

浅谈框架-剪力墙结构中 $0.2V_0$ 调整的具体应用

牟京芳

(中国建筑标准设计研究院 北京 100044)

1 问题的提出和分析

根据《高层建筑混凝土结构技术规程》(简称高规)和《建筑抗震设计规范》(简称抗规)的规定:抗震设计时,框架-剪力墙结构中剪力墙的数量必须满足一定要求。这就是说,在地震作用时剪力墙是作为第一道防线承担了大部分的水平力。但这并不意味着框架部分可以设计得很弱。相反,框架部分作为第二道防线必须具备一定的抗侧力能力,这就需要在计算时,对框架部分所承担的剪力进行调整。

在 91 版的高规(JGJ3-91)中,对 $V_f < 0.2V_0$ 的楼层,设计时 V_f 取 $1.5V_{f,max}$ 和 $0.2V_0$ 的较小值。 V_0 为地震作用产生的结构底部总剪力, $V_{f,max}$ 为各层框架所承担的总剪力中的最大值。这种调整方法对于框架柱沿竖向的数量变化不大的情况是合适的,但是对于那些框架柱沿竖向的数量变化较大的建筑,这样调整会造成上部楼层框架柱所承担的剪力明显偏大,是不合理的。因此,02 版高规(JGJ3-2002) 8.1.4 条规定:对框架柱数量从下至上分段有规律变化的结构,当 $V_f < 0.2V_0$ 时, V_0 应取每段最下一层结构对应于地震作用标准值的总剪力; $V_{f,max}$ 应取每段中对应于地震作用标准值且未经调整的各层框架承担的地震总剪力中的最大值。对框架柱数量沿竖向变化更复杂的情况,还应专门研究框架柱剪力的调整方法。

2 工程实例

西安某医院,建筑面积 60000m^2 。主楼地下 2 层,地上 26 层,高 98.85m ;裙房地下 2 层,地上 7 层,高度 28.3m 。主楼和裙房均采用全现浇框架-剪力墙结构,基础为普通钢筋混凝土灌注桩。抗震设防烈度为 8 度,II 类场地。采用 SATWE 软件计算,并用 ETABS 软件进行复核。工程平面见图 1, 2。

计算时嵌固部位定在 ± 0.000 处。结果表明,框架柱的倾覆弯矩百分比各层均小于 50%,基本在 10%~35%之间,这说明剪力墙的数量满足高规的要求。

在人为地干涉 $0.2V_0$ 调整之前,根据 SATWE 计算结果有: $0.2Q_{0x} = 9374.93\text{kN}$, $1.5V_{x,max} = 13186.60\text{kN}$;程序自动地算出了各层的 $0.2V_0$ 调整系数(表 1, 以 y

向、层 1~14 为例),并以此对主楼各层剪力进行调整。

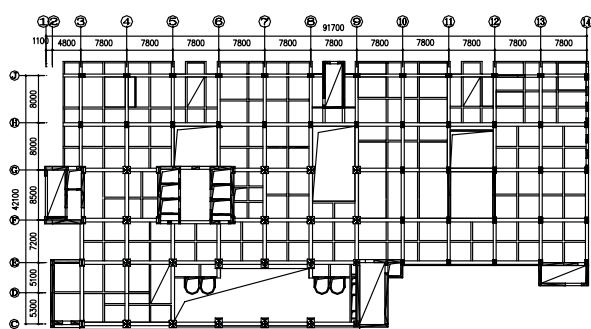


图1 裙房标准层平面

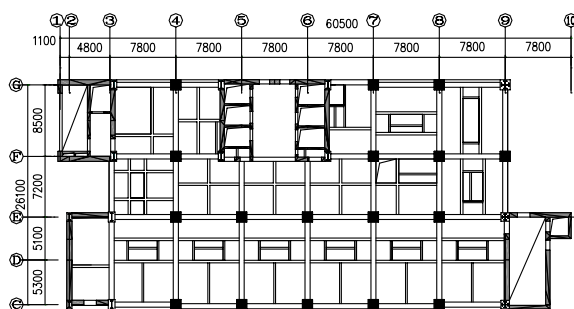


图2 主楼标准层平面

人为干涉调整系数前后的SATWE计算结果 表1

层	V_{cy} (调整前)	人为干涉调整系数前		人为干涉调整系数后	
		Coef_y	V_{cy} (调整后)	Coef_y	V_{cy} (调整后)
1	355.737	1.000	355.737	1.000	355.737
2	1508.609	1.000	1508.609	1.000	1508.609
3	4643.957	2.000	9287.914	2.010	9287.914
4	2634.676	2.000	5269.352	3.558	9374.177
5	3289.943	2.000	6579.886	2.850	9376.338
6	3319.889	2.000	6639.778	2.824	9375.367
7	3582.933	2.000	7165.866	2.617	9376.536
8	3868.701	2.000	7737.402	2.423	9373.863
9	8791.065	1.066	9371.275	1.066	9371.275
10	3146.340	2.000	6292.68	1.753	5515.534
11	2572.478	2.000	5144.956	2.144	5515.393
12	1972.792	2.000	3945.584	2.796	5515.926
13	3313.448	2.000	6626.896	1.665	5516.891
14	3276.825	2.000	6553.65	1.683	5514.896

