结构的设计关键点分析[J].建筑技术开发,2020(12):3-4.
- [2]陈运凯.上海大宁中心广场地下室结构设计要点探讨[J].房地产世界,2020(15):46-48.
- [3]沈钰婷.建筑地下室结构设计要点分析[J].工程建设与设计,2021(22):4-6.