

F8-1# 工程计算书

专 业： 结构

编制日期： 2024 年 3 月

审 核 人： 李如

专业负责人： 李如

校 对 人： 闫保民

设 计 人： 付晓凡

目录

第 1 章	设计依据	3	6.1	风荷载信息	49
第 2 章	计算软件信息	3	6.2	风荷载下框架剪力统计	50
第 3 章	设计参数	3	6.3	风荷载下框架倾覆弯矩统计(抗规方式)	50
3.1	结构总体信息	3	6.4	风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计	51
3.2	计算控制信息	4	6.5	规定水平力	52
3.3	风荷载信息	4	6.6	规定水平力下倾覆弯矩统计(抗规方式)	53
3.4	地震信息	5	6.7	规定水平力下倾覆弯矩统计(轴力方式)	54
3.5	设计信息	5	6.8	规定水平力下预制墙剪力百分比	55
3.6	活荷载信息	6	6.9	地震作用下框架剪力统计	56
3.7	构件设计信息	6	6.10	地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计	57
3.8	包络设计	7	第 7 章	工况、组合	58
3.9	鉴定加固	7	7.1	工况设定	58
3.10	装配式	7	7.2	荷载组合表	59
3.11	材料信息	7	第 8 章	整体指标统计	59
3.12	钢筋强度	7	8.1	周期比	59
3.13	地下室信息	7	8.2	层刚度统计(各层刚心、偏心率、相邻层侧移刚度比等计算信息)	59
3.14	荷载组合	7	8.3	结构整体稳定验算	61
第 4 章	结构基本信息	8	8.4	结构整体抗倾覆验算	61
4.1	楼层属性	8	8.5	楼层抗剪承载力验算	61
4.2	塔属性	8	8.6	薄弱层信息	62
4.3	构件统计	8	8.7	剪重比调整系数	62
4.4	楼层质量	10	8.8	位移角和位移比	63
4.5	楼层尺寸、单位质量	11	8.9	风振舒适度验算	72
4.6	软件版本	12	第 9 章	结构分析及设计结果简图	73
第 5 章	周期、振型	12	9.1	结构平面简图	74
5.1	振型基本计算结果	12	9.2	平面荷载简图	82
5.2	振型阻尼比	14	9.3	配筋简图	90
5.3	X、Y 向地震单振型楼层反应力	15	9.4	柱、墙轴压比简图	108
5.3.1	仅考虑 X 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)	15	9.5	板计算面积简图	126
5.3.2	仅考虑 Y 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)	31	第 10 章	楼梯计算	133
5.4	X、Y 向地震单振型楼层剪力	47	10.1	AT1	133
5.5	X、Y 向地震 CQC 组合后结果	47	10.2	CT1	135
第 6 章	楼层风荷载、地震作用统计结果	49	10.3	AT2	137
			10.4	CT3	140
			10.5	CT2	142
			10.6	商业楼梯一	145
			10.7	商业楼梯二	147

10.8	商业楼梯三	154
10.9	商业楼梯四	160
第 11 章	挡土墙计算	163
11.1	DTQ1	163
11.2	DTQ2	170
11.3	DTQ3	177

第 1 章 设计依据

本工程按照如下规范、规程进行设计：

- 1、《工程结构通用规范》GB 55001-2021
- 2、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
- 3、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021
- 4、《组合结构通用规范》GB 55004-2021
- 5、《钢结构通用规范》GB 55006-2021
- 6、《砌体结构通用规范》GB 55007-2021
- 7、《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021
- 8、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021-2021
- 9、《荷载规范》：《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- 10、《混凝土规范》或《混规》：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015 版)
- 11、《抗震规范》或《抗规》：《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010(2016 版)
- 12、《高规》：《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010
- 13、《广东高规》：广东省标准《高层建筑混凝土结构技术规程》DBJ/T 15-92-2021
- 14、《上海抗规》：上海市工程设计规范《建筑抗震设计规范》DGJ 08-9-2013
- 15、《人防规范》：《人民防空地下室设计规范》GB 50038-2005
- 16、《钢结构标准》：《钢结构设计标准》GB 50017-2017
- 17、《高钢规》：《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015
- 18、《门刚规程》：《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》GB51022-2015
- 19、《冷弯薄壁型钢规范》：《冷弯薄壁型钢结构技术规程》GB 50018-2002
- 20、《异形柱规程》：《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149-2017
- 21、《组合规范》：《组合结构设计规范》JGJ 138-2016
- 22、《钢骨规程》：《钢骨混凝土结构技术规程》YB 9082-2006
- 23、《钢管规范》：《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936-2014
- 24、《叠合柱规程》：《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188-2019
- 25、《矩形钢管规程》：《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159 : 2004
- 26、《空心楼盖规程》：《现浇混凝土空心楼盖结构技术规程》CECS 175 : 2004
- 27、《鉴定标准》：《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009
- 28、《加固规范》：《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013
- 29、《抗震加固规程》：《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009

第 2 章 计算软件信息

本工程计算软件为盈建科建筑设计软件 V4.3.0

第 3 章 设计参数

3.1 结构总体信息

结构体系	剪力墙结构
结构材料信息	钢筋混凝土
结构所在地区	全国
地下室层数	2
嵌固端所在层号(层顶嵌固)	2
与基础相连构件最大底标高(m)	0.000
裙房层数	0
转换层所在层号	0
加强层所在层号	0
恒活荷载计算信息	施工模拟三
风荷载计算信息	一般计算方式
地震作用计算信息	计算水平地震作用
是否计算吊车荷载	否
是否计算人防荷载	否
是否考虑预应力等效荷载工况	否
是否生成传给基础的刚度 凝聚局部楼层刚度时考虑的底部层数（0 表示全部楼层）	是 5
是否生成绘等值线用数据	否
是否计算温度荷载	否
竖向荷载砌墙轴向刚度考虑徐变收缩影响	否
上部结构计算考虑基础结构	否
施工模拟加载层步长	1
考虑填充墙刚度	否

采用通用规范 是

3.2 计算控制信息

水平力与整体坐标夹角(°)	0.00
梁刚度放大系数按 2010《混凝土规范》取值	是
梁刚度放大系数上限	2.00
边梁刚度放大系数上限	1.50
连梁刚度折减系数(地震)	0.70
连梁刚度折减系数(风)	1.00
连梁按墙元计算控制跨高比	4.00
普通梁连梁砼等级默认同墙	是
墙元细分最大控制长度(m)	1.00
板元细分最大控制长度(m)	1.00
短墙肢自动加密	是
弹性楼板荷载计算方式	平面导荷
膜单元类型	经典膜元(QA4)
考虑梁端刚域	否
考虑柱端刚域	否
墙梁跨中节点作为刚性楼板从节点	否
结构计算时考虑楼梯刚度	否
梁与弹性板变形协调	是
弹性板与梁协调时考虑梁向下相对偏移	否
刚性楼板假定	整体指标计算采用强刚, 其它计算非强刚
地下室楼板强制采用刚性楼板假定	是
是否自动划分多塔	否
地震内力按全楼弹性板 6 计算	否
自动计算现浇板自重	是
计算现浇空心板	否
增加计算连梁刚度不折减模型下的地震位移	否
梁墙自重扣除与柱重叠部分	是
楼板自重扣除与梁墙重叠部分	否
是否输出节点位移	否

是否考虑 P-Delt 效应	否
考虑整体缺陷	否
计算长度系数置为 1	否
考虑梁元 P-Delt 效应	否
进行屈曲分析	否
启用并行求解器	是
使用 cpu 核心数量(0 为自动)	-2
设定内存(MB, 0 为自动)	0
自定义控制参数	
求解器类型	Pardiso Couple
加载步骤数量	1
迭代次数[0, 100]	30
位移控制	是
位移控制精度	0.0010
荷载控制	是
荷载控制精度	0.0010

3.3 风荷载信息

使用直接指定的风洞试验结果	否
多方向风角度	
执行规范	GB50009-2012
地面粗糙程度	B
修正后的基本风压(kN/m ²)	0.45
风荷载计算用阻尼比(%)	5.0
结构 X 向基本周期(s)	1.58
结构 Y 向基本周期(s)	1.56
承载力设计时风荷载效应放大系数	1.0
用于舒适度验算的风压(kN/m ²)	0.10
用于舒适度验算的结构阻尼比(%)	2.0
考虑顺风向风振	是
多方向风角度	
考虑横向风振	否

考虑扭转风振	否
自动计算结构宽深	是
风荷载体型系数分段数	1
第一段	
最高层号	18
X 迎风	0.80
X 背风	-0.60
X 侧风	-0.70
X 挡风	1.00
Y 迎风	0.80
Y 背风	-0.60
Y 侧风	-0.70
Y 挡风	1.00

3.4 地震信息

设计地震分组	三
按地震动区划图 GB18306-2015 计算	否
设防烈度	7 (0.1g)
场地类别	III
特征周期(s)	0.65
周期折减系数	0.90
特征值分析类型	WYD-RITZ
振型数确定方式	程序自动确定
质量参与系数之和(%)	90.0
是否指定最多振型数量	否
按主振型确定地震内力符号	否
砼框架抗震等级	三级
剪力墙抗震等级	三级
钢框架抗震等级	三级
抗震构造措施的抗震等级	不改变
框支剪力墙结构底部加强区剪力墙抗震等级自动提高一级	是
地下一层以下抗震构造措施抗震等级逐层降级及抗震措	是

施 4 级	
阻尼比确定方法	全楼统一
结构的阻尼比(%)	5.0
是否考虑偶然偏心	是
X 向偶然偏心值	0.05
Y 向偶然偏心值	0.05
偶然偏心计算方法	等效扭矩法(传统法)
是否考虑双向地震扭转效应	是
自动计算最不利地震方向的作用	是
斜交抗侧力构件方向的附加地震数	0
活荷载重力荷载代表值组合系数	0.50
地震影响系数最大值	0.080
罕遇地震影响系数最大值	0.500
地震计算时不考虑地下室以下的结构质量	否
使用自定义地震影响系数曲线	否
地震作用放大方法	全楼统一
全楼地震力放大系数	1.00
是否考虑性能设计	否

3.5 设计信息

是否按抗震规范 5.2.5 调整楼层地震力	是
是否扭转效应明显	否
是否自动计算动位移比例系数	否
第一平动周期方向动位移比例 (0~1)	0.50
第二平动周期方向动位移比例 (0~1)	0.50
与柱相连的框架梁端 M、V 不调整	否
是否用户指定 0.2V0 调整系数	否
0.2V0 调整规则	Min(0.20*Vo, 1.50*Vfmax)
0.2V0 调整时楼层剪力最小倍数	0.20
0.2V0 调整时各层框架剪力最大值的倍数	1.50
0.2V0 调整分段数	0
0.2V0 调整上限	2.00

考虑双向地震时内力调整方式	先考虑双向地震再调整
剪力墙端柱的面外剪力统计到框架部分	0
实配钢筋超配系数	1.15
框支柱调整上限	5.00
按层刚度比判断薄弱层方法	高规和抗规从严
底部嵌固楼层刚度比执行《高规》3.5.2-2	否
自动对层间受剪承载力突变形成的薄弱层放大调整	否
自动根据层间受剪承载力比值调整配筋至非薄弱	否
是否转换层指定为薄弱层	是
指定薄弱层层号	0
薄弱层地震内力放大系数	1.25
梁端负弯矩调幅系数	0.85
框架梁调幅后不小于简支梁跨中弯矩的倍数	0.50
非框架梁调幅后不小于简支梁跨中弯矩的倍数	0.33
梁扭矩折减系数	0.40
实配钢筋超配系数	1.15
支撑临界角(度) (与竖轴夹角小于此值的支撑将按柱考虑)	20
按竖向构件内力统计层地震剪力	否
位移角小于此值时, 位移比设置为 1	0.00020
剪力墙承担全部地震剪力	否

3.6 活荷载信息

柱、墙活荷载是否折减	是
计算截面以上层数	折减系数
1	1.00
2-3	0.85
4-5	0.70
6-8	0.65
9-20	0.60
20层以上	0.55
楼面梁活荷载折减	不折减
考虑活荷不利布置的最高层号	0

梁活荷载内力放大系数 1.00

3.7 构件设计信息

柱配筋计算原则	单偏压
双偏压时角筋最大直径	32
连梁按对称配筋设计	否
抗震设计的框架梁端配筋考虑受压钢筋	是
矩形混凝土梁按 T 形梁配筋	否
按简化方法计算柱剪跨比 ($H_n/2h_0$)	是
墙柱配筋设计考虑端柱	是
墙柱配筋设计考虑翼缘墙	是
按双偏压配筋时腹板墙最大截面高宽比	12.00
按双偏压配筋时双偏压腹板墙最大截面高度 (mm)	2400.00
与剪力墙面外相连的梁按框架梁设计	否
验算一级抗震墙施工缝	是
梁压弯设计控制轴压比	0.40
梁端配筋内力取值位置 (0-节点, 1-支座边)	0.00
钢构件截面净毛面积比	0.85
X 向钢柱计算长度是否按有侧移计算	是
Y 向钢柱计算长度是否按有侧移计算	是
按《钢规》5.3.3-2 自动判断强弱支撑	否
执行门规 GB51022 附录 A.0.8	否
不计算地震作用时按重力荷载代表值计算柱轴压比	否
框架柱的轴压比限值按框架结构采用	否
梁保护层厚度 (mm)	25
柱保护层厚度 (mm)	20
底部加强区全部设为约束边缘构件	否
归入阴影区的 $\lambda/2$ 区最大长度	0.00
面外梁下生成暗柱边缘构件	全都生成
边缘构件合并距离 (mm)	300
短肢边缘构件合并距离 (mm)	600
边缘构件尺寸取整模数 (mm)	10

构造边缘构件尺寸设计依据	《高规》JGJ3-2010 第 7.2.16 条
约束边缘构件尺寸依据《广东高规》设计	否
组合梁施工荷载 (kN/m ²)	1.50
型钢混凝土构件设计依据	《组合结构设计规范》JGJ138-2016
执行《高钢规》JGJ99-2015	是
按叠合柱设计的叠合比	0.00
执行《钢结构设计标准》(GB50017-2017)	是
按宽厚比等级控制局部稳定	是
截面宽厚比等级	S3
支撑杆件截面宽厚比等级	S3

3.8 包络设计

是否分塔与整体分别计算，并取大	否
自动取框架和框架-抗震墙模型计算大值	否
是否与其它模型进行包络取大	否

3.9 鉴定加固

是否鉴定加固	否
--------	---

3.10 装配式

是否是装配式结构	是
现浇墙地震内力放大系数	1.10
现浇柱地震内力放大系数	1.10
预制竖向构件地震内力放大系数	1.00
按北京市装配式规程验算预制墙接缝	否

3.11 材料信息

混凝土容重 (kN/m ³)	26.00
砌体容重 (kN/m ³)	22.00
钢材容重 (kN/m ³)	78.00

轻骨料混凝土容重 (kN/m ³)	18.50
轻骨料混凝土密度等级	1800
梁箍筋间距 (mm)	100
柱箍筋间距 (mm)	100
墙水平分布筋最大间距 (mm)	200
墙竖向分布筋最小配筋率 (%)	0.25
墙水平分布筋最小配筋率 (%)	0.25
结构底部单独指定墙竖向分布筋配筋率的层号	无
结构底部单独指定层的墙竖向分布配筋率	0.60

3.12 钢筋强度

HRB400 钢筋强度设计值 (N/mm ²)	360
-------------------------------------	-----

3.13 地下室信息

土的水平抗力系数的比例系数 (MN/m ⁴)	10.00
扣除地面以下几层回填土约束	0
外墙分布筋保护层厚度 (mm)	35
回填土容重 (kN/m ³)	18.00
回填土侧压力系数	0.50
室外地平标高 (m)	-0.35
地下水位标高 (m)	-20.00
室外地面附加荷载 (kN/m ²)	10.00
基础水工况组合方式	叠加
地下室侧土约束施加方式	顶板双向弹簧
按反应位移法计算地下结构的地震作用	否

3.14 荷载组合

结构重要性系数	1.00
采用自定义组合	否
使用建模自定义组合模板	否
恒载分项系数	1.30

活载分项系数	1.50
活荷载组合值系数	0.70
活荷载频遇值系数	0.60
活荷载准永久值系数	0.50
考虑结构设计使用年限的活荷载调整系数	1.00
风荷载分项系数	1.50
风荷载组合值系数	0.60
风荷载频遇值系数	0.40
风荷载是否参与地震组合	否
重力荷载分项系数	1.30
水平地震力分项系数	1.40

第 4 章 结构基本信息

4.1 楼层属性

表 4-1 楼层属性

层号	塔号	属性
18	1	标准层 8
17	1	标准层 7
16	1	标准层 6
15	1	标准层 6
14	1	标准层 6
13	1	标准层 6
12	1	标准层 5
11	1	标准层 5
10	1	标准层 5
9	1	标准层 5
8	1	标准层 5
7	1	标准层 5
6	1	标准层 5
5	1	标准层 5 约束边缘构件层

层号	塔号	属性
4	1	标准层 4 底部加强区 约束边缘构件层
3	1	标准层 3 底部加强区 约束边缘构件层
2	1	标准层 2 地下 1 层 约束边缘构件层
1	1	标准层 1 地下 2 层

4.2 塔属性

表 4-2 塔属性

塔号	属性	值
1	结构体系	剪力墙结构
	结构 X 向基本周期(s)	1.58
	结构 Y 向基本周期(s)	1.56
	水平风荷载体型分段数	1
	分段号	1
	最高层号	18
	挡风系数	1.00
	迎风面系数	0.80
	背风面系数	-0.60
	侧风面系数	-0.70
	0.2V0 调整分段数	0
	0.2V0 调整时楼层剪力最小倍数	0.20
	0.2V0 调整时各层框架剪力最大值的倍数	1.50

4.3 构件统计

表 4-3 各层构件数量、构件材料和层高(单位: m)

层号	塔号	梁数	柱数	支撑数	墙数	层高	累计高度
18	1	44	14	0	28	4.700	55.600
17	1	83	0	0	89	2.900	50.900
16	1	70	0	0	89	2.900	48.000
15	1	70	0	0	89	2.900	45.100

层号	塔号	梁数	柱数	支撑数	墙数	层高	累计高度
14	1	70	0	0	89	2.900	42.200
13	1	70	0	0	89	2.900	39.300
12	1	70	0	0	89	2.900	36.400
11	1	70	0	0	89	2.900	33.500
10	1	70	0	0	89	2.900	30.600
9	1	70	0	0	89	2.900	27.700
8	1	70	0	0	89	2.900	24.800
7	1	70	0	0	89	2.900	21.900
6	1	70	0	0	89	2.900	19.000
5	1	70	0	0	89	2.900	16.100
4	1	125	11	0	89	3.600	13.200
3	1	161	11	0	89	3.600	9.600
2	1	111	12	0	99	3.000	6.000
1	1	104	31	0	85	3.000	3.000

表 4-4 保护层(单位: mm)

层号	塔号	梁保护层	柱保护层	墙保护层
18	1	25	20	20
17	1	25	0	20
16	1	25	0	20
15	1	25	0	20
14	1	25	0	20
13	1	25	0	20
12	1	25	0	20
11	1	25	0	20
10	1	25	0	20
9	1	25	0	20
8	1	25	0	20
7	1	25	0	20
6	1	25	0	20
5	1	25	0	20
4	1	25	20	20

层号	塔号	梁保护层	柱保护层	墙保护层
3	1	25	20	20
2	1	25	20	35
	1	0	0	20
1	1	25	20	35
	1	0	0	20

表 4-5 混凝土构件

层号	塔号	梁数 (混凝土/主筋)	柱数 (混凝土/主筋)	支撑数 (混凝土/主筋)	墙数 (混凝土/主筋)
18	1	44 (C30/360)	14 (C30/360)	0 (C0/0)	28 (C30/360)
17	1	83 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
16	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
15	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
14	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
13	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
12	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
11	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
10	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
9	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
8	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
7	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
6	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
5	1	70 (C30/360)	0 (C0/0)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
4	1	125 (C30/360)	11 (C30/360)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
3	1	161 (C30/360)	11 (C30/360)	0 (C0/0)	89 (C30/360)
2	1	111 (C30/360)	12 (C30/360)	0 (C0/0)	99 (C30/360)
1	1	104 (C30/360)	31 (C30/360)	0 (C0/0)	85 (C30/360)

表 4-6 箍筋(墙分布筋)

层号	塔号	梁数 (箍筋)	柱数 (箍筋)	支撑数 (箍筋)	墙数 (水平/竖向)	边缘构件 (箍筋)
18	1	46 (360)	14 (360)	0 (0)	28 (360/360)	(360)
17	1	114 (360)	0 (0)	0 (0)	89 (360/360)	(360)

层号	塔号	梁数 (箍筋)	柱数 (箍筋)	支撑数 (箍筋)	墙数 (水平/竖向)	边缘构件 (箍筋)
16	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
15	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
14	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
13	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
12	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
11	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
10	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
9	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
8	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
7	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
6	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
5	1	92(360)	0(0)	0(0)	89(360/360)	(360)
4	1	146(360)	11(360)	0(0)	89(360/360)	(360)
3	1	179(360)	11(360)	0(0)	89(360/360)	(360)
2	1	132(360)	12(360)	0(0)	99(360/360)	(360)
1	1	114(360)	31(360)	0(0)	85(360/360)	(360)

4.4 楼层质量

表 4-7 各层质心坐标(单位: m)

层号	塔号	质心 X	质心 Y	质心 Z
18	1	27.434	12.662	48.648
17	1	27.373	11.675	44.400
16	1	27.428	11.463	41.500
15	1	27.428	11.463	38.600
14	1	27.428	11.463	35.700
13	1	27.428	11.463	32.800
12	1	27.422	11.462	29.900
11	1	27.422	11.462	27.000
10	1	27.422	11.462	24.100
9	1	27.422	11.462	21.200

层号	塔号	质心 X	质心 Y	质心 Z
8	1	27.422	11.462	18.300
7	1	27.422	11.462	15.400
6	1	27.422	11.462	12.500
5	1	27.422	11.462	9.600
4	1	27.430	14.522	6.700
3	1	27.436	14.037	3.100
2	1	27.721	12.450	-0.500
1	1	24.148	6.869	-3.500

根据《高规》3.5.6条的规定,楼层质量沿高度宜均匀分布,楼层质量不宜大于相邻下部楼层的1.5倍。

结构全部楼层满足规范要求。

表 4-8 各层质量和层质量比

层号	塔号	恒载质量 (t)	活载质量 (t)	活载质量 (不折减)(t)	附加质量 (t)	质量比	比值判断
18	1	314.1	19.2	38.5	0.0	0.39	满足
17	1	782.9	68.2	136.4	0.0	1.27	满足
16	1	616.0	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
15	1	616.0	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
14	1	616.0	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
13	1	616.0	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
12	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
11	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
10	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
9	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
8	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
7	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
6	1	615.6	51.8	103.6	0.0	1.00	满足
5	1	615.6	51.8	103.6	0.0	0.61	满足
4	1	1012.8	77.7	155.4	0.0	0.95	满足
3	1	1001.5	144.2	288.4	0.0	0.96	满足

层号	塔号	恒载质量 (t)	活载质量 (t)	活载质量 (不折减) (t)	附加质量 (t)	质量比	比值判断
2	1	1071.9	115.4	230.8	0.0	0.49	满足
1	1	2223.1	216.0	432.0	0.0	1.00	满足
合计	-	13795.0	1262.0	2524.0	0.0		

恒载总质量(t): 13795.043

活载总质量(t): 1262.023

附加总质量(t): 0.000

结构总质量(t): 15057.067

恒载产生的总质量包括结构自重和外加恒载

活载质量 = 活荷载重力荷载代表值系数*活载等效质量

总质量 = 恒载质量+活载质量+附加质量

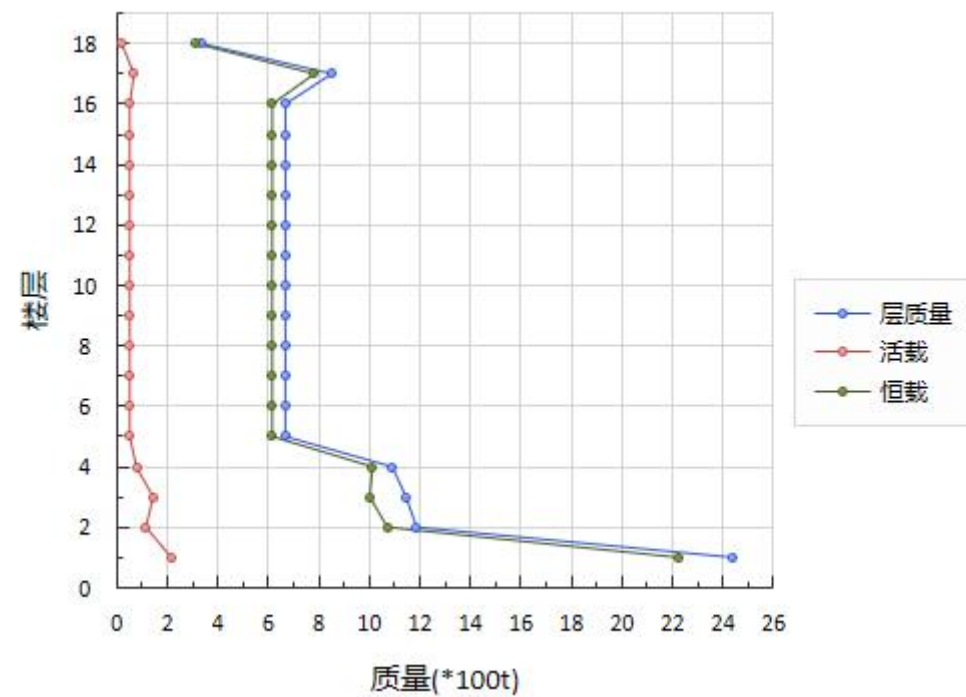


图 4-1 恒载,活载,层质量分布曲线(塔 1)

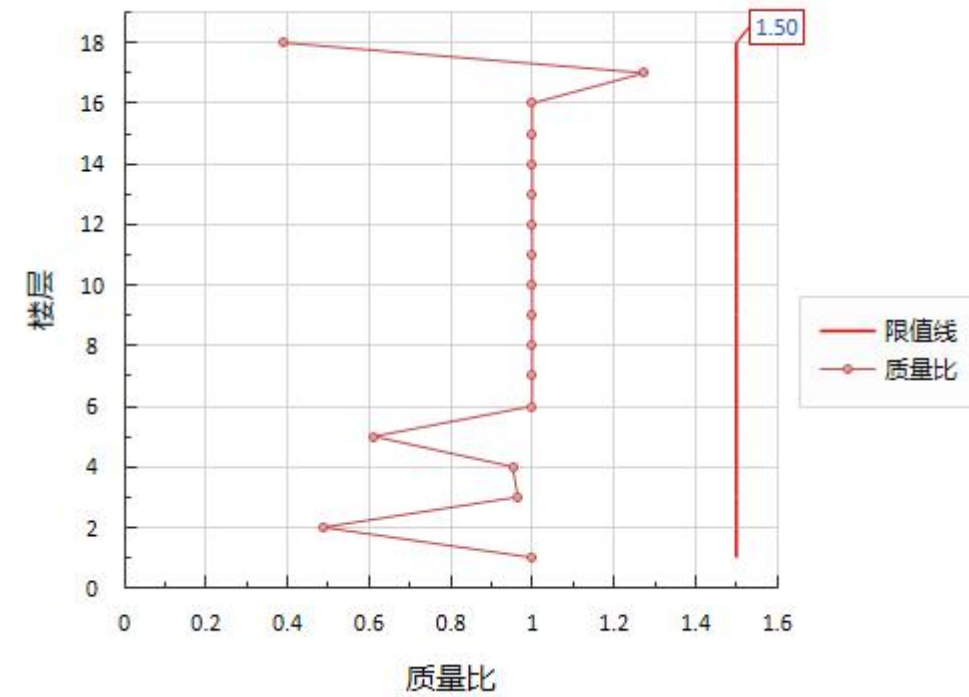


图 4-2 质量比分布曲线(塔 1)

