

梁式转换层有限元分析模型的选取*

娄宇

朱钧

魏璉

(中国电子工程设计院, 北京 100840) (东南大学土木系, 南京 210096) (中国建筑科学研究院, 北京 100013)

提 要 针对应用最多的梁式转换层中转换大梁的内力计算需要采用有限元方法进行分析的特点, 本文探讨了有限元分析模型选取中几种影响因素, 给出了选取的主要原则。

关键词 梁式转换层, 有限元分析, 分析模型, 高层建筑

一、前 言

随着高层和超高建筑中梁式转换层的应用日益广泛, 设计中梁式转换层的内力计算就显得尤为重要。由于梁式转换层中上部剪力墙和转换大梁之间不仅仅存在垂直传力关系, 而且还存在着较强的共同工作关系。故其计算一般需要采用有限元方法进行内力分析(目前国内一般采用平面有限元方法)。这就要考虑在计算模型选取时, 转换梁上部墙体要取几层, 下部支承结构要选几层其分析的结果才最为合理。目前国内就此问题论述的文献还比较少, 文献(1)中谈到梁式转换层分析模型选取时, 宜考虑上部墙体取3~4层, 文献(2)对一实际工程转换梁进行有限元分析时, 分别考虑上部墙体取2层和4层, 其计算出的内力最大差异不超过12%。但总的来说, 梁式转换层有限元分析模型的选取还没有文献较详细地讨论过, 本文在此处用SAP有限元程序将就一些影响分析模型选取的主要因素进行探讨。

二、上部墙体层数的选取

1. 转换梁跨度的影响

* 本文收稿日期: 1996年2月

根据圣文南原理,影响转换梁受力的墙体高度与转换梁的跨度密切相关,转换梁的跨度越大,上部墙体的高度就应取得越高。下面结合一组算例进行说明。

算例 1 见图 1,上部结构:层高 3.0m,墙厚 $b_w = 0.3\text{m}$,构件尺寸:柱, $1.2 \times 1.2\text{m}^2$,转换梁, $0.6 \times 1.6\text{m}^2$;材料取砼 C30,荷载取均布线荷 $q = 3 \times 10^3\text{kN/m}$,净跨 $L_0 = 11.2\text{m}$ 。现考虑取上部墙体 $n = 1, 2, 3, 4, 5$ 层,计算转换梁的内力大小。

计算结果见图 2 和表 1(表中仅列出 $n = 2, 3, 4$ 时的计算结果)

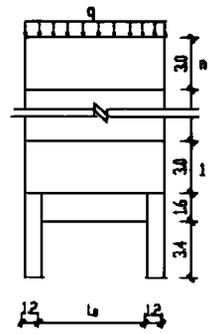


图 1

表 1 (单位:力— $\times 10^3\text{kN}$,弯矩— $\times 10^3\text{kN} \cdot \text{m}$)

内力 位置	$n = 2$			$n = 3$			$n = 4$		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V
0.0	-2.36	-14.1	-6.62	-2.15	-13.6	-6.15	-2.12	-13.6	-6.09
0.1 L_0	1.09	3.38	-3.29	1.15	3.11	-2.83	1.16	3.06	-2.76
0.2 L_0	1.59	5.76	-1.31	1.50	5.03	-0.89	1.50	4.90	-0.82
0.3 L_0	1.50	7.14	-0.60	1.32	6.00	-0.27	1.30	5.80	-0.21
0.4 L_0	1.39	7.86	-0.25	1.14	6.43	-0.07	1.12	6.18	-0.04
0.5 L_0	1.35	8.08	0.00	1.08	6.55	0.00	1.05	6.28	0.00

由图 2 可见,转换梁各内力在 $n = 3$ 以后都近似为一条水平线,表明上部墙体考虑 3 层与考虑 4、5 层内力计算结果几乎没有差别,同时参照表 1 中的计算结果,上部墙体在考虑 2 层与 3 层时,其计算出的设计控制内力(指支座区和跨中区最大内力)差异最大达 20%,上部墙体考虑 3 层和考虑 4 层对比,设计控制内力最大不超过 5%,更进一步说明算例 1 转换梁有限元分析时,上部墙体考虑取三层精确已足够。

