

# 优化设计确保建筑在地震作用下的安全性

曾耀辉<sup>1</sup>,任赵国<sup>2</sup>,王立凤<sup>2</sup>

(1. 西昌学院 工程技术系, 四川 西昌 615013; 2. 凉山州世达建筑工程有限责任公司, 四川 西昌 615000)

**【摘要】**综合运用抗震原则,建筑上以设计限值为基础,保证结构体型简单规则,楼梯间的位置合理,考虑建筑竖向布置设计与抗震设计的关系,重视细部构造设计,使结构受力和传力途径直接,整体结构与结构构件共同作用,就可以从设计上确保建筑结构在地震作用下的安全性。

**【关键词】**建筑;结构;抗震;设计

**【中图分类号】**TU352.1\*1 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)03-0076-02

## 一 建筑上设计限值控制问题

### (一) 房屋高度的限制及房屋最大适用高度

对于砌体房屋,国内外历次地震表明,在一般场地下,砌体房屋层数愈多,高度愈高,它的震害程度和破坏率也就愈大。因此,现行《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)对砌体房屋的层数和总高度加以限制,这是从总体设计上的一项既经济又有效的抗震措施。

即使是抗震性能较砌体房屋更好的多层与高层钢筋混凝土房屋,根据国内外大量震害调查和工程设计经验,为了达到既安全又经济合理的要求,其房屋也有最大适用高度的限制。

### (二) 房屋最大高宽比的限制

为了保证砌体房屋整体弯曲承载力以及刚度要求,房屋总高度与总宽度的最大比值,应满足高宽比的限值。如9度地区砌体房屋的最大高宽比为1.5,对于四层的房屋,总宽度应在8米以上,这就要求在建筑设计中要处理好外廊式平面组合的房间的采光与通风。因外廊式建筑的房间进深尺寸加上走廊宽度要达到最低限值,所以房间的进深较大,而高烈度地震区对砌体房屋的门窗洞口的尺寸控制很严格,加之外廊式建筑主要靠一侧采光,因此难以满足较高的采光要求。当砌体房屋的最大高宽比的限制影响了建筑的使用功能时,可考虑改变建筑的结构类型。

在目前实际设计中,有的总高度超过,有的层数超过,还有的高宽比超限。所有这些超规,都可能对建筑特别是对于高宽比过大的多、高层建筑要么建筑功能,要么抗震安全带来不利。因为在这种情况下,存在房屋的整体抗震稳定和位移控制问题或者满足结构抗震要求前提下,妨碍了功能的充分发挥。应该说,这些限值的控制,在建筑设计上只要牢固树立抗震安全的重要意识,通过周密的平面

组合,妥善处理使用功能与结构抗震的矛盾,是能够做到的。

## 二 规则结构建筑体型在抗震设计中的作用

震害调查表明,在抗震设计中,对不规则结构未加妥善处理,则会降低建筑抗震能力,甚至造成严重震害。区别规则结构和不规则结构,并对不规则结构的不利部位采取有效措施,以提高其抗震能力,实质上是对建筑作为一个空间结构进行形体设计,使之满足抗震规范的一般规定要求。

建筑的体型设计包括建筑的平面、立面以致空间形状设计。建筑体型不规则,平面上凸出和凹进,立面上高低错落,易于形成刚度和强度上的突变,引起应力集中或变形集中,形成薄弱环节,往往造成比较严重的震害。反之,体型规则的建筑受力性能明确,设计时容易分析结构在地震作用下的实际反应及其内力分布,所以这类建筑遭遇地震后其震害相对都较轻。

“5.12”汶川大地震中,都江堰某局办公大楼,7层框架结构,具有较好的结构体系,结构平面布置规则,整体性好,震后主体结构较完好,经专家鉴定为修复后继续使用。该建筑较好的遵循了上述原则,注重概念设计,作为按照7度抗震设防的大体量公共建筑,在都江堰实际地震烈度为8~9度的大地震中,保证了主体结构较完好,未造成人员伤亡。