4.5 楼层尺寸、单位质量

表 4-9 各楼层等效尺寸(单位:m,m**2)

层号	塔号	面积	形心 X	形心 Y	等效宽 B	等效高 H	最大宽 BMAX	最小宽 BMIN
18	1	99.60	27.44	12.20	34.51	13.85	34.51	13.85
17	1	446.52	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
16	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
15	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
14	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
13	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
12	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
11	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
10	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
9	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
8	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
7	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52

层号	塔号	面积	形心 X	形心 Y	等效宽 B	等效高 H	最大宽 BMAX	最小宽 BMIN
6	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
5	1	419.79	27.44	11.39	43.25	11.52	43.25	11.52
4	1	673.69	27.44	14.35	42.89	17.34	42.89	17.34
3	1	574.69	27.44	13.82	43.30	17.72	43.30	17.72
2	1	440.79	27.44	14.00	43.37	18.07	43.37	18.07
1	1	757.78	25.59	10.72	44.87	23.52	44.89	23.48

单位面积质量: $g[i]$

单位面积质量比: $\max(g[i]/g[i-1], g[i]/g[i+1])$

表 4-10 各楼层质量、单位面积质量分布(单位:kg/m**2)

层号	塔号	楼层质量	单位面积质量	单位面积质量比
18	1	3.33E+005	3346.72	1.76
17	1	8.51E+005	1905.99	1.20
16	1	6.68E+005	1590.65	1.00
15	1	6.68E+005	1590.65	1.00
14	1	6.68E+005	1590.65	1.00
13	1	6.68E+005	1590.65	1.00
12	1	6.67E+005	1589.78	1.00
11	1	6.67E+005	1589.78	1.00
10	1	6.67E+005	1589.78	1.00
9	1	6.67E+005	1589.78	1.00
8	1	6.67E+005	1589.78	1.00
7	1	6.67E+005	1589.78	1.00
6	1	6.67E+005	1589.78	1.00
5	1	6.67E+005	1589.78	1.00
4	1	1.09E+006	1618.69	1.02
3	1	1.15E+006	1993.61	1.23
2	1	1.19E+006	2693.64	1.35
1	1	2.44E+006	3218.78	1.19

4.6 软件版本

软件版本: 4.3.0

第 5 章 周期、振型

5.1 振型基本计算结果

表 5-1 考虑扭转耦联时的振动周期(秒)、X,Y 方向的平动系数、扭转系数(强制刚性楼板模型)

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
1	1.3912	172.21	0.88(0.87+0.02)	0.12
2	1.3879	82.92	1.00(0.02+0.98)	0.00
3	1.0569	178.24	0.12(0.12+0.00)	0.88
4	0.4080	0.13	0.88(0.88+0.00)	0.12
5	0.3776	89.83	1.00(0.00+1.00)	0.00
6	0.3035	177.81	0.13(0.13+0.00)	0.87
7	0.2067	0.08	0.87(0.87+0.00)	0.13
8	0.1818	89.61	1.00(0.00+1.00)	0.00
9	0.1778	0.76	1.00(0.98+0.02)	0.00
10	0.1775	89.04	1.00(0.98+0.02)	0.00
11	0.1540	178.38	0.20(0.19+0.00)	0.80
12	0.1356	179.36	0.68(0.66+0.03)	0.32
13	0.1202	172.80	0.90(0.04+0.86)	0.10
14	0.1201	27.79	0.97(0.03+0.94)	0.03
15	0.1174	88.52	1.00(0.00+1.00)	0.00
16	0.1121	178.46	0.69(0.67+0.02)	0.31
17	0.0989	89.78	1.00(0.00+1.00)	0.00
18	0.0936	83.93	0.28(0.26+0.02)	0.72
19	0.0905	179.74	0.98(0.49+0.49)	0.02
20	0.0882	88.20	1.00(0.00+0.99)	0.00
21	0.0843	179.46	0.99(0.27+0.72)	0.01
22	0.0823	0.14	0.87(0.53+0.34)	0.13

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
23	0.0783	90.23	1.00(0.01+0.99)	0.00
24	0.0716	3.49	0.60(0.28+0.32)	0.40
25	0.0681	175.82	0.63(0.58+0.05)	0.37
26	0.0635	87.05	0.99(0.01+0.99)	0.01
27	0.0619	179.14	0.99(0.66+0.33)	0.01
28	0.0590	0.66	0.68(0.56+0.12)	0.32
29	0.0540	169.08	0.47(0.40+0.07)	0.53
30	0.0527	87.83	0.97(0.05+0.92)	0.03
31	0.0488	7.50	0.90(0.55+0.35)	0.10
32	0.0484	88.50	0.95(0.04+0.90)	0.05
33	0.0465	179.49	0.94(0.66+0.29)	0.06
34	0.0440	139.59	0.33(0.18+0.15)	0.67
35	0.0435	31.10	0.97(0.93+0.04)	0.03
36	0.0407	0.07	0.89(0.88+0.02)	0.11

地震作用最大的方向 = 2.396°

表 5-2 考虑扭转耦联时的振动周期(秒)、X,Y 方向的平动系数、扭转系数

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
1	1.3937	175.62	0.88(0.88+0.01)	0.12
2	1.3885	85.92	1.00(0.01+0.99)	0.00
3	1.0577	178.24	0.12(0.12+0.00)	0.88
4	0.4131	0.14	0.89(0.89+0.00)	0.11
5	0.3780	89.84	1.00(0.00+1.00)	0.00
6	0.3057	177.50	0.11(0.11+0.00)	0.89
7	0.2185	0.20	0.88(0.88+0.00)	0.12
8	0.1897	89.43	0.64(0.49+0.15)	0.36
9	0.1818	90.49	0.93(0.08+0.85)	0.07
10	0.1791	10.80	0.92(0.91+0.02)	0.08
11	0.1775	93.48	1.00(0.98+0.02)	0.00
12	0.1738	1.72	0.70(0.69+0.02)	0.30
13	0.1570	172.75	0.11(0.10+0.02)	0.89
14	0.1314	179.56	0.86(0.86+0.01)	0.14

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
15	0.1225	84.03	0.95(0.02+0.93)	0.05
16	0.1206	100.36	0.99(0.02+0.97)	0.01
17	0.1193	88.85	0.98(0.02+0.97)	0.02
18	0.1154	127.13	0.28(0.12+0.17)	0.72
19	0.0994	86.54	1.00(0.00+0.99)	0.00
20	0.0975	0.44	0.95(0.93+0.03)	0.05
21	0.0913	101.90	0.53(0.25+0.28)	0.47
22	0.0905	88.17	0.89(0.20+0.68)	0.11
23	0.0898	90.12	0.58(0.35+0.23)	0.42
24	0.0887	6.76	0.72(0.28+0.43)	0.28
25	0.0864	0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
26	0.0862	87.43	0.98(0.94+0.04)	0.02
27	0.0845	175.10	0.94(0.13+0.81)	0.06
28	0.0784	130.42	0.84(0.22+0.62)	0.16
29	0.0782	64.57	0.75(0.33+0.41)	0.25
30	0.0743	1.04	0.86(0.48+0.38)	0.14
31	0.0681	91.49	0.97(0.97+0.00)	0.03
32	0.0679	0.04	0.95(0.84+0.10)	0.05
33	0.0647	94.32	0.91(0.85+0.07)	0.09
34	0.0643	90.61	0.96(0.02+0.95)	0.04
35	0.0614	1.58	0.94(0.57+0.36)	0.06
36	0.0600	61.52	0.20(0.16+0.04)	0.80
37	0.0552	0.05	0.99(0.93+0.06)	0.01
38	0.0529	89.93	0.99(0.03+0.96)	0.01
39	0.0504	89.80	0.99(0.97+0.02)	0.01
40	0.0493	3.12	0.95(0.85+0.10)	0.05
41	0.0490	92.92	0.84(0.09+0.75)	0.16
42	0.0479	19.65	0.94(0.46+0.48)	0.06
43	0.0460	179.27	0.93(0.86+0.07)	0.07
44	0.0457	18.34	0.35(0.12+0.23)	0.65
45	0.0435	87.17	1.00(0.95+0.04)	0.00

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
46	0.0410	99.48	0.81(0.11+0.70)	0.19

表 5-3 质量系数

振型号	X 向平动质量系数%(sum)	Y 向平动质量系数%(sum)	Z 向扭转质量系数%(sum)
1	48.80%(48.80%)	0.28%(0.28%)	5.29%(5.29%)
2	0.28%(49.08%)	53.54%(53.82%)	0.01%(5.30%)
3	6.54%(55.62%)	0.00%(53.82%)	39.12%(44.42%)
4	9.23%(64.85%)	0.00%(53.82%)	1.12%(45.54%)
5	0.00%(64.85%)	13.15%(66.98%)	0.00%(45.54%)
6	1.48%(66.33%)	0.00%(66.98%)	12.84%(58.38%)
7	3.50%(69.83%)	0.00%(66.98%)	0.30%(58.68%)
8	0.00%(69.83%)	0.73%(67.71%)	0.00%(58.68%)
9	0.00%(69.83%)	5.13%(72.84%)	0.01%(58.68%)
10	0.11%(69.94%)	0.02%(72.86%)	0.00%(58.68%)
11	0.00%(69.94%)	0.01%(72.87%)	0.00%(58.68%)
12	1.07%(71.01%)	0.01%(72.88%)	0.11%(58.79%)
13	0.73%(71.74%)	0.00%(72.88%)	2.26%(61.05%)
14	2.50%(74.24%)	0.00%(72.88%)	0.64%(61.69%)
15	0.05%(74.29%)	1.39%(74.27%)	0.33%(62.02%)
16	0.00%(74.29%)	0.10%(74.37%)	0.02%(62.04%)
17	0.01%(74.30%)	1.42%(75.79%)	0.09%(62.12%)
18	0.37%(74.66%)	0.24%(76.02%)	3.45%(65.57%)
19	0.01%(74.67%)	0.38%(76.40%)	0.01%(65.58%)
20	1.94%(76.61%)	0.00%(76.40%)	0.36%(65.93%)
21	0.00%(76.61%)	0.40%(76.80%)	1.38%(67.31%)
22	0.02%(76.63%)	1.31%(78.11%)	0.03%(67.35%)
23	0.00%(76.63%)	0.69%(78.80%)	0.01%(67.36%)
24	0.35%(76.99%)	0.13%(78.94%)	0.46%(67.82%)
25	0.00%(76.99%)	0.00%(78.94%)	0.00%(67.82%)
26	0.00%(76.99%)	0.00%(78.94%)	0.04%(67.86%)
27	0.02%(77.01%)	0.00%(78.94%)	0.05%(67.91%)

振型号	X 向平动质量系数%(sum)	Y 向平动质量系数%(sum)	Z 向扭转质量系数%(sum)
28	0.12%(77.13%)	0.46%(79.40%)	0.53%(68.44%)
29	0.17%(77.30%)	0.34%(79.74%)	0.75%(69.20%)
30	0.75%(78.04%)	0.00%(79.74%)	0.00%(69.20%)
31	0.01%(78.05%)	0.01%(79.75%)	0.00%(69.20%)
32	1.16%(79.21%)	0.00%(79.75%)	0.00%(69.20%)
33	0.04%(79.25%)	0.07%(79.82%)	0.21%(69.42%)
34	0.00%(79.25%)	3.84%(83.66%)	0.16%(69.58%)
35	0.20%(79.45%)	0.00%(83.67%)	0.11%(69.69%)
36	0.06%(79.51%)	0.01%(83.67%)	4.46%(74.15%)
37	3.38%(82.88%)	0.00%(83.67%)	0.15%(74.30%)
38	0.00%(82.88%)	1.38%(85.05%)	0.03%(74.33%)
39	0.00%(82.88%)	0.09%(85.14%)	0.02%(74.36%)
40	0.54%(83.42%)	0.03%(85.17%)	0.02%(74.38%)
41	0.41%(83.83%)	4.08%(89.25%)	1.60%(75.98%)
42	0.80%(84.63%)	0.79%(90.04%)	0.61%(76.59%)
43	4.12%(88.75%)	0.01%(90.05%)	0.19%(76.78%)
44	0.66%(89.41%)	0.08%(90.13%)	4.34%(81.11%)
45	0.00%(89.41%)	0.05%(90.18%)	0.00%(81.12%)
46	0.64%(90.05%)	2.73%(92.91%)	0.31%(81.42%)

(Z 向扭转质量系数只在强制刚性板下有意义, 对于非强制刚性板下的计算结果仅供参考)

根据《高规》5.1.21 条, 各振型的参与质量之和不应小于总质量的 90%。

X 向平动振型参与质量系数总计: 90.05%

Y 向平动振型参与质量系数总计: 92.91%

第 1 扭转周期(1.0569)/第 1 平动周期(1.3912) = 0.76

地震作用最大的方向 = 2.160°

5.2 振型阻尼比

表 5-4 振型阻尼比

振型号	阻尼比
1-46	0.05

5.3 X、Y 向地震单振型楼层反应力

5.3.1 仅考虑 X 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)

$F-x-x$: X 方向的耦联地震力在 X 方向的分量

$F-x-y$: X 方向的耦联地震力在 Y 方向的分量

$F-x-t$: X 方向的耦联地震力的扭矩

表 5-5 振型 1 的地震力

层号	塔号	$F-x-x$ (kN)	$F-x-y$ (kN)	$F-x-t$ (kN-m)
18	1	178.92	-14.98	66.08
17	1	442.19	-35.92	2088.68
16	1	334.63	-26.10	1555.90
15	1	318.01	-24.41	1476.18
14	1	299.22	-22.64	1388.33
13	1	278.35	-20.78	1291.59
12	1	255.44	-18.86	1184.94
11	1	230.98	-16.84	1071.46
10	1	205.09	-14.76	951.03
9	1	178.09	-12.66	825.22
8	1	150.35	-10.57	695.93
7	1	122.34	-8.51	565.49
6	1	94.60	-6.54	436.73
5	1	67.80	-4.70	313.04
4	1	64.39	-4.97	378.83
3	1	27.16	-2.38	143.07
2	1	3.01	-0.60	21.68
1	1	2.49	-0.53	13.34

表 5-6 振型 2 的地震力

层号	塔号	$F-x-x$ (kN)	$F-x-y$ (kN)	$F-x-t$ (kN-m)

层号	塔号	$F-x-x$ (kN)	$F-x-y$ (kN)	$F-x-t$ (kN-m)
18	1	1.06	16.01	0.23
17	1	2.57	37.66	7.05
16	1	1.94	27.84	5.24
15	1	1.84	26.03	4.96
14	1	1.73	24.12	4.64
13	1	1.61	22.11	4.28
12	1	1.48	20.00	3.89
11	1	1.34	17.82	3.46
10	1	1.19	15.59	3.00
9	1	1.03	13.34	2.52
8	1	0.87	11.09	2.03
7	1	0.71	8.89	1.53
6	1	0.55	6.79	1.05
5	1	0.39	4.83	0.60
4	1	0.40	5.03	0.38
3	1	0.18	2.28	-0.34
2	1	0.02	0.50	-0.63
1	1	0.01	0.29	-0.27

表 5-7 振型 3 的地震力

层号	塔号	$F-x-x$ (kN)	$F-x-y$ (kN)	$F-x-t$ (kN-m)
18	1	40.83	-1.28	-88.10
17	1	78.19	-2.12	-2753.10
16	1	56.10	-2.14	-2034.45
15	1	52.77	-1.96	-1913.80
14	1	49.17	-1.77	-1784.61
13	1	45.33	-1.57	-1646.48
12	1	41.24	-1.30	-1498.51
11	1	37.01	-1.09	-1344.84
10	1	32.65	-0.88	-1185.39

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
9	1	28.21	-0.67	-1022.10
8	1	23.74	-0.46	-857.28
7	1	19.32	-0.27	-693.65
6	1	15.00	-0.09	-534.39
5	1	10.88	0.06	-383.26
4	1	18.61	0.26	-466.53
3	1	8.21	0.40	-187.11
2	1	1.07	0.31	-36.45
1	1	0.17	0.53	-24.47

表 5-8 振型 4 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-168.75	-0.32	-96.72
17	1	-301.54	-0.40	-1434.05
16	1	-178.04	-0.46	-816.69
15	1	-108.01	-0.25	-497.73
14	1	-33.21	-0.03	-172.27
13	1	41.45	0.19	146.61
12	1	110.65	0.37	440.94
11	1	169.58	0.53	692.80
10	1	214.08	0.64	885.29
9	1	241.11	0.69	1005.56
8	1	248.99	0.69	1046.29
7	1	237.56	0.63	1006.68
6	1	208.35	0.51	892.85
5	1	164.68	0.36	717.47
4	1	168.93	0.35	950.32
3	1	77.47	0.01	378.75
2	1	9.74	-0.10	49.99
1	1	8.58	-0.58	35.59

表 5-9 振型 5 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.00	-0.81	0.01
17	1	-0.00	-1.33	0.25
16	1	-0.00	-0.71	0.15
15	1	-0.00	-0.37	0.10
14	1	-0.00	-0.03	0.05
13	1	0.00	0.29	-0.00
12	1	0.00	0.57	-0.05
11	1	0.00	0.80	-0.10
10	1	0.00	0.97	-0.14
9	1	0.00	1.07	-0.17
8	1	0.00	1.08	-0.19
7	1	0.00	1.03	-0.20
6	1	0.00	0.90	-0.19
5	1	0.00	0.72	-0.18
4	1	0.01	0.84	-0.30
3	1	0.01	0.42	-0.21
2	1	0.00	0.10	-0.15
1	1	-0.00	0.07	-0.08

表 5-10 振型 6 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-31.54	1.29	58.21
17	1	-37.34	1.94	1567.40
16	1	-19.74	1.17	864.36
15	1	-10.55	0.46	489.02
14	1	-1.00	-0.21	111.16
13	1	8.25	-0.81	-253.21
12	1	16.51	-1.28	-584.06
11	1	23.28	-1.63	-862.95

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
10	1	28.14	-1.80	-1072.77
9	1	30.84	-1.81	-1200.94
8	1	31.30	-1.65	-1240.51
7	1	29.55	-1.34	-1190.98
6	1	25.81	-0.93	-1058.80
5	1	20.51	-0.47	-857.43
4	1	40.96	-0.06	-1156.07
3	1	20.27	0.68	-512.67
2	1	2.82	0.76	-110.15
1	1	0.40	1.76	-84.16

表 5-11 振型 7 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	151.08	0.56	320.33
17	1	97.85	0.17	468.05
16	1	11.00	0.05	92.95
15	1	-53.80	-0.17	-148.82
14	1	-105.10	-0.35	-326.27
13	1	-132.72	-0.45	-419.96
12	1	-131.21	-0.43	-419.10
11	1	-101.33	-0.32	-329.01
10	1	-49.54	-0.14	-169.58
9	1	13.14	0.08	26.16
8	1	73.44	0.30	218.93
7	1	118.64	0.46	370.95
6	1	139.39	0.53	453.37
5	1	132.08	0.49	451.41
4	1	154.42	0.60	696.24
3	1	80.81	0.23	306.90
2	1	12.20	0.01	42.16

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
1	1	11.03	-0.44	31.37

表 5-12 振型 8 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.03	0.87	-0.21
17	1	0.05	0.33	-0.21
16	1	0.03	-0.09	-0.12
15	1	0.01	-0.36	-0.10
14	1	-0.00	-0.54	-0.08
13	1	-0.02	-0.60	-0.05
12	1	-0.03	-0.55	-0.00
11	1	-0.03	-0.39	0.05
10	1	-0.02	-0.16	0.10
9	1	-0.01	0.10	0.15
8	1	0.00	0.35	0.17
7	1	0.01	0.54	0.18
6	1	0.02	0.64	0.15
5	1	0.02	0.63	0.11
4	1	0.03	0.85	0.07
3	1	0.02	0.50	-0.09
2	1	0.00	0.14	-0.18
1	1	0.00	0.10	-0.11

表 5-13 振型 9 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.20	-3.15	-1.16
17	1	0.20	-2.43	1.18
16	1	0.14	-0.19	0.17
15	1	0.08	1.34	-0.63
14	1	0.01	2.44	-1.31

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
13	1	-0.05	2.99	-1.73
12	1	-0.10	2.91	-1.83
11	1	-0.11	2.25	-1.60
10	1	-0.10	1.14	-1.06
9	1	-0.05	-0.20	-0.32
8	1	0.01	-1.53	0.50
7	1	0.06	-2.59	1.24
6	1	0.10	-3.19	1.78
5	1	0.11	-3.23	2.02
4	1	0.08	-4.43	3.62
3	1	0.03	-2.63	2.43
2	1	-0.00	-0.76	1.37
1	1	0.02	-0.55	0.93

表 5-14 振型 10 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-4.34	1.33	-61.32
17	1	7.23	1.43	23.01
16	1	4.51	0.23	14.81
15	1	2.37	-0.58	9.41
14	1	-0.22	-1.19	2.02
13	1	-2.73	-1.52	-5.11
12	1	-4.50	-1.52	-10.08
11	1	-5.06	-1.21	-11.67
10	1	-4.26	-0.66	-9.54
9	1	-2.31	0.04	-4.32
8	1	0.25	0.73	2.58
7	1	2.69	1.30	9.31
6	1	4.34	1.63	14.10
5	1	4.77	1.67	15.68

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
4	1	6.10	2.30	25.80
3	1	3.44	1.37	11.65
2	1	0.57	0.40	1.18
1	1	0.51	0.27	1.00

表 5-15 振型 11 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.00	0.00	-0.00
17	1	0.00	-0.01	0.00
16	1	0.00	-0.00	-0.00
15	1	0.00	0.00	-0.00
14	1	-0.00	0.00	-0.01
13	1	-0.00	0.01	-0.01
12	1	-0.00	0.01	-0.01
11	1	-0.00	0.01	-0.00
10	1	-0.00	0.00	-0.00
9	1	-0.00	-0.00	-0.00
8	1	0.00	-0.00	0.00
7	1	0.00	-0.01	0.01
6	1	0.00	-0.01	0.01
5	1	0.00	-0.01	0.01
4	1	0.00	-0.01	0.01
3	1	0.00	-0.01	0.01
2	1	0.00	-0.00	0.00
1	1	0.00	-0.00	0.00

表 5-16 振型 12 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-68.52	1.60	-363.85
17	1	67.59	3.47	205.00

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
16	1	50.39	0.94	117.33
15	1	33.58	-0.77	54.39
14	1	8.60	-2.13	-22.95
13	1	-18.42	-2.96	-94.00
12	1	-39.86	-3.13	-139.61
11	1	-49.62	-2.62	-147.02
10	1	-44.92	-1.55	-112.64
9	1	-27.25	-0.14	-43.81
8	1	-1.89	1.33	42.86
7	1	23.59	2.56	125.80
6	1	41.71	3.30	184.06
5	1	47.42	3.40	202.54
4	1	60.61	4.70	333.74
3	1	34.53	2.72	158.39
2	1	5.69	0.72	25.47
1	1	5.40	0.22	20.37

表 5-17 振型 13 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	14.75	-1.45	-30.61
17	1	11.15	-3.63	-627.40
16	1	3.45	-0.87	-56.14
15	1	-2.46	1.02	329.82
14	1	-8.82	2.42	612.58
13	1	-14.16	3.16	757.07
12	1	-16.98	3.09	746.01
11	1	-16.30	2.32	589.08
10	1	-11.89	1.00	318.44
9	1	-4.47	-0.56	-13.45
8	1	4.34	-2.02	-343.88

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
7	1	12.46	-3.06	-611.22
6	1	17.84	-3.44	-766.20
5	1	19.20	-3.11	-781.08
4	1	46.11	-3.58	-1247.40
3	1	28.10	-1.00	-652.70
2	1	4.93	0.67	-173.08
1	1	0.98	2.68	-142.80

表 5-18 振型 14 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-30.67	3.33	304.78
17	1	-122.65	-3.05	-81.28
16	1	-12.45	-2.20	57.00
15	1	72.31	-1.51	131.61
14	1	121.06	-0.48	132.84
13	1	114.64	0.62	53.70
12	1	56.67	1.47	-77.78
11	1	-26.82	1.88	-206.75
10	1	-99.08	1.77	-272.17
9	1	-128.52	1.23	-232.66
8	1	-102.68	0.42	-86.26
7	1	-33.62	-0.45	125.33
6	1	47.68	-1.19	330.38
5	1	105.48	-1.64	453.40
4	1	177.61	-2.75	842.56
3	1	118.85	-2.11	443.97
2	1	22.03	-0.85	78.15
1	1	21.42	-1.65	66.56

表 5-19 振型 15 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.51	-12.37	-4.16
17	1	-0.32	5.84	-54.67
16	1	0.05	7.77	-40.95
15	1	0.49	8.26	-30.95
14	1	0.84	5.85	-11.69
13	1	0.87	1.45	11.02
12	1	0.48	-3.49	30.67
11	1	-0.24	-7.43	42.07
10	1	-0.99	-9.15	42.40
9	1	-1.42	-8.10	31.87
8	1	-1.31	-4.60	13.49
7	1	-0.65	0.29	-7.81
6	1	0.28	5.09	-26.48
5	1	1.10	8.35	-37.75
4	1	3.51	14.81	-73.76
3	1	2.61	10.76	-47.25
2	1	0.56	3.79	-18.49
1	1	0.12	3.13	-15.38

表 5-20 振型 16 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.18	0.52	-1.66
17	1	0.18	-0.18	-2.38
16	1	0.08	-0.51	-2.82
15	1	0.06	-0.62	-2.53
14	1	0.03	-0.47	-0.58
13	1	0.01	-0.13	1.98
12	1	-0.02	0.27	4.23
11	1	-0.06	0.60	5.46
10	1	-0.08	0.75	5.30

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
9	1	-0.09	0.67	3.78
8	1	-0.08	0.38	1.31
7	1	-0.03	-0.02	-1.45
6	1	0.03	-0.41	-3.76
5	1	0.08	-0.68	-5.00
4	1	0.31	-1.20	-9.21
3	1	0.22	-0.86	-5.19
2	1	0.04	-0.29	-1.22
1	1	0.01	-0.20	-1.10

表 5-21 振型 17 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.06	-5.97	-0.07
17	1	-0.17	2.18	-9.18
16	1	-0.06	3.01	-7.34
15	1	0.02	3.33	-6.14
14	1	0.10	2.57	-3.65
13	1	0.15	0.97	-0.36
12	1	0.12	-0.93	2.86
11	1	0.02	-2.55	5.18
10	1	-0.10	-3.37	6.03
9	1	-0.19	-3.13	5.23
8	1	-0.20	-1.91	3.06
7	1	-0.13	-0.09	0.13
6	1	0.00	1.76	-2.75
5	1	0.13	3.06	-4.80
4	1	0.49	5.54	-10.43
3	1	0.39	4.07	-7.61
2	1	0.09	1.43	-3.90
1	1	0.00	1.15	-3.21

