应用 PKPM 进行结构设计时应注意的问题

刘洪玉

锦州宝地建设集团有限公司 辽宁 锦州 121000

DOI号:10.18686/bd.v1i4.268

[摘要] 为提高建筑物质量,并为设计人员提供借鉴。本文根据 PKPM 结构设计软件功能及相关规范,应用 PKPM 软件设计时对以下几个结构设计应注意问题进行分析:梁、柱简化刚域,合理确定中梁刚度放大系数,结构的扭转效应,结构振型选取,梁端弯矩调幅系数。

[关键词] 结构设计;简化刚域;梁刚度放大系数;扭转效应;结构振型;调幅系数

运用结构分析软件 PKPM 进行结构设计已经越来越普及,不仅因为 PKPM 具有强大的技术能力,更重要的是它能在较短的周期内完成较大工程的计算分析。建筑设计抗震规范 GB 50011-2010 (以下简称《抗规》)第 3.6.6 条对利用计算机进行结构抗震分析,更是作了具体明确的要求,设计人员在运用软件进行结构计算时,对软件的功能要有切实的了解,才能正确运用,并且对计算结果要进行判别,确认其合理有效后,方能在设计中使用,千万不可盲目依赖于计算软件。随着软件功能的日益完善,相当一部分结构设计人员应用软件时不够重视其技术条件与相关规范、标准规定的相符性。PKPM 系列软件在结构设计中应用较广泛,下面就工作中总结的 PKPM 系列软件应用时的几个问题进行简述。

1 梁柱重叠部分考虑简化刚域

刚域是在内力与位移分析中,可考虑的梁、柱重叠部分的范围。具体计算应按《混规》第 5.3.4 条,刚域的判断应是在梁和柱截面都较大时,计算梁、柱重叠部分的一部分参与计算。在结构整体计算中,宜考虑框架或壁式框架梁、柱节点区的刚域影响。计算时是否应考虑刚域应加以分析如下:

(1)当梁、柱截面都很大,计算内力和配筋很大时,可取刚域。

(2)当梁线刚度较小,柱线刚度较大时,可取刚域。

(3)当梁跨度较大,线刚度较小,柱线刚度也较小时,不宜取刚域。

(4)当梁线刚度较大,柱线刚度较小时,节点弯矩和箍筋都较小时不应取刚域。

(5)采用混合结构式,(型钢混凝土柱,如钢管混凝土柱或型钢混凝土梁时)取刚域应慎重。

(6)确定是否取刚域后,在计算程序软件相关项填入。

考虑刚域影响主要有以下几个方面原因:

①不考虑刚域作用,一般来说会导致梁端负弯矩加大,增加梁端配筋,有悖于强柱弱梁的抗震理念。框架梁端部楼板的负筋已经增大了其抗弯承载力,梁端部负弯矩不应该再取偏大的柱中心值。有震害表明在大震作用下梁端塑性

铰的形成比较有限与此有关。

②考虑刚域之后结构的整体刚度增加,地震作用增大。在多次地震下的周期减小,层间位移减小,与结构实际地震反应比较接近。同时主要抗侧力构件(如剪力墙、支撑等)所承受的地震作用比不考虑刚域要大,考虑刚域可增加主要抗侧力构件的安全储备。

③在建筑层高受限的情况下,考虑刚域作用时可减小梁的计算跨度,可减小梁的高跨比。

2 合理确定中梁刚度放大系数

“中梁”指的是两侧均有楼板与之相连的梁,“边梁”指仅有一侧楼板与之相连的梁。在程序计算时,会自动搜索中梁和边梁。框架梁是按矩形部分输入截面尺寸并计算刚度的;现浇楼板,在采用刚性楼板假定时,楼板作为梁的翼缘,是梁的一部分。因此,在内力与位移分析中可用中梁刚度放大系数 BK 来考虑楼板对梁刚度的贡献,这样内力与位移分析结果较符合实际受力情况。中梁刚度放大系数 BK 可在 1.0-2.0 范围内选取。程序仅给出默认的假定值,并非最合理值。最合理值必须由设计人根据工程的具体情况加以调整。通常调整情况下梁刚度放大系数取值为:对现浇楼板,采用刚性楼板假定时,取中梁刚度放大系数 BK=2;对现浇梁柱、预制楼板,取 BK=1;对现浇梁、柱,取 BK=1.5。设中梁刚度放大系数为 BK,则边梁刚度放大系数程序按 $1.0+(BK-1.0)/2$ 自动计算。在实际工作中。往往由于经验不足,没有核实并调整这一参数,或造成设计配筋不足,留下安全隐患;或造成设计配筋过大,增加工程造价。

3 结构的扭转效应

研究表明,结构的扭转效应控制参数主要有结构的周期比和位移比。周期比控制:周期比是指结构扭转为主的第一周期 T_1 与以平动为主的第一周期 T_2 的比值,其主要目的是控制结构在地震作用下的扭转效应。周期比实际上反映了结构的扭转刚度和侧向刚度之间的一种对应关系,同时也反映了结构抗侧力构件布置的合理性和有效性。《高规》第 4.3.5 条对结构扭转为主的第一自振周期与平动为主的第一自振周期之比进行了限制,其目的就是控制结构扭

