

浅谈PKPM软件的合理应用技巧与计算结果的分析

于意如

(本溪市建筑设计研究院,辽宁 本溪 117100)

摘要:阐述结构计算中的模型的选取,设计参数的合理选取,地震调整,结构整体性能的控制,计算结果正确性的判断

关键词:模型选取 设计参数 地震调整 控制

随着经济的发展建筑结构造型多变、高层建筑的发展及新规范全面颁布,合理的应用计算机软件使选择参数更符合规范条文及实际工程就变得尤为重要。

1 设计时应注意以下几点

1.1 “分缝结构”与“多塔结构”的区别

1.1.1 多塔结构

同一个结构的基体上沿高度伸出几个部分,这几个部分拥有相同的底部,而上部却有各自的独立的变形,而且各独立体的四周都有独立的迎风面。

1.1.2 对于大底盘多塔结构在计算时,应该考虑两种模型

(a)内力分析时如果把裙房部分按塔的形式切开计算,则下部裙房计算误差较大,且各塔间的相互影响无法考虑。因此,宜采用整体建模。(b)多塔结构适用规范条文的应注意:第一扭转周期与第一平动周期比值限值、最大位移与平均位移比值的限值时,对多塔结构特别注意,目前程序结果是不对的,不能直接采用,必须将多塔结构分开建模分别计算,方可判断两者的比值。

1.1.3 分缝结构

就是指将一个不规则或超长结构采用抗震缝、伸缩缝分为几个相对独立的结构,对于分缝建筑,其上每个部分有独立的变形,但没有独立的迎风面。

1.1.4 对分缝结构,最好是将分缝结构的各块分开建模分开计算

1.2 有关高层建筑超限审查的规定

建设部第111号令2002年7月25日颁发《超限高层建筑工程抗震设防管理规定》,规定超限高层建筑并规程规定应当进行抗震专项审查的高层建筑。

注意:取消了对于高宽比超限审查的要求。高层建筑的高宽比,是对结构刚度、整体稳定及经济合理性的宏观控制。

2 设计参数选取的技巧

2.1 抗震等级确定

(1)规范中抗震等级均指“丙”类建筑,如果是“甲”、“乙”、“丁”则需按规范要求对抗震等级进行调整:例如医院。

(2)接近或等于高度分界时,应结合房屋不规则程度及场地、地基条件适当确定抗震等级:

(3)当转换层的位置设置在3层及3层以上时,其框支柱、剪力墙底部加强部位的抗震等级宜按《抗规》6.1.2条或《高规》4.8条查得的抗震等级提高一级采用,已为特一级时不可再提高。

(4)短肢剪力墙结构的抗震等级也应按《抗规》6.1.2条或《高规》4.8条查得的抗震等级提高一级采用。但注意对多层短肢剪力墙结构不可提高。

(5)注意:钢结构、砌体结构没有抗震等级,计算时可选“5”不考虑抗震构造措施。

2.2 振型组合数的选取

在计算地震力时,振型个数的选取应使振型参与质量达到总质量90%以上所需的振型数。同时要注意以下几点:

(1)振型数不能超过结构固有的振型总数,因一个楼层最多只有三个有效动力自由度,所以一个楼层也就最多可选3个振型。如果所选振型多于结构固有的振型总数则会造成地震力计算异

常。

(2)对于进行藕联计算的结构,所选振型数应大于9个,多塔结构应更多些,但要注意应是3的倍数。

2.3 地震力与风力作用方向

(1)设计应注意查看SATWE文本文件“周期、振型、地震力”WZQ OUT,程序输出结果中给出了地震作用的最大方向是否与设计假定一致,对于交角 $\geq 15^\circ$ 时应将此方向输入重新计算。

(2)对于主体结构中存在有斜向放置的梁、柱时,也要分别计算各抗力构件方向的水平地震力。

2.4 周期折减系数

注意:周期折减是强制性条文,但折减多少则不是强制性条文,这就要求在折减时慎重考虑,即不能折得太多,也不能折得太少,因为折减不仅影响结构的内力,同时还影响结构的位移。例如:填充墙为轻质墙的框架就可以少折点。

