

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2021.01.015

多截面承重立柱框架结构爆破拆除数值模拟研究*

高文乐¹, 李元振¹, 赵德龙¹, 张泽华²

(1. 山东科技大学 土木工程与建筑学院, 青岛 266590; 2. 中国石油大学(华东) 储运与建筑工程学院, 青岛 266580)

摘要: 为进一步研究多截面承重立柱框架结构爆破拆除倒塌过程以及分析该结构钢筋混凝土柱的受力情况, 利用 ANSYS/LS-DYNA 有限元软件, 建立共节点分离式钢筋混凝土框架结构模型, 对框架结构爆破拆除倒塌过程进行了数值模拟, 并与工程实践进行比较。研究表明: 数值模拟得到的框架结构倒塌过程与实际爆破的倒塌过程相一致, 即分为爆破切口形成、半自由落体、切口闭合、触地解体四个阶段; 半自由落体结束后, 立柱与地面碰撞, 首先在第1层和第2层的立柱连接处形成了保证结构顺利倒塌的“塑性铰”; 由于钢筋的失效强度比混凝土高得多, 与钢筋单元共节点的混凝土单元失效后, 由钢筋独立支撑上部结构。

关键词: 框架结构楼房; 分离式共节点; 数值模拟; 爆破拆除; 钢筋混凝土柱

中图分类号: TU746.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-487X(2021)01-0093-07

Numerical Simulation on Blasting Demolition of Multi-section Load-bearing Column Frame Structure

GAO Wen-le¹, LI Yuan-zhen¹, ZHAO De-long¹, ZHANG Ze-hua²

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. College of Pipeline and Civil Engineering, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China)

Abstract: In order to further investigate the collapse process of the demolition blasting of a multi-section load-bearing column frame structure and analyze the stress of the reinforced concrete columns of the structure, the ANSYS/LS-DYNA finite element software was used to establish a separated reinforced concrete frame structure model with joint nodes. The collapse process of demolition blasting was numerically simulated and compared with engineering practice. The results show that the collapse process of the frame structure obtained by numerical simulation is consistent with the engineering practice. That is, it is divided into four stages: blasting incision formation, semi-free fall, incision closure, and touching ground. In the event of touching ground, a “plastic hinge” is formed at the joints of the columns on the first and second floors to ensure the smooth collapse of the structure. Because the failure strength of the steel bar is much higher than that of concrete, the superstructure is independently supported by the steel bars after the concrete elements co-jointed with the steel bar elements fail.

Key words: frame structure building; separated joints; numerical simulation; blasting demolition; reinforced concrete columns

收稿日期: 2020-11-07

作者简介: 高文乐(1966-), 男, 教授, 硕士, 主要从事岩土力学和爆破安全技术的教学和科研工作, (E-mail) wenlegao@163.com。

通讯作者: 李元振(1992-), 男, 硕士在读, 主要从事岩土力学和爆破安全技术的科研工作, (E-mail) 614156847@qq.com。

基金项目: 国家自然科学基金(51874189)

由于钢筋混凝土框架酒店一般建于人口稠密地区, 周边环境复杂、保护对象多等因素构成了城市复杂的建筑拆除环境, 因此对爆破拆除提出了更高的要求。以往主要通过工程经验进行建筑物爆破拆除设计的方法已经不能满足工程实践快速发展的要

求,因此需要开展建筑物爆破拆除的数值模拟研究来填补工程经验指导的不足。为此国内外学者开展了框架结构建筑物爆破拆除过程的研究。言至信等通过整体式建模和分离式建模与实际工程的对比发现,分离式模型模拟的效果更贴近实际^[1];余德运等分析了倒塌过程中钢筋混凝土支撑立柱内侧和外侧的钢筋单元、混凝土单元的承载失效过程^[2];吴建宇、贾永胜、谢先启、李清等利用 ANSYS /LS-DYNA 有限元程序对楼房塌落过程进行了数值模拟^[3-6];王涛等对六层框架结构建筑在爆炸荷载下,采用分离式共节点钢筋混凝土模型对爆破拆除过程进行了数值模拟^[7]。依托框架式酒店定向爆破拆

除工程,采用摄像技术对酒店失稳倒塌过程进行监测,并对该酒店倒塌过程进行了数值模拟分析,以此探究框架式酒店的倒塌过程以及后排立柱混凝土和钢筋的受力情况,为类似框架结构的爆破拆除工程提供一定的参考。