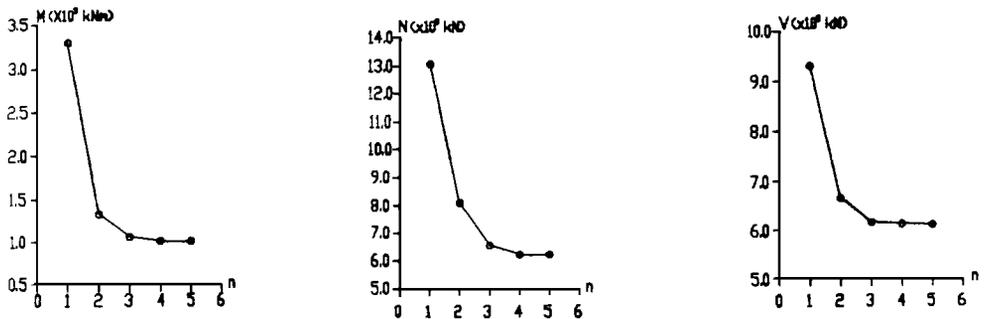


图 2

算例 2 参见图 1, 净跨改取 $L_0 = 7.2\text{m}$, 其余同算例 1, 计算分别考虑取上部墙体 $n = 2, 3, 4$ 层。计算结果见表 2。

表 2 (单位: 力— $\times 10^3\text{kN}$, 弯矩— $\times 10^3\text{kN}\cdot\text{m}$)

内力 位置	$n = 2$			$n = 3$			$n = 4$		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V
0.0	-1.31	-9.02	-4.49	-1.29	-9.00	-4.42	-1.29	-9.00	-4.41
$0.1L_0$	0.62	1.93	-2.97	0.62	1.87	-2.90	0.62	1.87	-2.90
$0.2L_0$	1.23	3.11	-1.46	1.22	3.00	-1.40	1.22	3.00	-1.39
$0.3L_0$	1.35	3.89	-0.70	1.33	3.74	-0.64	1.33	3.74	-0.64
$0.4L_0$	1.35	4.32	-0.28	1.32	4.14	-0.25	1.32	4.14	-0.25
$0.5L_0$	1.34	4.46	0.00	1.31	4.27	0.00	1.31	4.26	0.00

由表 2 的计算结果, 转换梁上部墙体考虑取 2 层与考虑取 3 层, 共计算出的设计控制内力差异最大不超过 5%, 表明算例 2 转换梁有限元分析时, 上部墙体考虑取 2 层精度已合适。

对比算例 1、2, 两者差别只有跨度不同, 算例 2 的跨度较小, 由此可得结论: 计算模型的选取与转换梁的跨度有关, 当转换梁跨度较大时, 上部墙体的层数宜考虑取多些, 当转换梁跨度较小时, 上部墙体的层数可适当少取。实际可考虑取 $h \cong L_0^{[3]}$ 。

2. 墙体开洞的影响

梁式转换层中转换梁上部墙体由于开洞(开门洞和开窗洞等)而使得形式多种多样。上部墙体开洞对分析模型的选取有何影响, 在此作一探讨。

算例 3 开洞尺寸和位置见图 3, 其余参数同算例 1, 计算分别考虑取上部墙体 $n = 2, 3, 4$ 层。

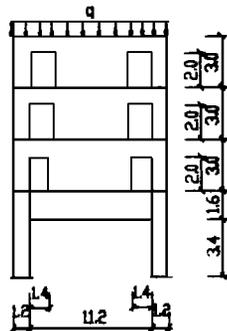


图 3

表 3 (单位: 力— $\times 10^3\text{kN}$, 弯矩— $\times 10^3\text{kN}\cdot\text{m}$)

内力 位置	$n = 2$			$n = 3$			$n = 4$		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V
0.0	-5.53	-11.9	-9.37	-4.97	-11.7	-8.42	-4.81	-11.7	-8.14
$0.1L_0$	2.76	0.10	-9.37	2.53	0.02	-8.42	2.45	0.02	-8.14
$0.2L_0$	4.62	4.55	-0.99	4.18	4.00	-0.79	4.05	3.83	-0.75
$0.3L_0$	3.00	6.76	-0.22	2.69	5.83	-0.35	2.61	5.58	-0.36
$0.4L_0$	2.05	7.65	-0.15	1.79	6.50	-0.23	1.73	6.20	-0.24
$0.5L_0$	1.78	7.88	0.00	1.54	6.65	0.00	1.48	6.34	0.00