## 三 楼梯间的位置在使用功能和建筑抗震设计中应相互协调

从抗震角度上讲,楼梯间不宜设置在房屋的尽端和转角处,以免过份削弱角柱的稳定性和刚度,增大其扭转变形,从而形成整幢建筑的应力集中点与薄弱环节。然而,在建筑设计中,为了满足建筑功能要求,往往将楼梯间布置在房屋的尽端或转角处,以致与抗震要求相违。为了解决这一矛盾,在建筑设计上首先应在平面设计中进行最大限度的

调整,以尽量满足抗震要求。如设计时可将楼梯间与一些辅助房间组合在一起,并使辅助房间处于端部做到一定程度的改善。当由于建筑功能以及防火疏散要求而楼梯间不得不布置在房屋的端部或转角处时,结构设计将从原则上服从于建筑设计要求,并采取必要的技术措施来处理这一对立统一的关系,以充分满足建筑功能要求并确保抗震安全。当然为此而付出更高的代价也是值得和必要的。

#### 四 建筑竖向布置设计与抗震设计的关系

在地震区,建筑的竖向设计主要是满足建筑使用功能、表现建筑个性以及与建筑物沿高度的结构质量和刚度分布均匀,避免突变的抗震设计要求的统一。目前主要存在的问题是,由于建筑使用功能的不同,上下楼层刚度有过大变化,形成薄弱层。如:底层或下面几层是商场,而上面是写字楼或公寓的建筑。下部的商场,建筑上要求柱距大、空间大,因而柱、墙设置很少;上部的写字楼或公寓楼,建筑上要求布置多样化且空间较小,结构上墙多,柱少,从而形成了建筑物质量和刚度沿高度分布的不均匀和不协调性,致使相邻楼层间的质量和刚度相差悬殊,形成突变。在刚度最差的楼层抗震承载力不足,易形成塑性铰,产生过大变形,最终导致建筑物的倒塌。我国唐山地震前也建造了一些底层为框架结构的商住楼,由于片面追求底层大空间而忽视了足够的抗震墙的设置,地震时破坏特别严重,甚至是整个房屋的倒塌。这就是建筑竖向设计与结构抗震设计相互脱离所带来的上下楼层刚度突变的惨痛教训。

随着市场经济的发展和改革的不断深入,商住楼的兴建势不可挡地越来越多,因此,要充分重视这类房屋的抗震设计。在建筑设计中,尽可能使房屋沿竖向刚度分布比较接近,特别是在结构上当设置有刚度很大的转换层时,更须注意。通过商店层平面的调整,设置足够的抗震墙来缩小与上部楼层的刚度差。使满足合理的层间刚度比限制。

#### 五 细部构造设计

突出屋面的烟囱、电梯机房、水箱、女儿墙等附属物,它们大都存在过高、过重或沿房屋竖向刚度骤减而产生“鞭梢效应”,从而加大了地震作用,对屋顶建筑自身和主体建筑物的抗震都不利。几乎

在6度区就发现有所破坏,特别是较高的女儿墙和出屋面的烟囱,在7度区普遍破坏,8~9度区几乎全部损坏或倒塌。因此,在屋顶建筑设计中,宜通过总体的综合考虑来选择其适当的平面位置,并尽量降低其高度,减轻其重量,使屋顶建筑结构和刚度分布比较均匀,并与房屋主体结构作可靠的连接,使地震作用沿结构传递直接,建筑屋顶重心与主体重心尽可能相一致,从而使其具有良好的抗震稳定性。

在框架结构中,填充墙的构造很重要。在水平地震作用下,填充墙与框架是共同工作的,一方面墙体受到框架的约束,另一方面框架受到填充墙的支撑。由于填充墙框架侧向刚度大,故受到的地震作用大,而砖填充墙的抗剪强度又较低,变形能力小,所以填充墙的震害重于框架,其破坏较早也较严重。填充墙在地震发生时就可能出现斜裂缝,在随后的反复地震作用下,将形成交叉裂缝,端墙、窗间墙及门洞口边角部位的破坏更为严重。烈度在9度以上时,填充墙构造不合理会倒塌,空心砖尤为严重。填充墙的破坏程度,一方面与地震烈度有关,另一方面也与构造是否合理有很大关系。