1 工程概况

1.1 周边环境

待拆除蓝天大酒店北侧 75 m 为长江路;东侧 113 m 为珠江路;西南侧 50 m 为需要保留的平房,南侧 88 m 为待拆除楼房;西侧距离二层锅炉房 15 m,距离办公楼 30 m,周边环境见图 1。

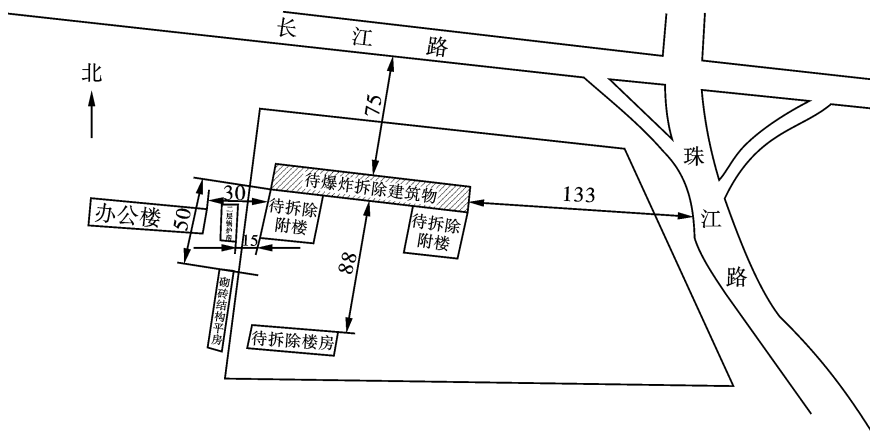


图 1 周边环境(单位:m)

Fig. 1 Surrounding environment(unit:m)

1.2 结构特点

蓝天大酒店主体结构 8 层(局部 10 层,层高 3.6 m),1 层层高 3.9 m,2~8 层层高 3.6 m,框架结构,高 36.4 m,东西长 95.3 m,南北宽 17.3 m,建筑面积 13 000 m²。主体建筑物南侧东西两端各有 3 层附楼,建筑物中间进出口位置有顶棚。建筑物

主体结构东西向共 16 排立柱,跨度为 7.8 m,南北向 3 排立柱,跨度为 8.6 m,单层共计 48 根承重框架立柱。立柱断面尺寸为 0.7 m × 0.7 m、0.85 m × 0.85 m 和 1.4 m × 0.675 m,梁断面尺寸为 0.4 m × 0.4 m,楼板厚 0.2 m。立柱分布图见图 2。

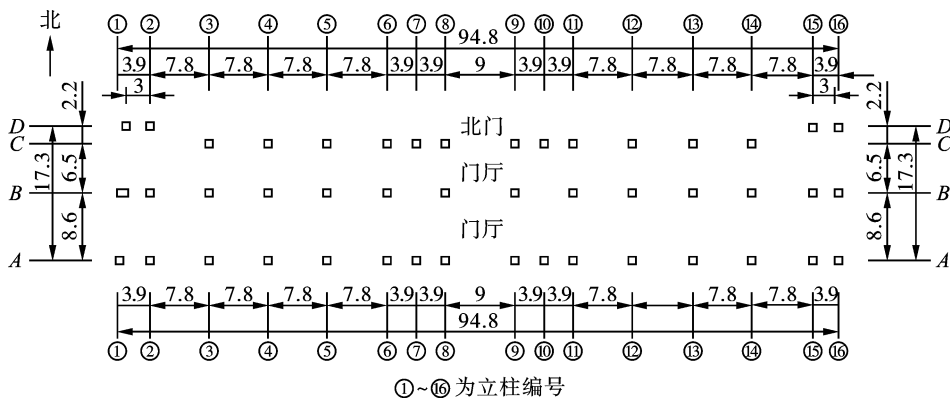


图 2 立柱分布图(单位:m)

Fig. 2 Column distribution(unit:m)

1.3 爆破方案

根据待拆除酒店的特点,采用1~3层各设立爆破切口,形式为三角形(1层切口最大高度3.9 m、2层切口最大高度3.6 m、3层切口最大高度3.0 m),爆破切口最大处10.5 m。对南侧第一排立柱,在第4层立柱下部1.5 m进行减弱爆破。采用由南向北依次爆破,第一排立柱瞬时起爆,第二排立柱延时0.46 s起爆,第三排立柱延时0.88 s起爆。各爆区立柱切口高度见图3所示。