2.5 活荷载折减系数

活荷折减系数使用时应注意软件默认的是按住宅取用的,当不属于这种情况(如工业设计时)时应按规范取用。

2.6 关于柱计算长度系数

现在实际工程中有的柱连续走两到三层计算时应注意把每层的柱取相同的计算长度,否则计算结果会不真实。

2.7 关于梁的几个调整系数

(1)针对梁刚度的调整系数 B_k ,对于预制楼板,板柱体系的等代梁则取1.0。注意此放大系数对连梁不起作用。

(2)对于负弯矩调幅系数 B_t 要注意:a、程序隐含规定钢梁为不调幅的梁;b、不要将梁跨中弯矩增大系数与其混淆。

(3)梁弯矩放大系数 B_m ,选用时应注意,如果考虑活载不利布置时此系数应取为1.0,否则配筋量将增大15%左右。

(4)连梁刚度折减系数 B_{l2} 要注意如果连梁的跨高比 ≥ 5 时,建议按框架梁输入,因此时梁往往是受弯为主,刚度不应折减。

(5)梁扭矩折减系数 T_b 程序规定对于不与刚性楼板相连的梁及弧梁,此系数不起作用。

2.8 关于偶然质量偏心

对于不规则结构必须选此项,主要用来判断结构平面的规则性,见《高规》4.3.5条。特别注意此时,必须对所有楼层强制采用“刚性假定”,执行这一开关后所计算的地震力、杆件内力均不能用,仅仅用来判断楼层的最大水平位移与层间位移比值。

注意:对一个不规则结构,带有弹性楼板的结构,应计算两遍,一是强楼板刚性控制位移;二是按真实情况计算地震力、杆件内力。

2.9 关于双向地震的扭转效应

《高规》3.3.3条要求:“计算单向地震力时应考虑偶然偏心的影响;而条文说明当计算双向地震作用时,可不考虑质量偶然偏心的影响”。

2.10 关于楼层刚度的计算方法的选取

程序给出了三种计算方法,三种计算方法给出差别较大的刚度比,所以设计应根据工程实际情况做出正确选择,可按下列原则选取:

(1)剪切刚度:即《高规》附录E.0.1建议的方法,对于底层大空间层数为一层时,可近似采用转换层上、下结构的等效剪切刚度比表示转换层上、下层的刚度变化。此时可近似只考虑剪切变形的影响,适用于多层(砌体、砖混底框),不带转换层的剪力墙结构也宜选用此项。

(2)剪弯刚度:即《高规》附录E.0.2建议的方法(是按有限元法,通过加单位力来计算的),对于底层大空间层数大于一层时,

可近似采用转换层上、下结构的等效剪弯刚度比表示转换层上、下层的刚度变化。此时同时考虑结构剪切变形和弯曲变形的影响,适用于带斜撑的钢结构,不带转换层的框架—剪力墙结构也宜选用此项。

(3) 地震剪力与地震层间位移比值:即《抗规》建议的方法,适用于其它多层建筑结构。

注意:a、上述三种方法计算的刚度含义是不同的,差异较大,如仅有一个标准层的简单框架结构,按方法1,2计算各层的刚度都相同,按方法3计算各层的刚度不相同。

b、对高位转换结构(8度三层以上,7度五层以上),建议人工按《高规》附录E.0.2分别建两个模计算。

2.11 关于上部结构嵌固端的选取

《高规》5.2.7条规定:当地下室顶板作为上部结构的嵌固层时,地下室结构的楼层侧向刚度不应小于相邻上部楼层侧向刚度的2倍,而规范中设计内力调整系数所对应的底层即指嵌固层楼板。因此,正确选取嵌固层就成为结构整体计算是否正确的关键。

2.12 弹性楼板的选取

对于各种楼板的应用范围可采用如下方法确定:

(1) 弹性楼板6假定,一般用于板柱结构和板柱抗震墙结构的计算。

(2) 弹性楼板3假定是针对厚板转换层结构的转换厚板提出的。

(3) 弹性膜假定,主要针对空旷的工业厂房和体育场馆结构、楼板局部开大洞结构、楼板平面较长或有较大凹入以及平面弱连接结构等。

3 地震作用的调整

3.1 最小地震剪力调整

程序自动调整,无须人工干预。但建议设计者注意查看SATWE文本文件“周期、地震力及振型输出文件WZQ.OUT”,目的是从中可判断薄弱层所在楼层。

2、0.2V₀的调整系数

(1) 对柱少剪力墙多的框架剪力墙结构,让框架梁柱承担20%的基底剪力会使放大系数过大,以致梁柱无法设计。所以20%的调整一般只用于主体结构,一旦结构内收则不应往上调整。

