

考虑办公建筑不同结构抗连续倒塌能力分析

黄卫

西南林业大学

DOI: 10.12238/jpm.v5i9.7208

[摘要] 利用 YJK 软件参考我国昆明市某实际办公楼设计两个框架和框架-剪力墙结构,结合 SAP2000 有限元软件进行抗连续倒塌性能分析,采用非线性静力拆除构件法对结构进行连续倒塌分析,对比分析两种结构的位移值。研究表明,在满足规范规定构造措施前提下,框架-剪力墙结构具有很大的抗侧移刚度,结构抗连续倒塌能力更强。

[关键词] 框架结构; 框架-剪力墙结构; 非线性静力; 拆除构件法; 抗连续倒塌

Consider the analysis of different office buildings

Huang Wei

Southwest Forestry University

[Abstract] The YJK software is used to design the two frame and frame-shear wall structure of an actual office building in Kunming city, China, combined with SAP2000 finite element software to analyze the performance of continuous collapse, and the nonlinear static demolition component method is used to analyze the continuous collapse of the structure, and compare the displacement value of the two structures. The results show that the frame-shear wall structure and the structure can meet the construction measures specified in the specification.

[Keywords] frame structure; frame-shear wall structure; nonlinear static force; dismantling component method; resistance to continuous collapse

引言

结构连续性倒塌是指因突发事件或严重超载而造成结构局部破坏失效,继而引起与失效构件相连构件的连续破坏,最终导致相对于初始局部破坏更大范围的倒塌破坏^[1]。随着人们对建筑安全性要求的提高,结构抗连续倒塌设计越发受到工程界的重视。任沛琪等^[2]采用非线性动力拆除构件法检验了高层 RC 框剪结构的抗连续倒塌能力。结果显示,高层 RC 框剪结构的抗连续倒塌能力存在显著差异。焦红,路兴瑞等^[3]运用两种

分析方法拆除构件法研究其抗连续倒塌能力。本文通过 YJK 软件设计了两个 18 层框架和框架-剪力墙混凝土机构,通过 SAP 2000 中的非线性动力模块对结构采用拆除构件的方法对比分析两结构抗连续倒塌的能力。

1 模型与方法

1.1 工程概况

该模型参考我国昆明市某实际办公楼设计,地上 18 层主要以办公、会议等使用功能为主,总层高 86.4 m,抗震设防烈

度 8 度 (0.2 g)，场地为 II 类，50 年一遇基本风压为 0.30kN/m²，主体结构采用框架-剪力墙混凝土结构。建筑物总面积约 3.33 万 m²，开间 5.7m，进深 6.8m，层间净高 4.8m，建筑标准层平面尺寸 34.2 m×27.2m。主要以办公、会议等使用功能为主。梁、剪力墙与框架柱均采用 C40 混凝土，钢筋选用 HRB400，梁柱墙截面信息分别为 400×900mm，900×900mm，300mm。另外，设置一个相同参数的框架混凝土结构为模拟对照组，见图 2。

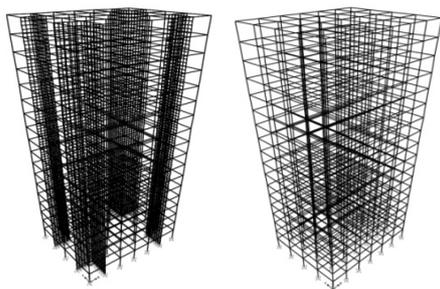


图 1 框架-剪力墙结构

图 2 框架结构

1.2 分析方法

根据我国现行标准^[4]，考虑到 SAP2000 当中的 Consider Collapse 方法无需建立等效模型，并能在原始模型中进行多次拆除，并且还可以实现同一工况中，在不同时间拆除多个构件。选用非线性动力对结构采用拆除构件的方法对比分析框架和框架剪力墙混凝土结构的抗连续倒塌能力。