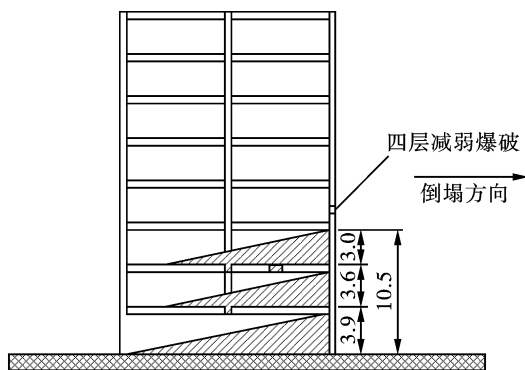


图3 爆破切口(单位:m)
Fig. 3 Blasting cut(unit:m)

2 有限元模型

2.1 计算模型建立

海天大酒店有限元模型按照实际结构尺寸建立,为了能够体现立柱受力及倒塌过程,采用分离式共节点模型。梁、柱和地面采用 SOLID164 单元,钢筋采用 Beam161 单元,板采用 shell163 单元,六面体映射网格划分。为保证计算准确将楼体的网格尺寸设为0.2 m,整个模型单元数为344 703。考虑到模型复杂,在不影响计算精度的情况下对模型进行了适当简化:不考虑混凝土保护层的作用;不加入梁、柱箍筋,但适当调高混凝土的强度;把上部墙体的重量等效到混凝土板中;最后把地面设置成刚体。结构实体与模型如图4所示。

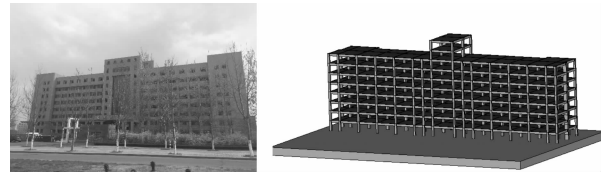


图4 结构实体与模型
Fig. 4 Structure entity and model

2.2 材料及接触方式

混凝土和钢筋均采用塑性随动硬化材料,材料的物理力学参数如表1所示。通过关键字 * MAT_ADD_EROSION 控制建筑物爆破切口的形成,以及在倒塌过程中混凝土材料的失效,钢筋失效通过定义材料自带的 FS 参数控制。由于建筑物在倒塌过程中的接触非常复杂,因此选用 CONTACT_ERODING_SINGLE_SURFACE 定义混凝土单元之间以及混凝土单元和地面的接触;选用 CONTACT_NODES_TO_SURFACE 定义钢筋与地面的接触^[8,9],以防止钢筋穿透地面。模拟时设定的材料的静摩擦系数和动摩擦系数为0.6。

表1 材料的物理力学参数

名称	密度/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	弹性模量/ GPa	泊松比	拉伸极限/ MPa
钢筋	7850	210	0.3	3.2×10^2
梁、柱	2400	30	0.2	5.2
板	3400	30	0.2	5.2

3 数值模拟结果及分析

3.1 倒塌过程

采用 LS-PrePost 对数值模拟的结果进行后处理,然后将1 s作为时间间隔对建筑物数值模拟与实际爆破的倒塌过程进行截图处理并比较,最后以建筑物最顶层触地破碎为结束时刻,模拟倒塌过程和实际爆破倒塌过程分别如图5、图6所示。

