

文章编号:1006-7329(2002)01-0034-05

工业建筑多层框架的活荷载不利布置

邹胜斌, 白绍良

(重庆大学 土木工程学院, 重庆 400045)

摘要:以设防烈度为8度的框架厂房为例,详细分析了活荷载不利布置对框架梁、柱内力的影响,得出何时需要考虑活荷载不利布置、何时不需要考虑活荷载不利布置的结论,可供工程设计参考。

关键词:框架结构;活荷载不利布置;内力组合

中图分类号:TU312¹.1

文献标识码:A

在建筑物实际使用中,活荷载存在着各种各样的布置方式。设计时一般以一跨为单元考虑满载或无载,不考虑一跨内只有部分活荷载的情况。为了求取各类最不利内力(弯矩、剪力、轴力),需要考虑能导致最大内力值的活荷载布置情况。

对于一般多层民用建筑,其活荷载较小(活荷载标准值一般为 $1.5\sim 2.0\text{ kN/m}^2$),与恒载作用下的内力相比,活荷载产生的内力较小,故工程中多不考虑活荷载的不利布置,而与恒载一样均按满载计算内力;对于多层工业厂房,其活荷载较大,活荷载对构件的内力影响较大,需考虑活荷载的不利布置。但当活荷载与地震作用组合时,根据抗震规范的规定,一般可不考虑活荷载的不利布置,而与恒载一样按满载布置。

考虑活荷载不利布置,对梁、柱的内力到底有多少影响,当设防烈度为6、7、8、9度时又有什么不同,到目前为止还未见详略的对比资料发表。本文应用大型通用程序ADINA,通过对活荷载不利布置作较精细的有限元分析,希望得出活荷载不利布置对各类内力的更具体的影响规律,为设计提供参考。

1 活荷载不利布置

构件不同部位截面中的不利内力和同一截面上不同内力类型的最不利值,取决于不同的活荷载布置方式。因此,活荷载不利位置要根据截面位置和内力类型来分别确定。到目前为止,工程设计中根据影响线理论取用的活荷载布置原则为:

- 1) 求梁最大跨中弯矩时,活荷载布置方法为——除本跨布置活荷载外,沿竖向和横向相间布置活荷载;
- 2) 求梁最大支座负弯矩或最大支座剪力时,活荷载布置方法为——将该支座截面相邻的上下左右各跨布置活荷载,然后沿竖向和横向相间布置活荷载;
- 3) 求柱两端最大弯矩时,活荷载布置方法为——将柱一侧上、下两跨布置活荷载,然后沿横向每隔一跨布置活荷载;
- 4) 求柱最大轴力时,活荷载布置方法为——将该柱以上各层相邻两跨布置活荷载。

2 计算实例

某抗震设防烈度为8度的一个5层框架厂房,其结构平面布置如图1所示,梁、板、柱现浇,混

• 收稿日期:2001-10-29

基金项目:国家自然科学基金项目(59878056)