表 5-22 振型 18 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.93	15.94	-53.00
17	1	-4.03	-3.53	-418.39
16	1	-1.87	-9.03	-381.85
15	1	0.67	-11.35	-334.81
14	1	4.07	-9.35	-186.35
13	1	6.18	-4.01	16.65
12	1	5.14	2.76	212.48
11	1	0.74	8.69	344.97
10	1	-5.29	11.83	377.75
9	1	-9.99	11.13	303.93
8	1	-10.73	6.81	147.01
7	1	-6.68	0.29	-46.82
6	1	0.63	-6.33	-222.11
5	1	7.88	-10.87	-329.63
4	1	28.85	-19.38	-645.39
3	1	21.81	-13.52	-391.73
2	1	4.31	-4.07	-117.34
1	1	1.47	-1.51	-102.74

表 5-23 振型 19 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.23	-0.54	-0.97
17	1	0.12	-2.06	4.35
16	1	-0.18	-0.15	-0.12
15	1	-0.33	1.17	-2.61
14	1	-0.25	1.93	-3.67
13	1	0.01	1.87	-3.22
12	1	0.28	1.05	-1.56
11	1	0.37	-0.19	0.59

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
10	1	0.22	-1.37	2.44
9	1	-0.08	-2.03	3.41
8	1	-0.34	-1.90	3.26
7	1	-0.40	-1.03	2.15
6	1	-0.21	0.23	0.49
5	1	0.10	1.39	-1.16
4	1	0.61	3.24	-4.36
3	1	0.59	2.77	-4.27
2	1	0.14	1.09	-2.87
1	1	0.07	0.92	-2.52

表 5-24 振型 20 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	59.67	1.01	-141.52
17	1	46.79	-1.46	273.99
16	1	-46.82	-0.53	127.67
15	1	-95.13	-0.01	49.62
14	1	-77.60	0.50	-5.03
13	1	-6.85	0.84	-29.68
12	1	69.45	0.85	-41.47
11	1	100.13	0.44	-61.71
10	1	64.50	-0.26	-92.05
9	1	-13.80	-0.93	-108.04
8	1	-82.73	-1.21	-76.07
7	1	-96.73	-0.93	17.50
6	1	-47.22	-0.18	146.72
5	1	31.79	0.67	252.47
4	1	133.21	1.97	522.76
3	1	124.60	1.73	317.64
2	1	27.45	0.68	57.03

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
1	1	27.28	-0.34	56.04

表 5-25 振型 21 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.26	0.28	3.00
17	1	0.07	-0.50	7.29
16	1	0.13	-0.21	0.18
15	1	0.21	0.01	-4.91
14	1	0.17	0.21	-7.89
13	1	0.02	0.31	-7.65
12	1	-0.12	0.27	-4.25
11	1	-0.18	0.12	1.02
10	1	-0.12	-0.09	6.11
9	1	-0.01	-0.26	9.02
8	1	0.07	-0.32	8.56
7	1	0.05	-0.24	4.88
6	1	-0.03	-0.06	-0.58
5	1	-0.10	0.14	-5.64
4	1	0.08	0.46	-15.66
3	1	0.10	0.47	-11.65
2	1	0.02	0.22	-4.26
1	1	-0.08	0.25	-3.93

表 5-26 振型 22 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.18	4.82	-16.42
17	1	0.53	-9.20	6.54
16	1	0.06	-3.81	7.12
15	1	-0.92	0.42	10.08
14	1	-1.26	4.13	10.58

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
13	1	-0.67	5.89	7.37
12	1	0.45	5.01	1.06
11	1	1.29	1.91	-6.37
10	1	1.27	-2.04	-12.30
9	1	0.41	-5.12	-14.32
8	1	-0.65	-5.98	-11.26
7	1	-1.15	-4.26	-3.87
6	1	-0.76	-0.70	5.19
5	1	0.18	3.12	12.30
4	1	1.13	8.96	27.20
3	1	1.46	8.39	15.42
2	1	0.38	3.48	0.46
1	1	0.37	2.87	0.45

表 5-27 振型 23 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.00	-0.24	-0.12
17	1	0.02	0.50	-0.75
16	1	-0.00	0.24	-0.28
15	1	-0.02	-0.01	0.11
14	1	-0.01	-0.25	0.44
13	1	-0.00	-0.38	0.59
12	1	0.01	-0.33	0.49
11	1	0.01	-0.14	0.19
10	1	0.01	0.12	-0.19
9	1	-0.00	0.33	-0.51
8	1	-0.01	0.39	-0.63
7	1	-0.01	0.29	-0.51
6	1	0.00	0.06	-0.18
5	1	0.01	-0.19	0.21

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
4	1	0.01	-0.57	0.94
3	1	-0.00	-0.55	0.97
2	1	-0.00	-0.23	0.62
1	1	0.01	-0.20	0.58

表 5-28 振型 24 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-16.09	-7.18	35.72
17	1	17.13	13.53	377.05
16	1	10.51	5.82	95.19
15	1	0.07	-0.53	-108.49
14	1	-9.19	-6.20	-253.17
13	1	-10.42	-8.89	-284.35
12	1	-2.73	-7.48	-191.49
11	1	7.62	-2.69	-16.45
10	1	12.08	3.32	166.62
9	1	6.54	7.85	282.51
8	1	-5.26	8.90	286.61
7	1	-14.46	6.00	181.61
6	1	-13.77	0.49	13.78
5	1	-3.32	-5.17	-147.44
4	1	21.37	-13.67	-448.67
3	1	28.93	-11.82	-339.11
2	1	6.02	-4.14	-121.83
1	1	2.96	-1.56	-112.15

表 5-29 振型 25 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.00	-0.00	0.00
17	1	0.00	0.00	0.01

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
16	1	-0.00	0.00	0.00
15	1	-0.00	-0.00	-0.00
14	1	-0.00	-0.00	-0.01
13	1	-0.00	-0.00	-0.01
12	1	0.00	-0.00	-0.00
11	1	0.00	0.00	0.00
10	1	0.00	0.00	0.00
9	1	-0.00	0.00	0.01
8	1	-0.00	0.00	0.01
7	1	-0.00	0.00	0.00
6	1	-0.00	-0.00	0.00
5	1	0.00	-0.00	-0.00
4	1	0.00	-0.00	-0.01
3	1	-0.00	0.00	-0.01
2	1	0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	-0.00

表 5-30 振型 26 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.05	-0.05	0.04
17	1	0.33	0.09	6.03
16	1	-0.12	0.04	1.37
15	1	-0.37	-0.00	-1.83
14	1	-0.31	-0.04	-3.88
13	1	0.02	-0.06	-4.09
12	1	0.35	-0.05	-2.50
11	1	0.41	-0.01	0.09
10	1	0.15	0.02	2.57
9	1	-0.24	0.05	4.01
8	1	-0.46	0.06	3.94

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
7	1	-0.34	0.04	2.47
6	1	0.04	-0.00	0.19
5	1	0.38	-0.04	-2.06
4	1	0.79	-0.09	-6.45
3	1	-0.57	-0.07	-5.19
2	1	0.02	-0.02	-1.91
1	1	-0.02	0.02	-1.81

表 5-31 振型 27 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.66	-0.38	-14.14
17	1	-0.12	0.56	42.46
16	1	0.66	0.33	14.83
15	1	0.08	0.07	-2.51
14	1	-0.49	-0.21	-15.98
13	1	-0.54	-0.39	-21.69
12	1	-0.00	-0.38	-18.04
11	1	0.67	-0.19	-7.19
10	1	0.89	0.09	5.95
9	1	0.41	0.33	15.76
8	1	-0.43	0.41	18.35
7	1	-0.98	0.30	13.07
6	1	-0.78	0.05	2.56
5	1	0.02	-0.22	-8.50
4	1	1.72	-0.62	-28.97
3	1	1.28	-0.54	-23.39
2	1	0.40	-0.17	-8.88
1	1	0.18	-0.00	-8.35

表 5-32 振型 28 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-11.96	-9.88	44.42
17	1	10.44	6.13	-146.79
16	1	8.66	7.23	-68.28
15	1	3.40	5.63	-10.59
14	1	-4.33	0.98	47.69
13	1	-8.31	-4.22	86.47
12	1	-5.27	-7.26	90.64
11	1	2.01	-6.55	58.14
10	1	7.14	-2.47	1.86
9	1	5.77	2.88	-53.80
8	1	-0.66	6.75	-82.82
7	1	-6.28	7.16	-70.23
6	1	-6.10	3.93	-20.94
5	1	-0.47	-1.26	40.99
4	1	6.10	-9.21	159.22
3	1	6.41	-11.33	143.24
2	1	1.83	-5.75	60.98
1	1	3.40	-6.03	60.55

表 5-33 振型 29 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-17.87	11.21	65.01
17	1	15.36	-7.77	-230.19
16	1	13.06	-8.51	-100.77
15	1	5.33	-6.13	-6.82
14	1	-6.36	-0.39	83.09
13	1	-12.57	5.60	137.81
12	1	-8.15	8.72	136.40
11	1	2.84	7.36	79.49
10	1	10.78	2.18	-9.71

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
9	1	8.92	-4.14	-92.24
8	1	-0.72	-8.36	-129.49
7	1	-9.33	-8.27	-101.90
6	1	-9.27	-3.94	-20.93
5	1	-0.93	2.36	73.92
4	1	8.64	11.85	254.14
3	1	9.63	12.98	208.83
2	1	2.93	5.67	69.89
1	1	4.68	3.73	68.18

表 5-34 振型 30 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-15.45	-0.97	-29.89
17	1	-14.81	1.31	176.18
16	1	25.20	0.85	221.90
15	1	31.83	0.15	181.39
14	1	5.34	-0.68	34.40
13	1	-27.09	-1.13	-136.21
12	1	-33.33	-0.90	-234.51
11	1	-6.91	-0.11	-209.50
10	1	26.86	0.75	-81.31
9	1	35.19	1.16	76.45
8	1	9.49	0.87	183.90
7	1	-26.08	0.09	197.43
6	1	-37.69	-0.69	124.13
5	1	-14.31	-1.03	8.31
4	1	36.21	-1.24	-174.02
3	1	50.88	0.17	-193.35
2	1	15.28	1.02	-100.05
1	1	12.97	2.56	-93.06

表 5-35 振型 31 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.18	-0.09	0.23
17	1	-0.34	0.36	-2.20
16	1	-0.01	-0.04	-0.32
15	1	0.24	-0.20	0.46
14	1	0.21	-0.19	0.50
13	1	-0.06	-0.06	-0.09
12	1	-0.28	0.09	-0.87
11	1	-0.21	0.17	-1.35
10	1	0.07	0.13	-1.29
9	1	0.27	-0.01	-0.78
8	1	0.17	-0.16	-0.14
7	1	-0.12	-0.23	0.36
6	1	-0.29	-0.17	0.56
5	1	-0.16	0.00	0.47
4	1	0.23	0.31	0.27
3	1	0.49	0.48	-0.56
2	1	0.18	0.28	-0.89
1	1	0.16	0.28	-0.92

表 5-36 振型 32 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	20.78	0.57	8.87
17	1	-49.74	-0.77	-185.28
16	1	1.43	-0.41	-174.75
15	1	39.71	0.00	-131.76
14	1	33.04	0.32	-50.86
13	1	-10.92	0.37	21.75
12	1	-45.17	0.23	56.17
11	1	-33.08	0.04	41.94

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
10	1	12.49	-0.09	-17.03
9	1	42.98	-0.17	-99.99
8	1	26.18	-0.22	-166.09
7	1	-19.35	-0.18	-168.00
6	1	-44.39	0.02	-85.14
5	1	-21.98	0.27	48.85
4	1	34.14	0.58	296.17
3	1	69.73	0.02	287.54
2	1	24.99	-0.53	104.79
1	1	29.29	-2.67	120.52

表 5-37 振型 33 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	5.90	0.34	-18.38
17	1	-9.06	-1.96	-9.78
16	1	-3.64	0.02	19.88
15	1	2.54	1.29	42.18
14	1	5.39	1.61	42.75
13	1	2.16	0.82	20.82
12	1	-3.16	-0.52	-8.56
11	1	-4.26	-1.53	-25.38
10	1	0.25	-1.55	-18.77
9	1	5.23	-0.57	6.07
8	1	4.86	0.76	32.58
7	1	-0.63	1.60	44.51
6	1	-5.21	1.41	35.69
5	1	-3.94	0.33	12.36
4	1	1.89	-1.50	-20.53
3	1	3.53	-2.62	-25.12
2	1	0.91	-1.45	-10.03

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
1	1	0.70	-1.19	-9.15

表 5-38 振型 34 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.15	0.71	0.27
17	1	0.14	-2.77	6.19
16	1	0.12	-0.24	-0.57
15	1	0.01	1.53	-4.78
14	1	-0.10	2.17	-5.85
13	1	-0.08	1.34	-3.34
12	1	0.02	-0.39	1.14
11	1	0.08	-1.88	4.81
10	1	0.02	-2.16	5.44
9	1	-0.10	-1.04	2.65
8	1	-0.13	0.76	-1.83
7	1	-0.01	2.06	-5.31
6	1	0.12	2.03	-5.72
5	1	0.14	0.69	-2.87
4	1	0.02	-1.73	2.85
3	1	-0.14	-3.61	8.87
2	1	-0.05	-2.24	8.15
1	1	0.21	-2.28	9.43

表 5-39 振型 35 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	10.29	0.28	-4.58
17	1	-7.42	-1.41	-113.47
16	1	-9.86	-0.05	-5.76
15	1	-1.07	0.92	66.07
14	1	8.40	1.19	89.03

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
13	1	7.32	0.58	50.25
12	1	-2.78	-0.45	-23.33
11	1	-9.30	-1.18	-80.95
10	1	-4.06	-1.08	-83.70
9	1	6.59	-0.23	-31.20
8	1	9.51	0.77	40.29
7	1	0.87	1.22	84.86
6	1	-9.08	0.84	77.33
5	1	-8.40	-0.08	26.46
4	1	3.54	-1.46	-62.53
3	1	14.02	-1.61	-101.18
2	1	5.25	-0.40	-55.65
1	1	4.13	0.67	-55.37

表 5-40 振型 36 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	3.75	-0.77	-12.15
17	1	-5.74	2.92	207.98
16	1	-2.15	0.27	6.46
15	1	1.80	-1.69	-120.84
14	1	3.54	-2.34	-158.12
13	1	1.33	-1.27	-87.87
12	1	-2.12	0.72	42.68
11	1	-2.83	2.22	148.59
10	1	-0.20	2.17	160.89
9	1	2.49	0.59	70.75
8	1	2.21	-1.41	-63.90
7	1	-0.24	-2.43	-155.46
6	1	-1.52	-1.74	-144.24
5	1	-0.12	0.14	-38.62

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
4	1	0.37	3.01	169.97
3	1	-0.89	3.21	271.11
2	1	0.37	0.56	147.38
1	1	4.96	-2.55	160.36

表 5-41 振型 37 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-26.28	0.17	31.99
17	1	92.84	0.57	148.89
16	1	-41.47	-0.44	-6.83
15	1	-87.94	-0.83	-69.14
14	1	-2.59	-0.28	-29.67
13	1	92.63	0.53	50.12
12	1	63.65	0.70	80.14
11	1	-51.56	0.16	41.48
10	1	-95.76	-0.36	-12.35
9	1	-9.74	-0.36	-37.89
8	1	85.88	-0.06	-47.27
7	1	57.89	0.03	-62.85
6	1	-54.90	-0.07	-63.23
5	1	-95.36	0.01	-10.85
4	1	-11.61	0.49	143.73
3	1	174.17	0.41	247.80
2	1	91.76	-0.49	157.02
1	1	112.49	-6.07	275.77

表 5-42 振型 38 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.01	0.77	0.05
17	1	0.04	-0.08	-2.53

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
16	1	0.01	-0.90	0.58
15	1	-0.02	-0.85	2.13
14	1	-0.03	-0.03	1.85
13	1	-0.01	0.84	0.08
12	1	0.01	1.04	-1.81
11	1	0.02	0.39	-2.36
10	1	0.00	-0.57	-1.13
9	1	-0.01	-1.07	0.95
8	1	-0.00	-0.69	2.33
7	1	0.01	0.25	1.96
6	1	0.01	0.99	0.15
5	1	-0.00	0.91	-1.68
4	1	0.05	0.12	-3.84
3	1	-0.06	-1.76	0.51
2	1	-0.02	-1.61	4.56
1	1	0.18	-1.85	6.89

表 5-43 振型 39 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-0.01	-0.04	0.07
17	1	0.06	0.28	-1.17
16	1	0.01	-0.05	0.54
15	1	-0.05	-0.21	1.01
14	1	-0.05	-0.19	0.48
13	1	0.02	-0.02	-0.50
12	1	0.04	0.14	-1.12
11	1	-0.00	0.17	-0.88
10	1	-0.04	0.05	0.07
9	1	-0.01	-0.10	0.98
8	1	0.05	-0.14	1.14

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
7	1	0.04	-0.04	0.40
6	1	-0.01	0.12	-0.62
5	1	-0.04	0.19	-1.08
4	1	0.01	0.11	-1.00
3	1	-0.02	-0.35	1.86
2	1	0.01	-0.41	2.80
1	1	0.14	-0.54	3.94

表 5-44 振型 40 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	5.00	0.40	-19.33
17	1	-25.65	-3.04	118.20
16	1	4.24	1.05	126.25
15	1	19.92	2.91	89.08
14	1	8.38	1.87	-6.62
13	1	-9.20	-0.93	-82.45
12	1	-5.12	-2.91	-74.01
11	1	11.83	-2.31	5.43
10	1	11.13	0.29	79.43
9	1	-10.03	2.59	80.49
8	1	-21.17	2.63	7.70
7	1	-6.08	0.41	-79.77
6	1	11.74	-2.14	-115.71
5	1	6.51	-2.80	-76.92
4	1	-11.29	-1.50	-4.94
3	1	17.27	4.62	19.90
2	1	16.31	4.89	17.95
1	1	21.28	4.54	40.63

表 5-45 振型 41 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-2.75	-7.69	2.95
17	1	2.27	28.51	-137.59
16	1	4.46	-2.10	68.01
15	1	-0.48	-21.34	151.13
14	1	-5.69	-20.16	95.53
13	1	-2.66	-0.35	-43.61
12	1	4.23	20.09	-148.43
11	1	4.44	22.75	-132.17
10	1	-2.19	5.18	-7.49
9	1	-5.18	-17.01	124.07
8	1	0.09	-24.05	154.09
7	1	5.24	-9.75	56.73
6	1	2.35	13.03	-87.16
5	1	-3.62	23.74	-154.69
4	1	-2.81	19.84	-155.10
3	1	2.57	-32.74	226.42
2	1	7.85	-44.28	367.13
1	1	25.94	-61.40	531.31

表 5-46 振型 42 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-11.11	4.63	8.73
17	1	11.17	-20.40	-54.94
16	1	18.29	2.86	91.27
15	1	-4.77	16.53	96.70
14	1	-24.55	14.03	-1.04
13	1	-8.60	-1.70	-103.72
12	1	18.03	-16.05	-123.22
11	1	13.42	-15.87	-46.00
10	1	-13.00	-1.25	67.10

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
9	1	-16.19	14.55	129.32
8	1	10.39	17.09	90.33
7	1	23.92	3.98	-21.98
6	1	2.18	-12.76	-113.97
5	1	-20.23	-17.59	-100.18
4	1	-15.83	-9.21	33.35
3	1	21.82	29.03	309.90
2	1	23.10	30.03	227.25
1	1	38.08	27.71	288.81

表 5-47 振型 43 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	26.44	-0.95	-27.26
17	1	-85.07	6.80	154.29
16	1	49.73	-1.84	-247.05
15	1	70.53	-6.42	-356.81
14	1	-39.01	-4.66	-149.67
13	1	-87.25	1.87	205.09
12	1	11.47	6.97	398.43
11	1	91.10	5.39	234.85
10	1	18.97	-1.64	-154.19
9	1	-77.87	-7.15	-398.26
8	1	-32.45	-5.50	-255.18
7	1	74.79	1.56	131.57
6	1	55.32	6.86	385.10
5	1	-61.18	5.39	282.20
4	1	-118.84	-1.66	-108.47
3	1	133.03	-11.68	-657.39
2	1	135.88	-6.64	-301.34
1	1	170.51	-5.43	-113.14

表 5-48 振型 44 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	4.29	2.40	5.25
17	1	-3.65	-15.18	-477.32
16	1	-4.37	4.14	89.17
15	1	3.32	14.11	394.37
14	1	4.53	9.55	316.38
13	1	-2.95	-4.65	-59.25
12	1	-5.30	-14.49	-384.91
11	1	2.36	-10.40	-363.52
10	1	6.57	3.69	-15.49
9	1	-1.10	14.17	343.58
8	1	-8.44	10.94	391.02
7	1	-2.64	-2.85	86.43
6	1	7.60	-13.90	-294.35
5	1	6.24	-11.57	-405.89
4	1	-1.21	2.98	-260.50
3	1	-13.50	25.46	679.88
2	1	12.18	13.12	775.99
1	1	50.01	-9.13	1044.13

表 5-49 振型 45 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	0.01	0.16	0.01
17	1	-0.00	-0.14	-1.28
16	1	-0.02	-0.16	0.38
15	1	0.01	-0.02	1.16
14	1	0.01	0.14	0.75
13	1	-0.01	0.17	-0.42
12	1	-0.02	0.02	-1.19
11	1	0.01	-0.15	-0.82

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
10	1	0.02	-0.16	0.33
9	1	-0.00	-0.01	1.16
8	1	-0.02	0.15	0.88
7	1	-0.00	0.16	-0.24
6	1	0.02	0.01	-1.13
5	1	0.01	-0.15	-0.95
4	1	-0.03	-0.23	0.24
3	1	-0.01	0.18	2.01
2	1	0.05	0.34	0.90
1	1	0.09	0.41	0.67

表 5-50 振型 46 的地震力

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
18	1	-2.19	-3.51	0.50
17	1	9.03	-17.70	227.32
16	1	-7.88	17.42	-112.35
15	1	-6.41	25.22	-236.66
14	1	8.88	3.32	-100.00
13	1	7.05	-23.07	143.25
12	1	-9.19	-24.53	239.27
11	1	-8.34	0.77	91.25
10	1	8.33	25.17	-148.93
9	1	8.91	21.86	-236.99
8	1	-7.25	-5.53	-81.71
7	1	-8.61	-26.94	160.56
6	1	6.89	-19.07	241.22
5	1	8.44	8.84	77.02
4	1	-6.66	39.81	-289.07
3	1	-9.95	-2.41	-274.82
2	1	16.68	-46.45	227.35

层号	塔号	F-x-x (kN)	F-x-y (kN)	F-x-t (kN-m)
1	1	42.48	-77.10	543.21

5.3.2 仅考虑 Y 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)

F-y-x : Y 方向的耦联地震力在 X 方向的分量

F-y-y : Y 方向的耦联地震力在 Y 方向的分量

F-y-t : Y 方向的耦联地震力的扭矩

表 5-51 振型 1 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-13.57	1.14	-5.01
17	1	-33.54	2.72	-158.42
16	1	-25.38	1.98	-118.01
15	1	-24.12	1.85	-111.96
14	1	-22.70	1.72	-105.30
13	1	-21.11	1.58	-97.96
12	1	-19.37	1.43	-89.87
11	1	-17.52	1.28	-81.27
10	1	-15.56	1.12	-72.13
9	1	-13.51	0.96	-62.59
8	1	-11.40	0.80	-52.78
7	1	-9.28	0.65	-42.89
6	1	-7.17	0.50	-33.12
5	1	-5.14	0.36	-23.74
4	1	-4.88	0.38	-28.73
3	1	-2.06	0.18	-10.85
2	1	-0.23	0.05	-1.64
1	1	-0.19	0.04	-1.01

表 5-52 振型 2 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	14.54	220.39	3.11
17	1	35.35	518.25	97.01
16	1	26.68	383.18	72.10
15	1	25.34	358.20	68.20
14	1	23.84	331.91	63.84
13	1	22.16	304.24	58.95
12	1	20.33	275.18	53.48
11	1	18.38	245.25	47.59
10	1	16.31	214.59	41.29
9	1	14.16	183.57	34.68
8	1	11.96	152.66	27.90
7	1	9.73	122.39	21.10
6	1	7.53	93.40	14.47
5	1	5.41	66.42	8.25
4	1	5.54	69.25	5.24
3	1	2.47	31.42	-4.70
2	1	0.34	6.87	-8.65
1	1	0.14	3.97	-3.74

表 5-53 振型 3 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.03	0.03	2.21
17	1	-1.96	0.05	69.16
16	1	-1.41	0.05	51.11
15	1	-1.33	0.05	48.08
14	1	-1.24	0.04	44.83
13	1	-1.14	0.04	41.36
12	1	-1.04	0.03	37.65
11	1	-0.93	0.03	33.79
10	1	-0.82	0.02	29.78

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
9	1	-0.71	0.02	25.68
8	1	-0.60	0.01	21.54
7	1	-0.49	0.01	17.43
6	1	-0.38	0.00	13.43
5	1	-0.27	-0.00	9.63
4	1	-0.47	-0.01	11.72
3	1	-0.21	-0.01	4.70
2	1	-0.03	-0.01	0.92
1	1	-0.00	-0.01	0.61

表 5-54 振型 4 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.43	-0.00	-0.25
17	1	-0.77	-0.00	-3.66
16	1	-0.45	-0.00	-2.08
15	1	-0.28	-0.00	-1.27
14	1	-0.08	-0.00	-0.44
13	1	0.11	0.00	0.37
12	1	0.28	0.00	1.12
11	1	0.43	0.00	1.77
10	1	0.55	0.00	2.26
9	1	0.62	0.00	2.57
8	1	0.64	0.00	2.67
7	1	0.61	0.00	2.57
6	1	0.53	0.00	2.28
5	1	0.42	0.00	1.83
4	1	0.43	0.00	2.42
3	1	0.20	0.00	0.97
2	1	0.02	-0.00	0.13
1	1	0.02	-0.00	0.09

表 5-55 振型 5 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.13	-229.75	2.48
17	1	-0.71	-375.96	71.13
16	1	-0.40	-200.55	42.92
15	1	-0.28	-103.53	28.79
14	1	-0.13	-8.14	14.05
13	1	0.04	81.75	-0.65
12	1	0.21	161.52	-14.72
11	1	0.37	226.94	-27.52
10	1	0.49	274.29	-38.45
9	1	0.59	301.02	-46.98
8	1	0.65	306.01	-52.67
7	1	0.67	289.77	-55.25
6	1	0.65	254.54	-54.61
5	1	0.59	204.25	-50.79
4	1	2.08	236.09	-83.86
3	1	1.51	118.56	-59.41
2	1	0.60	28.44	-41.27
1	1	-0.18	18.83	-23.08

表 5-56 振型 6 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.70	-0.03	-1.28
17	1	0.82	-0.04	-34.58
16	1	0.44	-0.03	-19.07
15	1	0.23	-0.01	-10.79
14	1	0.02	0.00	-2.45
13	1	-0.18	0.02	5.59
12	1	-0.36	0.03	12.88
11	1	-0.51	0.04	19.04

