

# 浅谈建筑结构设计提高短柱抗震性能的措施

孟超群

昆明民用建筑设计研究院有限公司 650000

**摘要:** 建筑物框架结构破坏甚至倒塌的主要原因之一,便是短柱的剪切破坏。而地震对于建筑物的破坏又极为复杂,为实现建筑物“小震不坏,中震可修,大震不倒”的要求,本文对于短柱的界定以及提高建筑结构设计短柱抗震性能的措施进行了探讨分析。

**关键词:** 建筑;结构设计;短柱;抗震性能

**Abstract:** The shear failure of short columns is one of the main reasons for the failure and even collapse of building frame structures. In order to meet the requirements of "small earthquake is not bad, medium earthquake is repairable, and large earthquake is not collapsed", this paper discusses the definition of short columns and measures to improve the seismic performance of short columns in the design of building structures.

**Key words:** Architecture; structural design; short column; seismic performance

## 引言

地震是一种破坏性极强的地壳活动,其对于建筑物的破坏机理十分复杂,有着许多不确定因素,当建筑物遭遇的地震高于或等于本地区设防烈度时,短柱由于其延性很差,很可能发生剪切破坏而造成建筑物结构破坏甚至倒塌。因此,在建筑结构设计时必须正确判断并处理短柱问题。

### 一、短柱的界定

“小震不坏,中震可修,大震不倒”是我国建筑界的抗震目标。相关文件规定,柱净高  $H$  与截面高度  $h$  之比  $H/h$  的值小于等于 4 即为短柱,一般在工程界都以此来判定短柱,但根据材料力学以及结构力学的理论来看,这个判断式没有联系到柱的内力。在《高层建筑混凝土结构技术规程》及《建筑抗震设计规范》中都有规定到<sup>[1]</sup>,短柱的界定由剪跨比即反应柱截面所承受的弯矩与剪力相对大小的参数来判定,当剪跨比  $\lambda = M/Vh \leq 2$  时则为短柱。

### 二、短柱的破坏形式

#### 1. 剪切受拉破坏

在受拉纵筋屈服之后,剪跨小、配箍率低的构件会因荷载反复次数的增加、变形加大而忽然裂开出一条较宽的主斜裂缝,进而箍筋很快达到屈服,柱子的结构被剪坏,其承载能力将大幅降低。

#### 2. 剪切斜拉破坏

沿柱的对角线常会产生斜裂缝,这样的裂缝不会导致主筋的屈服,但会导致箍筋达到屈服甚至被拉断,承载能力陡然降低。

#### 3. 剪切受压破坏

水平弯曲裂缝在荷载作用下斜向发展,由此便形成了斜裂缝。如若再加上弯曲作用,压区混凝土剪切错动,混凝土将会被挤碎从而失去承载能力,但当箍筋较强时,斜裂缝不会很快就开展开。

总之,粘结型和剪切型两种都是短柱一般的破坏形式<sup>[2]</sup>,但两种破坏形式并非总是单独出现的,除了出现某一种形式外更突出外,有时也会同时产生两种的破坏形式。上述三种破坏状态的极限变形能力、极限承受能力也都是不相同的。因此,柱的延性的大小深刻地影响着建筑物的抗震性能。

### 三、建筑结构设计提高短柱抗震性能的措施

运用剪跨比  $\lambda$  来判定柱子,如果不是短柱,建筑结构设计按照一般框架柱的抗震要求即可;但当判定为短柱时,则需尽量减小短柱的截面尺寸、提高短柱的承载力<sup>[3]</sup>,通过各种有效的途径使短柱的延性提高,使短柱的抗震性能得到提高。

#### 1. 采用分体柱

在地震的情况下,短柱由于其抗剪承载力大大低于抗弯承载力,剪坏便失效,进而抗弯强度便不能得到充分的发挥。针对这样的问题,我们可以去调整降低短柱的抗弯承载力,使得抗弯承载力与抗剪承载力相比持平或略低,例如,竖向设缝在柱中,把短柱分成 4 个或 2 个柱肢组成的分体柱,分柱体的各柱肢分别配筋,在这些柱肢之间,还可以建立一些连接键,其初期刚度及后期耗能能力都会大幅增强。