(2) 若考虑调整后框架梁柱内力增加过大,可调整文件中的放大系数,程序将按WV02Q.OUT中的系数调整。

(3) 0.2V₀调整的放大系数只针对框架梁柱的弯矩及剪力,不调整轴力。

(4) 对于侧向刚度沿竖向分布不均匀的框架—剪力墙结构,如多塔结构或大底盘结构,已不在《抗规》6.2.13条规定的范围内,对这类结构进行调整时需特别注意。

(5) 程序对框剪结构,依据规范要求进行调整0.2V₀调整,设计者可以指定调整楼层的范围,同时可人工干预调整系数。

3.2 竖向不规则结构地震作用效应调整

《抗规》3.4.3条及《高规》5.1.14条规定:楼层侧向刚度小于上层的70%或其上三层平均值的80%时,其薄弱层地震剪力应乘以

1.15的增大系数。设计者应注意:此条要求设计者必须指出薄弱层所在楼层,然后程序将根据设计者指定的薄弱层号,将这些楼层地震作用的内力乘以1.15的增大系数。

3.3 特殊构件地震力调整系数

(1) 转换梁在地震作用下的内力调整:《高规》10.2.23条规定:转换梁在特一级、一级、二级抗震设计时,其地震作用下的内力分别放大1.8、1.5、1.25倍。设计时注意:设计必须在特殊构件定义时人工定义了转换梁,则程序会自动对其进行调整。

(2) 框支柱在地震作用下的内力调整:《高规》10.2.7条规定也要调整,设计时注意:设计必须在特殊构件定义时人工定义了框支柱,则程序会自动对其进行调整。由于调整系数往往很大,为了避免异常情况,程序给出一个控制开关,设计者可决定是否对与框支柱相连的框架梁的弯矩剪力进行调整。

(3) 另外对于“不调幅的梁”、“铰接梁”、“滑动支座梁”、“刚性梁”、“铰接柱”、“铰接支撑”、“弹性楼板”、“临空墙”等均需人工定义。

3.4 其它构件地震力调整系数

如果整个结构的抗震等级确定,则(除特殊要求构件外)各构件的设计内力调整均由程序自动完成,不需人工干预。

4 结构整体性能的控制

对于一个建筑设计,主要须从以下几个方面对结构整体性能进行控制:

4.1 水平位移限值(层间位移)

楼层层间最大位移 Δu 以楼层最大的水平位移差计算,不扣除整体弯曲变形。

4.2 位移比控制

(1) 这条要求主要是限制结构平面布置的不规则性。

(2) 若结构中有不与楼板相连的构件或定义了弹性楼板,那么,程序输出结果与规范要求不同,此时,需要由设计者依据刚性楼板假定条件下的分析结果。

(3) 查看这个比值须是在考虑偶然偏心影响,并强制假设在刚性楼板下的情况下;

(4) 这个不是硬性指标,是计算方法的问题。规范中的各种位移比实际上是来控制结构的扭转效应不能太大的,扭转效应只有在刚性楼板的假定下才有意义,可以想象,如果不考虑刚性楼板假定,那么楼板薄弱的地方位移就会偏大些,楼板强的地方位移就会小一些,这些都是局部变化,用这样的位移算出来的位移比是毫无意义的,不能反映整个结构的扭转情况,所以计算位移比时应该在刚性楼板假定的条件下进行。

4.3 周期比控制

(1) 这条要求主要是限制结构的抗扭刚度不能太弱。

(2) 提醒大家解决扭转,要注意做好加减法。

4.4 层刚度比控制

(1) 底部大空间为1层时,其转换层上、下层侧向刚度比宜为1,抗震设计时不应大于2,非抗震设计时不应大于3。

(2) 底部大空间层数大于1层时,其转换层上、下层侧向刚度比宜为1,抗震设计时不应大于1.3,非抗震设计时不应大于2。

(3)当转换层设置在3层及3层以上时,其楼层侧向刚度尚不应小于相邻上部楼层侧向刚度的60%。

(4)《高规》5.3.7条高层建筑结构计算中,当地下室顶板作为上部结构嵌固部位时,地下室结构的楼层侧向刚度不应小于相邻上部结构楼层侧向刚度的2倍。

4.5 高层建筑结构的整体稳定的控制

(1)计算完后设计可查看SATWE文本文件结构设计信息输出文件WMASS.OUT,查看是否满足要求。

(2)大量的工程经验说明:只要高宽比在规范允许的范围,其整体稳定性总是满足的。但设计时,对于高宽比超限的结构要特别注意。

4.6 框架——剪力墙结构中框架承担的倾覆力矩控制

设计者可查看SATWE文本文件“结构设计信息输出文件WMASS.OUT”,查看是否满足要求。

5 计算结果正确性的判断

概念设计是一种设计的思路,可以认为是定性的设计,概念设计不以精确的力学分析、生搬硬套的规范条文为依据,而是由我们对工程进行概括的分析。

建议大家计算结果从以下方面检查:

