

基于有限元模型的梁板组合结构静力分析

孙军 戴勇 孙鑫

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

摘要: 本论文利用 ANSYS 有限元分析程序对梁板复合结构进行在自重以及风荷载作用下的静力分析, 模态分析。静力分析时通过给结构整体施加竖向重力加速度研究结构在自重作用下的情况, 可以得出: 在重力作用下, 水平方向应力 σ_x 的最大值位于底层楼板的中部柱板交汇位置, 位于中间部位柱子的轴力大于位于边角上的柱子。在自重及风荷载作用下, 结构自下而上变形增大, 且最大变形发生在顶板一角上。

关键词: 梁板组合结构; 有限元; 静力分析

DOI: 10.33142/aem.v2i11.3207

中图分类号: TV311

文献标识码: A

Static Analysis of Beam Slab Composite Structure Based on Finite Element Model

SUN Jun, DAI Yong, SUN Xin

Jiangsu Hehai Construction Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: In this paper, ANSYS finite element analysis program is used for static analysis and modal analysis of beam slab composite structure under self weight and wind load. In the static analysis, the vertical gravity acceleration is applied to the whole structure to study the situation of the structure under the action of self weight. It can be concluded that under the action of gravity, the maximum horizontal stress σ_x is located at the intersection of the column and slab in the middle of the bottom floor, and the axial force of the column in the middle is greater than that of the column in the corner. Under the action of self weight and wind load, the deformation of the structure increases from bottom to top and the maximum deformation occurs at the corner of the roof.

Key words: beam slab composite structure; finite element; static analysis

引言

随着城市化的推进, 对建筑用地的需求也随之急剧增加, 而现实是可利用土地面积急剧减少, 因此现代建筑往往偏向于多高层建筑。以前建筑惯用的砌体结构存在许多不可避免的缺点, 比如砌体本身的强度不高, 为了保证足够的刚度, 会使得截面做得更大, 浪费建筑用料的同时也产生了更大的自重, 削弱了建筑的抗震能力。因此框架结构、框剪结构等成为如今建筑常用的结构形式。梁板结构中板属于平面构件, 大多是用来抵抗弯矩与剪力, 梁板结构中的梁通常采取直梁的结构形式, 用来抵抗各类弯矩与剪力, 以及少部分情况下的扭矩。此类钢混梁板结构以各种形式在各类建筑中得以应用, 在各类框架及框剪结构中发挥重要作用。由于梁板结构在工程中被广泛应用, 因而对此种结构进行相关静动力分析得到其各项静动力特征对建筑的合理设计有重要参考价值, 其在各种荷载作用下的响应分析也在现代建筑结构研究中具有重要的作用。

2 有限元模型的建立

2.1 模型尺寸

本文所建梁板复合结构模型的尺寸为 24000mm*15000mm*36000mm, 梁柱尺寸为 400mm*400mm, 板厚为 150mm。整体为 4*3 格局, 横向柱间距为 6000mm, 纵向柱间距为 5000mm, 楼层高 6000mm, 高 6 层。平面结构布置图如图 1 所示。

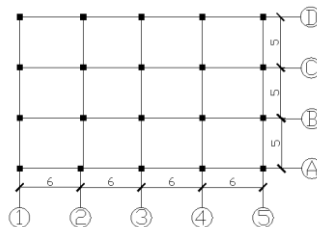


图 1 结构平面布置图

2.2 定义单元及材料参数

楼间板单元为 shell181, 梁柱单元均为 Beam188。梁板的弹性模量为 $3E10$, 泊松比为 0.2, 密度为 2500kg/m^3 ; 材料参数直接在 section 中定义。

严格按照点一线一面顺序由下到上完成实体建模, 同时控制好关键点编号, 便于后期数据的查找及分析。当模型建立完成时, 需要对模型施加约束, 本论文研究的是梁板复合结构, 在与地面接触的 20 个点施加完全约束, 限制其三向水平及转动位移。建立的模型及网格划分如图 2。

