

# 试论建筑结构抗震设计的问题及改良方案

丁泓宇<sup>1</sup> 陈登辉<sup>2</sup> 王琳<sup>3</sup>

1. 中国建筑上海设计研究院有限公司辽宁分公司;

2. 鞍钢集团工程技术有限公司; 3. 鞍钢集团工程技术有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i2.5651

**[摘要]** 近年来, 很多地区发生的地震灾害都比较严重, 且造成了很大的经济损失。地震是一种随机性强的振动, 其具有复杂、随机与不确定性等特点。地震对于建筑的破坏主要是因为惯性力的拉扯。建筑本身就有较大的垂直方向的重力荷载, 垂直方向的惯性力对建筑结构的破坏非常有限, 而水平方向的剪力对为重力荷载进行设计的结构来说破坏力比较强。为了保证建筑安全, 防止地震对建筑的破坏, 建筑在设计时会根据地理因素和环境因素对建筑进行防震设计。建筑结构设计应积极借鉴国外抗震经验, 研究地震灾害并制定有效防震措施, 降低地震灾害的破坏, 尽可能保护人们的生命与财产安全。

**[关键词]** 建筑结构; 抗震设计; 问题; 改良方案

## On the problem of seismic design of building structure and its improvement scheme

Ding Hongyu<sup>1</sup> Chen Denghui<sup>2</sup> Wang Lin<sup>3</sup>

1. China Architecture Shanghai Design and Research Institute Co., LTD. Liaoning Branch, Shenyang, Liaoning Province, 111000; 2. Anshan Steel Group Engineering Technology Co., LTD., Anshan 114021; 3. Anshan Iron and Steel Group Engineering Technology Co., LTD., Anshan City, Liaoning Province 114021

**[Abstract]** In recent years, many areas of the earthquake disaster are more serious, and caused great economic losses.

Earthquake is a kind of vibration with strong randomness, randomness and uncertainty. The earthquake damage to buildings is mainly due to the pull of inertia forces. The building itself has a large vertical gravity load, and the vertical inertia force damages the building structure is very limited, while the horizontal shear force is relatively destructive for the structure designed for gravity load. In order to ensure the safety of the building and prevent the damage to the building by the earthquake, the building will be designed according to the geographical factors and environmental factors. Building structure design should actively draw lessons from foreign seismic experience, study earthquake disaster and formulate effective earthquake prevention measures, reduce the damage of earthquake disaster, and protect people's life and property safety as much as possible.

**[Key words]** building structure; seismic design; problem; improvement scheme

### 一、建筑结构抗震设计的根据

抗震设防烈度和建筑的抗震等级并不是太容易理解。要解释清楚这两个名词, 需要先了解两个关于地震大小的名词, 地震震级和地震烈度。地震震级是用于衡量地震大小或者地震释放的能量的大小, 而地震烈度是地震发生后对某一个地区的影响度。同一个地震发生, 地震等级经过专业鉴定是唯一的, 但地震烈度根据与震中距离远近是不同的。当然烈度大小和震级相关, 但它也与震源深浅、地震类型、地质条件、距离远近等都有关系。地震烈度是某次地震在某个位置的破坏强度。最后建筑抗震等级是建筑的结构属性, 不同的抗震等级对应着不同的结构设计, 例如等级高的柱子的配筋率高。建筑抗震等级取决于抗震设防烈度、结构重要性、结构类型和结构高度。简单

来说, 假设同样高度, 同样结构类型在同一个城市的建筑, 建筑重要性高的学校比重要性低的普通办公楼的抗震等级要高, 结构设计时对结构内力调整和构造措施要求会高些。总的来说, 地震震级是地震属性, 一次只有一个震级。地震烈度是某次地震对某个地区的影响。设防烈度是地区属性, 是大于某地区统计的地震烈度的 90% 频率。抗震等级是建筑属性, 等级越高抗震能力越高。建筑抗震设计的等级是根据建筑所在地的设防烈度和建筑本身的高度、结构及重要性决定的。

### 二、建筑结构抗震设计的问题

1、平面设计抗震性问题。对于建筑物进行结构设计的过程中, 要强调平面布置对于建筑物抗震性产生的影响。一旦发生地震, 就会形成横向扭转力与纵向扭转力, 特别是建筑物形

状不规则的情况下,会使得此部分力不断累积,瞬时破坏建筑物的性能。在这种情况下,落实建筑设计工作的时候,应尽可能选择规则建筑物,进而规避外伸与内收效应过大的问题。与此同时,沿着高度方向与层间刚度、强度受力会更加均匀,特别是建筑物布置呈对称状态的情况下,结构设计能够使建筑所承受的冲击影响得以分散。若在实践中,无法选择使用对称形状建筑物,则应有效核算空间结构,设计楼板不连续或者是不规则建筑物结构方面,要综合衡量楼层实际刚度与强度,并适当地调整选用的模型,确保能够与建筑结构抗震设计的要求相适应。