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
10	1	-0.62	0.04	23.67
9	1	-0.68	0.04	26.49
8	1	-0.69	0.04	27.37
7	1	-0.65	0.03	26.27
6	1	-0.57	0.02	23.36
5	1	-0.45	0.01	18.92
4	1	-0.90	0.00	25.50
3	1	-0.45	-0.02	11.31
2	1	-0.06	-0.02	2.43
1	1	-0.01	-0.04	1.86

表 5-57 振型 7 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.42	0.00	0.90
17	1	0.27	0.00	1.31
16	1	0.03	0.00	0.26
15	1	-0.15	-0.00	-0.42
14	1	-0.29	-0.00	-0.91
13	1	-0.37	-0.00	-1.17
12	1	-0.37	-0.00	-1.17
11	1	-0.28	-0.00	-0.92
10	1	-0.14	-0.00	-0.47
9	1	0.04	0.00	0.07
8	1	0.21	0.00	0.61
7	1	0.33	0.00	1.04
6	1	0.39	0.00	1.27
5	1	0.37	0.00	1.26
4	1	0.43	0.00	1.95
3	1	0.23	0.00	0.86
2	1	0.03	0.00	0.12

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
1	1	0.03	-0.00	0.09

表 5-58 振型 8 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.17	32.45	-7.97
17	1	1.75	12.16	-7.76
16	1	1.07	-3.30	-4.49
15	1	0.51	-13.57	-3.81
14	1	-0.10	-20.17	-3.01
13	1	-0.63	-22.51	-1.79
12	1	-0.96	-20.47	-0.13
11	1	-1.04	-14.56	1.81
10	1	-0.86	-5.92	3.77
9	1	-0.46	3.90	5.45
8	1	0.02	13.15	6.49
7	1	0.48	20.21	6.63
6	1	0.78	23.86	5.76
5	1	0.87	23.56	3.95
4	1	1.16	31.81	2.78
3	1	0.73	18.57	-3.29
2	1	0.18	5.30	-6.56
1	1	0.04	3.78	-4.05

表 5-59 振型 9 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	10.66	164.87	60.76
17	1	-10.47	127.24	-61.82
16	1	-7.09	9.71	-8.73
15	1	-4.23	-69.90	33.19
14	1	-0.72	-127.66	68.43

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
13	1	2.64	-156.25	90.56
12	1	5.04	-152.23	95.89
11	1	5.87	-117.68	83.60
10	1	4.97	-59.66	55.61
9	1	2.65	10.65	16.79
8	1	-0.40	79.97	-25.96
7	1	-3.28	135.39	-64.94
6	1	-5.16	166.79	-93.10
5	1	-5.53	168.82	-105.36
4	1	-4.34	231.87	-189.46
3	1	-1.61	137.45	-127.16
2	1	0.25	39.87	-71.68
1	1	-1.08	28.95	-48.62

表 5-60 振型 10 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.96	0.60	-27.64
17	1	3.26	0.65	10.37
16	1	2.03	0.10	6.68
15	1	1.07	-0.26	4.24
14	1	-0.10	-0.54	0.91
13	1	-1.23	-0.68	-2.30
12	1	-2.03	-0.68	-4.54
11	1	-2.28	-0.55	-5.26
10	1	-1.92	-0.30	-4.30
9	1	-1.04	0.02	-1.95
8	1	0.11	0.33	1.16
7	1	1.21	0.59	4.19
6	1	1.96	0.73	6.35
5	1	2.15	0.75	7.07

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
4	1	2.75	1.04	11.63
3	1	1.55	0.62	5.25
2	1	0.26	0.18	0.53
1	1	0.23	0.12	0.45

表 5-61 振型 11 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.01	-0.07	0.01
17	1	-0.02	0.24	-0.07
16	1	-0.01	0.07	0.01
15	1	-0.00	-0.03	0.07
14	1	0.00	-0.10	0.12
13	1	0.01	-0.14	0.15
12	1	0.01	-0.15	0.15
11	1	0.01	-0.12	0.12
10	1	0.01	-0.07	0.07
9	1	0.00	0.00	0.00
8	1	-0.00	0.07	-0.06
7	1	-0.01	0.13	-0.12
6	1	-0.01	0.17	-0.16
5	1	-0.01	0.17	-0.17
4	1	-0.01	0.24	-0.28
3	1	-0.00	0.14	-0.17
2	1	-0.00	0.04	-0.08
1	1	-0.00	0.03	-0.06

表 5-62 振型 12 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-6.21	0.15	-33.00
17	1	6.13	0.31	18.59

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
16	1	4.57	0.09	10.64
15	1	3.05	-0.07	4.93
14	1	0.78	-0.19	-2.08
13	1	-1.67	-0.27	-8.53
12	1	-3.61	-0.28	-12.66
11	1	-4.50	-0.24	-13.33
10	1	-4.07	-0.14	-10.22
9	1	-2.47	-0.01	-3.97
8	1	-0.17	0.12	3.89
7	1	2.14	0.23	11.41
6	1	3.78	0.30	16.69
5	1	4.30	0.31	18.37
4	1	5.50	0.43	30.27
3	1	3.13	0.25	14.37
2	1	0.52	0.07	2.31
1	1	0.49	0.02	1.85

表 5-63 振型 13 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.06	0.10	2.20
17	1	-0.80	0.26	45.10
16	1	-0.25	0.06	4.04
15	1	0.18	-0.07	-23.71
14	1	0.63	-0.17	-44.03
13	1	1.02	-0.23	-54.42
12	1	1.22	-0.22	-53.63
11	1	1.17	-0.17	-42.35
10	1	0.85	-0.07	-22.89
9	1	0.32	0.04	0.97
8	1	-0.31	0.15	24.72

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
7	1	-0.90	0.22	43.94
6	1	-1.28	0.25	55.08
5	1	-1.38	0.22	56.15
4	1	-3.31	0.26	89.67
3	1	-2.02	0.07	46.92
2	1	-0.35	-0.05	12.44
1	1	-0.07	-0.19	10.27

表 5-64 振型 14 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.73	-0.08	-7.25
17	1	2.92	0.07	1.93
16	1	0.30	0.05	-1.36
15	1	-1.72	0.04	-3.13
14	1	-2.88	0.01	-3.16
13	1	-2.73	-0.01	-1.28
12	1	-1.35	-0.03	1.85
11	1	0.64	-0.04	4.92
10	1	2.36	-0.04	6.47
9	1	3.06	-0.03	5.53
8	1	2.44	-0.01	2.05
7	1	0.80	0.01	-2.98
6	1	-1.13	0.03	-7.86
5	1	-2.51	0.04	-10.78
4	1	-4.22	0.07	-20.04
3	1	-2.83	0.05	-10.56
2	1	-0.52	0.02	-1.86
1	1	-0.51	0.04	-1.58

表 5-65 振型 15 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-2.80	-68.37	-22.98
17	1	-1.78	32.30	-302.16
16	1	0.26	42.93	-226.34
15	1	2.69	45.64	-171.07
14	1	4.64	32.33	-64.61
13	1	4.83	8.02	60.91
12	1	2.65	-19.31	169.52
11	1	-1.31	-41.08	232.51
10	1	-5.45	-50.55	234.35
9	1	-7.84	-44.77	176.16
8	1	-7.22	-25.45	74.56
7	1	-3.62	1.58	-43.17
6	1	1.56	28.14	-146.35
5	1	6.10	46.17	-208.61
4	1	19.39	81.88	-407.63
3	1	14.42	59.47	-261.15
2	1	3.07	20.94	-102.19
1	1	0.66	17.31	-85.00

表 5-66 振型 16 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.89	-2.50	8.05
17	1	-0.86	0.88	11.55
16	1	-0.41	2.46	13.67
15	1	-0.27	3.03	12.29
14	1	-0.16	2.27	2.81
13	1	-0.04	0.62	-9.62
12	1	0.10	-1.32	-20.53
11	1	0.27	-2.90	-26.49
10	1	0.41	-3.62	-25.71

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
9	1	0.46	-3.24	-18.34
8	1	0.37	-1.86	-6.34
7	1	0.16	0.08	7.04
6	1	-0.13	2.00	18.23
5	1	-0.38	3.29	24.25
4	1	-1.49	5.82	44.68
3	1	-1.06	4.15	25.19
2	1	-0.19	1.39	5.94
1	1	-0.05	0.98	5.34

表 5-67 振型 17 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.87	-91.77	-1.12
17	1	-2.57	33.51	-140.95
16	1	-0.92	46.29	-112.73
15	1	0.35	51.18	-94.25
14	1	1.61	39.44	-56.00
13	1	2.23	14.97	-5.52
12	1	1.79	-14.32	43.93
11	1	0.34	-39.16	79.61
10	1	-1.51	-51.74	92.62
9	1	-2.91	-48.10	80.35
8	1	-3.14	-29.36	46.94
7	1	-2.01	-1.40	1.97
6	1	0.01	27.02	-42.23
5	1	2.01	46.98	-73.77
4	1	7.46	85.13	-160.26
3	1	6.00	62.54	-116.98
2	1	1.45	22.02	-59.85
1	1	0.06	17.70	-49.25

表 5-68 振型 18 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.75	-12.84	42.70
17	1	3.25	2.84	337.04
16	1	1.51	7.27	307.61
15	1	-0.54	9.15	269.71
14	1	-3.28	7.53	150.12
13	1	-4.98	3.23	-13.42
12	1	-4.14	-2.22	-171.17
11	1	-0.59	-7.00	-277.90
10	1	4.26	-9.53	-304.30
9	1	8.05	-8.96	-244.84
8	1	8.65	-5.49	-118.42
7	1	5.38	-0.23	37.72
6	1	-0.51	5.10	178.93
5	1	-6.35	8.76	265.54
4	1	-23.24	15.61	519.91
3	1	-17.57	10.89	315.57
2	1	-3.47	3.28	94.53
1	1	-1.19	1.22	82.77

表 5-69 振型 19 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	1.57	-3.63	-6.54
17	1	0.83	-13.87	29.28
16	1	-1.24	-0.98	-0.82
15	1	-2.25	7.90	-17.55
14	1	-1.68	12.97	-24.71
13	1	0.08	12.60	-21.63
12	1	1.86	7.09	-10.50
11	1	2.48	-1.29	3.94

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
10	1	1.48	-9.25	16.43
9	1	-0.55	-13.65	22.95
8	1	-2.31	-12.77	21.95
7	1	-2.67	-6.95	14.44
6	1	-1.39	1.53	3.29
5	1	0.71	9.35	-7.83
4	1	4.11	21.81	-29.34
3	1	3.95	18.61	-28.75
2	1	0.95	7.33	-19.29
1	1	0.45	6.17	-16.97

表 5-70 振型 20 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.78	0.01	-1.85
17	1	0.61	-0.02	3.58
16	1	-0.61	-0.01	1.67
15	1	-1.24	-0.00	0.65
14	1	-1.01	0.01	-0.07
13	1	-0.09	0.01	-0.39
12	1	0.91	0.01	-0.54
11	1	1.31	0.01	-0.81
10	1	0.84	-0.00	-1.20
9	1	-0.18	-0.01	-1.41
8	1	-1.08	-0.02	-0.99
7	1	-1.26	-0.01	0.23
6	1	-0.62	-0.00	1.92
5	1	0.42	0.01	3.30
4	1	1.74	0.03	6.83
3	1	1.63	0.02	4.15
2	1	0.36	0.01	0.74

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
1	1	0.36	-0.00	0.73

表 5-71 振型 21 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-10.57	11.51	124.16
17	1	2.74	-20.72	301.59
16	1	5.39	-8.82	7.57
15	1	8.88	0.41	-202.98
14	1	7.05	8.68	-326.27
13	1	1.00	12.87	-316.39
12	1	-5.14	11.35	-175.63
11	1	-7.45	4.87	42.13
10	1	-5.04	-3.74	252.69
9	1	-0.40	-10.76	372.85
8	1	2.70	-13.18	353.91
7	1	2.10	-9.95	201.90
6	1	-1.19	-2.49	-23.79
5	1	-4.02	5.95	-233.20
4	1	3.32	18.96	-647.31
3	1	4.13	19.23	-481.67
2	1	0.85	9.05	-176.08
1	1	-3.30	10.15	-162.61

表 5-72 振型 22 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	1.43	38.09	-129.81
17	1	4.16	-72.74	51.70
16	1	0.47	-30.08	56.31
15	1	-7.31	3.34	79.67
14	1	-9.98	32.63	83.67

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
13	1	-5.31	46.57	58.29
12	1	3.53	39.62	8.41
11	1	10.22	15.13	-50.36
10	1	10.03	-16.12	-97.23
9	1	3.23	-40.47	-113.21
8	1	-5.17	-47.30	-89.01
7	1	-9.13	-33.64	-30.60
6	1	-6.04	-5.51	41.07
5	1	1.43	24.68	97.23
4	1	8.94	70.82	215.08
3	1	11.53	66.33	121.93
2	1	2.99	27.54	3.60
1	1	2.89	22.70	3.57

表 5-73 振型 23 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.10	15.33	7.61
17	1	-1.03	-32.17	47.65
16	1	0.26	-15.25	17.80
15	1	0.97	0.66	-6.82
14	1	0.95	16.01	-27.94
13	1	0.29	24.05	-37.46
12	1	-0.50	21.24	-31.52
11	1	-0.85	8.90	-12.44
10	1	-0.56	-7.53	12.27
9	1	0.10	-20.80	32.65
8	1	0.56	-25.06	40.39
7	1	0.46	-18.44	32.26
6	1	-0.11	-3.87	11.57
5	1	-0.68	12.17	-13.12

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
4	1	-0.41	36.54	-59.91
3	1	0.09	35.01	-61.69
2	1	0.19	14.89	-39.76
1	1	-0.79	12.93	-37.09

表 5-74 振型 24 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	9.92	4.42	-22.02
17	1	-10.56	-8.34	-232.47
16	1	-6.48	-3.59	-58.69
15	1	-0.04	0.33	66.89
14	1	5.66	3.82	156.09
13	1	6.42	5.48	175.31
12	1	1.68	4.61	118.06
11	1	-4.70	1.66	10.14
10	1	-7.45	-2.04	-102.73
9	1	-4.03	-4.84	-174.18
8	1	3.25	-5.48	-176.71
7	1	8.91	-3.70	-111.97
6	1	8.49	-0.30	-8.49
5	1	2.05	3.18	90.90
4	1	-13.17	8.43	276.63
3	1	-17.84	7.29	209.08
2	1	-3.71	2.55	75.11
1	1	-1.82	0.96	69.15

表 5-75 振型 25 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.00	0.00	-0.00
17	1	-0.00	-0.00	-0.00

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
16	1	0.00	-0.00	-0.00
15	1	0.00	0.00	0.00
14	1	0.00	0.00	0.00
13	1	0.00	0.00	0.00
12	1	-0.00	0.00	0.00
11	1	-0.00	-0.00	-0.00
10	1	-0.00	-0.00	-0.00
9	1	0.00	-0.00	-0.00
8	1	0.00	-0.00	-0.00
7	1	0.00	-0.00	-0.00
6	1	0.00	0.00	-0.00
5	1	-0.00	0.00	0.00
4	1	-0.00	0.00	0.00
3	1	0.00	-0.00	0.00
2	1	-0.00	0.00	0.00
1	1	-0.00	-0.00	0.00

表 5-76 振型 26 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.07	0.06	-0.05
17	1	-0.40	-0.11	-7.43
16	1	0.14	-0.05	-1.68
15	1	0.46	0.00	2.25
14	1	0.38	0.05	4.78
13	1	-0.02	0.07	5.03
12	1	-0.43	0.06	3.08
11	1	-0.51	0.02	-0.11
10	1	-0.18	-0.03	-3.17
9	1	0.30	-0.06	-4.94
8	1	0.57	-0.07	-4.86

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
7	1	0.42	-0.04	-3.05
6	1	-0.05	0.00	-0.24
5	1	-0.47	0.04	2.54
4	1	-0.97	0.11	7.94
3	1	0.70	0.09	6.40
2	1	-0.03	0.02	2.35
1	1	0.03	-0.02	2.22

表 5-77 振型 27 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.28	0.16	5.96
17	1	0.05	-0.23	-17.88
16	1	-0.28	-0.14	-6.25
15	1	-0.03	-0.03	1.06
14	1	0.21	0.09	6.73
13	1	0.23	0.17	9.13
12	1	0.00	0.16	7.60
11	1	-0.28	0.08	3.03
10	1	-0.38	-0.04	-2.51
9	1	-0.17	-0.14	-6.64
8	1	0.18	-0.17	-7.73
7	1	0.41	-0.13	-5.50
6	1	0.33	-0.02	-1.08
5	1	-0.01	0.09	3.58
4	1	-0.73	0.26	12.20
3	1	-0.54	0.23	9.85
2	1	-0.17	0.07	3.74
1	1	-0.07	0.00	3.52

表 5-78 振型 28 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	23.60	19.50	-87.66
17	1	-20.60	-12.10	289.68
16	1	-17.10	-14.28	134.74
15	1	-6.72	-11.11	20.89
14	1	8.54	-1.94	-94.12
13	1	16.40	8.33	-170.63
12	1	10.40	14.33	-178.86
11	1	-3.96	12.93	-114.74
10	1	-14.09	4.88	-3.66
9	1	-11.39	-5.68	106.16
8	1	1.30	-13.31	163.43
7	1	12.38	-14.13	138.59
6	1	12.03	-7.75	41.33
5	1	0.93	2.48	-80.89
4	1	-12.04	18.17	-314.20
3	1	-12.65	22.36	-282.67
2	1	-3.62	11.36	-120.34
1	1	-6.71	11.89	-119.48

表 5-79 振型 29 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-25.43	15.96	92.53
17	1	21.86	-11.05	-327.63
16	1	18.58	-12.12	-143.42
15	1	7.59	-8.72	-9.71
14	1	-9.05	-0.56	118.26
13	1	-17.89	7.97	196.15
12	1	-11.61	12.41	194.14
11	1	4.04	10.47	113.14
10	1	15.34	3.11	-13.82

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
9	1	12.70	-5.90	-131.29
8	1	-1.03	-11.89	-184.31
7	1	-13.28	-11.77	-145.04
6	1	-13.19	-5.60	-29.79
5	1	-1.32	3.37	105.22
4	1	12.29	16.86	361.72
3	1	13.71	18.47	297.22
2	1	4.18	8.06	99.48
1	1	6.66	5.32	97.04

表 5-80 振型 30 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.46	-0.03	-0.89
17	1	-0.44	0.04	5.23
16	1	0.75	0.03	6.59
15	1	0.95	0.00	5.39
14	1	0.16	-0.02	1.02
13	1	-0.80	-0.03	-4.05
12	1	-0.99	-0.03	-6.97
11	1	-0.21	-0.00	-6.22
10	1	0.80	0.02	-2.42
9	1	1.05	0.03	2.27
8	1	0.28	0.03	5.46
7	1	-0.78	0.00	5.87
6	1	-1.12	-0.02	3.69
5	1	-0.43	-0.03	0.25
4	1	1.08	-0.04	-5.17
3	1	1.51	0.00	-5.74
2	1	0.45	0.03	-2.97
1	1	0.39	0.08	-2.76

表 5-81 振型 31 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.24	-0.12	0.31
17	1	-0.47	0.50	-3.01
16	1	-0.01	-0.05	-0.43
15	1	0.33	-0.27	0.63
14	1	0.29	-0.25	0.68
13	1	-0.09	-0.08	-0.12
12	1	-0.39	0.13	-1.19
11	1	-0.29	0.24	-1.85
10	1	0.10	0.18	-1.76
9	1	0.37	-0.01	-1.07
8	1	0.23	-0.22	-0.19
7	1	-0.17	-0.31	0.49
6	1	-0.40	-0.23	0.77
5	1	-0.21	0.00	0.65
4	1	0.31	0.42	0.37
3	1	0.67	0.66	-0.76
2	1	0.24	0.39	-1.22
1	1	0.22	0.39	-1.26

表 5-82 振型 32 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.49	-0.01	-0.21
17	1	1.18	0.02	4.41
16	1	-0.03	0.01	4.16
15	1	-0.94	-0.00	3.13
14	1	-0.79	-0.01	1.21
13	1	0.26	-0.01	-0.52
12	1	1.07	-0.01	-1.34
11	1	0.79	-0.00	-1.00

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
10	1	-0.30	0.00	0.41
9	1	-1.02	0.00	2.38
8	1	-0.62	0.01	3.95
7	1	0.46	0.00	4.00
6	1	1.06	-0.00	2.03
5	1	0.52	-0.01	-1.16
4	1	-0.81	-0.01	-7.05
3	1	-1.66	-0.00	-6.84
2	1	-0.59	0.01	-2.49
1	1	-0.70	0.06	-2.87

表 5-83 振型 33 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-8.03	-0.46	25.01
17	1	12.32	2.67	13.31
16	1	4.96	-0.02	-27.05
15	1	-3.45	-1.76	-57.40
14	1	-7.33	-2.19	-58.17
13	1	-2.94	-1.12	-28.33
12	1	4.30	0.71	11.64
11	1	5.80	2.08	34.53
10	1	-0.34	2.11	25.55
9	1	-7.11	0.78	-8.26
8	1	-6.61	-1.04	-44.34
7	1	0.86	-2.17	-60.57
6	1	7.09	-1.91	-48.57
5	1	5.36	-0.45	-16.82
4	1	-2.57	2.04	27.93
3	1	-4.80	3.56	34.18
2	1	-1.24	1.97	13.65

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
1	1	-0.95	1.62	12.45

表 5-84 振型 34 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	7.31	-35.59	-13.59
17	1	-7.13	139.32	-311.95
16	1	-6.18	12.26	28.85
15	1	-0.58	-76.86	240.83
14	1	4.80	-109.19	294.40
13	1	4.15	-67.51	168.01
12	1	-1.18	19.59	-57.40
11	1	-4.28	94.73	-242.34
10	1	-0.98	108.73	-273.85
9	1	5.05	52.29	-133.63
8	1	6.40	-38.04	92.25
7	1	0.73	-103.69	267.47
6	1	-6.24	-102.19	288.21
5	1	-7.09	-34.90	144.34
4	1	-0.87	86.99	-143.34
3	1	7.10	181.83	-446.96
2	1	2.44	112.75	-410.56
1	1	-10.51	114.90	-474.98

表 5-85 振型 35 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-0.85	-0.02	0.38
17	1	0.61	0.12	9.35
16	1	0.81	0.00	0.47
15	1	0.09	-0.08	-5.44
14	1	-0.69	-0.10	-7.34

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
13	1	-0.60	-0.05	-4.14
12	1	0.23	0.04	1.92
11	1	0.77	0.10	6.67
10	1	0.33	0.09	6.90
9	1	-0.54	0.02	2.57
8	1	-0.78	-0.06	-3.32
7	1	-0.07	-0.10	-6.99
6	1	0.75	-0.07	-6.37
5	1	0.69	0.01	-2.18
4	1	-0.29	0.12	5.15
3	1	-1.15	0.13	8.34
2	1	-0.43	0.03	4.58
1	1	-0.34	-0.06	4.56

表 5-86 振型 36 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	1.20	-0.25	-3.88
17	1	-1.83	0.93	66.44
16	1	-0.69	0.08	2.07
15	1	0.57	-0.54	-38.60
14	1	1.13	-0.75	-50.51
13	1	0.43	-0.41	-28.07
12	1	-0.68	0.23	13.63
11	1	-0.91	0.71	47.47
10	1	-0.06	0.69	51.40
9	1	0.80	0.19	22.60
8	1	0.71	-0.45	-20.41
7	1	-0.08	-0.78	-49.66
6	1	-0.48	-0.56	-46.08
5	1	-0.04	0.05	-12.34

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
4	1	0.12	0.96	54.30
3	1	-0.29	1.02	86.61
2	1	0.12	0.18	47.08
1	1	1.58	-0.82	51.23

表 5-87 振型 37 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.53	-0.00	-0.64
17	1	-1.86	-0.01	-2.98
16	1	0.83	0.01	0.14
15	1	1.76	0.02	1.38
14	1	0.05	0.01	0.59
13	1	-1.86	-0.01	-1.00
12	1	-1.27	-0.01	-1.61
11	1	1.03	-0.00	-0.83
10	1	1.92	0.01	0.25
9	1	0.20	0.01	0.76
8	1	-1.72	0.00	0.95
7	1	-1.16	-0.00	1.26
6	1	1.10	0.00	1.27
5	1	1.91	-0.00	0.22
4	1	0.23	-0.01	-2.88
3	1	-3.49	-0.01	-4.96
2	1	-1.84	0.01	-3.15
1	1	-2.25	0.12	-5.52

表 5-88 振型 38 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.27	-22.07	-1.54
17	1	-1.02	2.23	72.84

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
16	1	-0.19	26.08	-16.66
15	1	0.55	24.47	-61.34
14	1	0.84	0.81	-53.34
13	1	0.35	-24.31	-2.22
12	1	-0.32	-29.92	52.15
11	1	-0.43	-11.27	67.96
10	1	-0.02	16.50	32.70
9	1	0.24	30.76	-27.40
8	1	0.04	19.87	-67.13
7	1	-0.25	-7.25	-56.64
6	1	-0.20	-28.42	-4.45
5	1	0.05	-26.24	48.49
4	1	-1.31	-3.57	110.69
3	1	1.79	50.70	-14.62
2	1	0.59	46.45	-131.51
1	1	-5.07	53.24	-198.58

表 5-89 振型 39 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.09	0.31	-0.53
17	1	-0.42	-2.07	8.58
16	1	-0.04	0.38	-3.99
15	1	0.40	1.57	-7.42
14	1	0.34	1.38	-3.55
13	1	-0.13	0.14	3.65
12	1	-0.30	-1.06	8.26
11	1	0.03	-1.26	6.48
10	1	0.30	-0.38	-0.49
9	1	0.06	0.74	-7.23
8	1	-0.35	1.05	-8.36

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
7	1	-0.32	0.27	-2.94
6	1	0.10	-0.92	4.57
5	1	0.27	-1.36	7.89
4	1	-0.08	-0.78	7.36
3	1	0.14	2.56	-13.63
2	1	-0.11	3.00	-20.52
1	1	-1.00	3.94	-28.89

表 5-90 振型 40 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	1.17	0.09	-4.54
17	1	-6.02	-0.71	27.75
16	1	0.99	0.25	29.64
15	1	4.68	0.68	20.91
14	1	1.97	0.44	-1.55
13	1	-2.16	-0.22	-19.35
12	1	-1.20	-0.68	-17.37
11	1	2.78	-0.54	1.28
10	1	2.61	0.07	18.65
9	1	-2.36	0.61	18.90
8	1	-4.97	0.62	1.81
7	1	-1.43	0.10	-18.73
6	1	2.76	-0.50	-27.16
5	1	1.53	-0.66	-18.06
4	1	-2.65	-0.35	-1.16
3	1	4.05	1.08	4.67
2	1	3.83	1.15	4.21
1	1	4.99	1.07	9.54

表 5-91 振型 41 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	8.70	24.31	-9.32
17	1	-7.17	-90.18	435.14
16	1	-14.10	6.64	-215.10
15	1	1.51	67.50	-477.94
14	1	18.00	63.74	-302.11
13	1	8.42	1.12	137.92
12	1	-13.39	-63.53	469.41
11	1	-14.05	-71.96	418.00
10	1	6.92	-16.37	23.69
9	1	16.37	53.79	-392.37
8	1	-0.27	76.07	-487.31
7	1	-16.57	30.83	-179.41
6	1	-7.44	-41.21	275.65
5	1	11.44	-75.09	489.20
4	1	8.87	-62.75	490.51
3	1	-8.12	103.53	-716.06
2	1	-24.81	140.05	-1161.07
1	1	-82.03	194.19	-1680.29