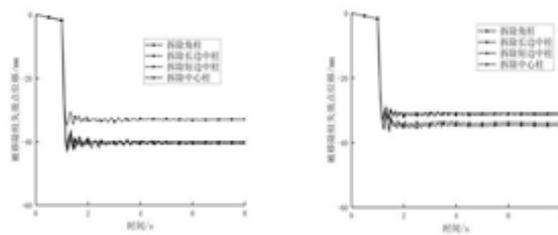
1.3 参数设定

本文模拟场地建筑抗震设防烈度为 8 度 (0.2g)，设计地震分组为第二组，场地土类型为 II 类。选用 SAP2000 软件中自带的 El Centro 地震波。在梁和柱的两端分别插入默认的 M3 铰和 P-M2-M3 铰，铰参数均依据美国规范 ASCE41-13 取用，剪力墙采用非线性分层壳模拟。考虑几何非线性“P-Δ”效应，结构阻尼可选用瑞利阻尼，混凝土结构阻尼比取为 0.05。构建拆除采用 Consider Collapse 功能，拆除时间为 1s。拆除后结构反应分析时程步长 0.05s，数量 200 步^[3]。根据规范^[4]，拆除柱工况为首层角柱、长边中柱、短边中柱、九层角柱及十七层角柱。

2 连续性倒塌分析结果

2.1 框架混凝土结构和框架-剪力墙混凝土结构位移时程对比分析

根据规范^[4]，被拆除柱所在的楼层可为底层角柱、周边靠近边长中间的柱、内部柱。



a 框架混凝土结构

b 框架-剪力墙混凝土结构

图 2 拆除不同位置柱上方节点的位移时程曲线

图 2(a)为框架结构拆除首层柱上方节点的位移时程曲线。拆除角柱后，拆除柱节点竖向位移快速到达峰值，随后经过多次波动后达到稳定状态。其余柱节点失效后，拆除柱节点竖向位移经过几次波动后达到最大值，随后波动衰减，最终趋于稳定。

图 2 (b) 所示为框架-剪力墙结构在首层拆除不同位置柱上方节点的位移时程曲线。拆除角柱后，拆除柱节点竖向位移经过几次波动后达到峰值，随后波动衰弱至稳定状态。当其余柱节点失效后，拆除柱节点竖向位移单调递减至位移最大值，随后波动逐渐衰减，达到稳定状态。

由非线性动力分析可知，失效点最大位移从大到小依次是角柱、中心柱、短边中柱、长边中柱。

2.3 框架结构和框架-剪力墙混凝土结构竖向位移对比分析

通过非线性动力分析方法框架结构和框架-剪力墙混凝土结构对比分析，对拆除柱失效点的竖向位移比较，结果表示不同拆除工况下各个框架失效节点的竖向位移值，对比同一拆除工况下，框架结构的最大竖向位移值和失效点稳定位移值均大于框架-剪力墙结构。由于剪力墙具有很大的抗侧移刚度，拆除相同位置柱框架结构的失效点竖向位移比框架-剪力墙大，结构抗连续性倒塌能力更弱。

3 拆除不同楼层同一位置构件

采用非线性动力的方式，对不同楼层同一位置构件进行连续倒塌分析，拆除柱顶部节点竖向变形时程见图 5。结果表明，拆除框架与框架-剪力墙结构中不同楼层的同一位置构件时，随着楼层的不断增高，发生倒塌的概率越来越大。通过对比不同的结构，当结构未发生倒塌破坏时，失效点竖向位移变化趋势相同，而框架-剪力墙结构失效点的最大竖向位移和稳定位移均小于框架结构。说明剪力墙具有很大的抗侧移刚度，结构

抗连续性倒塌能力更强。

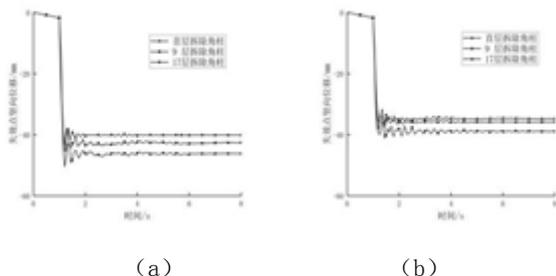


图4 拆除柱顶部节点竖向变形时程 (a 框架结构; b 框架-剪力墙结构)

