

文章编号: 1007-6492(2001)02-0104-03

剪力墙优化选型初探

苗 丽¹, 陈家模²

(1. 郑州工业大学水利与环境工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 机械部第六设计研究院, 河南 郑州 450052)

摘 要: 剪力墙一般结构刚度大, 整体性好, 建筑上易于布置, 但其自重及刚度大, 引起的地震反应也较大, 且结构本身的延性不好. 针对这种情况, 从其力学特点出发, 结合实际工作中的设计要求, 提出用短肢剪力墙和异形柱的结构形式可以较好地满足结构整体刚度、承载力及延性变形能力达到最佳匹配的设计要求, 并能方便地应用于实际设计工作中.

关键词: 刚度; 地震反应; 延性; 短肢剪力墙; 异形柱

中图分类号: TU 973.16 **文献标识码:** A

剪力墙结构侧向刚度大, 整体性好, 且在建筑使用上一般不会出现室内露柱、露梁现象, 便于室内的装修及布置, 因此在高层住宅、旅馆、写字楼中常采用现浇剪力墙结构. 但剪力墙结构同时也存在一些缺点: ①剪力墙结构的刚度过大, 相应引起较大的地震反应. ②剪力墙结构的砼墙多, 使建筑物自身的重量增加, 从而引起较大的地震反应. ③传统的剪力墙结构, 由于墙身较长, 本身的延性较差. 所以, 高层抗震结构的设计, 关键在于结构整体刚度、承载力及延性变形能力的最佳匹配的设计. 通常情况下, 普通剪力墙结构体系整体刚度大, 抵抗水平作用效应的承载力较高, 而其延性变形能力稍差. 目前, 关于短肢剪力墙、异形柱等新型抗侧力体系的试验研究和理论分析表明, 其对提高剪力墙延性变形能力, 实现剪力墙刚度、承载力和延性能力的合理选取具有良好的作用.

1 短肢剪力墙的特点

试验表明, 受剪构件的剪力-转角滞回环比较狭窄, 其塑性吸能力较弱, 且存在着强度劣化现象, 而杆件受弯时的滞回曲线所包含的面积较大, 杆件耗能能力较强, 且不存在强度劣化现象. 因此, 弯曲耗能优于剪切耗能.

普通剪力墙结构, 墙肢几何宽度较大, 在水平荷载作用下, 通常抗剪刚度起控制作用, 故其耗能能力较差. 而若将墙宽适当减小, 不仅可有效改善

整个抗侧力体系的塑性耗能能力, 而且也使结构的平面布置更易满足建筑使用功能的设计要求.

1.1 短肢剪力墙

短肢剪力墙指墙体中间大开洞, 每层用连梁相连的双肢剪力墙或联肢剪力墙. 其剪力墙整体性系数 $\alpha \leq 1$, 连梁的高跨比 ≥ 2.5 . 其连梁的刚度较弱, 主要的破坏形式是弯曲破坏, 故有很大的耗能能力^[1]. 而墙肢在有连梁处有弯矩突变, 随着墙肢截面的减小, 甚至在墙体中出现反弯点. 并且随墙肢的截面减小, 其变形的类型由弯曲型向弯剪型变化, 力学特点介于一般剪力墙结构和框架剪力墙之间. 由于墙体开洞较大, 整体刚度较小, 自重也较轻, 故可利用大开洞来灵活建筑的布置^[2].

1.2 异形柱

当短肢剪力墙的墙肢再进一步减小截面高度, 就形成了小墙肢剪力墙, 这时其力学性能就完全变成了框架结构. 在墙肢端部加上短肢的翼缘后, 就形成了一种双向都能受力的框架结构——异形柱结构. 异形柱的截面一般是 L 形、T 形及十字形, 其截面高与肢厚之比小于 4. 异形柱结构完全是框架结构, 变形是以剪切变形为主, 结构计算方法也完全是按照空间框架结构的方法. 由于异形柱的截面较小, 故在轴压比的限制下一般只适用于 12 或 13 层以下的建筑.

2 合理选择剪力墙结构方案

收稿日期: 2001-02-01; 修订日期: 2001-03-28

作者简介: 苗 丽 (1973-), 女, 河南省周口市人, 郑州工业大学助教.