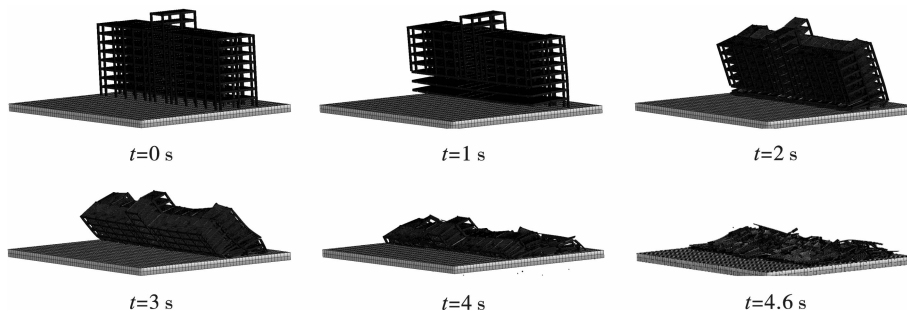


图5 框架式酒店爆破拆除模拟倒塌过程

Fig. 5 Simulated collapse process of blasting demolition of frame Hotel

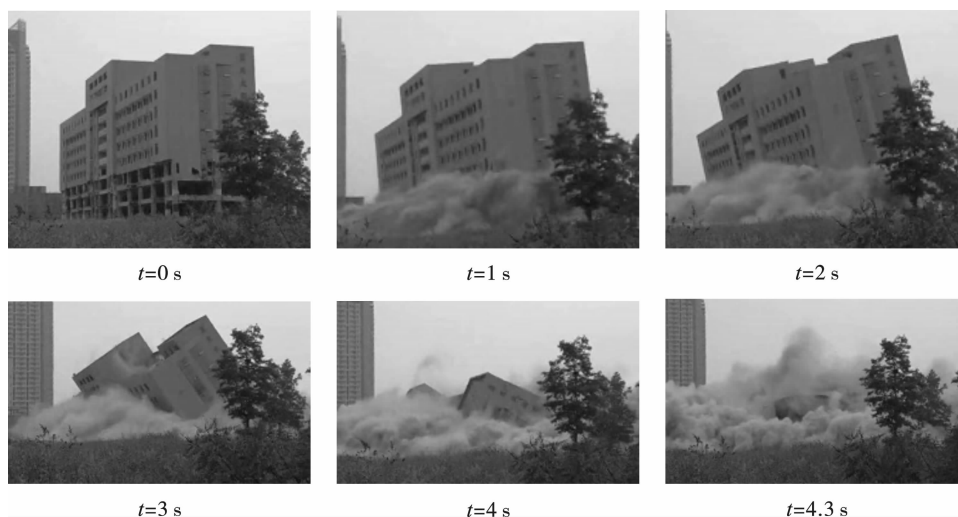


图6 框架式酒店爆破拆除倒塌过程

Fig. 6 Collapse process of demolition of a framed hotel

由图5,图6可得,数值模拟的切口上部的倒塌过程姿势与实际爆破的倒塌过程姿势高度一致。其中,数值模拟的上部结构触地时间为4.4 s,实际爆破的上部结构触地时间为4.3 s,模拟计算的效果理想。说明采用分离式各节点模型与实际爆破拆除效果能够紧密贴合,验证了爆破方案的合理性。根据模拟计算与实际爆破的结果可把框架式酒店倒塌过程分为切口形成阶段(0.2~1.08 s)、半自由落体阶段(1.08~1.4 s)、切口闭合(1.4~2.6 s)以及触地解体(2.6~4.6 s)。这与崔晓荣通过摄影测量分析的建筑物倒塌运动过程一致^[10]。为更好的分析建筑物爆破倒塌的运动状态,选取建筑物顶端46943号单元,作出竖向速度曲线图和竖向位移图曲线图,分别见图7和图8。

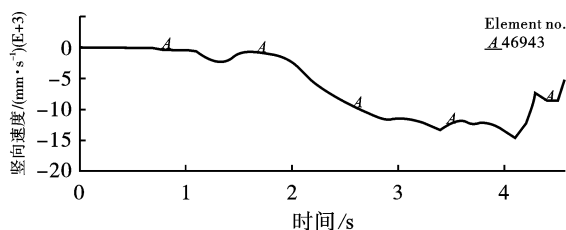


图7 顶层单元竖向速度曲线图

Fig. 7 Vertical velocity curve of the top element

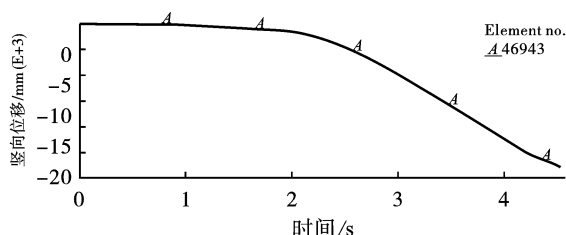


图8 顶层单元竖向位移曲线

Fig. 8 Vertical displacement curve of the top element

从图7、图8可以看出结构在 $t=0.6$ s之前竖向速度和竖向位移没有明显变化,基本以后两排立柱做缓慢的定轴转动。从图7中可以看到在 $t=0.6$ s左右时结构竖向塌落速度明显加快,此时与第二排立柱爆破时间基本一致,说明此时,最后一排立柱独立承担结构整体重力,结构发生屈曲,最后一排立柱的应力达到材料屈服极限强度。在 $t=1.08$ s时,最后一排爆破切口形成,结构进入下一阶段。