5.1 检查原始数据是否有误,特别是是否遗漏荷载

5.2 计算简图是否与实际相符,计算程序是否选得正确

5.3 对计算结果分析:检查设计参数是否选择合适;检查“七种比值”即

(1)柱及剪力墙轴压比是否满足要求,主要为控制结构延性;

(2)剪重比:主要为控制各楼层最小地震剪力,确保结构安全性;

(3)刚度比:主要为控制结构竖向规则性,以免竖向刚度突变,形成薄弱层;

(4)位移比:主要为控制结构平面规则性,以免形成扭转,对结构产生不利影响;

(上接41页)

5 防爆区的接地问题

爆炸危险场所除应安装相应的防爆的电气设备外,还必须要有较一般场所要求更高的接地(或接零)。否则由于接地不良产生的火花会引起爆炸,造成重大事故。所以在防爆区除对电气线路进行正确的接地保护外,电气设备及对地电压高于42伏的都应进行接地或接零。为防止静电产生,消除静电,接地问题提出了更高的要求。如:凡用来加工、储存、运输各种易燃液体、易燃气体和粉体的设备管线必须接地;关于接地的方式,接地点间的距离都必须按防爆的有关规程进行施工和检验。

接地电阻值规定如下:中性点不接地系统,不大于10欧姆;中性点接地系统,不大于4欧姆;防雷接地系统,不大于10欧姆;防静电接地系统,不大于100欧姆。

各种接地装置施工中应注意:(1)输送具有爆炸物的金属管线,不允许作保护接地线用;(2)电气线路中的工作零线,不允许做保护接地线使用;(3)雷电引流线,不允许做静电接地线;(4)避雷针

(5)周期比:主要为控制结构的扭转效应,减小扭转对结构带来不利影响(此时要注意:第一、二震型在高层建筑中不能以扭转为主,第三振震型宜以扭转为主)。

(6)刚重比:主要为控制结构的稳定性,以免结构产生滑移和倾覆;

(7)有效质量比:主要为控制结构的地震力是否全计算出来。以上这七种比值规范中均有明确要求。

5.4 另外大家也要注意超配筋信息文件,对超配筋的处理

应该来讲概念设计在初步设计阶段特别重要,设计中不能陷入只凭计算的误区,不要盲目地依赖计算结果,但同时超配筋信息在某种程度上也反映了结构的合理性。

(1)框架梁、柱不应出现超配筋现象。如果大量出现则说明断面不合理,结构刚度不均匀,应调整计算。

(2)在计算时有时主次梁都按主梁输入时,会导致二次梁计算结果异常偏大,主框架梁配筋偏小,应注意否则会使主框架梁不安全。

(3)剪力墙约束端配筋偏大时,可以通过加大墙体配筋率解决。

(4)连梁可以出现剪力超筋,但不能大量出现。大量出现表示刚度不均,应予以调整。

结构抗震概念设计的目标是使整体结构能发挥耗散地震能量的作用,避免结构小现敏感的薄弱部位,地震能量的耗散仅集中在极少数薄弱部位,导致结构过早破坏。对一个结构并非设计得越刚强越好,一个好的设计应该是“结构刚度、承载力、延性、经济性完美的匹配”

参考文献:

- [1] 建筑抗震设计规范 (GB50011-2001)
- [2] 混凝土结构设计规范 (GB50010-2002)
- [3] 高层建筑混凝土技术规程(JGJ 3-2002)
- [4] 中国建筑科学研究院编制的PKPM系列说明书
- [5] PKPM新天地杂志

接地,应有一单独接地系统,不允许其它接地系统相连;(5)互相连接的避雷针,避雷网(带)的接地引下线,不应少于两根,间距小于18米。

可见,防爆区的接地问题至关重要,只要严格对待,就可对生产安全有所贡献。

总之,我国三相四线制传统的供电方式正在发生着变化,低压中性点不接地方式已在部分农村和煤矿、井下采用;动力负荷和照明负荷分别由两台变压器供电;建筑物的三相五线供电系统逐步发展;三相四线系统通过阻抗和大地连接的IT系统将随着先进设备的出现应用于我国的石油化工企业。这些变化和发展必将使我国的低压电网更加完善,保护接地和保护接零在保证人身安全和生产安全方面继续发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 姚文江.安全用电.中国劳动社会保障出版社.
- [2] 胡增涛.工厂供电.高等教育出版社.
- [3] 宋健雄.低压电器设备运行与维修.高等教育出版社.