2.1 层数较少(20 层以下)的高层住宅

20 层以下的高层采用传统的现浇剪力墙结构,各墙肢轴压比的计算值往往较小,墙体配筋为构造配筋,墙体承载能力没有发挥出来,工程费用偏高,这时,若采用一种改进的现浇剪力墙结构——属于联肢剪力墙的短肢剪力墙结构(整体系数控制在 3.5 左右),以上不足就可以得到解决。

短肢剪力墙结构的具体做法是:利用位于建筑平面中部抗侧刚度很大的楼梯间、电梯间作为一个抵抗水平力的抗剪核心筒,这个核心筒有多片剪力墙组成,用以抵抗大部分由风荷载和地震作用引起的水平力。一般情况下,这部分剪力墙不做成短肢墙,当某片剪力墙的长度超过 8 m 时,中间开一个结构洞,使其成为双肢剪力墙。除核心区外的其他各片剪力墙,视其所处位置不同,将其分割成若干个 L 形、T 形或一字形短肢剪力墙,这些短肢剪力墙的墙肢长度一般为 $4 \sim 6b_w$ (b_w 为剪力墙厚度),但尽量避免出现长度小于 $3.5b_w$ 的小墙肢。当出现时,应加强小墙肢配筋。建筑平面上这部分短肢剪力墙主要承担结构的竖向荷载,各墙肢由连梁连接,协同工作,使整个结构形成一个良好的抗震体系。在 7 度区,20 层以下的高层住宅采用短肢剪力墙结构,结构顶点位移、周期、底部剪力一般均可控制在合理范围内。

2.2 框支剪力墙结构

底部大空间剪力墙结构是指全落地剪力墙和框架支承的剪力墙协同工作的结构体系。这种结构体系在底层为商店,上层为住宅,旅馆的建筑中经常被采用。但是这种体系的抗震性能不好,因为上层剪力墙结构抗侧刚度很大,而下层框架——剪力墙刚度较小^[3],结构刚度沿竖向变化悬殊,有时达 4~6 倍,使得结构在水平力作用下容易产生

应力集中和变形集中。《高规》第 2.3.1 中规定,下层的刚度应不小于上层刚度的 70%。

在框支剪力墙结构中,为了减小上下层的刚度比,不采用加大下层刚度的方法,而采取减小上部剪力墙体系的刚度即改用短肢剪力墙体系,经济效果就十分明显了。改进后保留的短肢墙的数量主要取决于结构刚度的要求,要使结构的顶点位移和层间位移满足规范要求,并使底部剪力系数控制在合理的范围内。

2.3 层数较多(如 20 层以上)的高层住宅

在层数较多的高层建筑中,如采用短肢剪力墙体系,就使得结构较柔,结构顶点位移和层间位移就不一定能满足规范要求,底部剪力系数也偏低,结构趋于不安全。因此,层数较多的高层住宅,最好采用整体性系数 α 接近 10 的联肢剪力墙。

3 剪力墙暗柱配筋

对于有边缘构件的剪力墙,与无边缘构件剪力墙相比较,其受拉区边缘抗拉能力增强,极限承载力提高,极限层间位移增加,耗能能力增大。此外,边缘构件还增强了墙体平面的稳定性。所以,有抗震要求的剪力墙应设置边缘构件。根据《高规》局部修订第 5.3.14 条规定,抗震设计时,一、二级剪力墙和三级剪力墙的加强部位均应设暗柱、翼柱或端柱,横向剪力墙面端部宜设翼柱。但是《高规》、《抗震规范》、《混凝土结构设计规范》^[4,5]以及其它参考资料^[6]中对剪力墙翼柱的截面面积和构造配筋大小的取值均不一致,在实际工程设计中,翼柱配筋也比较混乱,有些工程中偏大很多,笔者通过参阅有关资料,并结合受力分析,认为翼柱截面面积应按图 1 选取。