2、建筑地理位置选择问题。开展建筑结构抗震设计时,一定要全面思考具体的状况,特别是建筑物地理位置的选择以及地基勘察。其中,勘察工作是为了确保地基基础抗震性能与设计要求吻合,只有这样,才能够在设计的过程中,将地基基础状况作为参考依据,科学选用结构设计模型,合理计算钢筋混凝土配筋。此外,要科学选择相对应地理位置,尽量不选择抗震性能不理想的区域,特别是安全性能偏低的环境,坚决不允许建造建筑物。在地理位置选择的基础上,地势因素同样也会对建筑物安全性能以及抗震结构设计带来直接的影响,因而要避免在山体滑坡几率较大的地形条件下建设建筑物,同时不选择河谷滩地。如果区域的土质软或者是湿地,一定要事先采取安全修复与加固的措施,并在结构设计方面,综合考虑建筑物抗震的等级与地基实际状况,科学合理地加固山体,优化设计地面结构与地基,确保建筑物地理位置选择与抗震要求吻合。

### 三、建筑结构抗震设计的改良方案

1、科学选择场地。高层混凝土建筑抗震结构设计期间,要重视场地的选择,规避地震会造成较大危害的场地,确保地基基础符合相关标准,防止出现基础震害。建筑选址时也要规避变电站、电厂等区域,要最大限度地降低对建筑产生的危害与影响。地基是提升建筑抗震能力的关键所在,要求可以选择半岩石、岩石结构的地基土,避免在地基为松软的粘性土层建设。通过场地的合理选择,能从基础上减小地震对高层建筑产生的危害与影响,保证地震时建筑物结构的安全与稳定。

2、控制扭转效应。高层混凝土建筑在受到地震影响时,主要由三种作用力产生危害,分别为水平作用力、竖向作用力和扭转作用力。高层混凝土建筑在地震过程中,作用力相对比较复杂,在分析建筑损害时,难以判断与计算实际破坏力。设计人员要在抗震结构设计过程中,要重视扭转效应所带来的破坏力,并对此进行有效控制。在地震作用下会让高层建筑产生偶然偏心问题,所以楼层中竖向构件的层间或者最大水平位移进行合理确定,当建筑高度为 A 级与 B 级时,楼层的竖向构件的最大的水平位移与层间位移,通常为平均值的 120%和 150%、120%和 140%;当建筑高度为 A 级与 B 级时,扭转结构第一自振周期与平动结构第一自振周期的比要小于 0.85;在建筑外围尽可能布置抗侧力结构,提升结构的刚度;高层结构的

平面不能过于狭长。在高层混凝土建筑抗震结构设计中,严格要求抗震结构的位移,对最大与最小位移结构的刚度进行测定,确保整体位移保持一致,并分析整体抗震性能,及时发现问题并进行处理。

3、合理布置结构。板、梁、柱等是高层建筑混凝土框架结构的荷载承受部分,在结构平面布置过程中,要合理确定柱网。采用大柱网后根数会减少,结构空间刚度下降,在地震时侧移较大。抗震结构设计中结构柱截面尺寸需合理减小,可采取的措施为:采用高强度混凝土柱,要求柱截面面积  $A_c$  符合要求,混凝土抗压强度的提升能减小柱的截面积。在完成柱网布置后要对承重柱的位置、物价等位置进行确定。确定好钢筋混凝土柱轴压比限值,一般为 25%-50%。

4、利用好隔振、减振设计。在高层建筑中为防止振动对建筑物产生危害,通常采取的手段为隔振、减振。减振分为主动减振和被动减振两种。设计人员在实际设计过程中,会按照隔振、减振的基本原理,合理进行高层建筑结构抗震设计,保证高层建筑结构的有效抗震性。(1)粘弹性阻尼结构。通过高层建筑中通过粘弹性阻尼结构的设计,可以在地震时将反应减小 40%-80%,确保在强震中保持建筑主体结构的安全。在高层混凝土建筑中杆式粘弹性阻尼器是主要形式,以支撑形式设置在框架结构中,常见的布置类型为对角型、人字型与交叉型三种。(2)吸能减震。隔振减振在超高层建筑结构抗震中吸能减震是另外一种方法,这种方法是在地震过程中可以让建筑结构在罅裂范围内发生一定位移,原结构与子结构的振动能量在建筑结构中就能重新分配,确保结构震动效果能有效减小。目前在高层混凝土建筑结构抗震设计中,调平液体质量阻尼器的应用十分广泛,且能发挥其重要作用。(3)金属阻尼器。高层混凝土建筑中金属阻尼器的抗震效果良好,在框架中加屈曲约束支撑,可以通过合理的荷载力支撑建筑物,当有地震时能通过金属支撑的自身塑性变形消解地震能量。目前可以使用的金属阻尼器有剪切型金属材料阻尼器与弯折型金属材料阻尼器,第一种弯曲刚度较大,在上端结构可以出示一定弯曲刚度,也能给全部结构出示一定的阻尼比。第二种则具有良好的疲惫特征,能取得较好的应用效果。