表 5-92 振型 42 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-11.02	4.59	8.66
17	1	11.08	-20.24	-54.50
16	1	18.15	2.84	90.54
15	1	-4.73	16.40	95.93
14	1	-24.36	13.92	-1.03
13	1	-8.54	-1.69	-102.89
12	1	17.89	-15.93	-122.24
11	1	13.31	-15.75	-45.64
10	1	-12.89	-1.24	66.57

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
9	1	-16.06	14.44	128.28
8	1	10.31	16.95	89.61
7	1	23.73	3.95	-21.80
6	1	2.16	-12.66	-113.06
5	1	-20.07	-17.45	-99.38
4	1	-15.70	-9.14	33.08
3	1	21.64	28.80	307.43
2	1	22.92	29.79	225.44
1	1	37.78	27.49	286.51

表 5-93 振型 43 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	-1.47	0.05	1.52
17	1	4.74	-0.38	-8.59
16	1	-2.77	0.10	13.76
15	1	-3.93	0.36	19.87
14	1	2.17	0.26	8.33
13	1	4.86	-0.10	-11.42
12	1	-0.64	-0.39	-22.18
11	1	-5.07	-0.30	-13.08
10	1	-1.06	0.09	8.59
9	1	4.34	0.40	22.18
8	1	1.81	0.31	14.21
7	1	-4.16	-0.09	-7.33
6	1	-3.08	-0.38	-21.44
5	1	3.41	-0.30	-15.71
4	1	6.62	0.09	6.04
3	1	-7.41	0.65	36.60
2	1	-7.57	0.37	16.78
1	1	-9.49	0.30	6.30

表 5-94 振型 44 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	1.46	0.82	1.79
17	1	-1.24	-5.18	-162.78
16	1	-1.49	1.41	30.41
15	1	1.13	4.81	134.50
14	1	1.55	3.26	107.90
13	1	-1.01	-1.58	-20.21
12	1	-1.81	-4.94	-131.27
11	1	0.81	-3.55	-123.98
10	1	2.24	1.26	-5.28
9	1	-0.38	4.83	117.18
8	1	-2.88	3.73	133.35
7	1	-0.90	-0.97	29.48
6	1	2.59	-4.74	-100.38
5	1	2.13	-3.95	-138.43
4	1	-0.41	1.02	-88.84
3	1	-4.60	8.68	231.87
2	1	4.15	4.47	264.64
1	1	17.05	-3.11	356.09

表 5-95 振型 45 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	0.06	0.87	0.05
17	1	-0.03	-0.80	-7.14
16	1	-0.09	-0.89	2.09
15	1	0.03	-0.12	6.45
14	1	0.07	0.81	4.16
13	1	-0.04	0.93	-2.32
12	1	-0.08	0.10	-6.64
11	1	0.04	-0.82	-4.60

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
10	1	0.11	-0.90	1.83
9	1	-0.02	-0.06	6.47
8	1	-0.12	0.84	4.90
7	1	-0.01	0.89	-1.36
6	1	0.13	0.04	-6.32
5	1	0.06	-0.83	-5.29
4	1	-0.15	-1.26	1.36
3	1	-0.05	1.01	11.23
2	1	0.28	1.91	5.00
1	1	0.53	2.30	3.72

表 5-96 振型 46 的地震力

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
18	1	4.53	7.27	-1.04
17	1	-18.68	36.64	-470.45
16	1	16.30	-36.05	232.51
15	1	13.27	-52.19	489.78
14	1	-18.38	-6.86	206.97
13	1	-14.59	47.75	-296.46
12	1	19.01	50.77	-495.19
11	1	17.26	-1.60	-188.84
10	1	-17.24	-52.09	308.23
9	1	-18.43	-45.23	490.46
8	1	15.00	11.45	169.11
7	1	17.82	55.75	-332.30
6	1	-14.26	39.47	-499.23
5	1	-17.46	-18.29	-159.40
4	1	13.79	-82.40	598.24
3	1	20.59	4.98	568.76
2	1	-34.51	96.13	-470.52

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN-m)
1	1	-87.92	159.56	-1124.21

5.4 X、Y 向地震单振型楼层剪力

表 5-97 各振型作用下 X 向地震 X 剪力、Y 向地震 Y 剪力 (单位: kN)

层号	塔号	振型号	X 剪力	Y 剪力
1	1	1	3253.08	18.71
		2	18.91	3581.14
		3	558.51	0.35
		4	1111.62	0.01
		5	0.02	1584.10
		6	178.45	0.09
		7	421.38	0.00
		8	0.06	88.26
		9	0.23	618.19
		10	13.35	2.71
		11	0.00	0.62
		12	128.63	1.06
		13	88.24	0.46
		14	301.27	0.17
		15	5.47	167.18
		16	0.49	11.54
		17	0.72	170.93
		18	44.10	28.62
		19	0.95	42.97
		20	218.00	0.04
		21	0.03	43.36
		22	2.27	141.58
		23	0.02	74.62
		24	37.99	14.44
		25	0.00	0.00

层号	塔号	振型号	X 剪力	Y 剪力
		26	0.10	0.15
		27	2.29	0.41
		28	11.80	45.93
		29	16.97	34.38
		30	73.57	0.06
		31	0.72	1.36
		32	110.13	0.06
		33	3.46	6.40
		34	0.14	355.41
		35	17.95	0.12
		36	5.00	0.51
		37	294.11	0.12
		38	0.14	118.05
		39	0.14	7.52
		40	45.05	2.48
		41	34.06	340.68
		42	66.12	65.07
		43	336.10	1.04
		44	53.94	6.27
		45	0.13	4.02
		46	50.21	215.04

5.5 X、Y 向地震 CQC 组合后结果

各层 X 方向的作用力(CQC)

F_x (kN): X 向地震作用下结构的地震反应力

V_x (kN): X 向地震作用下结构的楼层剪力

M_x (kN-m): X 向地震作用下结构的弯矩

sF_x (kN): 静力法 X 向的地震力

《抗震规范》5.2.5 条要求的 X 向楼层最小剪重比 = 1.60%

由下表可见, X 向地震剪重比符合要求。

表 5-98 各层 X 方向的作用力(CQC)

层号	塔号	Fx	Vx(分塔剪重比)	Mx	sFx
18	1	307.09	307.09(9.212%)	1443.34	230.00
17	1	591.42	861.97(7.278%)	3869.97	541.94
16	1	405.09	1232.09(6.652%)	7386.79	400.98
15	1	387.50	1552.21(6.160%)	11791.29	376.76
14	1	363.02	1830.56(5.743%)	16956.03	352.53
13	1	364.51	2078.28(5.391%)	22778.70	328.31
12	1	347.11	2298.60(5.082%)	29180.50	303.92
11	1	358.88	2496.81(4.811%)	36091.27	279.70
10	1	354.16	2680.10(4.575%)	43457.77	255.49
9	1	362.44	2851.31(4.370%)	51239.12	231.28
8	1	354.37	3013.25(4.190%)	59405.41	207.06
7	1	350.25	3163.10(4.024%)	67930.83	182.85
6	1	324.89	3296.59(3.866%)	76787.75	158.64
5	1	310.47	3406.23(3.705%)	85939.15	134.42
4	1	431.21	3544.01(3.446%)	97705.75	180.08
3	1	417.09	3629.46(3.175%)	109805.59	137.60
2	1	253.64	3660.96(2.901%)	120063.44	0.00
1	1	373.54	3728.73(2.476%)	130477.17	0.00

各层 Y 方向的作用力(CQC)

Fy (kN) : Y 向地震作用下结构的地震反应力

Vy (kN) : Y 向地震作用下结构的楼层剪力

My (kN-m) : Y 向地震作用下结构的弯矩

sFy (kN) : 静力法 Y 向的地震力

《抗震规范》5.2.5 条要求的 Y 向楼层最小剪重比 = 1.60%

由下表可见, Y 向地震剪重比符合要求。

表 5-99 各层 Y 方向的作用力(CQC)

层号	塔号	Fy	Vy(分塔剪重比)	My	sFy
18	1	412.14	412.14(12.364%)	1937.06	230.77

层号	塔号	Fy	Vy(分塔剪重比)	My	sFy
17	1	692.89	1025.06(8.655%)	4762.58	543.78
16	1	450.24	1433.14(7.738%)	8802.97	402.34
15	1	416.45	1766.22(7.009%)	13782.46	378.03
14	1	399.16	2051.38(6.435%)	19525.45	353.72
13	1	384.80	2298.53(5.962%)	25910.84	329.42
12	1	388.80	2517.32(5.566%)	32844.62	304.94
11	1	395.27	2719.23(5.239%)	40261.39	280.65
10	1	394.68	2909.21(4.967%)	48119.55	256.35
9	1	396.01	3089.24(4.735%)	56391.27	232.06
8	1	395.19	3261.16(4.534%)	65057.39	207.76
7	1	384.15	3423.32(4.356%)	74102.76	183.47
6	1	368.26	3571.36(4.188%)	83509.45	159.17
5	1	342.20	3700.24(4.024%)	93252.04	134.88
4	1	479.78	3875.82(3.768%)	105837.36	180.69
3	1	423.85	3989.88(3.491%)	118866.16	138.07
2	1	314.34	4043.37(3.204%)	129978.44	0.00
1	1	384.76	4121.93(2.738%)	141307.70	0.00

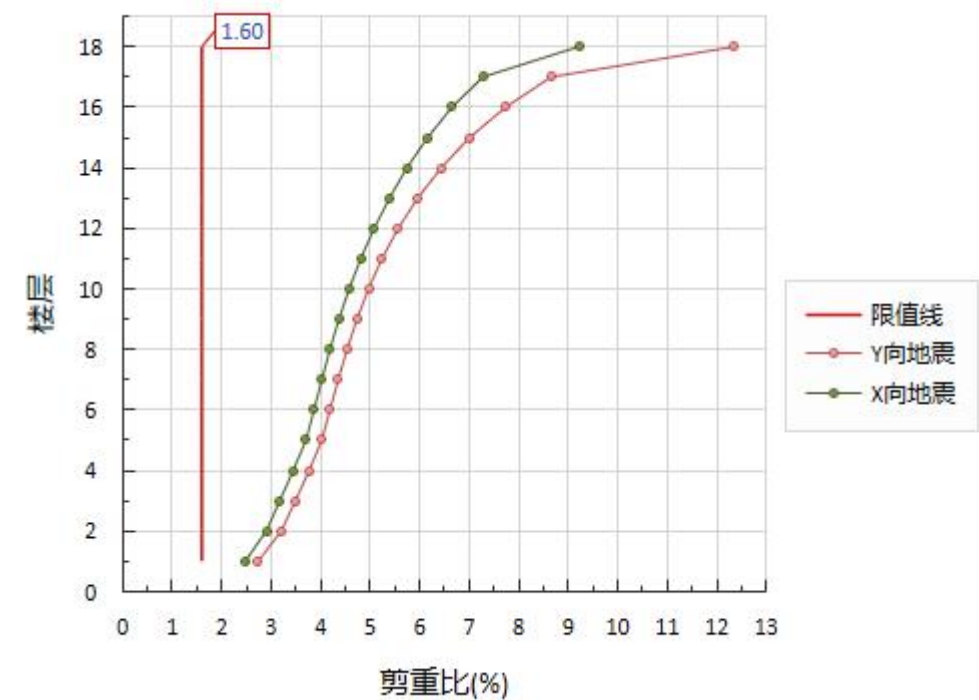


图 5-1 地震各工况剪重比简图(塔 1)

第 6 章 楼层风荷载、地震作用统计结果

6.1 风荷载信息

风压单位: kN/m²

本层风荷、楼层剪力单位: kN

楼层弯矩单位: kN.m

表 6-1 风荷载信息

层号	塔号	X 方向			Y 方向		
		风荷载	剪力	倾覆弯矩	风荷载	剪力	倾覆弯矩
18	1	101.3	101.3	476.0	234.8	234.8	1103.5
17	1	58.9	160.1	940.3	197.8	432.6	2358.0
16	1	56.7	216.8	1569.0	190.6	623.2	4165.4
15	1	54.5	271.3	2355.7	183.5	806.7	6505.0
14	1	52.3	323.6	3294.0	176.4	983.1	9356.0
13	1	50.1	373.7	4377.6	169.2	1152.3	12697.6
12	1	47.9	421.6	5600.2	161.9	1314.2	16508.7
11	1	45.7	467.2	6955.1	154.5	1468.7	20767.8
10	1	43.4	510.6	8435.8	146.9	1615.5	25452.9
9	1	41.0	551.5	10035.3	139.0	1754.5	30541.0
8	1	38.5	590.0	11746.4	130.7	1885.2	36008.1
7	1	35.8	625.8	13561.3	121.9	2007.1	41828.5
6	1	33.0	658.8	15471.8	112.3	2119.3	47974.6
5	1	29.8	688.6	17468.7	101.6	2221.0	54415.4
4	1	49.4	738.0	20125.4	120.2	2341.2	62843.7
3	1	52.1	790.0	22969.6	119.8	2460.9	71703.0
2	1	0.0	790.0	25339.7	0.0	2460.9	79085.8
1	1	0.0	790.0	27709.8	0.0	2460.9	86468.6

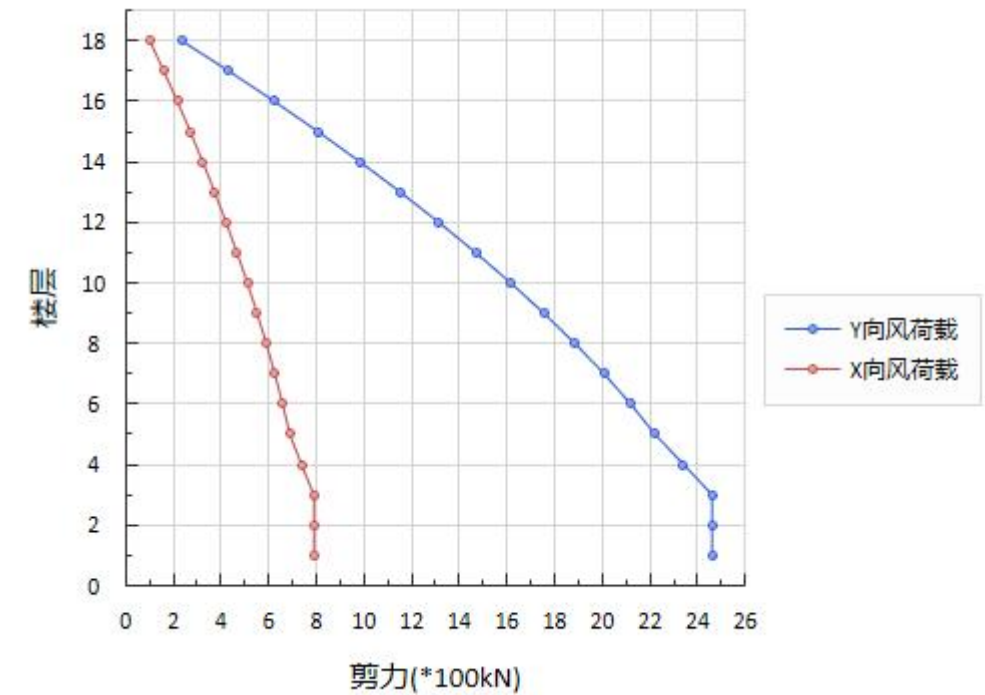


图 6-1 风荷载楼层剪力简图(塔 1)

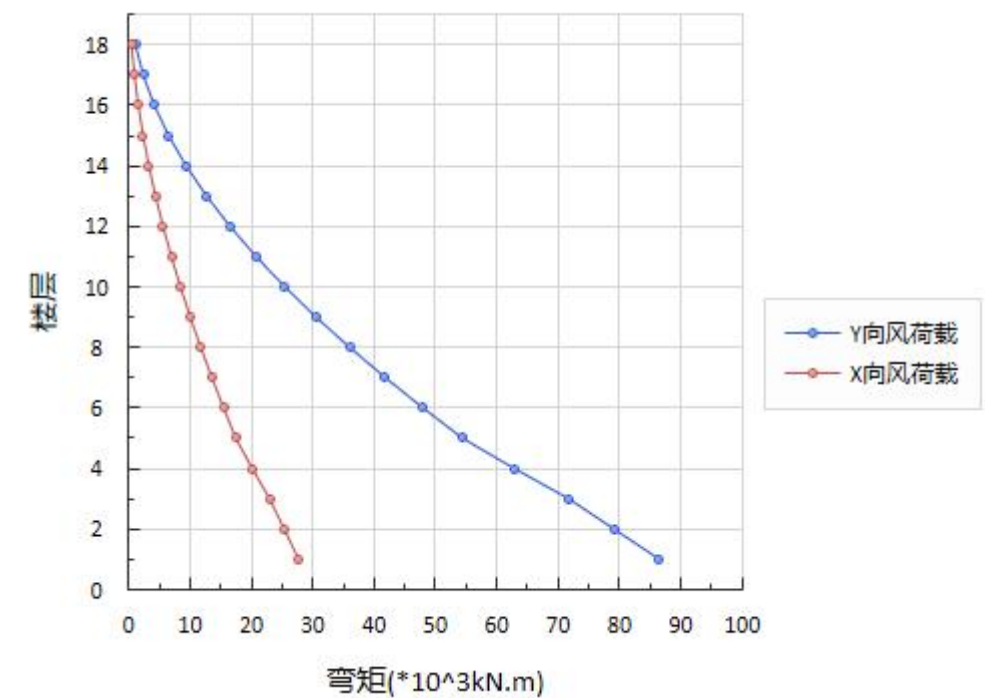


图 6-2 风荷载楼层弯矩简图(塔 1)

6.2 风荷载下框架剪力统计

表 6-2 X 向框架柱、剪力墙风剪力及百分比(单位: kN)

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	柱剪力百分比	墙剪力百分比
18	1	21.8	79.4	101.3	21.55%	78.45%
17	1	0.0	160.1	160.1	0.00%	100.00%
16	1	0.0	216.8	216.8	0.00%	100.00%
15	1	0.0	271.3	271.3	0.00%	100.00%
14	1	0.0	323.6	323.6	0.00%	100.00%
13	1	0.0	373.7	373.7	0.00%	100.00%
12	1	0.0	421.6	421.6	0.00%	100.00%
11	1	0.0	467.2	467.2	0.00%	100.00%
10	1	0.0	510.6	510.6	0.00%	100.00%
9	1	0.0	551.5	551.5	0.00%	100.00%
8	1	0.0	590.0	590.0	0.00%	100.00%
7	1	0.0	625.8	625.8	0.00%	100.00%
6	1	0.0	658.8	658.8	0.00%	100.00%
5	1	0.0	688.6	688.6	0.00%	100.00%
4	1	58.9	679.1	738.0	7.97%	92.03%
3	1	31.3	758.9	790.1	3.96%	96.04%
2	1	-5.8	761.4	755.6	0.76%	100.76%
1	1	11.3	704.5	715.8	1.58%	98.42%

表 6-3 Y 向框架柱、剪力墙风剪力及百分比(单位: kN)

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	柱剪力百分比	墙剪力百分比
18	1	55.1	179.7	234.8	23.47%	76.53%
17	1	0.0	432.6	432.6	0.00%	100.00%
16	1	0.0	623.2	623.2	0.00%	100.00%
15	1	0.0	806.7	806.7	0.00%	100.00%
14	1	0.0	983.1	983.1	0.00%	100.00%
13	1	0.0	1152.3	1152.3	0.00%	100.00%
12	1	0.0	1314.2	1314.2	0.00%	100.00%
11	1	0.0	1468.7	1468.7	0.00%	100.00%

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	柱剪力百分比	墙剪力百分比
10	1	0.0	1615.5	1615.5	0.00%	100.00%
9	1	0.0	1754.5	1754.5	0.00%	100.00%
8	1	0.0	1885.2	1885.2	0.00%	100.00%
7	1	0.0	2007.1	2007.1	0.00%	100.00%
6	1	0.0	2119.3	2119.3	0.00%	100.00%
5	1	0.0	2221.0	2221.0	0.00%	100.00%
4	1	197.4	2143.8	2341.2	8.43%	91.57%
3	1	95.1	2365.7	2460.9	3.87%	96.13%
2	1	-48.9	2153.6	2104.7	2.32%	102.32%
1	1	61.1	1692.1	1753.2	3.49%	96.51%

6.3 风荷载下框架倾覆弯矩统计(抗规方式)

表 6-4 X 向框架柱风倾覆弯矩及百分比(单位: kN.m)

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
18	1	102.6	476.0	21.55%
17	1	102.6	940.3	10.91%
16	1	102.6	1569.0	6.54%
15	1	102.6	2355.7	4.35%
14	1	102.6	3294.0	3.11%
13	1	102.6	4377.6	2.34%
12	1	102.6	5600.2	1.83%
11	1	102.6	6955.1	1.47%
10	1	102.6	8435.8	1.22%
9	1	102.6	10035.3	1.02%
8	1	102.6	11746.4	0.87%
7	1	102.6	13561.3	0.76%
6	1	102.6	15471.8	0.66%
5	1	102.6	17468.7	0.59%
4	1	314.4	20125.4	1.56%
3	1	427.0	22969.9	1.86%

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
2	1	409.7	25236.7	1.62%
1	1	443.6	27384.2	1.62%

表 6-5 Y 向框架柱风倾覆弯矩及百分比(单位: kN.m)

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
18	1	259.0	1103.5	23.47%
17	1	259.0	2358.0	10.98%
16	1	259.0	4165.4	6.22%
15	1	259.0	6505.0	3.98%
14	1	259.0	9356.0	2.77%
13	1	259.0	12697.6	2.04%
12	1	259.0	16508.7	1.57%
11	1	259.0	20767.8	1.25%
10	1	259.0	25452.9	1.02%
9	1	259.0	30541.0	0.85%
8	1	259.0	36008.1	0.72%
7	1	259.0	41828.5	0.62%
6	1	259.0	47974.6	0.54%
5	1	259.0	54415.5	0.48%
4	1	969.5	62843.7	1.54%
3	1	1311.9	71702.8	1.83%
2	1	1165.3	78017.0	1.49%
1	1	1348.7	83276.6	1.62%

6.4 风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

风荷载外力、层剪力单位: kN

倾覆弯矩单位: kN.m

表 6-6 +WX 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
18	1	101.3	101.3	476.0
17	1	58.9	160.1	940.3

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
16	1	56.7	216.8	1569.0
15	1	54.5	271.3	2355.7
14	1	52.3	323.6	3294.0
13	1	50.1	373.7	4377.6
12	1	47.9	421.6	5600.2
11	1	45.7	467.2	6955.1
10	1	43.4	510.6	8435.8
9	1	41.0	551.5	10035.3
8	1	38.5	590.0	11746.4
7	1	35.8	625.8	13561.3
6	1	33.0	658.8	15471.8
5	1	29.8	688.6	17468.7
4	1	49.4	738.0	20125.4
3	1	52.1	790.0	22969.6
2	1	0.0	790.0	25339.7
1	1	0.0	790.0	27709.8

表 6-7 -WX 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
18	1	-101.3	-101.3	-476.0
17	1	-58.9	-160.1	-940.3
16	1	-56.7	-216.8	-1569.0
15	1	-54.5	-271.3	-2355.7
14	1	-52.3	-323.6	-3294.0
13	1	-50.1	-373.7	-4377.6
12	1	-47.9	-421.6	-5600.2
11	1	-45.7	-467.2	-6955.1
10	1	-43.4	-510.6	-8435.8
9	1	-41.0	-551.5	-10035.3
8	1	-38.5	-590.0	-11746.4
7	1	-35.8	-625.8	-13561.3
6	1	-33.0	-658.8	-15471.8

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
5	1	-29.8	-688.6	-17468.7
4	1	-49.4	-738.0	-20125.4
3	1	-52.1	-790.0	-22969.6
2	1	0.0	-790.0	-25339.7
1	1	0.0	-790.0	-27709.8

表 6-8 +WY 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
18	1	234.8	234.8	1103.5
17	1	197.8	432.6	2358.0
16	1	190.6	623.2	4165.4
15	1	183.5	806.7	6505.0
14	1	176.4	983.1	9356.0
13	1	169.2	1152.3	12697.6
12	1	161.9	1314.2	16508.7
11	1	154.5	1468.7	20767.8
10	1	146.9	1615.5	25452.9
9	1	139.0	1754.5	30541.0
8	1	130.7	1885.2	36008.1
7	1	121.9	2007.1	41828.5
6	1	112.3	2119.3	47974.6
5	1	101.6	2221.0	54415.4
4	1	120.2	2341.2	62843.7
3	1	119.8	2460.9	71703.0
2	1	0.0	2460.9	79085.8
1	1	0.0	2460.9	86468.6

表 6-9 -WY 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
18	1	-234.8	-234.8	-1103.5
17	1	-197.8	-432.6	-2358.0
16	1	-190.6	-623.2	-4165.4
15	1	-183.5	-806.7	-6505.0

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
14	1	-176.4	-983.1	-9356.0
13	1	-169.2	-1152.3	-12697.6
12	1	-161.9	-1314.2	-16508.7
11	1	-154.5	-1468.7	-20767.8
10	1	-146.9	-1615.5	-25452.9
9	1	-139.0	-1754.5	-30541.0
8	1	-130.7	-1885.2	-36008.1
7	1	-121.9	-2007.1	-41828.5
6	1	-112.3	-2119.3	-47974.6
5	1	-101.6	-2221.0	-54415.4
4	1	-120.2	-2341.2	-62843.7
3	1	-119.8	-2460.9	-71703.0
2	1	0.0	-2460.9	-79085.8
1	1	0.0	-2460.9	-86468.6

6.5 规定水平力

表 6-10 各层各塔的规定水平力

层号	塔号	X 向 (kN)	Y 向 (kN)
18	1	307.1	412.1
17	1	554.9	612.9
16	1	370.1	408.1
15	1	320.1	333.1
14	1	278.3	285.2
13	1	247.7	247.2
12	1	220.3	218.8
11	1	198.2	201.9
10	1	183.3	190.0
9	1	171.2	180.0
8	1	161.9	171.9
7	1	149.8	162.2

层号	塔号	X 向(kN)	Y 向(kN)
6	1	133.5	148.0
5	1	109.6	128.9
4	1	137.8	175.6
3	1	85.4	114.1
2	1	0.0	0.0
1	1	0.0	0.0

6.6 规定水平力下倾覆弯矩统计(抗规方式)