如此一来,在地震的情况下,柱子会先达到抗弯强度,进而破坏状态呈延性。相关的理论分析及实验研究显示,运用分体柱的方式,虽短柱的抗弯强度稍被削弱、抗剪强度不发生变化,但最终短柱的破坏形态从剪切型变成了弯曲型,将短柱变“长柱”的假设变为现实,使得柱子的延性及变形能力都有了明显的提升,短柱的抗震性能由此得到了显著地提高,并且,分体柱这一方法已被应用于

实际的建筑工程之中。

#### 2. 采用复合螺旋箍筋

就短柱而言,“强柱弱梁”、“强剪弱弯”分别是对其柱端抗弯承载力及框架柱抗剪承载力的要求,只要达到这两项要求,短柱就能够不发生剪切型破坏。并且,据相关国内外实验结果显示,通过加强箍筋对混凝土的约束,柱子的极限变形角能够有 15%~25% 的提升。因此,采用复合螺旋箍筋技术以加强对混凝土的约束作用,可使柱子的极限变形角得到提高,其抗压承载力、抗剪承载力都能有明显提升,以防在较大剪压比的条件下短柱发生减压破坏,从而使短柱的抗震性能得到提高。

#### 3. 采用高强度混凝土

提高混凝土的强度等级是提高剪跨比、减少柱截面积最简单直接的方法。简而言之,就是通过使用高强度混凝土使得柱子的抗压承载力得到提高、轴压比得到降低。但需要注意的是,高强度混凝土有着较差的延性,因此采用此种方法时需要配合其他方法使用。

#### 4. 采用钢管混凝土柱

用混凝土将薄壁圆形钢管内填满组成的新型结构材料即是钢管混凝土,钢管对于其内部的混凝土产生侧向约束,此时的混凝土处于三向受压状态,因此,在很大程度上提高了混凝土的极限压应变及抗压强度,同时也大力改善了混凝土(尤其是高强混凝土)的延性。钢筋同时是横向箍筋和纵筋,它的配筋率和抗震规范中对钢筋混凝土柱的最小配筋率限值要求相比高得多,至少都在 4.6% 以上,也就是管径和管壁厚度的比值不高于 90。在高轴压比的情况下,钢管混凝土因其有着很好的变形能力和抗压强度,依然可在受压区发展形成塑性变形的“压较”,不会有受压区先破坏或如同钢柱的受压翼缘屈曲失稳等问题,所以在保证控制截面的转动功能方面来讲,不用限定轴压比限值。跟据相关的研究及实践证明,采用钢管混凝土柱的方法,可大幅提高柱子的承载力,与普通钢筋混凝土柱相比柱截面通常至少减小一半,有效地消除了短柱,从而使其具有较好的抗震性能。

#### 5. 采用钢骨混凝土柱

与钢管混凝土柱不同,钢骨及外包混凝土构成了钢骨混凝土柱,可充分发挥混凝土和钢的优势。钢骨混凝土柱的外包混凝土相比于钢结构,能够有效地提高钢构件出平面扭转屈曲性能,防止其发生局部屈曲,使柱的整体刚度得到提升,充分发挥钢材料的强度。柱的承载能力因为有了钢骨的存在而大幅提升,进而截柱面积也相应减小。钢骨翼缘和箍筋很大程度上约束了混凝土,并且钢骨的塑性较好,从而提高了混凝土的延性以及柱的耗能能力。

综上所述,建筑结构吸收地震能量的能力决定了其抗震性能的高低,而这种能力又决定于它的变形能力和承载能力,所以,想要提高建筑的抗震性能就必须着眼于提高它的变形能力和承载能力。在采用剪跨比  $\lambda$  判定为短柱后,就需采用各种有效措施去提高其各方面性能,避免引起破坏的发生,从而有效地提升其抗震性能。

### 参考文献

- [1] 冀婧. 高层建筑抗震设计中短柱问题的处理措施[J]. 建材与装饰, 2018(49): 130-130.
- [2] 卢来运, 李杨, 林海兴. 高层建筑下混凝土组合结构长/短柱的抗压性能影响因素测试[J]. 科技通报, 2018(3): 84-87.
- [3] 王庆良. 钢筋混凝土短柱的正确判定及处理[J]. 福建建材, 2017(7): 58-59.