从表1可以看出,各层的调整系数都很大,基本上都为2,这是因为SATWE规定的调整系数最大就是2,这种调整明显不合理。原因如下:

(1)裙房标准层的建筑面积为3300 m²,而主楼标准层的建筑面积为1500m²。裙房标准层的框架柱根数为49根,主楼标准层的框架柱只有18根。这样就符合02版高规规定的分段调整的基本条件,而程序计算时没有分段,是一刀切的。

(2)由于裙房部分在首层到层5有几个中庭,加起来面积为500m²。这些中庭没有楼板,有的中庭框架梁还是断开的,这样对中庭四周的框架柱很不利,对这几层的整体刚度也会造成一定的影响,所以这几层框架的剪力要适当加大。但是程序对裙房的剪力调整系数最大就为2,对于y方向,程序调整完了以后却并没有达到规范要求的0.2V₀。如果要达到规范要求,y方向还要往大调。

其实,SATWE软件根据高规的规定,是允许对0.2V₀进行人为干涉的。干涉的方法也很简单,只要填一个文件即可。具体方法如下:1)对于裙房y方向,调整系数要加大:0.2Q_{1y}=5515.35kN,1.5V_{1ymax}=5803.03kN。2)对于主楼,要以裙房最上一层(第9计算标准层)的楼层剪力为V₀来调整。人为干涉调整系数后的结果见表1。

对比可以看到,对于裙房来说,框架的剪力加强了。对于主楼来说,由于Q_{1x}=0.632 Q_{0x},Q_{1y}=0.588 Q_{0y},

框架所承担的剪力减少了。这种剪力的增加和减少对框架柱的配筋影响不大。因为工程中使用了一部分型钢,型钢不仅加在混凝土筒的四角,还加在一部分混凝土柱中,这些钢骨混凝土柱全部位于主楼位置,并向下伸至基础。型钢的存在增加了柱子的抗拉、抗弯、抗剪性能。在钢骨混凝土柱逐渐变为普通混凝土柱后,其配筋也已适当放大,以避免造成同一根柱子上下配筋差别过大。所以实际增加或减少的基本上是框架梁的配筋。以层14的一段框架梁(600×550×6600)为例,在最不利工况下,调整前后的配筋见表2。

人为干涉调整系数前、后某框架梁的配筋(mm²) 表2

	左支座上筋	右支座上筋	跨中底筋	箍筋
干涉前	6292	7040	4939	262
干涉后	5108	5823	3918	189

对比表2可见,对于主楼,无论是梁的纵筋还是箍筋,都减少了一些。而这样的减少对地震发生时塑性铰出现在梁端,实现结构延性的目标是有益处的。

3 结语

综上所述,对于框架-剪力墙结构中框架部分的剪力调整应当严格遵守规范。当V_f<0.2V₀时要根据工程的具体情况认真分析,以避免造成不必要的浪费。同时,在许多时候,并不是框架梁的钢筋配得越多越好。这一点对结构设计人员是非常重要的。

参考文献

[1] 郭院成,王新玲,蒋晓东.建筑结构体系和概念设计.黄河水利出版社.

PKPM 咨询台

问:《高规》7.1.2条3抗震设计时,短肢剪力墙的抗震等级应比本规程表4.8.2规定的剪力墙的抗震等级提高一级采用;如果结构中既有普通剪力墙又有短肢剪力墙,需要人工指定短肢剪力墙的抗震等级吗?还是PKPM能够自动识别短肢剪力墙?如果需要人工指定,在哪里指定?

咨询台:规范上指的是短肢剪力墙结构时需要提高一级,并不是所有的短肢都需要提高一级。短肢剪力墙结构一般可根据短肢所占的倾覆力矩所占的百分比来判断。只有在改结构为短肢墙结构体系的情况下程序才自动提高相应构件的抗震等级。对你说的这种情况规范并无提高抗震等级的要求。

问:设计桩筏基础的时候觉得桩不太好调整,有何好方法?

咨询台:在基础交互建模过程中,桩筏设计中桩位布置有多种方式,目的是使承载力与沉降满足要求。不同的桩位布置会得出不同的沉降差、不同的桩反力、不同的筏板内力及配筋。桩位布置应考虑上部结构底层柱和墙的内力分布。为了使桩的布置尽可能地接近柱的周围,可先采用自动生成桩承

台的方式,因为生成桩承台的过程就是程序自动读取柱传来的多种荷载的计算过程,然后可人工将承台删除但要保留桩布置,另外在没有自动生成的地方人工补充输入桩位。

问:承台梁下布桩基础在JCCAD中能否计算,如果可以具体用哪个菜单计算?

咨询台:对于柱网规整及间距较密或墙体较多的结构,承台梁下布桩比较经济,且受力整体性好。这种基础桩的布置可由梁下布桩自动完成,或由用户自己布置。这种基础的计算应采用JCCAD第五项菜单【桩筏筏板有限元计算】,程序实现梁的配筋计算,计算结果包括桩土反力,沉降图及等值线,梁的弯矩和剪力图及包络值,梁的配筋结果图。

问:在STS二维计算变截面构件输入中,构件定义框中最下面的一条(轴压对Y轴截面分类),此项怎么取值?

咨询台:钢结构规范表5.1.2有规定,压杆计算部分,根据截面类型和加工方法定。

PKPM软件园地由《PKPM新天地》协办。