第二阶段为半自由落体阶段,在 $t=1.08$ s最后一排立柱与地面交界部分爆破拆除,整个爆破切口爆破完毕,上部结构的重力由钢筋承担,由于钢筋受压能力弱,钢筋很快被压曲,上部结构基本处于自由落体阶段。半自由落体时间与切口高度相关,该框架结构大楼的最后一排切口高度为0.4 m,根据 $\Delta h =$

$\left(\frac{1}{2}gt^2\right)$ 很容易得到 $t = \sqrt{\frac{2\Delta h}{g}}$,计算 $t=0.28$ s。从图像7中可以看出,在1.1 s左右结构的塌落速度明显增快, $t=1.4$ s左右竖向塌落速度达到最大,1.4 s之后结构的塌落速度明显减小,从图8中可以看出在1.4 s以后竖向位移缓慢增加,说明在1.4 s结构最底层立柱与地面已经发生碰撞。从图7、图8可以看出半自由落体时间大约为0.32 s左右,比理论时间多出0.04 s左右,是因为最后一排有钢筋受力减缓了竖向塌落速度。

从 $t=1.4\sim 2.5$ s时间内为切口闭合阶段,半自由落体结束后,立柱与地面碰撞后,首先在第1层和第2层立柱连接处,形成“塑性铰”,上部结构在以“塑性铰”和上部结构与地面接触地方为轴做定轴转动。由图5、图6可以看出,切口闭合阶段完成时转角已经达到 25° 左右。由于结构前面没有柱的支

撑,前方底层的梁和板首先开始触地,对上部结构有较强的支撑作用。从图 7、图 8 可见,由于支撑的出现,在 1.6 s 结构整体塌落速度减慢,使结构下坐的速度不断降低。从图 7、图 8 可以看出在 2.0~2.5 s 时间内,塌落速度明显增加是因为支撑立柱在第 1 层和第 2 层连接处已经发生破坏,倾倒地矩大于支撑部破坏截面的抵抗弯矩,第 1 层支撑立柱被“折断”,上部结构下落直至触地。

第四阶段是结构的触地解体阶段,从图 5、图 6 可以看出,在 $t = 2.5$ s 左右时上部结构与地面碰撞,从图 7、图 8 可以看,在 $t = 2.5 \sim 2.8$ s 时间内结构的竖向塌落速度没有减慢,是由于对第 4 层进行减弱爆破的作用使结构的整体刚度降低。当 $t = 2.8$ s 左右时结构第 5 层与地接触,由于第 4 层冲击撞地消耗了一部分能力,从图 7 可以看出第 5 层的塌落速

度减小。上部结构在前两层触地解体后梁、柱也发生破坏作用整体刚度不断减小,使得结构的塌落速度趋于稳定。随着塌落速度的稳定而结构的转动速度不断增大,转角越来越大。从图 7、图 8 可以看出在 $t = 4.6$ s 时顶部单元冲击撞地解体,整个倒塌过程结束。

3.2 支撑区立柱受力

为了研究立柱受力情况,在第三排立柱第 1 层层底和第 2 层层底的柱内侧和外侧分别选取一个混凝土单元,内侧单元为 A,外侧单元为 B。四个单元点在结构爆破拆除倒塌过程中的压力时程曲线如图 9 所示,负值代表受拉,正值代表受压。选取与上面混凝土单元共节点的钢筋单元,内侧单元为 A,外侧单元为 B。钢筋的应力时程曲线如图 10 所示,负值代表受压,正值代表受拉。

