

SATWE 结构整体计算时设计参数的合理选取(十三)

姜学诗/中国建筑设计研究院审图所, 北京 100044

4 调整信息

4.4 全楼地震力放大系数

抗震设计时, 一般情况下, 可以不必考虑全楼地震力放大系数。但在下述情况下应考虑全楼地震力放大系数。B 级高度的高层建筑结构、钢-混凝土混合结构和《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2010) 第 10 章规定的复杂高层建筑结构, 以及特别不规则的建筑结构, 根据《抗震规范》和《高层建筑规程》的规定, 结构计算时应采用弹性时程分析法进行多遇地震作用下的补充计算。当弹性时程分析算出的楼层剪力不大于振型分解反应谱法的计算结果时, 通常认为时程分析的结果对该结构的抗震设计不起控制作用, 可以直接按振型分解反应谱法的计算结果进行结构设计。当弹性时程分析算出的全部楼层剪力或部分楼层剪力大于振型分解反应谱法的计算结果时, 可根据地震剪力差异情况填入一个适当的地震力放大系数, 使振型分解反应谱法算得的这些楼层的层剪力不小于时程分析计算结果的包络值或平均值(《抗震规范》第 5.1.2 条)。通过这样的地震力放大调整后, 结构工程师就可以根据振型分解反应谱法的计算结果来进行结构设计。全楼地震力放大系数的经验值一般可取 1.0~1.5。

4.5 0.2 V_0 调整分段数

(1) 抗震设计时, 框架-剪力墙结构在规定的水平地震力作用下, 框架部分计算所得的地震剪力一般都较小。按照多道防线的抗震设计概念, 剪力墙是第一道防线, 框架为第二道防线。剪力墙在设防烈度地震或罕遇地震作用下会先于框架破坏。由于塑性内力重分布, 框架部分按侧向刚度分配得的地震剪力会比多遇地震作用下的要大得多, 为保证作为第二道防线的框架具有一定的抗震能力, 有必要对框架承担的地震剪力予以适当调整。当框架柱的数量沿竖向有规律变化时, 可在变化处分段并分段调整框架承担的地震剪力。如果框架-剪力墙结构的框架部分有条件分段, 在填写分段数的同时, 应填写每段的起始层号和终止层号, 并以空格或逗号隔开。如果框架部分无条件分段, 则分段数应填“1”。如果不进行 0.2 V_0 调整, 应将分段数填为“0”。

(2) 0.2 V_0 调整上限

SATWE 软件隐含 0.2 V_0 调整上限值为 2。抗震设计时, 基于上述要求保证框架作为结构第二道防线的抗震能力, 不建议对 0.2 V_0 调整设上限值。SATWE 软

件用户手册明确规定, 如果将 0.2 V_0 调整的起始层号填为负值, 则框架承担的地震剪力调整不受软件隐含的上限值 2 的控制。应当说明的是, 尽管不主张对 0.2 V_0 调整设上限值, 但 0.2 V_0 的调整系数也不能过大, 一般以控制调整系数不超过 3~4 为宜。当计算结果显示, 调整系数超过 3~4 时, 宜调整框架-剪力墙结构中剪力墙的数量和布置。必要时也可调整框架柱的截面面积, 有条件时也可调整框架柱的数量。就框架-剪力墙结构的布置而言, 剪力墙数量不宜过多, 以使结构的弹性层间位移角满足规范要求或稍严于规范要求为宜。剪力墙过多会使结构自重加大, 增加工程量(包括增加地基基础的工程量), 抗震设计时, 还会由于结构自重增加而加大地震作用, 增加结构的材料用量。剪力墙也不宜过少, 剪力墙过少, 不仅使结构的侧向刚度满足不了规范的要求, 而且抗震设计时还会使剪力墙不能形成框架-剪力墙结构中的第一道防线, 不利于结构的抗震。

框架-剪力墙结构中的剪力墙部分和框架部分, 两者量的关系, 可以用框架-剪力墙结构的“刚度特征值”来表示。框架-剪力墙结构的刚度特征值可以用下列公式计算:

$$\lambda = H\sqrt{C_f/EI_w} \quad (1)$$

式中: EI_w 为总剪力墙刚度, 为所有剪力墙弯曲刚度之和; C_f 为总框架抗侧刚度, 为所有框架柱抗侧刚度之和。

框架的抗侧刚度可定义为: 产生单位层间变形所需要的推力。框架的抗侧刚度由框架柱的 D 值计算, 如令层高为 h , 则总框架的抗侧刚度为:

$$C_f = h\sum D_j$$

工程实践中的统计计算分析表明, 要保证框架-剪力墙结构中剪力墙有足够的数量, 使结构的侧向刚度满足国家标准的要求, 使结构底层框架部分在规定的水平力作用下承受的地震倾覆力矩不大于结构总地震倾覆力矩的 50%, 宜使框架-剪力墙结构的刚度特征值不大于 2.2; 同时, 为了使框架-剪力墙结构中的框架部分在地震时能起到第二道抗震防线的的作用, 应使对应于地震作用标准值的各层框架的总剪力达到不小于结构底层(当结构分段时的每段底层)总剪力的 20% 或不小于未经调整的各层框架承担的地震总剪力中的

(下转第 17 页)

(上接第 12 页)

最大值的 1.5 倍(取二者的较小值),为此,宜使框架-剪力墙结构的刚度特征值不小于 1.2。

4.6 框支柱调整上限

《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010),对部分框支剪力墙结构,除了明确规定框支层的楼层侧向刚度不应小于相邻非框支层楼层侧向刚度的 50%外,还首次明确要求框支框架的底层框架部分承担的地震倾覆力矩,不应大于结构总地震倾覆力矩的 50%,其目的是要使部分框支剪力墙结构在转换层以下具有足够的落地剪力墙量,即部分框支剪力墙结构在转换层及转换层以下的部分也应具有框架-剪力墙结构的属性。所以,部分框支剪力墙结构的框支柱的最小地震剪力也应进行调整(详见《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)和《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2010)的相关条文的要求)。

框支柱的地震剪力调整同样不建议设上限,当调整系数超过 5 较多时,宜调整结构的布置。

4.7 顶塔楼内力放大

4.7.1 顶塔楼内力放大

突出屋面的楼、电梯间等小塔楼,由于刚度突变,在地震时易于发生鞭梢效应而破坏。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)第 5.2.4 条的规定,当采用底部剪力法进行抗震设计计算时,对突出屋面的楼电梯间等小塔楼宜乘以增大系数 3 对结构内力进行放大,此内力增大大部分不往下传,但与屋顶小塔楼相连的构件应考虑这种放大的影响。当采用振型分解反应谱法进行结构整体计算时,突出屋面的楼、电梯间等小塔楼,可按层建模分层输入,可不考虑增大系数。建议结构工程师在进行结构整体计算时,宜将屋顶小塔楼分层建模输入,用振型分解反应谱法进行抗震设计计算,不乘内力增大系数。当屋面上有多个小塔楼时,可定义多塔计算。

4.7.2 顶塔楼内力放大起算层号

当采用底部剪力法进行结构整体计算时,可按工程的实际情况填入顶塔楼内力放大起算层号,并相应填入内力放大系数 3;当采用振型分解反应谱法进行结构整体计算时,只要取够计算振型数,可以不必填入内力放大系数,此时,内力放大起算层号和内力放大系数均填为 0。

参 考 文 献

- [1] 高立人,方鄂华,钱稼茹.高层建筑结构概念设计[M].北京:中国计划出版社,2005.