转刚度不能过弱,以减小扭转效应。一旦出现周期比不能满足要求的情况,一般只能通过调整平面布置来改善,这种改善一般是整体性的。总之,周期比控制不是要结构足够结实,而是在承载力布局合理性的条件下,限制结构抗扭刚度不能太弱。

位移比控制:位移比是指楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)与该楼层弹性水平位移(或层间位移)的平均值之比。位移比的大小是反映结构平面规则与否的重要依据,它侧重控制的是结构侧向刚度和扭转之间的一种相对关系,而非绝对大小,它的目的是使结构抗侧力构件布置更有效、更合理。位移比是控制结构扭转效应的参数。注意最大层间位移、位移比是在刚性楼板假设下的控制参数。构件设计与位移信息不是在同一条件下的结果(即构件设计可以采用弹性楼板计算,而位移计算必须在刚性楼板假设下获得)。

4 结构振型数的选取

《高规》5.1.13-2 条规定,抗震计算时,宜考虑平扭耦联计算结构的扭转效应,计算振型数应使振型参与质量不小于总质量的 90%。振型组合数取值是否合理,可以看 SATWE 计算书(文件名为 WZQ.OUT)中的 X、Y 向的有效质量系数是否大于 0.9。一般计算振型数应大于 9,多塔结构计算振型数应取更多些。但也要特别注意一点:此处指定的振型数不能超过结构固有振型的总数,比如说,一个规则的两层结构,采用刚性楼板假定,由于每块刚性楼板只有三个有效动力自由度,整个结构共有 6 个有效动力自由度,这样系统自身只有 6 个特征值,这时候就不能指定 9 个振型,最多只能取 6 个,否则会造成地震作用计算异常。必须指出的是,结构的振型组合数并不是越大越好,其最大值不能超过结构有质量贡献的总自由度数。如果该结构的振型组合数已经增加到结构层数的 3 倍,其有效质量系数仍不能满足要求,此时设计人员应认真分析原因,考虑结构方案是否合理。

5 梁端弯矩调幅系数

由于在竖向荷载作用下,钢筋混凝土结构具有塑性内力重分布性质,故可考虑适当降低梁端弯矩,同时程序会自动对梁跨中弯矩按平衡条件相应增加,但支座弯矩调幅不宜过大,一般应控制在弹性理论计算弯矩的 20% 以内,一

般现浇框架梁取 0.8~0.9,装配整体式框架梁取 0.7~0.8。当调幅系数取值较低时,设计者一定要查看配筋梁的支座处裂缝宽度能否满足规范要求。如不满足则要重新选取梁端弯矩调幅系数或点取“根据允许裂缝自动选筋”选项,重新调整梁配筋直至满足裂缝宽度要求。这一点较多的设计中应注意。

6 偶然偏心和双向地震作用需要考虑的情况

对于质量和刚度分布明显不对称的结构,应计入双向水平地震作用下的扭转影响。规则框架考虑双向水平地震作用时,角柱配筋增大 10% 左右,其他柱变化不大;对于不规则框架,角、中、边柱配筋考虑双向地震后均有明显的增大;通过双向地震力、单偏压计算和双向地震力、双偏压计算比较可知,后者计算柱的配筋较前者有明显的增大。若同时勾选双向地震力、柱双向配筋时,要十分谨慎。

计算单向地震力,应考虑偶然偏心的影响。5% 的偶然偏心,是从施工角度考虑的。计算考虑偶然偏心,使构件的内力增大 5%~10%,使构件的位移有显著的增大,平均为 18.47%。

对于不规则的结构,应采用双向地震作用,并注意不要与“偶然偏心”同时作用。“偶然偏心”和“双向地震力”应是两者取其一。建议的选用方法:当为多层(≤ 8 层, ≤ 30 m),考虑扭转耦联与非扭转耦联均可;当为一般高层,可选用耦联+偶然偏心;当为不规则高层、满足抗规两条以上不规则性时,或位移比接近限值,要考虑双向地震作用。

7 结语

在运用结构计算软件进行结构设计时,还会遇到很多的参数需要设计人员斟酌选取,这就对设计人员提出了更高的要求。因此,结构设计人员必须认真学习国家规范,充分理解程序的适用范围、条件,了解参数的意义,然后建立合理的模型,并对其结果进行综合比较、分析,确认其合理有效后方能用于实际工程。

参考文献:

- [1] GB 50011-2010, 建筑抗震设计规范[S].
- [2] JGJ 3-2010, 高层建筑混凝土结构技术规程[S].
- [3] GB 50010-2010, 混凝土结构设计规范[S].
- [4] 边江. PKPM 在结构设计中应注意的问题[J]. 科技创新与应用, 2012, 06.