### 四、建筑结构抗震设计的注意事项

1、抗震设计目标。当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时,主体结构不受损坏或不需修理可继续使用(小震不坏);当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时,可能发生损坏,但经一般性修理仍可继续使用(中震可修);当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时,不致倒塌或发生危及生命的严重破坏(大震不倒)。历次地震证明,我国地震区划图所规定的烈度有很大的不确定性,抗震设计还处在摸索阶段,地震理论还有待完善,地震也是对结构抗震设防的最好检验。汶川地震表明,严格按现行规范进行设计、施工和使用的建筑,在遭遇比当地设防烈度高一度的地震作用时,没有出现倒塌破坏,也验证了“大震不倒”设防目标的正确性。

2、建筑体型设计。建筑体型包括建筑的平面形状和主体的空间形状的设计。震害表明,许多平面形状复杂,如平面上的外凸和凹进、不对称的侧翼布置等在地震中都遭到了不同程度的破坏。平面形状简单规则的建筑在地震中未出现较重的破坏,有的甚至保持完好无损。因此建筑设计应重视其平面、立面和竖向剖面的规则性对抗震性能及经济合理性的影响,宜择优选用规则的形体,其抗侧力构件的平面布置宜规则对称、侧向刚度沿竖向宜均匀变化、竖向抗侧力构件的截面尺和材料强度宜自下而上逐渐减小、避免侧向刚度和承载力突变。

3、建筑平面布置设计。建筑物的平面布置在建筑设计中是十分重要的部分,它直接反映建筑的使用功能和要求,柱子的距离、内墙的布置、空间活动面积的大小,通道和楼梯的位置、电梯井的布置、房间的数量和布置等。但由于建筑使用功能及外立面的需求,很多建筑平面都不是很规则的形状,对扰震很不利,这就需要建筑师与结构师的相互配合避免采用特别不规则的建筑方案。有的建筑物,其刚度很大的电梯井饰被布置在建筑平面的角都或是平面的一侧,结果在地震中造成靠电梯一侧建筑物的严重破坏。这是因为电梯井筒具有极大的抗侧力刚度吸引了地震作用的主要部分。有的建筑物,在平面布置上一侧的墙体很多,而另一侧的墙体稀少,这就造成平面上刚度分布的很不对称,质量分布也偏心,使结构的受力和变形不协调,导致扭转地震作用效应,带来局部墙面的破坏。建筑平面布置设计对建筑抗震关系很大,从概念上要解决的一个核心问题是:建筑平面布置设计上要尽可能做到使结构的质量和刚度分布均匀,对称协调,避免突变。在建筑平面布置的总体设计上要尽可能为结构抗侧力构件的合理布置创造条件,使建筑使用功使要求与建筑结构抗震要求融合成一体,充分发挥建筑设计在建筑抗震中的作用。

4、建筑竖向布置设计。建筑的竖向布置设计问题在建筑设计中主要反映在建筑沿高度结构的质量和刚度分布设计上,无论是单层或多层,还是高层建筑,这个问题是比较突出的。存在的主要问题是,由于建筑使用功能的不同要求,层高的较大变化,各楼层竖向承重构件不连续各楼层刚度变化较大,刚

度相对较小楼层形成薄弱层对建筑抗震极为不利。多次大震害表明,建筑物竖向楼屋刚度的过大变化,给建筑物造成很多破坏,甚至是整个楼层的倒塌。因此,尽可能使竖向构件布置均匀对称、上下连续,楼层高度均匀变化,尽量避免产生地震时较大的扭转效应。

5、正确选择抗震结构体系。首先结构体系要能体现出计算简图和内力传递路线,同时为了增加安全裕度,避免因部分构件的地震破坏而引发建筑整体结构体系失去抗震能力或承载能力,应设置多道抗震防线。比如地震发生时,在框架结构中,填充墙应先于框架破坏;框架-抗震墙结构中,抗震墙应先于框架破坏。同时,在概念计中要重视强度、刚度的合理分布,质心和刚心偏心距越小越好,避免因局部削弱或突变形成薄弱部位,在遇到地震破坏时生过大的应力或变形集中;对可能出现的薄弱部位,采取有效措施以提高抗震能力。

### 结束语

在不可抗拒的地震灾害面前,虽然无法做到有效的规避,但是可以通过加强建筑设计中的抗震设计来提高建筑的稳定性。设计人员应当在做好建筑选址的前提下,对抗震参数进行精确分析,设置多种抗震防线,做好建筑设计,以提高建筑整体的安全稳定性能。最大限度的排除地震带来的伤害,维护我们共有的和谐家园。

### [参考文献]

- [1]刘鑫.高层建筑结构抗震设计分析的主要内容[J].呼伦贝尔学院学报,2019(22):143-144.
- [2]王成宁.房屋建筑结构抗震设计要求分析[J].城市建筑,2021(17):388-389.
- [3]彭志强.高层建筑混凝土结构设计中的抗震设计探讨[J].住宅与房地产,2020(25):204-206.
- [4]王康羽.探究抗震设计理念在建筑结构中的体现[J].建材与装饰,2022(15):271-273.
- [5]郑高峰.探究抗震设计理念在建筑结构中的体现[J].建材与装饰,2020(16):190-192.