表 6-11 X 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(抗规方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
18	1	344.5(23.9%)	142.1(9.8%)	956.7(66.3%)	0.0(0.0%)	1443.3
17	1	344.5(8.7%)	142.1(3.6%)	3456.4(87.7%)	0.0(0.0%)	3943.1
16	1	344.5(4.6%)	142.1(1.9%)	7029.5(93.5%)	0.0(0.0%)	7516.1
15	1	344.5(2.9%)	142.1(1.2%)	11530.9(96.0%)	0.0(0.0%)	12017.5
14	1	344.5(2.0%)	142.1(0.8%)	16839.5(97.2%)	0.0(0.0%)	17326.1
13	1	344.5(1.5%)	142.1(0.6%)	22866.5(97.9%)	0.0(0.0%)	23353.2
12	1	344.5(1.1%)	142.1(0.5%)	29532.5(98.4%)	0.0(0.0%)	30019.1
11	1	344.5(0.9%)	142.1(0.4%)	36773.2(98.7%)	0.0(0.0%)	37259.9
10	1	344.5(0.8%)	142.1(0.3%)	44545.5(98.9%)	0.0(0.0%)	45032.2
9	1	344.5(0.6%)	142.1(0.3%)	52814.3(99.1%)	0.0(0.0%)	53300.9
8	1	344.5(0.6%)	142.1(0.2%)	61552.8(99.2%)	0.0(0.0%)	62039.4
7	1	344.5(0.5%)	142.1(0.2%)	70725.7(99.3%)	0.0(0.0%)	71212.4
6	1	344.5(0.4%)	142.1(0.2%)	80285.9(99.4%)	0.0(0.0%)	80772.5
5	1	344.5(0.4%)	142.1(0.2%)	90163.9(99.5%)	0.0(0.0%)	90650.5
4	1	1467.9(1.4%)	142.1(0.1%)	101799.0(98.4%)	0.0(0.0%)	103409.0
3	1	2045.3(1.8%)	142.1(0.1%)	114289.1(98.1%)	0.0(0.0%)	116476.5
2	1	1953.1(1.5%)	-476.6(-0.4%)	125394.1(98.8%)	0.0(0.0%)	126870.5
1	1	2113.0(1.5%)	-331.8(-0.2%)	134925.6(98.7%)	0.0(0.0%)	136706.8

表 6-12 Y 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(抗规方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
----	----	-----	-----	-----	----	----

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
18	1	541.4(27.9%)	93.5(4.8%)	1302.2(67.2%)	0.0(0.0%)	1937.1
17	1	541.4(11.0%)	93.5(1.9%)	4274.8(87.1%)	0.0(0.0%)	4909.7
16	1	541.4(6.0%)	93.5(1.0%)	8431.0(93.0%)	0.0(0.0%)	9065.8
15	1	541.4(3.8%)	93.5(0.7%)	13553.0(95.5%)	0.0(0.0%)	14187.9
14	1	541.4(2.7%)	93.5(0.5%)	19502.0(96.8%)	0.0(0.0%)	20136.9
13	1	541.4(2.0%)	93.5(0.3%)	26167.7(97.6%)	0.0(0.0%)	26802.6
12	1	541.4(1.6%)	93.5(0.3%)	33467.9(98.1%)	0.0(0.0%)	34102.8
11	1	541.4(1.3%)	93.5(0.2%)	41353.7(98.5%)	0.0(0.0%)	41988.6
10	1	541.4(1.1%)	93.5(0.2%)	49790.4(98.7%)	0.0(0.0%)	50425.3
9	1	541.4(0.9%)	93.5(0.2%)	58749.2(98.9%)	0.0(0.0%)	59384.1
8	1	541.4(0.8%)	93.5(0.1%)	68206.6(99.1%)	0.0(0.0%)	68841.4
7	1	541.4(0.7%)	93.5(0.1%)	78134.2(99.2%)	0.0(0.0%)	78769.1
6	1	541.4(0.6%)	93.5(0.1%)	88491.1(99.3%)	0.0(0.0%)	89126.0
5	1	541.4(0.5%)	93.5(0.1%)	99221.9(99.4%)	0.0(0.0%)	99856.7
4	1	1826.5(1.6%)	93.5(0.1%)	111889.7(98.3%)	0.0(0.0%)	113809.7
3	1	2416.3(1.9%)	93.5(0.1%)	125663.0(98.0%)	0.0(0.0%)	128172.7
2	1	2160.8(1.6%)	-552.3(-0.4%)	136692.3(98.8%)	0.0(0.0%)	138300.8
1	1	2466.8(1.7%)	-424.3(-0.3%)	144616.2(98.6%)	0.0(0.0%)	146658.8

6.7 规定水平力下倾覆弯矩统计(轴力方式)

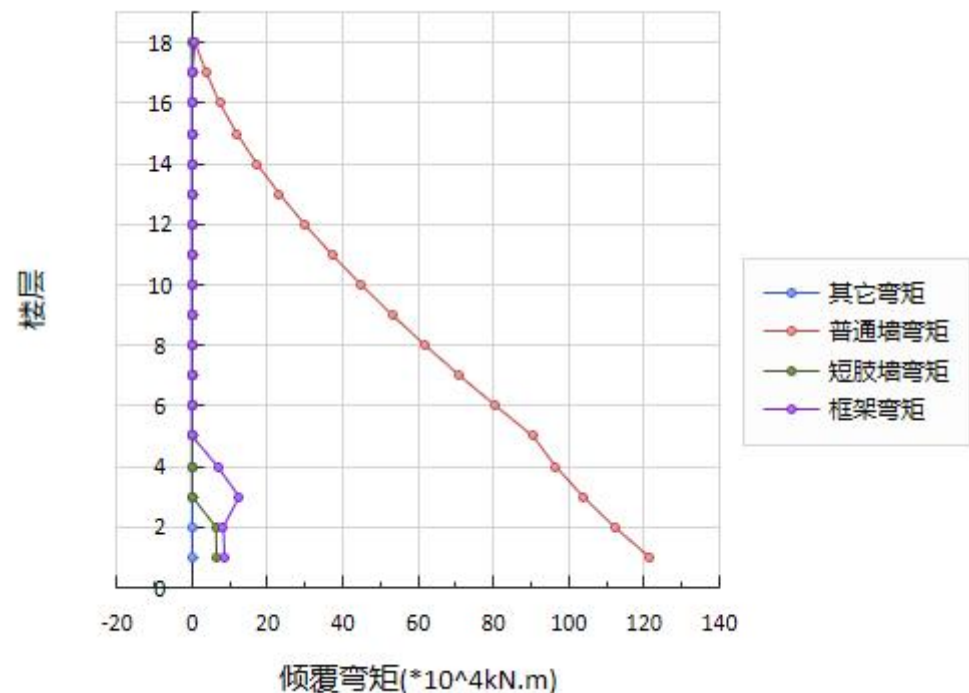


图 6-3 X 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

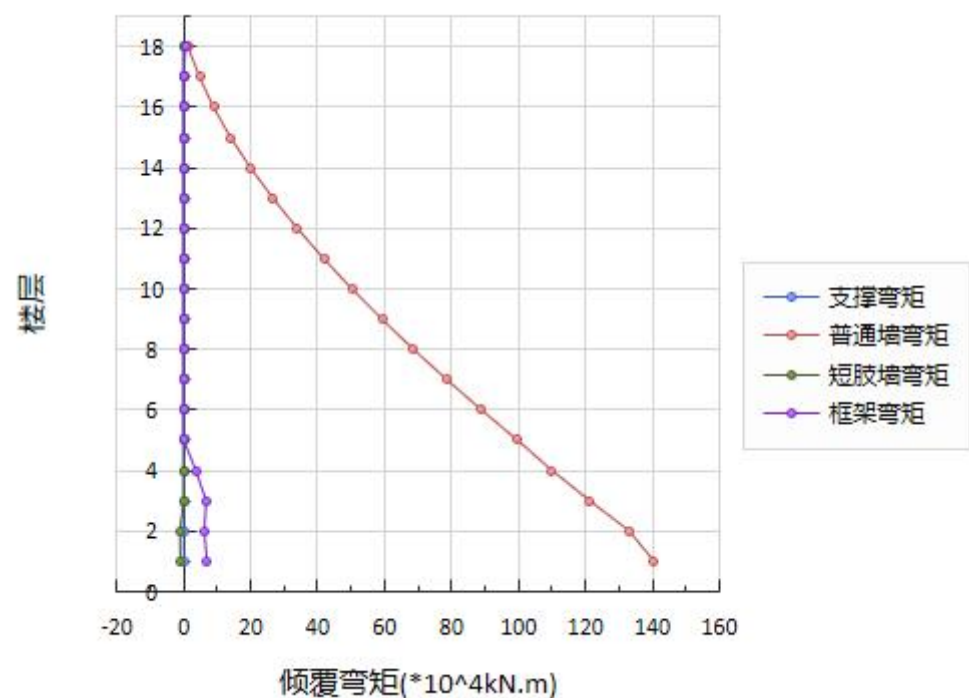


图 6-4 Y 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

表 6-13 X 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(轴力方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
18	1	708.1 (54.1%)	-144.1 (-11.0%)	744.9 (56.9%)	0.0 (0.0%)	1308.9
17	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	3804.9 (100.0%)	0.0 (0.0%)	3804.9
16	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	7378.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	7378.1
15	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	11879.5 (100.0%)	0.0 (0.0%)	11879.5
14	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	17188.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	17188.1
13	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	23215.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	23215.1
12	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	29881.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	29881.1
11	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	37121.9 (100.0%)	0.0 (0.0%)	37121.9
10	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	44894.2 (100.0%)	0.0 (0.0%)	44894.2
9	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	53163.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	53163.0
8	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	61901.4 (100.0%)	0.0 (0.0%)	61901.4
7	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	71074.4 (100.0%)	0.0 (0.0%)	71074.4
6	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	80634.5 (100.0%)	0.0 (0.0%)	80634.5
5	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	90512.3 (100.0%)	0.0 (0.0%)	90512.3
4	1	6753.6 (6.5%)	0.0 (0.0%)	96530.7 (93.5%)	0.0 (0.0%)	103284.3
3	1	12507.3 (10.7%)	0.0 (0.0%)	103860.1 (89.3%)	0.0 (0.0%)	116367.4
2	1	8293.7 (6.5%)	6331.7 (5.0%)	112147.0 (88.5%)	0.0 (0.0%)	126772.4
1	1	8608.1 (6.3%)	6489.3 (4.8%)	121497.2 (88.9%)	0.0 (0.0%)	136594.6

表 6-14 Y 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(轴力方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
18	1	512.5 (29.1%)	22.8 (1.3%)	1225.1 (69.6%)	0.0 (0.0%)	1760.5
17	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	4722.8 (100.0%)	0.0 (0.0%)	4722.8
16	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	8876.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	8876.0
15	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	13998.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	13998.1
14	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	19947.1 (100.0%)	0.0 (0.0%)	19947.1
13	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	26612.8 (100.0%)	0.0 (0.0%)	26612.8
12	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	33913.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	33913.0
11	1	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	41798.8 (100.0%)	0.0 (0.0%)	41798.8

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
10	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	50235.5(100.0%)	0.0(0.0%)	50235.5
9	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	59194.3(100.0%)	0.0(0.0%)	59194.3
8	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	68651.6(100.0%)	0.0(0.0%)	68651.6
7	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	78579.3(100.0%)	0.0(0.0%)	78579.3
6	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	88936.2(100.0%)	0.0(0.0%)	88936.2
5	1	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	99667.9(100.0%)	0.0(0.0%)	99667.9
4	1	3597.6(3.2%)	0.0(0.0%)	110029.2(96.8%)	0.0(0.0%)	113626.8
3	1	6681.0(5.2%)	0.0(0.0%)	121324.4(94.8%)	0.0(0.0%)	128005.4
2	1	6170.2(4.5%)	-1156.1(-0.8%)	133067.0(96.4%)	0.0(0.0%)	138081.0
1	1	6886.2(4.7%)	-1069.9(-0.7%)	140483.6(96.0%)	0.0(0.0%)	146299.9

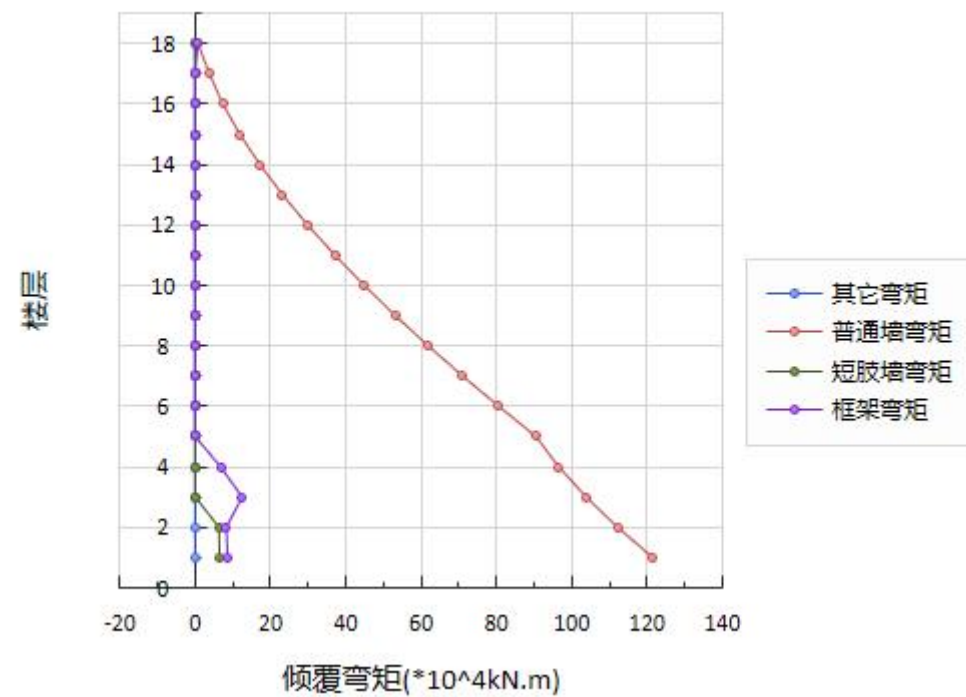


图 6-5 X 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

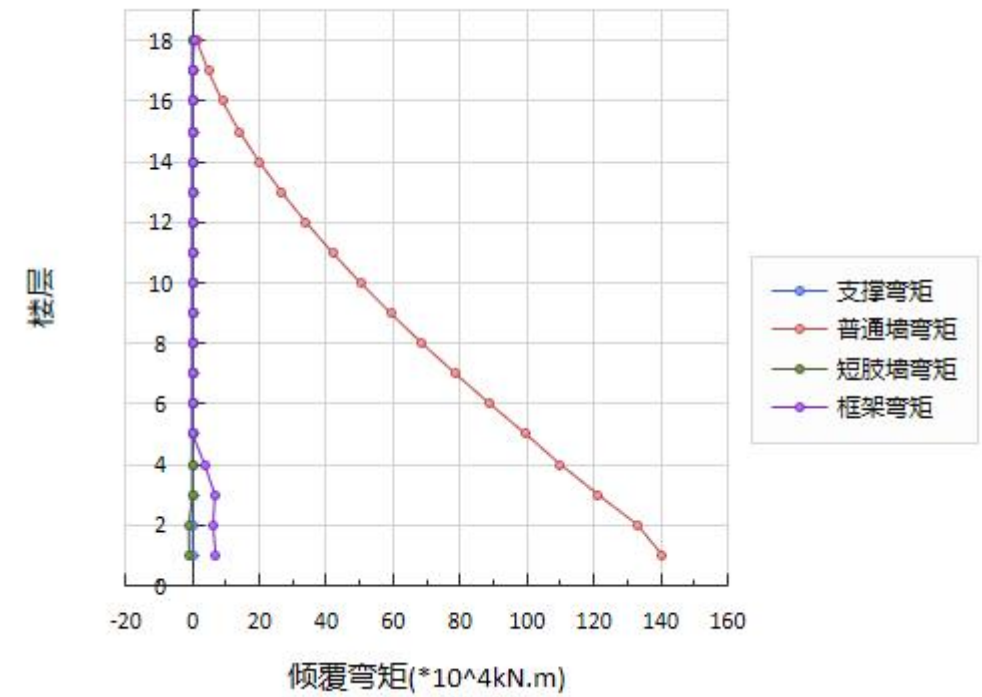


图 6-6 Y 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

6.8 规定水平力下预制墙剪力百分比

表 6-15 预制墙规定水平力剪力及百分比(单位: kN)

层号	塔号	X 向		Y 向	
		墙剪力	总剪力	墙剪力	总剪力
18	1	0.0(0.00%)	307.1	0.0(0.00%)	307.1
17	1	0.0(0.00%)	862.0	0.0(0.00%)	862.0
16	1	0.0(0.00%)	1232.1	0.0(0.00%)	1232.1
15	1	0.0(0.00%)	1552.2	0.0(0.00%)	1552.2
14	1	0.0(0.00%)	1830.6	0.0(0.00%)	1830.6
13	1	0.0(0.00%)	2078.3	0.0(0.00%)	2078.3
12	1	0.0(0.00%)	2298.6	0.0(0.00%)	2298.6
11	1	0.0(0.00%)	2496.8	0.0(0.00%)	2496.8
10	1	0.0(0.00%)	2680.1	0.0(0.00%)	2680.1
9	1	0.0(0.00%)	2851.3	0.0(0.00%)	2851.3
8	1	0.0(0.00%)	3013.3	0.0(0.00%)	3013.3

层号	塔号	X 向		Y 向	
		墙剪力	总剪力	墙剪力	总剪力
7	1	0.0(0.00%)	3163.1	0.0(0.00%)	3163.1
6	1	0.0(0.00%)	3296.6	0.0(0.00%)	3296.6
5	1	0.0(0.00%)	3406.2	0.0(0.00%)	3406.2
4	1	0.0(0.00%)	3544.0	0.0(0.00%)	3544.0
3	1	0.0(0.00%)	3629.9	0.0(0.00%)	3629.9

6.9 地震作用下框架剪力统计

Ratio : 柱剪力百分比

BVRatio : 柱剪力与分段基底剪力百分比

表 6-16 X 向地震剪力(单位: kN)及百分比

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	Ratio	BVRatio
18	1	77.8	234.7	307.1	25.34%	0.00%
17	1	0.0	862.0	862.0	0.00%	0.00%
16	1	0.0	1232.1	1232.1	0.00%	0.00%
15	1	0.0	1552.2	1552.2	0.00%	0.00%
14	1	0.0	1830.6	1830.6	0.00%	0.00%
13	1	0.0	2078.3	2078.3	0.00%	0.00%
12	1	0.0	2298.6	2298.6	0.00%	0.00%
11	1	0.0	2496.8	2496.8	0.00%	0.00%
10	1	0.0	2680.1	2680.1	0.00%	0.00%
9	1	0.0	2851.3	2851.3	0.00%	0.00%
8	1	0.0	3013.3	3013.3	0.00%	0.00%
7	1	0.0	3163.1	3163.1	0.00%	0.00%
6	1	0.0	3296.6	3296.6	0.00%	0.00%
5	1	0.0	3406.2	3406.2	0.00%	0.00%
4	1	285.3	3265.9	3544.0	8.05%	0.00%
3	1	145.6	3488.6	3629.5	4.01%	0.00%
2	1	30.5	3530.1	3661.0	0.83%	0.00%
1	1	56.7	3314.2	3728.7	1.52%	0.00%

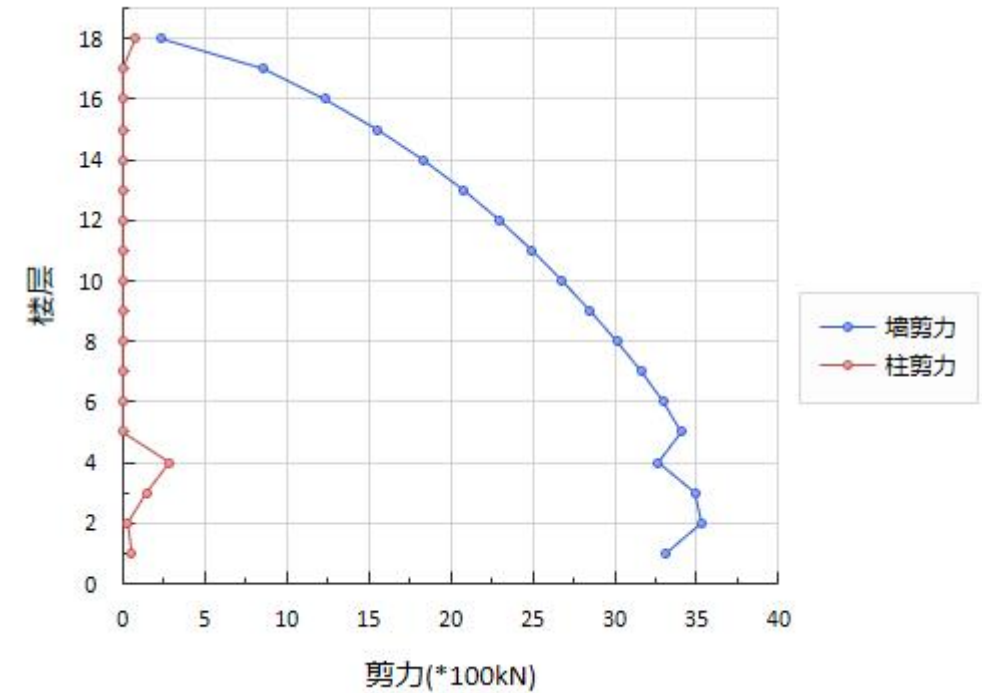


图 6-7 X 向地震下剪力简图(塔 1)

表 6-17 Y 向地震剪力(单位: kN)及百分比

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	Ratio	BVRatio
18	1	99.8	327.9	412.1	24.21%	0.00%
17	1	0.0	1025.1	1025.1	0.00%	0.00%
16	1	0.0	1433.1	1433.1	0.00%	0.00%
15	1	0.0	1766.2	1766.2	0.00%	0.00%
14	1	0.0	2051.4	2051.4	0.00%	0.00%
13	1	0.0	2298.5	2298.5	0.00%	0.00%
12	1	0.0	2517.3	2517.3	0.00%	0.00%
11	1	0.0	2719.2	2719.2	0.00%	0.00%
10	1	0.0	2909.2	2909.2	0.00%	0.00%
9	1	0.0	3089.2	3089.2	0.00%	0.00%
8	1	0.0	3261.2	3261.2	0.00%	0.00%
7	1	0.0	3423.3	3423.3	0.00%	0.00%
6	1	0.0	3571.4	3571.4	0.00%	0.00%

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	Ratio	BVRatio
5	1	0.0	3700.2	3700.2	0.00%	0.00%
4	1	341.2	3542.9	3875.8	8.80%	0.00%
3	1	158.2	3833.0	3989.9	3.97%	0.00%
2	1	82.7	3535.5	4043.4	2.05%	0.00%
1	1	101.6	2863.7	4121.9	2.46%	0.00%

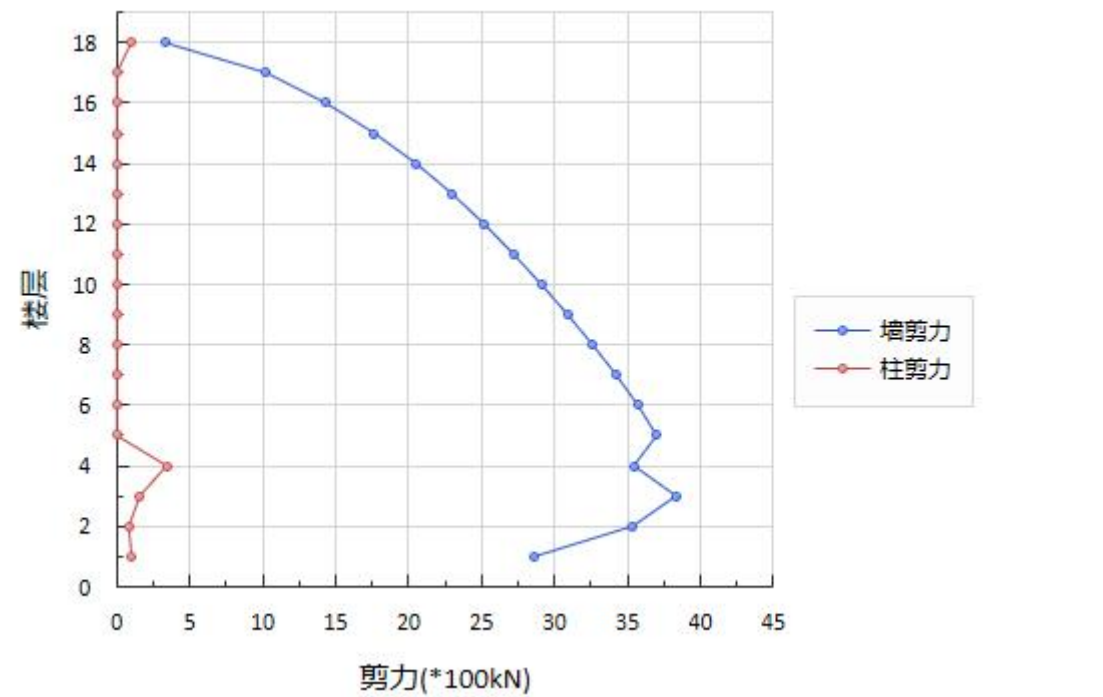


图 6-8 Y 向地震下剪力简图(塔 1)

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
17	1	591.4	862.0	3870.0	692.9	1025.1	4762.6
16	1	405.1	1232.1	7386.8	450.2	1433.1	8803.0
15	1	387.5	1552.2	11791.3	416.5	1766.2	13782.5
14	1	363.0	1830.6	16956.0	399.2	2051.4	19525.5
13	1	364.5	2078.3	22778.7	384.8	2298.5	25910.8
12	1	347.1	2298.6	29180.5	388.8	2517.3	32844.6
11	1	358.9	2496.8	36091.3	395.3	2719.2	40261.4
10	1	354.2	2680.1	43457.8	394.7	2909.2	48119.5
9	1	362.4	2851.3	51239.1	396.0	3089.2	56391.3
8	1	354.4	3013.3	59405.4	395.2	3261.2	65057.4
7	1	350.3	3163.1	67930.8	384.1	3423.3	74102.8
6	1	324.9	3296.6	76787.8	368.3	3571.4	83509.4
5	1	310.5	3406.2	85939.1	342.2	3700.2	93252.0
4	1	431.2	3544.0	97705.8	479.8	3875.8	105837.4
3	1	417.1	3629.5	109805.6	423.9	3989.9	118866.2
2	1	253.6	3661.0	120063.4	314.3	4043.4	129978.4
1	1	373.5	3728.7	130477.2	384.8	4121.9	141307.7

6.10 地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

地震外力、层剪力单位: kN

倾覆弯矩单位: kN.m

表 6-18 EX、EY 地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
18	1	307.1	307.1	1443.3	412.1	412.1	1937.1

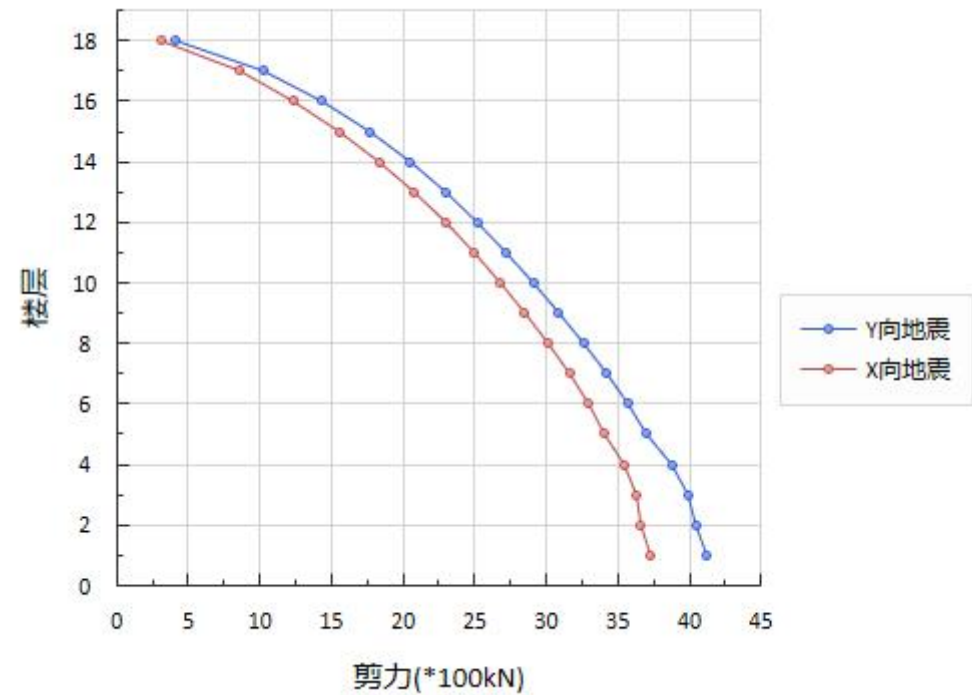


图 6-9 地震作用下楼层剪力简图(塔 1)