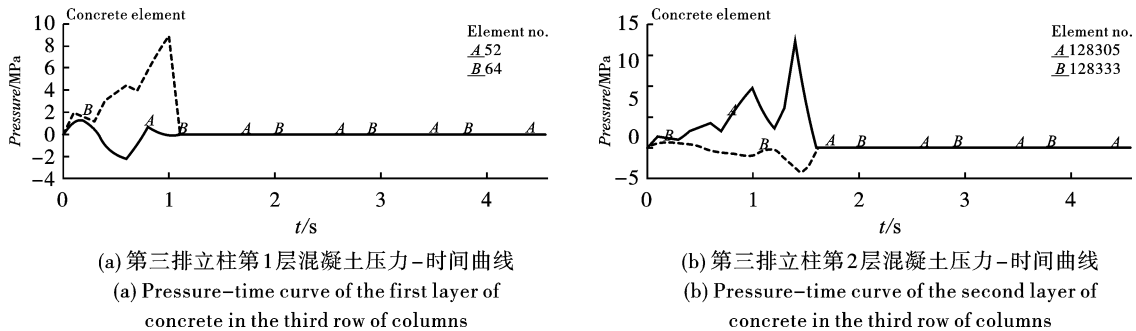


图 9 混凝土单元压力时程曲线

Fig. 9 Pressure time history curve of concrete element

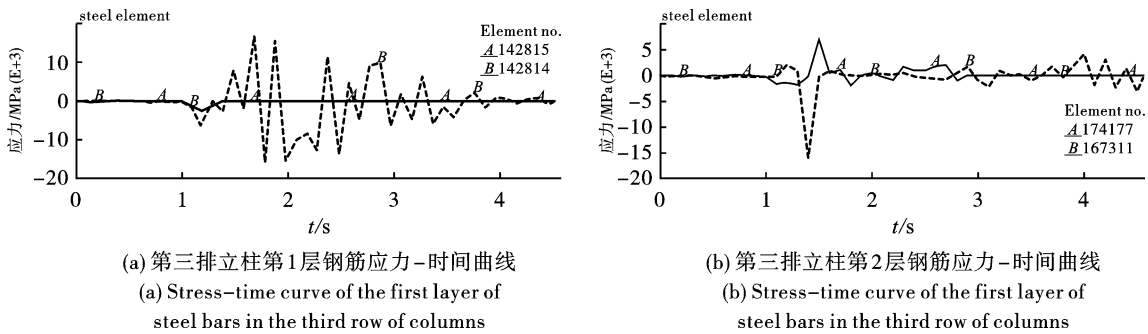


图 10 钢筋单元应力时程曲线

Fig. 10 Stress-history curve of reinforced element

从图 9(a)、(b)中可以看出,在 $t = 0.3$ s 前,第三排立柱都是受压的,在 $t = 0.3 \sim 0.66$ s 之间 (0.66 s 第二排立柱爆破拆除)第三排第 1 层立柱混凝土外侧受压,压力在经过 0.2 s 的应力重分布后逐渐增大,内侧由受压状态转为受拉状态;第 2 层立柱的外侧受压,内侧在 $t = 0.5$ s 左右由受压状态变为受拉状态。原因是此时第一排立柱 ($t = 0.2$ s) 已起爆,根据压杆原理^[11],悬臂部分的长度大于支撑部分的长度,上部结构重心移出支撑区域,才会产

生结构受力方式的变化,来平衡重力产生的弯矩。上部结构,特别是底层后两排立柱,发生微弱的平动和转动。

在 $t = 0.66$ s 后,中间排立柱已经爆破,第 1 层底部外侧混凝土的压力有所减小,在经过 0.1 s 左右的时间压力又开始增大;内侧混凝土的拉力减小较快,已达到受压状态,经过 0.1 s 的受压状态后又变为受拉状态;第 2 层立柱内侧混凝土单元的压力经过 0.2 s 的稳定后急剧增大,外侧混凝土单元的

拉力较稳定。原因是在 $t=0.66$ s 后,第二排立柱起爆,上部结构的重力全部由最后一排立柱承担,使得在 $0.66 \sim 0.8$ s 的时间内最后一排立柱的拉力急剧减少,在经过 0.2 s 的应力重分布后混凝土的拉力和压力都有所增大。

在 $t=1.08$ s 后,第三排立柱起爆后第 1 层底部混凝土单元被删除,第 2 层立柱内侧混凝土单元受压,外侧混凝土单元受拉。这是因为 $t=1.08$ s 后,第三排立柱起爆,上部结构整体下落,由于上部建筑还具有质心的平移初速度和围绕质心的转动初速度,混凝土柱触地后,混凝土柱支撑部受冲击反力作用,第 1 层和第 2 层立柱连接处应力集中,形成“塑性铰”,这是保证结构顺利倒塌的关键。在此阶段,第 1 层支撑立柱向设计倾倒方向的反向倾倒,即第 1 层支撑立柱被“折断”;第 2 层支撑立柱由于上、下两端与梁相连,保持结构的整体性。