由表 3 可见, 转换梁上部墙体考虑 3 层和 4 层, 共计算出的设计控制内力差异最大不超过 5%。然而对比表 1 和表 3, 两者内力有较大差异。由此可得结论: 转换梁上部墙体开洞对转换梁的内力有较大影响, 但对转换梁设计控制内力的计算精度几乎没有影响, 即墙体开洞与否与计算模型的选取关系不大。

三、下部支承结构层数的选取

选取分析模型时, 下部支承结构需要选几层较合适, 下面就下部支承结构取 1 层和取 2 层进行计算对比。

算例 4 见图 4, 上部结构取 3 层, 下部支承结构取 2 层, 其中下部框架梁 $b \times h = 0.4 \times 0.8\text{m}^2$ 框架柱尺寸为 $1.2 \times 1.2\text{m}^2$, 其余参数同算例 1。

算例结果见表 4, 其中表 4 中还给出了算例 1 ($n=3$) 的计算结果。

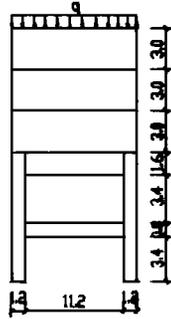


图 4

表 4 (单位: 力— $\times 10^3\text{kN}$, 弯矩— $\times 10^3\text{kN} \cdot \text{m}$)

内 力	下部取一层($n=3$)			下部取二层($n=3$)		
	M	N	V	M	N	V
位 置						
0.0	- 2.15	- 13.6	- 6.15	- 1.98	- 13.0	- 5.94
0.1 L_0	1.15	3.11	- 2.83	1.25	3.35	- 2.70
0.2 L_0	1.50	5.03	- 0.89	1.54	5.23	- 0.83
0.3 L_0	1.32	6.00	- 0.27	1.33	6.17	- 0.24
0.4 L_0	1.14	6.43	- 0.07	1.15	6.58	- 0.06
0.5 L_0	1.08	6.55	0.00	1.09	6.70	0.00

由表 4 的结果可见, 转换梁下部支承结构取 1 层和 2 层时, 其计算出设计控制内力差异最大不超过 8%, 故一般情况下选用分析模型时, 转换梁下部支承取一层是合适的。

四、结 束 语

根据以上计算分析, 可得到以下梁式转换层有限元分析模型选取原则:

1、转换梁上部墙体层数的选择与转换梁的跨度有关, 当转换梁跨度较大时, 上部层数选多些, 跨度较小时, 上部层数可少些。一般可近似地取等于 L_0 。

2、下部支承结构的层数一般取 1 层即可。当支承柱(墙)刚度相对较弱时, 下部支承结构可考虑取 2 层。

本文曾统计了国内近 80 幢采用梁式转换层的高层建筑及其转换层的主要特征数据, 根据这些统计, 目前工程应用中梁式转换层的常见跨度为 5-12m, 结构标准层常用层高为 2.8 ~ 3.2m, 在此跨度与层高范围内, 对上部托墙形式的梁式转换层进行平面有限元分析时, 取转换梁上部墙体 3 层和下部支承一层, 其计算精度已满足设计要求。

参 考 文 献

- 1 赵西安主编. 钢筋混凝土高层建筑结构设计. 中国建筑出版社, 1992: 464
- 2 新洲花园转换层大梁咨询报告. 中国建筑科学院深圳分院, 1992
- 3 丁大钧. 结构机理(8) 深梁. 工业建筑, 1995; (3): 41 ~ 46

SELECTION OF FINITE ELEMENT MODEL IN THE ANALYSIS OF GIRDER TRANSFER STORY

Lou Yu

(China Electronics Engineering Design Institute, Beijing 100840)

Ding Dajun

Wei Lian

(Southeast University, Nanjing 210096) (China Academy of Building Research, Beijing 100013)

Abstract The girder transfer story is widely used in highrise buildings. The analysis of girder transfer story is usually performed with the finite element method. The main principle to select the finite element model is discussed in this paper.

Key words girder transfer story, finite element model, highrise building