表 6-19 最不利地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
18	1	307.0	307.0	1443.1	411.6	411.6	1934.5
17	1	591.5	862.1	3870.1	692.4	1024.3	4758.2
16	1	405.2	1232.2	7387.5	450.0	1432.1	8795.9
15	1	387.6	1552.5	11793.0	416.3	1765.2	13772.6
14	1	363.0	1831.0	16959.1	398.9	2050.3	19512.8
13	1	364.6	2078.8	22783.6	384.7	2297.4	25895.4
12	1	347.1	2299.2	29187.3	388.5	2516.2	32826.4
11	1	358.8	2497.5	36100.4	395.0	2718.1	40240.6
10	1	354.1	2680.9	43469.3	394.4	2908.0	48096.3
9	1	362.2	2852.1	51253.3	395.6	3088.0	56365.6
8	1	354.2	3014.1	59422.4	394.8	3259.9	65029.2
7	1	350.1	3164.0	67950.8	383.9	3421.9	74072.0
6	1	324.6	3297.4	76810.6	368.0	3569.9	83475.9
5	1	310.4	3407.1	85964.9	341.9	3698.7	93215.5

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
4	1	430.9	3544.8	97735.1	479.8	3874.0	105796.5
3	1	417.6	3630.3	109838.4	423.3	3987.9	118820.5
2	1	252.3	3661.8	120099.2	316.0	4041.4	129928.3
1	1	367.9	3728.5	130515.3	391.4	4121.2	141253.2

第 7 章 工况、组合

7.1 工况设定

表 7-1 工况设定

工况简称	工况详称
X 地震	EX -- X 方向地震作用下的标准内力
X 地震正偏	EX+ -- X 方向(+5%偏心)地震作用下的标准内力
X 地震负偏	EX- -- X 方向(-5%偏心)地震作用下的标准内力
Y 地震	EY -- Y 方向地震作用下的标准内力
Y 地震正偏	EY+ -- Y 方向(+5%偏心)地震作用下的标准内力
Y 地震负偏	EY- -- Y 方向(-5%偏心)地震作用下的标准内力
X 地震最不利	EXMAX -- X 方向最不利地震作用下的标准内力
Y 地震最不利	EYMAX -- Y 方向最不利地震作用下的标准内力
+X 风	+WX -- +X 方向风荷载作用下的标准内力
-X 风	-WX -- -X 方向风荷载作用下的标准内力
+Y 风	+WY -- +Y 方向风荷载作用下的标准内力
-Y 风	-WY -- -Y 方向风荷载作用下的标准内力
土压力	SOIL -- 土压力作用下的标准内力
恒载	DL -- 恒载作用下的标准内力
活载	LL -- 活载作用下的标准内力

7.2 荷载组合表

表 7-2 荷载组合表

组合号	恒载	活载	+X 风	-X 风	+Y 风	-Y 风	X 地震	Y 地震	非线性
1	1.30	1.50							线性
2	1.00	1.50							线性
3	1.30		1.50						线性
4	1.30			1.50					线性
5	1.30				1.50				线性
6	1.30					1.50			线性
7	1.30	1.50	0.90						线性
8	1.30	1.50		0.90					线性
9	1.30	1.50			0.90				线性
10	1.30	1.50				0.90			线性
11	1.30	1.05	1.50						线性
12	1.30	1.05		1.50					线性
13	1.30	1.05			1.50				线性
14	1.30	1.05				1.50			线性
15	1.00		1.50						线性
16	1.00			1.50					线性
17	1.00				1.50				线性
18	1.00					1.50			线性
19	1.00	1.50	0.90						线性
20	1.00	1.50		0.90					线性
21	1.00	1.50			0.90				线性
22	1.00	1.50				0.90			线性
23	1.00	1.05	1.50						线性
24	1.00	1.05		1.50					线性
25	1.00	1.05			1.50				线性
26	1.00	1.05				1.50			线性
27	1.30	0.65					1.40		线性
28	1.30	0.65					-1.40		线性

组合号	恒载	活载	+X 风	-X 风	+Y 风	-Y 风	X 地震	Y 地震	非线性
29	1.30	0.65						1.40	线性
30	1.30	0.65						-1.40	线性
31	1.00	0.50					1.40		线性
32	1.00	0.50					-1.40		线性
33	1.00	0.50						1.40	线性
34	1.00	0.50						-1.40	线性

第 8 章 整体指标统计

8.1 周期比

第 1 扭转周期(1.0569)/第 1 平动周期(1.3912) = 0.76

8.2 层刚度统计(各层刚心、偏心率、相邻层侧移刚度比等计算信息)

Xstif, Ystif(m): 刚心的 X, Y 坐标值

Alf(Degree): 层刚性主轴的方向

Xmass, Ymass(m): 质心的 X, Y 坐标值

Gmass(t): 总质量

Eex, Eey: X, Y 方向的偏心率

层号	塔号	Xstif, Ystif	Alf	Xmass, Ymass	Gmass	Eex, Eey
18	1	27.46, 18.98	179.98	27.43, 12.66	333.35	59.67%, 0.20%
17	1	27.41, 14.14	45.00	27.37, 11.67	851.06	13.34%, 0.25%
16	1	27.40, 14.44	45.00	27.43, 11.46	667.74	15.39%, 0.17%
15	1	27.40, 14.44	45.00	27.43, 11.46	667.74	15.39%, 0.17%
14	1	27.40, 14.44	45.00	27.43, 11.46	667.74	15.39%, 0.17%
13	1	27.40, 14.44	45.00	27.43, 11.46	667.74	15.39%, 0.17%
12	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
11	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
10	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%

层号	塔号	Xstif, Ystif	Alf	Xmass, Ymass	Gmass	Eex, Eey
9	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
8	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
7	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
6	1	27.40, 14.44	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
5	1	27.40, 14.43	45.00	27.42, 11.46	667.38	15.40%, 0.13%
4	1	27.41, 14.95	45.00	27.43, 14.52	1090.48	2.32%, 0.15%
3	1	27.41, 14.48	45.00	27.44, 14.04	1145.71	2.45%, 0.15%
2	1	29.37, 11.66	45.00	27.72, 12.45	1187.33	5.07%, 10.15%
1	1	28.83, 11.69	45.00	24.15, 6.87	2439.13	28.53%, 27.52%

《高规》3.5.2-1 条规定：对框架结构，楼层与其相邻上层的侧向刚度比，本层与相邻上层的比值不宜小于 0.7，与相邻上部三层刚度平均值的比值不宜小于 0.8。

《高规》3.5.2-2 条规定：对框架-剪力墙、板柱-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构，楼层与其相邻上层的侧向刚度比 γ_2 可按式 (3.5.2-2) 计算，且本层与相邻上层的比值不宜小于 0.9；当本层层高大于相邻上层层高的 1.5 倍时，该比值不宜小于 1.1；对结构底部嵌固层，该比值不宜小于 1.5。

Ratx, Raty: X, Y 方向本层塔侧移刚度与下一层相应塔侧移刚度的比值(剪切刚度)

Ratx1, Raty1: X, Y 方向本层塔侧移刚度与上一层相应塔侧移刚度 70%的比值或上三层平均侧移刚度 80%的比值中之较小者

Ratx2, Raty2: X, Y 方向本层塔侧移刚度与上一层相应塔侧移刚度 90%、110%或者 150%比值。110%指当本层层高大于相邻上层层高 1.5 倍时，150%指嵌固层

RJX1, RJY1, RJZ1: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度和扭转刚度(剪切刚度)

RJX3, RJY3, RJZ3: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度和扭转刚度(地震剪力与地震层间位移的比)

Rs: 薄弱层地震剪力放大系数

层号	塔号	Ratx, Raty	Ratx1, Raty1	Ratx2, Raty2	RJX1, RJY1 (kN/m)	RJX3, RJY3 (kN/m)	Rs
18	1	0.31, 0.23	1.00, 1.00	1.00, 1.00	1.10E+007 1.28E+007	1.53E+005 1.35E+005	1.00
17	1	1.00, 1.00	6.77, 6.02	3.25, 2.89	3.53E+007 5.66E+007	7.23E+005 5.71E+005	1.00
16	1	1.00, 1.00	1.78, 1.88	1.39, 1.46	3.53E+007 5.64E+007	9.01E+005 7.52E+005	1.00

层号	塔号	Ratx, Raty	Ratx1, Raty1	Ratx2, Raty2	RJX1, RJY1 (kN/m)	RJX3, RJY3 (kN/m)	Rs
15	1	1.00, 1.00	1.63, 1.68	1.27, 1.31	3.53E+007 5.64E+007	1.03E+006 8.85E+005	1.00
14	1	1.00, 1.00	1.54, 1.59	1.20, 1.24	3.53E+007 5.64E+007	1.11E+006 9.83E+005	1.00
13	1	1.00, 1.00	1.44, 1.52	1.17, 1.20	3.53E+007 5.64E+007	1.17E+006 1.06E+006	1.00
12	1	1.00, 1.00	1.38, 1.45	1.16, 1.18	3.53E+007 5.64E+007	1.22E+006 1.13E+006	1.00
11	1	1.00, 1.00	1.35, 1.42	1.15, 1.18	3.53E+007 5.64E+007	1.26E+006 1.20E+006	1.00
10	1	1.00, 1.00	1.34, 1.41	1.15, 1.18	3.53E+007 5.64E+007	1.31E+006 1.27E+006	1.00
9	1	1.00, 1.00	1.34, 1.41	1.15, 1.19	3.53E+007 5.64E+007	1.36E+006 1.36E+006	1.00
8	1	1.00, 1.00	1.36, 1.43	1.16, 1.20	3.53E+007 5.64E+007	1.42E+006 1.46E+006	1.00
7	1	1.00, 1.00	1.38, 1.46	1.18, 1.21	3.53E+007 5.64E+007	1.51E+006 1.60E+006	1.00
6	1	1.00, 1.00	1.42, 1.51	1.20, 1.24	3.53E+007 5.64E+007	1.62E+006 1.78E+006	1.00
5	1	1.14, 1.12	1.48, 1.59	1.23, 1.28	3.53E+007 5.64E+007	1.80E+006 2.06E+006	1.00
4	1	1.00, 1.00	1.41, 1.47	1.42, 1.43	3.11E+007 5.03E+007	1.85E+006 2.13E+006	1.00
3	1	0.29, 0.45	2.23, 2.28	1.88, 1.89	3.11E+007 5.03E+007	3.13E+006 3.62E+006	1.00
2	1	1.02, 0.99	18.18, 7.40	11.79, 4.80	1.07E+008 1.11E+008	3.98E+007 1.88E+007	1.00
1	1	1.00, 1.00	2.39, 3.60	1.11, 1.68	1.04E+008 1.13E+008	6.65E+007 4.73E+007	1.00

X 方向最小刚度比: 1.0000(18 层 1 塔)

Y 方向最小刚度比: 1.0000(18 层 1 塔)

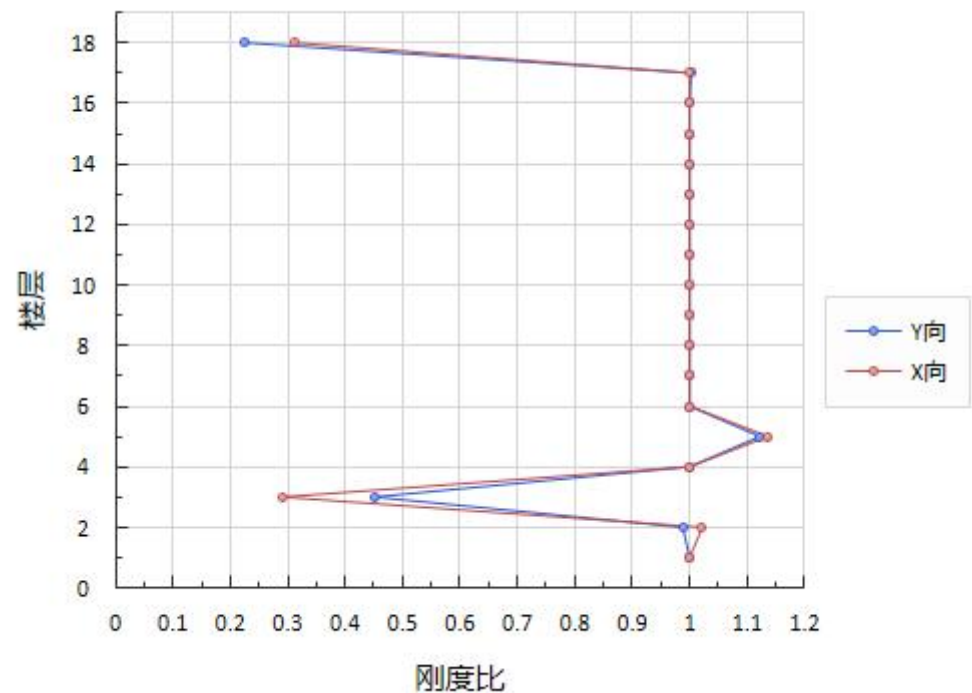


图 8-1 多方向刚度比简图(塔 1)

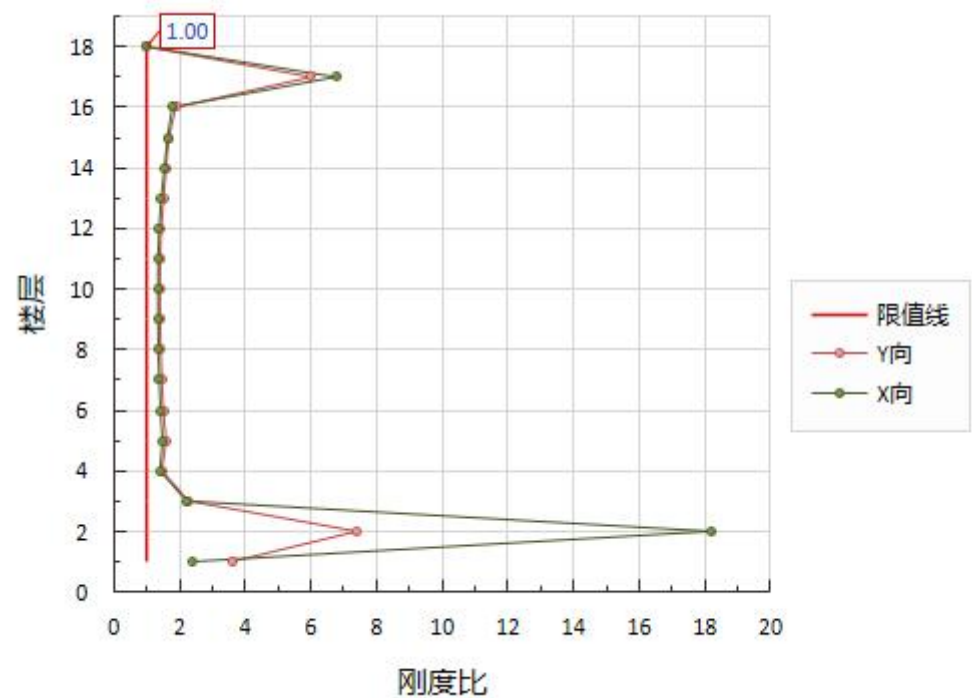


图 8-2 多方向刚度比 1 简图(塔 1)

8.3 结构整体稳定验算

刚度单位: kN/m

层高单位: m

上部重量单位: kN

表 8-1 地震

层号	塔号	X 向刚重比 EJd/GH^{**2}	Y 向刚重比 EJd/GH^{**2}
3	1	8.288	7.338

该结构刚重比 EJd/GH^{**2} 大于 1.4, 能够通过《高规》5.4.4 条的整体稳定验算该结构刚重比 EJd/GH^{**2} 大于 2.7, 满足《高规》5.4.1, 可以不考虑重力二阶效应

表 8-2 风荷载

层号	塔号	X 向刚重比 EJd/GH^{**2}	Y 向刚重比 EJd/GH^{**2}
3	1	9.392	8.232

该结构刚重比 EJd/GH^{**2} 大于 1.4, 能够通过《高规》5.4.4 条的整体稳定验算该结构刚重比 EJd/GH^{**2} 大于 2.7, 满足《高规》5.4.1, 可以不考虑重力二阶效应

8.4 结构整体抗倾覆验算

根据《高规》12.1.7 条, 在重力荷载与水平荷载标准值或重力荷载代表值与多遇水平地震标准值共同作用下, 高宽比大于 4 的高层建筑, 基础底面不宜出现零应力区; 高宽比不大于 4 的高层建筑, 基础底面与地基之间零应力区面积不应超过基础底面面积的 15%。结构的抗倾覆验算结果如下:

表 8-3 结构整体抗倾覆验算(单位: kN.m)

层号	塔号	工况	抗倾覆力矩 M_r	倾覆力矩 M_{ov}	比值 M_r/M_{ov}	零应力区 (%)
1	1	X 向风	3.504E+006	3.086E+004	113.54	0.00
		Y 向风	1.817E+006	9.614E+004	18.90	0.00
		X 地震	3.391E+006	1.418E+005	23.91	0.00
		Y 地震	1.758E+006	1.559E+005	11.28	0.00

8.5 楼层抗剪承载力验算

《高规》3.5.3 条规定: A 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于其相邻上一层受剪承载力的 80%, 不应小于其相邻上一层受剪承载力的 65%; B 级高度高层建筑的

楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不应小于其相邻上一层受剪承载力的 75%。
结构设定的限值是 80.00%。并无楼层承载力突变的情况。

Ratio_X, Ratio_Y: 表示本层与上一层的承载力之比

表 8-4 楼层抗剪承载力验算(单位: kN)

层号	塔号	X 向承载力	Y 向承载力	Ratio_X	Ratio_Y
18	1	4.0375E+003	5.1079E+003	1.00	1.00
17	1	9.4143E+003	1.6018E+004	2.33	3.14
16	1	9.1913E+003	1.6144E+004	0.98	1.01
15	1	9.3437E+003	1.6437E+004	1.02	1.02
14	1	9.4800E+003	1.6916E+004	1.01	1.03
13	1	9.6413E+003	1.7199E+004	1.02	1.02
12	1	9.8085E+003	1.7456E+004	1.02	1.01
11	1	9.8861E+003	1.7762E+004	1.01	1.02
10	1	1.0061E+004	1.8043E+004	1.02	1.02
9	1	1.0249E+004	1.8316E+004	1.02	1.02
8	1	1.0421E+004	1.8516E+004	1.02	1.01
7	1	1.0565E+004	1.8720E+004	1.01	1.01
6	1	1.0624E+004	1.8920E+004	1.01	1.01
5	1	1.0815E+004	1.9113E+004	1.02	1.01
4	1	1.2776E+004	2.1210E+004	1.18	1.11
3	1	1.3249E+004	2.0546E+004	1.04	0.97
2	1	3.8116E+004	3.9349E+004	2.88	1.92
1	1	4.0486E+004	4.3299E+004	1.06	1.10

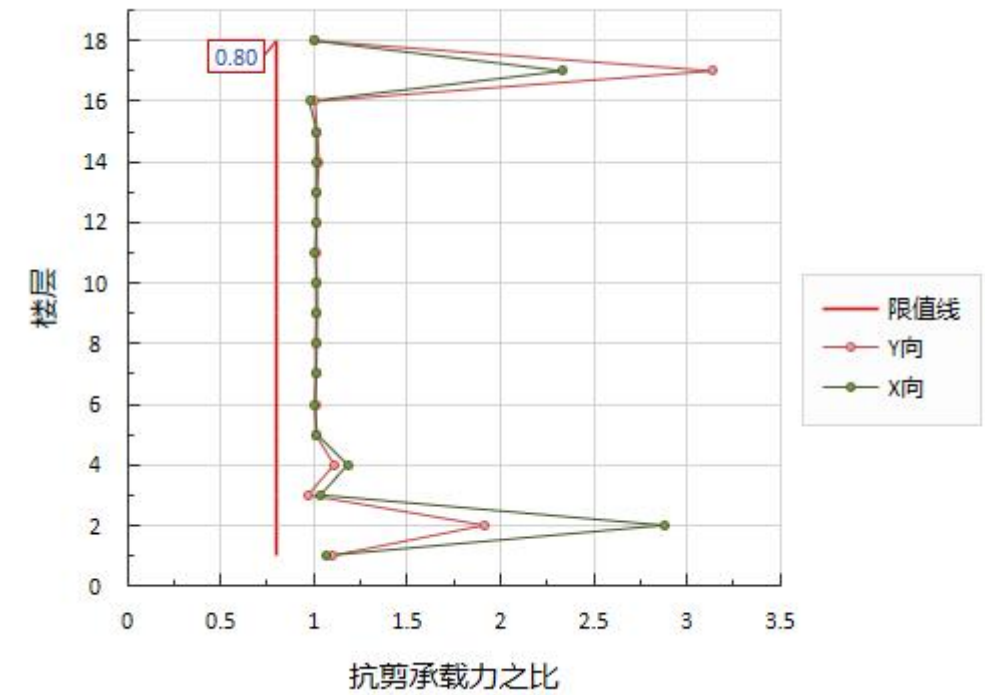


图 8-3 多方向抗剪承载力比简图(塔 1)

8.6 薄弱层信息

表 8-5 薄弱层

层号	塔号

8.7 剪重比调整系数

表 8-6 各楼层地震剪力系数调整情况 [抗震规范(5.2.5)验算]

层号	塔号	X 向调整系数	Y 向调整系数	调整后 X 向剪力	调整后 Y 向剪力
18	1	1.00	1.00	307.09	412.14
17	1	1.00	1.00	861.97	1025.06
16	1	1.00	1.00	1232.09	1433.14
15	1	1.00	1.00	1552.21	1766.22
14	1	1.00	1.00	1830.56	2051.38
13	1	1.00	1.00	2078.28	2298.53
12	1	1.00	1.00	2298.60	2517.32

层号	塔号	X 向调整系数	Y 向调整系数	调整后 X 向剪力	调整后 Y 向剪力
11	1	1.00	1.00	2496.81	2719.23
10	1	1.00	1.00	2680.10	2909.21
9	1	1.00	1.00	2851.31	3089.24
8	1	1.00	1.00	3013.25	3261.16
7	1	1.00	1.00	3163.10	3423.32
6	1	1.00	1.00	3296.59	3571.36
5	1	1.00	1.00	3406.23	3700.24
4	1	1.00	1.00	3544.01	3875.82
3	1	1.00	1.00	3629.46	3989.88

8.8 位移角和位移比

根据《高规》3.7.3 条的规定，楼层层间最大位移与层高之比的限值如下表：

表 8-7 楼层层间最大位移与层高之比的限值[高规(3.7.3)]

结构体系	$\Delta u/h$ 限值
框架	1/550
框架-剪力墙、框架-核心筒、板柱-剪力墙	1/800
筒中筒、剪力墙	1/1000
除框架结构外的转换层	1/1000

《抗规》3.4.3-1 条对于扭转不规则的定义为：在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)，大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的 1.2 倍。根据《高规》3.4.5 条规定：结构在考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下，楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移，A 级高度高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.5 倍；B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.4 倍。结构设定的判断扭转不规则的位移比为 1.20，位移比的限值为 1.50。

采用强制刚性楼板假定模型计算结果

单位 : mm
h : 层高
Max-(X), Max-(Y) : X, Y 方向的节点最大位移

Ave-(X), Ave-(Y) : X, Y 方向的层平均位移
Max-Dx, Max-Dy : X, Y 方向的最大层间位移
Ave-Dx, Ave-Dy : X, Y 方向的平均层间位移
Ratio-(X), Ratio-(Y) : 最大位移与层平均位移的比值
Ratio-Dx, Ratio-Dy : 最大层间位移与平均层间位移的比值
Max-Dx/h, Max-Dy/h : X, Y 方向的最大层间位移角

表 8-8 X 方向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	30.22	27.35	2.28	2.06	1/2066	4700.00
17	1	30.05	26.39	1.37	1.21	1/2123	2900.00
16	1	28.75	25.24	1.55	1.37	1/1868	2900.00
15	1	27.28	23.93	1.71	1.51	1/1699	2900.00
14	1	25.66	22.50	1.86	1.64	1/1557	2900.00
13	1	23.88	20.93	2.01	1.76	1/1445	2900.00
12	1	21.95	19.24	2.14	1.88	1/1357	2900.00
11	1	19.88	17.42	2.25	1.97	1/1291	2900.00
10	1	17.69	15.49	2.33	2.05	1/1243	2900.00
9	1	15.40	13.48	2.39	2.10	1/1213	2900.00
8	1	13.04	11.41	2.41	2.11	1/1202	2900.00
7	1	10.64	9.32	2.39	2.09	1/1213	2900.00
6	1	8.27	7.24	2.31	2.02	1/1255	2900.00
5	1	5.96	5.23	2.16	1.88	1/1345	2900.00
4	1	3.81	3.21	2.29	1.91	1/1572	3600.00
3	1	1.52	1.29	1.36	1.15	1/2646	3600.00
2	1	0.20	0.16	0.13	0.10	1/9999	3000.00
1	1	0.07	0.06	0.07	0.06	1/9999	3000.00

X 向最大层间位移角: 1/1202 (8 层 1 塔)

表 8-9 X 双向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	30.22	27.35	2.28	2.06	1/2066	4700.00
17	1	30.05	26.39	1.37	1.21	1/2123	2900.00
16	1	28.75	25.24	1.55	1.37	1/1868	2900.00
15	1	27.28	23.94	1.71	1.51	1/1699	2900.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
14	1	25.66	22.50	1.86	1.64	1/1557	2900.00
13	1	23.88	20.93	2.01	1.76	1/1445	2900.00
12	1	21.95	19.24	2.14	1.88	1/1357	2900.00
11	1	19.88	17.42	2.25	1.97	1/1291	2900.00
10	1	17.69	15.49	2.33	2.05	1/1243	2900.00
9	1	15.40	13.48	2.39	2.10	1/1213	2900.00
8	1	13.04	11.41	2.41	2.11	1/1202	2900.00
7	1	10.64	9.32	2.39	2.09	1/1213	2900.00
6	1	8.27	7.24	2.31	2.02	1/1255	2900.00
5	1	5.96	5.23	2.16	1.88	1/1344	2900.00
4	1	3.81	3.21	2.29	1.91	1/1572	3600.00
3	1	1.52	1.29	1.36	1.15	1/2646	3600.00
2	1	0.20	0.16	0.13	0.11	1/9999	3000.00
1	1	0.07	0.06	0.07	0.06	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/1202 (8层1塔)