从图 10(a)、(b)可以看出,由于钢筋和混凝土共节点,在混凝土单元没有破坏之前钢筋和混凝土共同受力,而钢筋单元的抗压(拉)强度远大于混凝土的,混凝土单元受压(拉)破坏时,钢筋单元还没有破坏,但与钢筋单元共结点的混凝土单元破坏删除后,钢筋单元要独立支撑上部结构。在 $t=1.08$ s 时,爆破缺口形成,第三排立柱底部混凝土单元删除,第 1 层底部钢筋受力明显增大,内侧钢筋单元由受拉变为受压,外侧钢筋单元压力增加迅速;第 2 层内侧钢筋受拉,外侧钢筋受压。这是因为在 1.08 s 时,混凝土单元删除,钢筋独立支撑上部结构,所以第 1 层底部钢筋由受拉状态变为受压状态。在 $t=1.4$ s 左右上部结构触地,第 2 层混凝土破坏,第 2 层内侧钢筋由受拉变为受压,外侧由受压变为受拉。这是由于在第 1 层和第 2 层连接处形成“塑性铰”。此时上部结构以“塑性铰”为转轴做倒塌运动。在后来钢筋单元并没有消除,而是在受拉与受压的状态下不断交换。是因为钢筋在倒塌过程中受力复杂,构件直接不断发生碰撞使得钢筋在受拉与受压的状态下转变。

4 结论

采用分离式共节点方法对钢筋混凝土结构进行建模计算,通过对爆破拆除倒塌过程和支撑立柱受力情况进行分析,得出如下结论:

(1)分离式共节点模型能够有效地描述建(构)筑物的倒塌过程以及倒塌过程中支撑立柱的力学特征及响应,其模拟结果和实际效果极为接近。通过

对倒塌过程数值模拟分析可以得出此建筑物的倒塌过程分为爆破切口形成阶段、自由落体阶段、切口闭合阶段和触地解体阶段。从图 5,图 6 可以看出,在触地解体阶段由于没有对 4 层以上的梁、柱进行预处理,且后排有两个大截面柱的支撑作用,使得上部结构解体并不充分。而模拟中对结构进行了部分简化,减弱了结构的整体的刚度,使得结构解体充分。因此对于有大截面立柱支撑时除了保证有正确的爆破切口外,还应该对上部结构的梁、柱进行减弱爆破,才能确保楼房在倒塌过程中充分解体。

(2)在上部结构整体下落后,由于上部建筑还具有质心的平移初速度和围绕质心的转动初速度,混凝土柱触地后,混凝土柱支撑部受冲击反力作用,第 1 层和第 2 层立柱连接处应力集中,形成“塑性铰”,这是保证结构顺利倒塌的关键。从图 5,图 6 可以看出建筑物在实际倾倒过程中产生明显后座,是因为中间立柱截面尺寸较大爆破切口高度不大,不易破碎,顶着上部结构向后移动。拆除爆破时,应采用多个梯形组合的复合切口,这样可以满足多截面承重立柱不同爆破切口高度的需要,从而可以防止建筑物在倒塌过程中后坐现象的产生。

(3)钢筋的失效强度比混凝土的高得多,与钢筋单元共节点的混凝土单元失效后,由钢筋独立支撑上部结构,钢筋在倒塌过程中没有达到屈服状态,而是在受压与受拉的状态中不断转变,直到建筑的倒塌结束。这与实际工程相符合,能够有效的反应钢筋混凝土构件在爆破拆除时的破坏状态,从而可以在爆破前进行数值模拟,指导施工。

参考文献 (References)

- [1] 言志信,刘培林,叶振辉. 框架剪力墙结构的定向爆破倒塌过程[J]. 爆炸与冲击,2011,31(6):647-652.
- [1] YAN Zhi-xin, LIU Pei-lin, YE Zhen-hui. Collapse process of directional blasting of frame shear wall structure[J]. Explosion and Shock Waves, 2011, 31(6): 647-652. (in Chinese)
- [2] 余德运,杨 军,陈大勇,等. 基于分离式共节点模型的钢筋混凝土结构爆破拆除数值模拟[J]. 爆炸与冲击,2011,31(4):349-354.
- [2] YU De-yun, YANG Jun, CHEN Da-yong, et al. Numerical simulation of blasting and demolition of reinforced concrete structures based on separated common node model [J]. Explosion and Shock Waves, 2011, 31(4): 349-354. (in Chinese)
- [3] 吴建宇,龙 源,纪 冲,等. 城市高层框架-筒体结构