作者简介:邹胜斌(1973-),男,湖北仙桃人,硕士,主要从事结构工程研究。

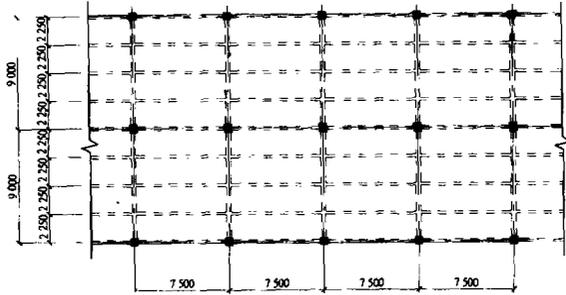


图 1 平面结构布置图

混凝土强度等级为 C30, 板厚 100 mm, 底层高 5.4 m, 2~5 层高 4.5 m; 楼面等效均布活荷载为 6.5 kN/m²。

考虑到该结构在平面和立面上的对称性和规则性, 将该结构简化为平面结构, 取中间一榀框架进行计算。框架立面及杆件编号如图 2 所示。

为了较精确地考察活荷载不利布置对框架内力的影响, 去掉一些人为的或程序中黑匣子式的放大因素, 内力计算没有采用常用的商业软件包 PKPM, 而采用大型通用有限元程序 ADINA(84 年版)。计算中, 有限元单元采用的是程序自带的梁单元(Beam)。对于此平面框架, 梁单元每端具有两个平动、一个转动自由度, 对应的杆端内力为轴力、剪力和弯矩。经过试算, 对柱构件, 每一柱段(两层楼面标高之间)划分为一个单元, 对于梁构件, 将每一实际梁段(两柱之间部分)划分为 8 个单元, 这样细分单元后, 即可满足精度要求。

框架在恒载、活荷载满布及地震作用下的计算简图分别如图 3、4、5 所示。

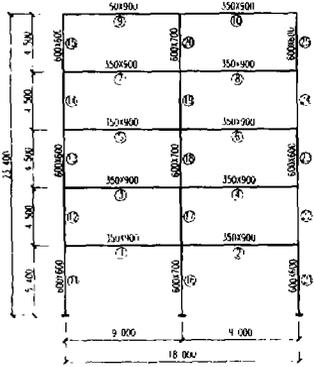


图 2 框架立面及杆件编号

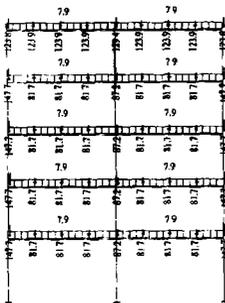


图 3 恒荷载

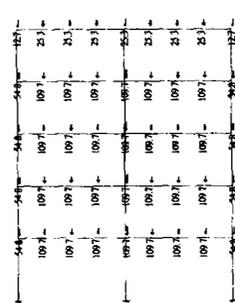


图 4 活荷载满布

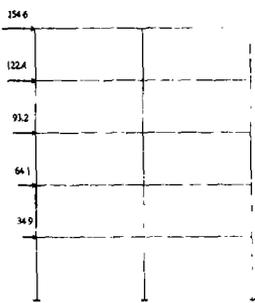


图 5 左地震

下面, 分别考察不同情况下的活荷载不利布置:

- 1) 求梁最大跨中正弯矩时, 活荷载布置如图 6(活荷载不利布置①)所示。按这种活荷载布置方

案,就可以求得所有布置有活荷载各跨的最大跨中正弯矩。根据对称性,也就求得了所有梁跨的最大跨中正弯矩。框架梁在恒载、活荷载满布、活荷载不利布置①及地震作用下的跨中(跨内最大)弯矩计算结果见表1(单位: $\text{kN}\cdot\text{m}$)。

表1 各工况下框架梁跨中弯矩及内力组合

杆件编号	恒载	活载满布	不利布置①	左地震	右地震	恒+活满布	恒+活不利①	恒+活+左震	恒+活+右震	最不利组合类型
1	200.9	225.2	276.6	20.8	-20.3	533.8	600.7	343.0	302.9	恒+活①
3	196.9	221.2	282.6	13.9	-13.4	523.8	603.7	330.1	303.5	恒+活①
5	199.0	222.9	283.7	11.9	-11.3	528.6	607.6	331.1	308.5	恒+活①
7	195.5	226.9	279.6	7.9	-7.2	529.6	598.1	326.6	311.8	恒+活①
9	311.8	61.6	87.7	4.5	-4.1	454.3	488.1	323.9	315.5	恒+活①

注:内力组合时各工况内力先分别乘以各自的分项系数再相加;在有地震作用参与的组合中活荷载的组合值系数取0.7,且最终组合值还应乘以承载力抗震调整系数 γ_{RE} 。

从表1中可以看出,梁跨中正弯矩的最不利组合类型为“恒载+活不利①”。仅就活荷载而言,活荷载不利布置①比活荷载满布在框架梁跨中所产生的弯矩大20%以上;即使内力组合后,楼面考虑活荷载不利布置的组合“恒+活不利①”也比“恒+活满”的组合求得的跨中弯矩大12.5%~15.2%。