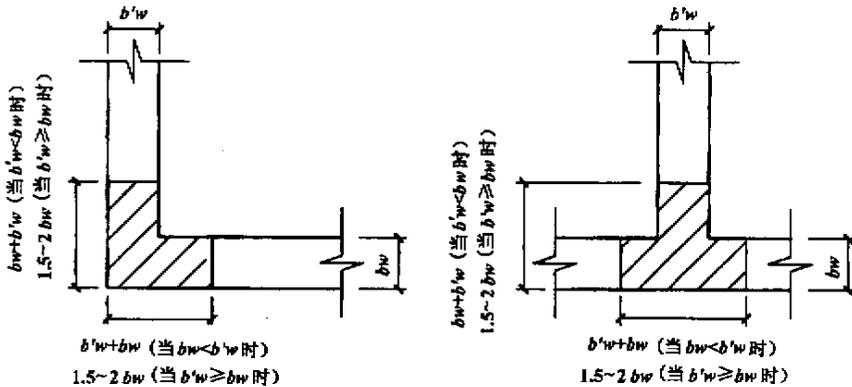


图 1 翼柱范围图

Fig.1 The figure of flanking column scope

翼柱构造配筋应按《高规》第 5.3.16 要求计算配筋量,但表中 A_c 的面积应按图 2 中有关斜线

的面积计算.

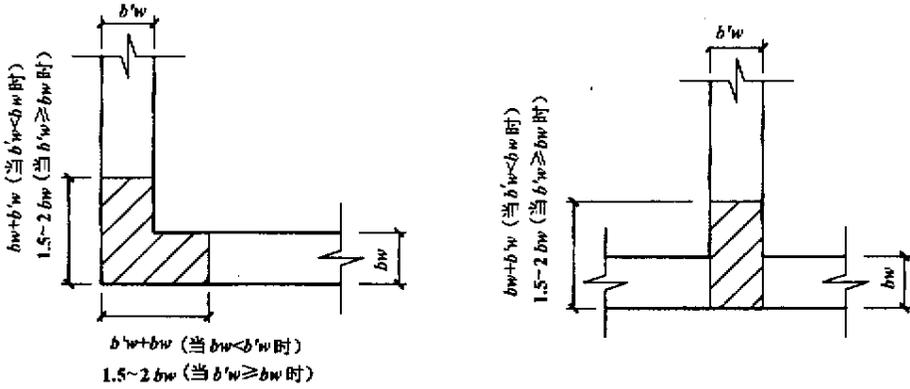


图 2 暗柱面积示意图

Fig.2 The area of hidden column (A_c)

十字形相交的剪力墙的交点处可不设暗柱. 底层剪力墙的翼柱纵筋应锚固在地下室底板内.

4 结束语

剪力墙结构的选型是结构设计的键,它对整个建筑的结构安全性和经济性起控制作用,本文提出了以短肢剪力墙和异形柱为主的结构设计方案,既能提供高层建筑所需的抗侧刚度,又能满足延性和耗能的需要,同时还可减少建筑物的自重.

参考文献:

[1] 鲍雷 T,普利斯特利 M J. 钢筋混凝土和砌体结构的

抗震设计 [M]. 戴瑞同,译.北京:中国建筑工业出版社,1999.

[2] 胡庆昌. 建筑结构抗震设计与研究 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.

[3] 本培尼 S. 塔拉纳特. 高层建筑钢、混凝土组合结构设计 [M]. 罗福午,译.北京:中国建筑工业出版社,1999.

[4] JGJ 3-91, 钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规范 [S].

[5] GBJ-89, 建筑抗震设计规范 [S].

[6] 中国建筑科学院建筑结构研究所. 钢筋混凝土高层建筑结构实用设计手册 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1992.

Discussion on the Optimization of Shear - wall Structure

MIAO Li¹, CHEN Jia - mo²

(1. College of Hydraulic & Environmental Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. The 6th Design and Research Institute, Department of Mechanics, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The shear - wall structure has big stiffness, good wholeness, and it is easy to make architectural design. But the general shear - wall structure is always high in the weight and the stiffness, which causes bigger earthquake response, and the ductility of the structure itself is not good. For the increasing of ductility and the capacity of consuming energy of shear - wall structure, this paper puts forward the short - limb shear - wall and special - shaped column structure. Considering the mechanic property and the design requirement in actual work, the conclusion that using shear - wall and special - shaped column, the best design requirement of the whole stiffness, the bearing capacity and the capacity of ductility can be met, and it can be conveniently applied to the design work is drawn.

Key words: stiffness; earthquake response; ductility; short - limb shear - wall; special - shaped column