- 建筑物拆除数值模拟研究[J]. 爆破, 2015, 32(2): 95-99.
- [3] WU Jian-yu, LONG Yuan, JI Chong, et al. Numerical simulation study of urban high-rise frame-cylinder structure demolition[J]. Blasting, 2015, 32(2): 95-99. (in Chinese)
- [4] 贾永胜, 黄小武, 王威, 等. 复杂环境下框剪结构烂尾楼定向爆破拆除[J]. 爆破, 2018, 35(3): 92-97.
- [4] JIA Yong-sheng, HUANG Xiao-wu, WANG Wei, et al. Demolition of a rotated tail tower with frame-shear structures in a complex environment by directional blasting[J]. Blasting, 2018, 35(3): 92-97. (in Chinese)
- [5] 谢先启, 贾永胜, 黄小武, 等. 17层框-剪结构大楼定向爆破拆除[J]. 爆破, 2016, 33(2): 107-112.
- [5] XIE Xian-qi, JIA Yong-sheng, HUANG Xiao-wu, et al. Demolition of a 17-story frame-shear structure building by directional blasting[J]. Blasting, 2016, 33(2): 107-112. (in Chinese)
- [6] 李清, 杨阳, 杨仁树, 等. 基于MAT96本构模型的钢筋混凝土结构爆破拆除数值模拟[J]. 爆破器材, 2015, 44(1): 41-45.
- [6] LI Qing, YANG Yang, YANG Ren-shu, et al. Numerical simulation of blasting demolition of reinforced concrete structures based on MAT96 constitutive model[J]. Blasting Equipment, 2015, 44(1): 41-45. (in Chinese)
- [7] 王涛, 宋庆刚, 谢春明, 等. 爆炸荷载下六层框架结构建筑爆破拆除数值模拟[J]. 爆破, 2014, 31(2): 104-107, 110.
- [7] WANG Tao, SONG Qing-gang, XIE Chun-ming, et al. Numerical simulation of blasting demolition of a six-story frame structure building under blast load[J]. Blasting, 2014, 31(2): 104-107, 110. (in Chinese)
- [8] 杨军, 杨国梁, 张光雄. 建筑结构爆破拆除数值模拟[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [9] 白金泽. LS-DYNA3D理论基础与实例分析[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [10] 崔晓荣, 郑炳旭, 魏晓林, 等. 建筑爆破倒塌过程的摄影测量分析(I)——运动过程分析[J]. 工程爆破, 2007(3): 8-13, 17.
- [10] CUI Xiao-rong, ZHENG Bing-xu, WEI Xiao-lin, et al. Photogrammetric analysis of the collapse process of building blasting(I)——analysis of movement process[J]. Engineering Blasting, 2007(3): 8-13, 17. (in Chinese)
- [11] 姚颖康, 谢先启, 孙金山, 等. 钢筋混凝土立柱爆破后钢筋骨架承载特征研究[J]. 爆破, 2017, 34(4): 1-6, 16, 185.
- [11] YAO Ying-kang, XIE Xian-qi, SUN Jin-shan, et al. Research on the bearing characteristics of reinforced concrete skeleton after blasting of reinforced concrete columns[J]. Blasting, 2017, 34(4): 1-6, 16, 185. (in Chinese)

英文编辑:柯波

科技论文写作小知识——影响因子

影响因子(Impact Factor, IF)是汤森路透(Thomson Reuters)出品的期刊引证报告(Journal Citation Reports, JCR)中的一项数据。即某期刊前两年发表的论文在该报告年份(JCR year)中被引用总次数除以该期刊在这两年内发表的论文总数。这是一个国际上通行的期刊评价指标。

影响因子现已成为国际上通用的期刊评价指标,它不仅是一种测度期刊有用性和显示度的指标,而且也是测度期刊的学术水平,乃至论文质量的重要指标。影响因子是一个相对统计量。

影响因子在发展的过程中形成了两个指标:复合影响因子和综合影响因子。

复合影响因子是以期刊综合统计源文献、博硕士学位论文统计源文献、会议论文统计源文献为复合统计源文献计算。

综合影响因子主要是指文、理科综合,是以科技类期刊及人文社会科学类期刊综合统计源文献计算。

这两者都是按被评价期刊前两年发表的可被引文献在统计年的被引用总次数与该期刊在前两年内发表的可被引文献总量之比。