“5.12”汶川大地震中,绵竹某小区售楼部,三层框架结构,一、二层填充墙全部破裂。框架柱为圆柱与填充墙体无结钢筋,地震发生时,填充墙体在一定程度上充当了抗侧力构件,由于本身强度不够,缺乏构造措施,发生大面积破坏。根据《建筑抗震设计规范》,填充墙应沿框架柱全高每隔500mm设 $2\phi 6$ 拉筋,拉筋伸入墙内的长度,6、7度时不应小于墙长的 $1/5$ 且不小于700mm,8、9度时宜沿墙全长贯通。对于框架结构填充墙应按照相应规范严格执行构造措施,保证砌筑质量。在地震时尽量达到裂而不倒,坏而不碎,在消耗地震能量破坏退出工作后避免整体的跨塌伤人。

#### 六 结束语

在设计中按抗震规范,以设计限值为基础、保证结构体型简单规则、楼梯间的位置合理、考虑建筑竖向布置设计与抗震设计的关系、重视细部构造的建筑,能达到大震不倒甚至修复后继续使用的状态。因此优化设计能确保建筑在地震作用下的安全性。

#### 注释及参考文献:

[1]郭继武.建筑抗震设计[M].北京:高等教育出版社,1996.

[2]《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)[S].北京:中国建筑工业出版社,2001.

[3]唐山地震抗震调查总结资料选编[M].北京:中国建筑工业出版社,1987.

注释及参考文献:

- [1]Gale W F, Butts D A. Transient liquid phase bonding[J]. Science and Technology of Welding and Joining. 2004, 9(4): 283-300.
- [2]小沟裕一, 櫻本文雄, 岸伸典等.アソルフラス材料による可搬式扩散接合システムの开发と实用化[A]. 溶接学会论文集,1991,60(4):267.
- [3]常铁军, 龚正春, 李子峰, 等.T91钢 TIG+MIG 焊接接头性能及组织[J]. 焊接学报,2005,26(12):59-61.

### Pipeline Welding Based on Transient Liquid-phase Bonding Soldering Machine

WANG Fei-sen<sup>1</sup>, WEN Shen-liu<sup>1</sup>, CHEN Ling<sup>1</sup>, GAO Zeng<sup>2</sup>, LIU Yan-lei<sup>2</sup>

(1.Department of Electrical and Mechanical, Sichuan College of Chemical Technology, Luzhou, Sichuan 646000;  
2.School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454000)

**Abstract:** Transient Liquid-phase Bonding ( TLP bonding ) is a new technology on pipeline welding. T91 steel pipe was proceeded on TLP bonding and arc welding with metal inert-gas arc welding by contrast test. Mechanical and microstructure property of T91 steel pipe joint with TLP bonding was researched. The effects of different welding on technological parameter were compared. The result showed that on productivity, cost and labor health TLP bonding is bigger than arc welding with metal inert-gas arc welding with equal in quality.

**Key words:** Transient liquid-phase bonding; T91 steel pipe; Contrast test

(上接77页)

- [4]王则毅,杨盛和.房屋结构抗震 [M]. 重庆:重庆大学出版社,2001.

### Optimal Design Ensuring the Buildings' Safety under Earthquake Action

ZENG Yao-hui<sup>1</sup>, REN Zhao-guo<sup>2</sup>, WANG Li-feng<sup>2</sup>

(1. Engineering Department of Xichang College, Xichang, Sichuan 615013;  
2. Liangshan Prefecture Shida Architectural Engineering Limited Company, Xichang, Sichuan 615000)

**Abstract:** Through comprehensively using anti-seismic principle, constructing on the basis of the design limit, ensuring the simple rules of the body structure and the reasonable position of staircases, considering the relationship between vertical layout design of the construction and the seismic design, paying great attention to detail structure design, making the force way and transmitting force way be direct, ensuring the combined action of overall structure and structural components, we can ensure the buildings' safety under earthquake action.

**Key words:** Construction; Structure; Anti-seismic; Design