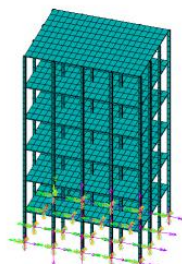


图 2 结构模型及网格划分图

3 静力分析

3.1 自重作用下的静力分析

在自重作用下, 结构的变形云图如图 3。

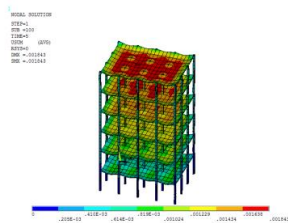


图 3 自重作用下的变形云图

通过图 3 我们可以得到, 仅在自重荷载作用下, 结构中部沉降量较大, 并且结构整体结构变形的最大位移为 1.843mm。同理可得到结构 x、y、z 三个方向的变形图, 见图 4-6。

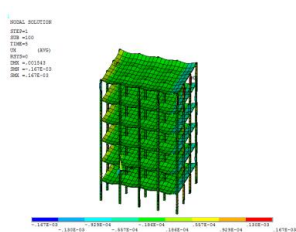


图 4 结构 x 方向变形图

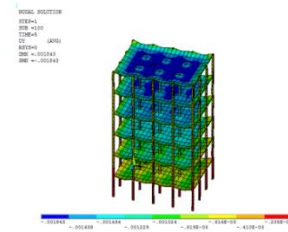


图 5 结构 y 方向变形图

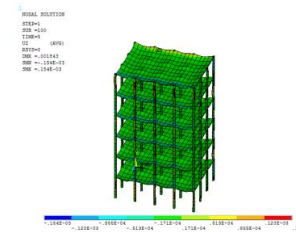


图 6 结构 z 方向变形图

由图 4-图 6 可知, x 方向最大变形发生在结构顶部的支撑柱处, 最大位移为 1.843mm。y 方向最大位移发生在底板中间位置, 其他部位的位移值均比较小, 除顶板中间处的位移较大些, 并且 y 方向最大位移为 1.857mm; z 方向最大位移发生在底板中间位置, 并且 z 方向最大位移为 1.841mm。

图 7-图 9 为结构在重力作用下三个方向的应力云图。

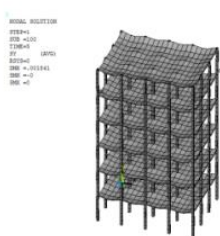


图 7 σ_x 方向应力图

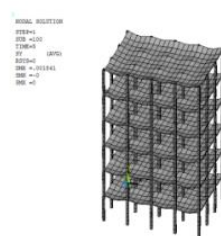


图 8 σ_y 方向应力图

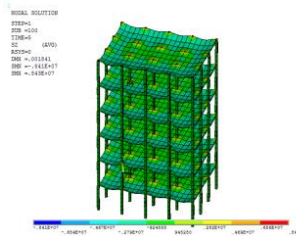


图 9 σ_z 方向应力图

由图7-图9可以得出，水平方向应力 σ_x 的最大值位于底层楼板的中部柱板交汇位置处，应力最大值为 8.89MPa，同时每层柱板交汇点的应力值也比较大。在整个梁板组合结构上，模型上的应力值 σ_y 均很小。 σ_z 的最大值位于底板中间部分，每个柱板交汇点的应力值均较大，应力最大值为 8.43MPa。

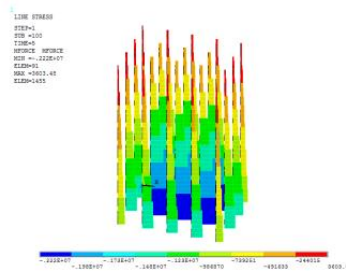


图 10 结构轴力图

图 10 为结构柱子的轴力图，由图 10 可以看出位于中间部位柱子的轴力大于位于边角上的柱子；

3.2 自重和风荷载作用下的静力分析

在工程中实际计算中，风压随着高度及建筑外表面情况发生变化，在计算风压时一般先取基本风压 w_0 作为标准，乘以相应的高度变化系数 μ_z 和体形系数 μ_s ，得出实际风压：

$$W = w_0 \mu_z \mu_s \quad (1)$$

在本论文计算中，取基本风压为 $w_0 = 0.25 \text{ kN/m}^2$ ，梁板组合结构表面较平整，体形系数简化为 1.0，各层的高度变化系数按相关规范计算如表 1 所示。