4 结论

通过 YJK 设计出两个 18 层的框架和框架剪力墙结构, 基于非线性有限元结构分析软件 SAP2000, 运用非线性动力拆除构件法研究其抗连续倒塌能力, 对比分析拆除工况的计算结果, 得出结论。

(1) 通过对比两结构的失效点最大位移值和失效点稳定位移可以得出, 两种结构的位移值发展趋势大致相同, 即角柱 > 中心柱 > 短边中柱 > 长边中柱, 说明拆除角柱, 结构的抗倒塌能力最弱。另外, 框架剪力墙结构的位移值均小于框架结构, 说明剩余框架-剪力墙结构抗连续性倒塌能力比框架结构更强。

上接第 163 页

加强绿化设计城市与建筑的绿化是改善生态环境的重要手段, 绿色植物有放氧, 净化空气, 杀菌, 调节空气等作用; 还具有一等的心理调节功能。要提高环境的绿化覆盖, 增加绿地面积以外, 还可以立体发展, 向空中拓宽, 采取屋顶绿化, 窗, 墙垂直绿化等手段, 日本的“与环境共生的住宅”中。屋顶种植有地锦植物和蔬菜, 在提高绿化率的同时, 加强了建筑的隔热功能, 有效地防止了热辐射, 改善了夏季室内环境, 阳台上采用垂直绿化, 同时装饰了中庭, 用生物气候来调节室内气候。

结语:

经过探讨我们了解到, 建筑作为人类文明的象征之一, 随着人类文明的不断进步而不断发展。文明交流频度的增加使建筑变得千篇一律, 技术所创造的人工环境使人们远离了自然,

(2) 拆除不同楼层同一位置构件, 倒塌概率随着楼层的上升不断增大。通过对比不同的结构, 当结构未发生倒塌破坏时, 失效点竖向位移变化趋势相同, 而框架-剪力墙结构失效点的最大竖向位移和稳定位移均小于框架结构。说明剪力墙具有很大的抗侧移刚度, 结构抗连续性倒塌能力更强。

[参考文献]

[1]王开强, 李国强. 美国建筑连续性倒塌设计标准的现状[J]. 解放军理工大学学报(自然科学版), 2007(5): 513-519.

[2]任沛琪, 李易, 陆新征, 等. 典型高层 RC 框剪结构抗连续倒塌性能分析[J]. 建筑结构, 2013, 43(23): 53-56, 91.

[3]焦红, 路兴瑞, 王松岩, 等. 超高层框架-核心筒结构抗连续倒塌性能分析[J]. 建筑技术, 2023, 54(21): 2574-2578.

[4]建筑结构抗倒塌设计标准: T/CECS 392-2021[S]. 北京: 中国计划出版社, 2021.

作者简介: 黄卫(2000.2—), 男, 汉族, 云南曲靖人, 西南林业大学土木工程学院, 22 级在读研究生, 硕士学位, 专业: 土木水利, 研究方向: 人性化宜居建筑、工程结构防灾减灾。

而这种技术对不可再生能源的消耗及同时产生的废物却增加了地球的负荷。创造人、建筑、环境和谱统一的建筑成为建筑师面临的新的挑战, 建筑学要求综合地全面地对待技术在营造中的作用, 并且把技术与人文、经济、社会、生态等各种矛盾综合分析, 创造出真正适宜于人类生活的生态城市和生态建筑。

[参考文献]

[1]郭大坤. 浅析现代生态建筑设计的原则及方法[J]. 黑龙江科技信息. 2019, 26: 284.

[2]苗臻, 李绪洋. 浅析生态建筑设计[J]. 黑龙江科技信息. 2019, 05: 224.

[3]蔡英威, 孔繁民. 浅析人性化的生态建筑设计[J]. 黑龙江科技信息. 2019, 24: 352.