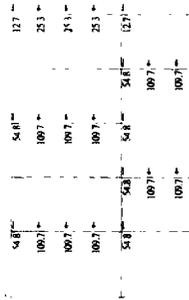


图6 活载不利布置①

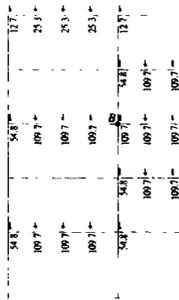


图7 活载不利布置②

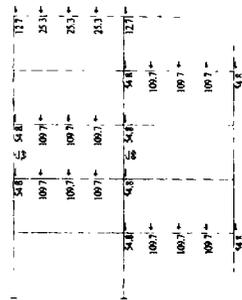


图8 活载不利布置③

2) 求支座处的最大负弯矩和最大剪力。对于不同的支座,其活荷载不利布置也不相同。先考察第三层梁中间支座B处(参见图7),活荷载布置如图7(活荷载不利布置②)所示。中间支座B在恒载、活荷载满布、活荷载不利布置②及地震作用下的弯矩、剪力计算结果见表2(弯矩: $\text{kN}\cdot\text{m}$;剪力: kN)。

表2 梁中间支座B在各工况下的内力及组合

支座B	恒载	活载满布	不利布置②	左地震	右地震	恒+活满布	恒+活不利②	恒+活+左震	恒+活+右震	最不利组合类型
弯矩	-294.1	-309.9	-313.4	-350.2	349.4	-755.8	-760.3	-801.4	-119.3	恒+活+左震
剪力	163.7	173.3	179.3	80.5	-80.2	421.7	429.5	379.6	202.1	恒+活②

从表中可以看出,中间支座B处负弯矩的最不利组合类型为“恒+活+左震”,剪力则为“恒+活不利②”;若仅就活荷载而言,活荷载不利布置②与活荷载满布在梁中间支座所产生的负弯矩及剪力都相当接近,两者相差不超过3.5%。即在求中间支座B处的最大负弯矩和最大剪力时,可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算。

同样,对其它中间支座和边支座分别作相应的活荷载不利布置,一一考察各支座处的最大负弯矩和最大剪力后,仍可得到相同的结论。

3) 求柱段两端的最大弯矩,对于不同的柱段,其活荷载不利布置也不相同。先考察 13 和 18 号柱两端最大弯矩,活荷载布置如图 8(活荷载不利布置③)所示。13 和 18 号柱在恒载、活荷载满布、活荷载不利布置③及地震作用下的弯矩计算结果见表-3(单位: $\text{kN}\cdot\text{m}$)。

表 3 13、18 号柱在各工况下的弯矩及组合

杆件编号	恒载	活载 满布	不利 布置③	左地震	右地震	恒+活 满布	恒+活 不利①	恒+活 +左震	恒+活 +右震	最不利 组合类型	
13	底端	-98.7	-112.0	-130.8	208.3	-207.3	-264.1	-288.5	46.6	-385.6	恒+活+右震
	顶端	-100.8	-113.8	-131.6	223.4	-222.5	-268.9	-292.0	59.1	-404.6	恒+活+右震
18	底端	0.0	0.0	149.2	391.8	-391.8	0.0	194.0	407.5	-407.5	恒+活+右震
	顶端	0.0	0.0	149.7	412.6	-412.6	0.0	194.6	429.1	-429.1	恒+活+右震

从表中可以看出,无论是边柱 13 还是中柱 18,其两端弯矩的最不利组合类型均为“恒+活+右震”;仅就活荷载而言,活荷载不利布置③比活荷载满布在边柱 13 两端所产生的弯矩大 16%左右,对于中柱 18 则大很多(这是因为中柱 18 在活荷载满布情况下为轴心受压),但柱端弯矩最终仍由有地震作用参与的组合控制。因此,在求边柱 13 或中柱 18 的最大端弯矩时,可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算。