表 1 风压高度变化系数 μ_z

高度 Z (m)	高度变化系
6	0.84
12	1.06
18	1.21
24	1.31
30	1.42
36	1.50

风荷载在不同方向均有差异，本文分别在结构 X 方向正向和 Y 方向正向施加风荷载，且由于风荷载只作用在结构外表面，所以出于方便后面计算的考虑可以将风荷载等效地施加在构造外表面的梁柱交点处，具体数值见表 2。

表 2 风荷载等效荷载

高度(m)	等效荷载值 (kN)								
	轴线 1	轴线 2	轴线 3	轴线 4	轴线 5	轴线 A	轴线 B	轴线 C	轴线 D
6	3.78	7.56	6.93	3.15	3.78	3.15	6.30	3.15	6.30
12	2.39	4.78	4.38	1.99	2.39	1.99	3.98	1.99	3.98
18	2.72	5.44	4.99	2.27	2.72	2.27	4.54	2.27	4.54
24	2.95	5.90	5.41	2.46	2.95	2.46	4.92	2.46	4.92
30	3.20	6.40	5.87	2.67	3.20	2.67	5.34	2.67	5.34
36	3.38	6.76	6.20	2.74	3.38	2.74	5.64	2.74	5.64

在各个梁柱交汇点施加等效风荷载后，得到结构的整体变形图如图 11。

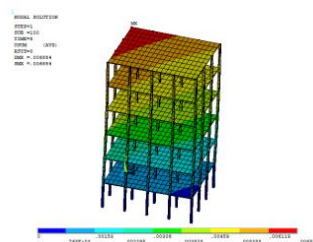


图 11 结构在风荷载下的整体变形

由图 11 可以看出在自重及风荷载作用下结构自下而上变形增大,且最大变形发生在顶板一角上,位移最大值为 6.884mm。

分别把板厚改为 9cm、12cm、15cm、18cm、21cm、24cm,比较不同板厚时结构承受风荷载及自重下的位移、应力变化情况,如图 12 和图 13 所示。

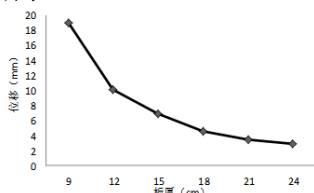


图 12 结构最大位移随板厚变化情况

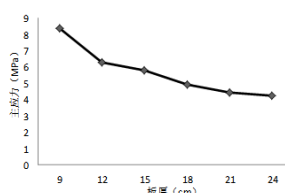


图 13 第一主应力随板厚变化情况

由图 12 可以看出在其他条件不变的情况下结构受自重及风荷载时,在合适范围内最大位移随板厚的增加而减少,且在 12cm 前结构位移随板厚增加变化幅度明显,在 12cm 后变化趋缓。由图 13 可以看出在其他条件不变的情况下结构受自重及风荷载时,最大主应力随板厚的增加而减少,且在 12cm 前应力值随板厚增加变化幅度较为明显。

4 结论

通过本文的研究,可以发现本文得出的结论与工程实际情况相差不大,对工程实践尤其是设计具有重要的借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 蒋丽忠,陈伟娜,董立冬.组合框架结构柱和梁板间耗能分配规律分析[J].动力学与控制学报,2018,6(4):67-73.
- [2] 朱合华,缪圆冰,梁伟.组合结构有限元计算存在的问题和处理方法[J].岩土力学,2015,26(9):1437-1442.
- [3] 王静.钢筋混凝土框架结构震害分析及延性设计的重要性[J].福建建材,2017,32(1):47-49.
- [4] 石永久,王萌,王元清.基于多尺度模型的钢框架抗震性能分析[J].工程力学,2015,28(12):20-26.

作者简介:孙军(1976-)男,江苏省镇江市人,汉族,学历本科,水利工程。