同样,对其它柱段分别作相应的活荷载不利布置,一一考察各柱段两端的最大弯矩后,仍可得到相同的结论。

4) 求柱最大轴力。通过简单的试算,即可发现,柱最大轴力由“恒+活满”或有地震作用参与的组合控制,活荷载不利布置对柱的最大轴力不起控制作用。也就是说,在求最大轴力时,可以不考虑活荷载不利布置的影响,直接按满布计算。

同样考察框架在抗震设防烈度为 6 度、7 度及 9 度时的活荷载不利布置对内力的影响,也可得到类似的结论。由于篇幅有限,框架在 6 度、7 度及 9 度下的内力对比计算结果就不一一附上。另外,值得注意的是:

(1) 由于 6 度区并不进行多遇地震(小震)作用下的内力和变形分析,柱端弯矩是由“恒+活不利”组合控制的,但最终往往还是由框架柱的轴小配筋率控制,因此 6 度区的框架柱可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算;

(2) 7 度区的结论与 8 度区相同。

(3) 9 度区地震作用力很大,梁(除屋面梁外)跨中及支座弯矩往往由地震作用组合控制。即在求梁跨中及支座最大弯矩时,也可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算。

3 结语

综上所述,对于多层框架厂房(楼面等效均布活荷载 $\geq 5.0 \text{ kN/m}^2$)的活荷载不利布置可得出以下几点结论:

1) 6 度、7 度及 8 度区,求梁最大跨中弯矩时,必须考虑活荷载不利布置的影响。上文所述的活荷载最不利位置的确定原则比较复杂,计算工作量也相当大。为了实际工程设计的方便,有时也可以采用不考虑活荷载不利布置而直接将梁跨中弯矩乘以一个放大系数的做法。为此,相应的设计手册应根据楼面活荷载的大小对此放大系数作进一步的对比计算。根据本文作者的试算结果,活荷载越大放大系数则越接近 1.15、1.2 甚或 1.3。如果不考虑活荷载的大小而只是简单地将梁跨中弯矩乘以一个 1.1 的放大系数,则可能偏于不安全。

2) 6 度、7 度及 8 度区,求梁最大支座负弯矩时,可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算。

3) 6 度、7 度及 8 度区的框架柱可以不考虑活荷载不利布置的影响,而直接按满布计算;

4) 9度区因梁、柱截面最不利内力均由考虑地震作用的组合确定,故框架梁、柱皆可以不考虑活荷载不利布置的影响(除屋面梁外),而直接按满布计算,且梁跨中弯矩不需再乘放大系数。

参考文献:

- [1] 王墨耕. 新编多层及高层建筑钢筋混凝土结构设计手册(M). 合肥:安徽科学技术出版社, 1992.
- [2] 杨媛, 白绍良. 从各国规范对比看我国抗震设计安全水准评价中的有关问题(J). 重庆建筑大学学报, 2000, 22(S0): 192-200.

Unfavorable Live-load Distribution on Industrial Multistory Frame

ZOU Sheng-bin, BAI Shao-liang

(Faculty of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: Based upon the detailed analysis for the influence of unfavorable live load distribution on multistory frame beams and columns in regions of earthquake intensity category 8, a few conclusions have been achieved on that when the unfavorable live-load distribution should be considered and when not. They could serve as a reference for practical structure design.

Keywords: frame structure; unfavorable live-load distribution; combination of internal forces

(上接第7页)

Enlightenment from Chaos Theory for Urban Planning: Seeking Order out of Chaos

DONG Ying

(Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: As a new discipline, Chaos theory was ushered in the revolution in physics of the 20th century, which is of historic significance. Chaos theory is concerned with the objects in our tangible world (macro world) with the measure of human beings. In this paper, a brief analysis of chaos theory and fractals is given and then the enlightenment and new perspective for urban planning from chaos and chaos theory are illustrated. The author hopes that! this paper could draw the concerns of designers regarding the application of chaos in urban planning.

Keywords: chaos; fractal; urban planning