表 8-10 X+ 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	30.61	27.42	2.31	2.07	1/2033	4700.00
17	1	30.58	26.54	1.39	1.22	1/2085	2900.00
16	1	29.26	25.39	1.58	1.38	1/1835	2900.00
15	1	27.76	24.08	1.74	1.51	1/1669	2900.00
14	1	26.11	22.64	1.90	1.65	1/1530	2900.00
13	1	24.30	21.07	2.04	1.77	1/1420	2900.00
12	1	22.33	19.36	2.17	1.89	1/1334	2900.00
11	1	20.23	17.53	2.29	1.98	1/1268	2900.00
10	1	18.00	15.59	2.37	2.06	1/1221	2900.00
9	1	15.66	13.57	2.43	2.11	1/1192	2900.00
8	1	13.26	11.49	2.46	2.13	1/1181	2900.00
7	1	10.83	9.38	2.43	2.11	1/1192	2900.00
6	1	8.41	7.29	2.35	2.03	1/1233	2900.00
5	1	6.07	5.26	2.19	1.90	1/1321	2900.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
4	1	3.88	3.21	2.33	1.92	1/1545	3600.00
3	1	1.55	1.29	1.38	1.16	1/2603	3600.00
2	1	0.20	0.16	0.14	0.10	1/9999	3000.00
1	1	0.07	0.06	0.07	0.06	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/1181 (8层1塔)

表 8-11 X- 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	29.84	27.27	2.24	2.05	1/2099	4700.00
17	1	29.52	26.23	1.34	1.21	1/2162	2900.00
16	1	28.25	25.08	1.52	1.37	1/1902	2900.00
15	1	26.81	23.79	1.68	1.50	1/1730	2900.00
14	1	25.21	22.36	1.83	1.63	1/1586	2900.00
13	1	23.46	20.80	1.97	1.75	1/1471	2900.00
12	1	21.57	19.11	2.10	1.86	1/1382	2900.00
11	1	19.53	17.30	2.21	1.96	1/1314	2900.00
10	1	17.38	15.39	2.29	2.03	1/1265	2900.00
9	1	15.13	13.39	2.35	2.08	1/1234	2900.00
8	1	12.81	11.34	2.37	2.10	1/1223	2900.00
7	1	10.46	9.26	2.35	2.08	1/1234	2900.00
6	1	8.12	7.19	2.27	2.01	1/1277	2900.00
5	1	5.86	5.19	2.12	1.87	1/1368	2900.00
4	1	3.75	3.20	2.25	1.91	1/1600	3600.00
3	1	1.50	1.29	1.34	1.15	1/2690	3600.00
2	1	0.19	0.16	0.13	0.10	1/9999	3000.00
1	1	0.07	0.06	0.07	0.06	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/1223 (8层1塔)

表 8-12 Y 方向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	33.18	32.87	3.11	3.08	1/1512	4700.00
17	1	30.35	29.92	1.82	1.80	1/1590	2900.00
16	1	28.59	28.18	1.93	1.91	1/1502	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
15	1	26.72	26.33	2.02	2.00	1/1435	2900.00
14	1	24.76	24.39	2.11	2.09	1/1373	2900.00
13	1	22.72	22.37	2.19	2.17	1/1324	2900.00
12	1	20.59	20.26	2.25	2.23	1/1287	2900.00
11	1	18.39	18.08	2.29	2.27	1/1264	2900.00
10	1	16.14	15.86	2.31	2.29	1/1254	2900.00
9	1	13.86	13.61	2.30	2.28	1/1260	2900.00
8	1	11.59	11.36	2.26	2.23	1/1285	2900.00
7	1	9.35	9.15	2.17	2.14	1/1336	2900.00
6	1	7.19	7.02	2.03	2.00	1/1427	2900.00
5	1	5.17	5.02	1.83	1.80	1/1586	2900.00
4	1	3.35	3.23	1.86	1.82	1/1935	3600.00
3	1	1.49	1.41	1.14	1.10	1/3160	3600.00
2	1	0.35	0.30	0.25	0.22	1/9999	3000.00
1	1	0.10	0.09	0.10	0.09	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/1254 (10层1塔)

表 8-13 Y 双向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	35.07	34.13	3.26	3.18	1/1443	4700.00
17	1	34.08	32.00	1.98	1.89	1/1468	2900.00
16	1	32.18	30.17	2.10	2.01	1/1378	2900.00
15	1	30.16	28.24	2.22	2.11	1/1308	2900.00
14	1	28.02	26.20	2.33	2.21	1/1245	2900.00
13	1	25.77	24.07	2.43	2.30	1/1194	2900.00
12	1	23.42	21.84	2.51	2.37	1/1155	2900.00
11	1	20.97	19.52	2.57	2.42	1/1128	2900.00
10	1	18.45	17.15	2.60	2.45	1/1114	2900.00
9	1	15.89	14.75	2.60	2.44	1/1113	2900.00
8	1	13.32	12.34	2.57	2.40	1/1130	2900.00
7	1	10.78	9.96	2.48	2.31	1/1168	2900.00
6	1	8.31	7.66	2.34	2.17	1/1238	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
5	1	5.97	5.50	2.13	1.96	1/1364	2900.00
4	1	3.85	3.54	2.18	2.00	1/1649	3600.00
3	1	1.68	1.54	1.32	1.21	1/2735	3600.00
2	1	0.37	0.32	0.27	0.23	1/9999	3000.00
1	1	0.11	0.09	0.11	0.09	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/1113 (9层1塔)

表 8-14 Y+ 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	36.03	32.86	3.37	3.08	1/1396	4700.00
17	1	34.19	29.91	2.03	1.80	1/1427	2900.00
16	1	32.23	28.17	2.16	1.91	1/1344	2900.00
15	1	30.14	26.32	2.27	2.00	1/1280	2900.00
14	1	27.95	24.38	2.37	2.09	1/1222	2900.00
13	1	25.65	22.36	2.47	2.17	1/1175	2900.00
12	1	23.25	20.25	2.54	2.23	1/1140	2900.00
11	1	20.77	18.07	2.60	2.27	1/1117	2900.00
10	1	18.23	15.85	2.62	2.29	1/1106	2900.00
9	1	15.65	13.60	2.61	2.27	1/1110	2900.00
8	1	13.07	11.35	2.57	2.23	1/1130	2900.00
7	1	10.52	9.14	2.47	2.14	1/1173	2900.00
6	1	8.07	7.01	2.32	2.00	1/1251	2900.00
5	1	5.76	5.02	2.09	1.80	1/1388	2900.00
4	1	3.67	3.22	2.12	1.82	1/1697	3600.00
3	1	1.55	1.40	1.27	1.10	1/2846	3600.00
2	1	0.31	0.30	0.22	0.21	1/9999	3000.00
1	1	0.09	0.08	0.09	0.08	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/1106 (10层1塔)

表 8-15 Y- 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	36.69	32.88	3.42	3.08	1/1375	4700.00
17	1	35.08	29.94	2.07	1.80	1/1399	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
16	1	33.07	28.19	2.20	1.91	1/1318	2900.00
15	1	30.95	26.34	2.31	2.00	1/1255	2900.00
14	1	28.72	24.41	2.42	2.09	1/1198	2900.00
13	1	26.37	22.38	2.52	2.17	1/1152	2900.00
12	1	23.93	20.27	2.59	2.23	1/1118	2900.00
11	1	21.40	18.10	2.65	2.27	1/1095	2900.00
10	1	18.81	15.87	2.67	2.29	1/1084	2900.00
9	1	16.17	13.62	2.67	2.28	1/1087	2900.00
8	1	13.54	11.37	2.62	2.23	1/1106	2900.00
7	1	10.94	9.16	2.53	2.14	1/1147	2900.00
6	1	8.43	7.03	2.38	2.01	1/1221	2900.00
5	1	6.06	5.03	2.15	1.80	1/1350	2900.00
4	1	3.92	3.24	2.20	1.83	1/1640	3600.00
3	1	1.73	1.41	1.34	1.11	1/2687	3600.00
2	1	0.39	0.31	0.28	0.22	1/9999	3000.00
1	1	0.11	0.09	0.11	0.09	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/1084 (10层1塔)

表 8-16 最不利地震方向 2 下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	30.59	27.39	2.31	2.07	1/2038	4700.00
17	1	30.66	26.55	1.39	1.22	1/2080	2900.00
16	1	29.34	25.39	1.58	1.38	1/1831	2900.00
15	1	27.84	24.08	1.74	1.52	1/1665	2900.00
14	1	26.18	22.64	1.90	1.65	1/1526	2900.00
13	1	24.36	21.06	2.05	1.78	1/1416	2900.00
12	1	22.39	19.35	2.18	1.89	1/1330	2900.00
11	1	20.28	17.52	2.29	1.98	1/1265	2900.00
10	1	18.04	15.58	2.38	2.06	1/1218	2900.00
9	1	15.70	13.56	2.44	2.11	1/1189	2900.00
8	1	13.30	11.48	2.46	2.13	1/1178	2900.00
7	1	10.86	9.37	2.44	2.10	1/1189	2900.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
6	1	8.43	7.28	2.36	2.03	1/1230	2900.00
5	1	6.08	5.25	2.20	1.89	1/1318	2900.00
4	1	3.88	3.23	2.34	1.93	1/1542	3600.00
3	1	1.55	1.30	1.39	1.16	1/2598	3600.00
2	1	0.20	0.16	0.13	0.11	1/9999	3000.00
1	1	0.07	0.06	0.07	0.06	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/1178 (8层1塔)

表 8-17 最不利地震方向 92 下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	33.59	32.84	3.13	3.08	1/1500	4700.00
17	1	30.95	29.92	1.85	1.80	1/1570	2900.00
16	1	29.16	28.18	1.96	1.91	1/1481	2900.00
15	1	27.26	26.33	2.05	2.00	1/1413	2900.00
14	1	25.28	24.40	2.15	2.09	1/1351	2900.00
13	1	23.19	22.37	2.23	2.17	1/1301	2900.00
12	1	21.03	20.26	2.29	2.23	1/1264	2900.00
11	1	18.79	18.09	2.34	2.27	1/1240	2900.00
10	1	16.49	15.86	2.36	2.29	1/1229	2900.00
9	1	14.17	13.61	2.35	2.28	1/1234	2900.00
8	1	11.85	11.36	2.31	2.23	1/1258	2900.00
7	1	9.56	9.15	2.22	2.14	1/1307	2900.00
6	1	7.36	7.02	2.08	2.00	1/1395	2900.00
5	1	5.29	5.03	1.87	1.80	1/1549	2900.00
4	1	3.42	3.23	1.91	1.83	1/1889	3600.00
3	1	1.52	1.41	1.16	1.10	1/3090	3600.00
2	1	0.35	0.30	0.26	0.22	1/9999	3000.00
1	1	0.10	0.09	0.10	0.09	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/1229 (10层1塔)

表 8-18 +X 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
----	----	---------	---------	-----------	--------	--------	----------	----------	---

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	5.60	5.19	1.08	0.70	0.55	1.00	1/6686	4700.00
17	1	5.07	4.72	1.07	0.23	0.21	1.00	1/9999	2900.00
16	1	4.85	4.50	1.08	0.25	0.23	1.00	1/9999	2900.00
15	1	4.61	4.26	1.08	0.27	0.26	1.00	1/9999	2900.00
14	1	4.33	4.00	1.08	0.30	0.28	1.00	1/9676	2900.00
13	1	4.03	3.72	1.08	0.32	0.30	1.00	1/8981	2900.00
12	1	3.71	3.42	1.08	0.34	0.32	1.00	1/8428	2900.00
11	1	3.37	3.11	1.08	0.36	0.34	1.00	1/7993	2900.00
10	1	3.00	2.77	1.08	0.38	0.35	1.00	1/7662	2900.00
9	1	2.62	2.42	1.09	0.39	0.36	1.00	1/7430	2900.00
8	1	2.23	2.06	1.09	0.40	0.37	1.00	1/7298	2900.00
7	1	1.84	1.69	1.09	0.40	0.37	1.00	1/7281	2900.00
6	1	1.44	1.32	1.09	0.39	0.36	1.00	1/7413	2900.00
5	1	1.05	0.97	1.08	0.37	0.34	1.00	1/7783	2900.00
4	1	0.67	0.61	1.10	0.40	0.36	1.00	1/9014	3600.00
3	1	0.28	0.25	1.09	0.24	0.22	1.00	1/9999	3600.00
2	1	0.03	0.03	1.00	0.02	0.02	1.00	1/9999	3000.00
1	1	0.01	0.01	1.00	0.01	0.01	1.00	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/6686 (18层1塔)

X方向最大位移与层平均位移的比值: 1.10 (4层1塔)

X方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (18层1塔)

表 8-19 -X 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
18	1	5.60	5.19	1.08	0.70	0.55	1.00	1/6686	4700.00
17	1	5.07	4.72	1.07	0.23	0.21	1.00	1/9999	2900.00
16	1	4.85	4.50	1.08	0.25	0.23	1.00	1/9999	2900.00
15	1	4.61	4.26	1.08	0.27	0.26	1.00	1/9999	2900.00
14	1	4.33	4.00	1.08	0.30	0.28	1.00	1/9676	2900.00
13	1	4.03	3.72	1.08	0.32	0.30	1.00	1/8981	2900.00
12	1	3.71	3.42	1.08	0.34	0.32	1.00	1/8428	2900.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
11	1	3.37	3.11	1.08	0.36	0.34	1.00	1/7993	2900.00
10	1	3.00	2.77	1.08	0.38	0.35	1.00	1/7662	2900.00
9	1	2.62	2.42	1.09	0.39	0.36	1.00	1/7430	2900.00
8	1	2.23	2.06	1.09	0.40	0.37	1.00	1/7298	2900.00
7	1	1.84	1.69	1.09	0.40	0.37	1.00	1/7281	2900.00
6	1	1.44	1.32	1.09	0.39	0.36	1.00	1/7413	2900.00
5	1	1.05	0.97	1.08	0.37	0.34	1.00	1/7783	2900.00
4	1	0.67	0.61	1.10	0.40	0.36	1.00	1/9014	3600.00
3	1	0.28	0.25	1.09	0.24	0.22	1.00	1/9999	3600.00
2	1	0.03	0.03	1.00	0.02	0.02	1.00	1/9999	3000.00
1	1	0.01	0.01	1.00	0.01	0.01	1.00	1/9999	3000.00

X向最大层间位移角: 1/6686 (18层1塔)

X方向最大位移与层平均位移的比值: 1.10 (4层1塔)

X方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (18层1塔)

表 8-20 +Y 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	18.18	18.07	1.01	1.75	1.68	1.04	1/2692	4700.00
17	1	16.46	16.37	1.01	0.96	0.95	1.02	1/3009	2900.00
16	1	15.53	15.44	1.01	0.99	0.98	1.01	1/2937	2900.00
15	1	14.54	14.45	1.01	1.03	1.03	1.00	1/2810	2900.00
14	1	13.51	13.42	1.01	1.08	1.08	1.00	1/2683	2900.00
13	1	12.42	12.34	1.01	1.13	1.12	1.00	1/2573	2900.00
12	1	11.30	11.22	1.01	1.17	1.17	1.00	1/2482	2900.00
11	1	10.13	10.05	1.01	1.20	1.20	1.00	1/2415	2900.00
10	1	8.93	8.85	1.01	1.22	1.22	1.00	1/2373	2900.00
9	1	7.71	7.64	1.01	1.23	1.23	1.00	1/2361	2900.00
8	1	6.48	6.41	1.01	1.22	1.21	1.00	1/2384	2900.00
7	1	5.26	5.20	1.01	1.18	1.18	1.00	1/2453	2900.00
6	1	4.08	4.02	1.02	1.12	1.12	1.00	1/2587	2900.00
5	1	2.96	2.90	1.02	1.03	1.02	1.01	1/2822	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
4	1	1.94	1.89	1.03	1.07	1.05	1.02	1/3355	3600.00
3	1	0.88	0.83	1.06	0.68	0.65	1.00	1/5313	3600.00
2	1	0.21	0.18	1.00	0.15	0.13	1.00	1/9999	3000.00
1	1	0.06	0.05	1.00	0.06	0.05	1.00	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/2361 (9层1塔)

Y方向最大位移与层平均位移的比值: 1.06 (3层1塔)

Y方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.04 (18层1塔)

表 8-21 -Y 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
18	1	18.18	18.07	1.01	1.75	1.68	1.04	1/2692	4700.00
17	1	16.46	16.37	1.01	0.96	0.95	1.02	1/3009	2900.00
16	1	15.53	15.44	1.01	0.99	0.98	1.01	1/2937	2900.00
15	1	14.54	14.45	1.01	1.03	1.03	1.00	1/2810	2900.00
14	1	13.51	13.42	1.01	1.08	1.08	1.00	1/2683	2900.00
13	1	12.42	12.34	1.01	1.13	1.12	1.00	1/2573	2900.00
12	1	11.30	11.22	1.01	1.17	1.17	1.00	1/2482	2900.00
11	1	10.13	10.05	1.01	1.20	1.20	1.00	1/2415	2900.00
10	1	8.93	8.85	1.01	1.22	1.22	1.00	1/2373	2900.00
9	1	7.71	7.64	1.01	1.23	1.23	1.00	1/2361	2900.00
8	1	6.48	6.41	1.01	1.22	1.21	1.00	1/2384	2900.00
7	1	5.26	5.20	1.01	1.18	1.18	1.00	1/2453	2900.00
6	1	4.08	4.02	1.02	1.12	1.12	1.00	1/2587	2900.00
5	1	2.96	2.90	1.02	1.03	1.02	1.01	1/2822	2900.00
4	1	1.94	1.89	1.03	1.07	1.05	1.02	1/3355	3600.00
3	1	0.88	0.83	1.06	0.68	0.65	1.00	1/5313	3600.00
2	1	0.21	0.18	1.00	0.15	0.13	1.00	1/9999	3000.00
1	1	0.06	0.05	1.00	0.06	0.05	1.00	1/9999	3000.00

Y向最大层间位移角: 1/2361 (9层1塔)

Y方向最大位移与层平均位移的比值: 1.06 (3层1塔)

Y方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.04 (18层1塔)

表 8-22 X 方向规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
18	1	29.88	28.50	1.05	2.24	2.16	1.03	4700.00
17	1	28.46	26.75	1.06	1.30	1.25	1.04	2900.00
16	1	27.16	25.50	1.06	1.47	1.40	1.05	2900.00
15	1	25.69	24.10	1.07	1.61	1.52	1.05	2900.00
14	1	24.08	22.58	1.07	1.74	1.65	1.06	2900.00
13	1	22.34	20.93	1.07	1.87	1.77	1.06	2900.00
12	1	20.47	19.16	1.07	1.99	1.87	1.06	2900.00
11	1	18.48	17.29	1.07	2.08	1.96	1.06	2900.00
10	1	16.40	15.33	1.07	2.16	2.03	1.07	2900.00
9	1	14.24	13.31	1.07	2.21	2.07	1.07	2900.00
8	1	12.03	11.24	1.07	2.23	2.08	1.07	2900.00
7	1	9.80	9.15	1.07	2.20	2.06	1.07	2900.00
6	1	7.60	7.10	1.07	2.12	1.98	1.07	2900.00
5	1	5.48	5.12	1.07	1.98	1.84	1.07	2900.00
4	1	3.50	3.19	1.10	2.10	1.90	1.11	3600.00
3	1	1.40	1.29	1.09	1.25	1.15	1.09	3600.00
2	1	0.15	0.14	1.00	0.10	0.09	1.00	3000.00
1	1	0.05	0.05	1.00	0.05	0.05	1.00	3000.00

X方向最大位移与层平均位移的比值: 1.10 (4层1塔)

X方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.11 (4层1塔)

表 8-23 X+ 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
18	1	30.30	28.59	1.06	2.28	2.17	1.05	4700.00
17	1	29.03	26.92	1.08	1.33	1.25	1.06	2900.00
16	1	27.70	25.67	1.08	1.50	1.41	1.06	2900.00
15	1	26.20	24.26	1.08	1.64	1.53	1.07	2900.00
14	1	24.56	22.73	1.08	1.78	1.66	1.07	2900.00
13	1	22.78	21.07	1.08	1.91	1.78	1.07	2900.00
12	1	20.88	19.29	1.08	2.03	1.88	1.08	2900.00
11	1	18.85	17.41	1.08	2.13	1.97	1.08	2900.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
10	1	16.72	15.44	1.08	2.20	2.04	1.08	2900.00
9	1	14.52	13.40	1.08	2.25	2.08	1.08	2900.00
8	1	12.27	11.32	1.08	2.27	2.10	1.08	2900.00
7	1	9.99	9.22	1.08	2.25	2.07	1.08	2900.00
6	1	7.75	7.15	1.08	2.17	2.00	1.09	2900.00
5	1	5.58	5.15	1.08	2.02	1.86	1.09	2900.00
4	1	3.57	3.19	1.12	2.14	1.90	1.13	3600.00
3	1	1.43	1.29	1.11	1.28	1.15	1.11	3600.00
2	1	0.16	0.14	1.00	0.11	0.09	1.00	3000.00
1	1	0.05	0.05	1.00	0.05	0.05	1.00	3000.00

X方向最大位移与层平均位移的比值: 1.12 (4层1塔)

X方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.13 (4层1塔)

表 8-24 X- 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
18	1	29.46	28.42	1.04	2.20	2.15	1.02	4700.00
17	1	27.89	26.58	1.05	1.27	1.24	1.03	2900.00
16	1	26.61	25.34	1.05	1.44	1.39	1.03	2900.00
15	1	25.17	23.94	1.05	1.57	1.52	1.04	2900.00
14	1	23.60	22.43	1.05	1.71	1.64	1.04	2900.00
13	1	21.89	20.79	1.05	1.83	1.76	1.04	2900.00
12	1	20.06	19.03	1.05	1.95	1.86	1.05	2900.00
11	1	18.11	17.17	1.05	2.04	1.95	1.05	2900.00
10	1	16.07	15.23	1.06	2.12	2.01	1.05	2900.00
9	1	13.96	13.21	1.06	2.17	2.06	1.05	2900.00
8	1	11.79	11.16	1.06	2.18	2.07	1.05	2900.00
7	1	9.61	9.09	1.06	2.16	2.04	1.06	2900.00
6	1	7.45	7.05	1.06	2.08	1.97	1.06	2900.00
5	1	5.37	5.08	1.06	1.94	1.83	1.06	2900.00
4	1	3.43	3.18	1.08	2.06	1.89	1.09	3600.00
3	1	1.37	1.29	1.07	1.23	1.15	1.07	3600.00
2	1	0.15	0.14	1.00	0.10	0.09	1.00	3000.00

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
1	1	0.05	0.05	1.00	0.05	0.05	1.00	3000.00

X方向最大位移与层平均位移的比值: 1.08 (4层1塔)

X方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.09 (4层1塔)

表 8-25 Y 方向规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
18	1	35.85	35.71	1.00	3.44	3.43	1.00	4700.00
17	1	32.48	32.27	1.01	1.98	1.97	1.00	2900.00
16	1	30.50	30.30	1.01	2.08	2.07	1.00	2900.00
15	1	28.42	28.23	1.01	2.16	2.16	1.00	2900.00
14	1	26.25	26.07	1.01	2.25	2.24	1.00	2900.00
13	1	24.01	23.83	1.01	2.32	2.31	1.00	2900.00
12	1	21.69	21.52	1.01	2.38	2.37	1.00	2900.00
11	1	19.31	19.15	1.01	2.41	2.40	1.00	2900.00
10	1	16.90	16.75	1.01	2.42	2.42	1.00	2900.00
9	1	14.48	14.33	1.01	2.41	2.40	1.00	2900.00
8	1	12.07	11.93	1.01	2.35	2.35	1.00	2900.00
7	1	9.71	9.59	1.01	2.26	2.25	1.00	2900.00
6	1	7.45	7.34	1.02	2.11	2.10	1.01	2900.00
5	1	5.34	5.24	1.02	1.89	1.88	1.01	2900.00
4	1	3.45	3.36	1.03	1.92	1.90	1.01	3600.00
3	1	1.53	1.46	1.05	1.17	1.15	1.02	3600.00
2	1	0.36	0.31	1.00	0.26	0.22	1.00	3000.00
1	1	0.10	0.09	1.00	0.10	0.09	1.00	3000.00

Y方向最大位移与层平均位移的比值: 1.05 (3层1塔)

Y方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.02 (3层1塔)

表 8-26 Y+ 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
18	1	39.26	35.69	1.10	3.77	3.43	1.10	4700.00
17	1	37.01	32.26	1.15	2.23	1.97	1.13	2900.00
16	1	34.78	30.29	1.15	2.35	2.07	1.13	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
15	1	32.43	28.22	1.15	2.45	2.16	1.14	2900.00
14	1	29.98	26.06	1.15	2.56	2.24	1.14	2900.00
13	1	27.42	23.82	1.15	2.64	2.31	1.14	2900.00
12	1	24.78	21.51	1.15	2.71	2.37	1.15	2900.00
11	1	22.06	19.14	1.15	2.76	2.40	1.15	2900.00
10	1	19.31	16.73	1.15	2.78	2.42	1.15	2900.00
9	1	16.53	14.32	1.15	2.76	2.40	1.15	2900.00
8	1	13.77	11.92	1.15	2.71	2.34	1.15	2900.00
7	1	11.06	9.58	1.15	2.60	2.25	1.16	2900.00
6	1	8.46	7.33	1.15	2.44	2.10	1.16	2900.00
5	1	6.02	5.23	1.15	2.19	1.88	1.16	2900.00
4	1	3.83	3.35	1.14	2.22	1.90	1.17	3600.00
3	1	1.62	1.45	1.11	1.32	1.14	1.15	3600.00
2	1	0.32	0.31	1.00	0.23	0.22	1.00	3000.00
1	1	0.09	0.09	1.00	0.09	0.09	1.00	3000.00

Y 方向最大位移与层平均位移的比值： 1.15 (8 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值： 1.17 (4 层 1 塔)

表 8-27 Y- 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
18	1	39.58	35.72	1.11	3.79	3.44	1.10	4700.00
17	1	37.45	32.29	1.16	2.24	1.97	1.14	2900.00
16	1	35.20	30.32	1.16	2.37	2.07	1.14	2900.00
15	1	32.84	28.24	1.16	2.47	2.16	1.14	2900.00
14	1	30.37	26.09	1.16	2.57	2.24	1.15	2900.00
13	1	27.80	23.84	1.17	2.66	2.31	1.15	2900.00
12	1	25.14	21.53	1.17	2.73	2.37	1.15	2900.00
11	1	22.41	19.16	1.17	2.78	2.40	1.15	2900.00
10	1	19.63	16.76	1.17	2.80	2.42	1.16	2900.00
9	1	16.84	14.34	1.17	2.78	2.40	1.16	2900.00
8	1	14.06	11.94	1.18	2.73	2.35	1.16	2900.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
7	1	11.33	9.60	1.18	2.62	2.25	1.17	2900.00
6	1	8.71	7.35	1.18	2.46	2.10	1.17	2900.00
5	1	6.25	5.25	1.19	2.22	1.88	1.18	2900.00
4	1	4.03	3.37	1.20	2.26	1.90	1.19	3600.00
3	1	1.77	1.46	1.21	1.37	1.15	1.20	3600.00
2	1	0.40	0.31	1.00	0.29	0.23	1.00	3000.00
1	1	0.11	0.09	1.00	0.11	0.09	1.00	3000.00

Y 方向最大位移与层平均位移的比值： 1.21 (3 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值： 1.20 (3 层 1 塔)

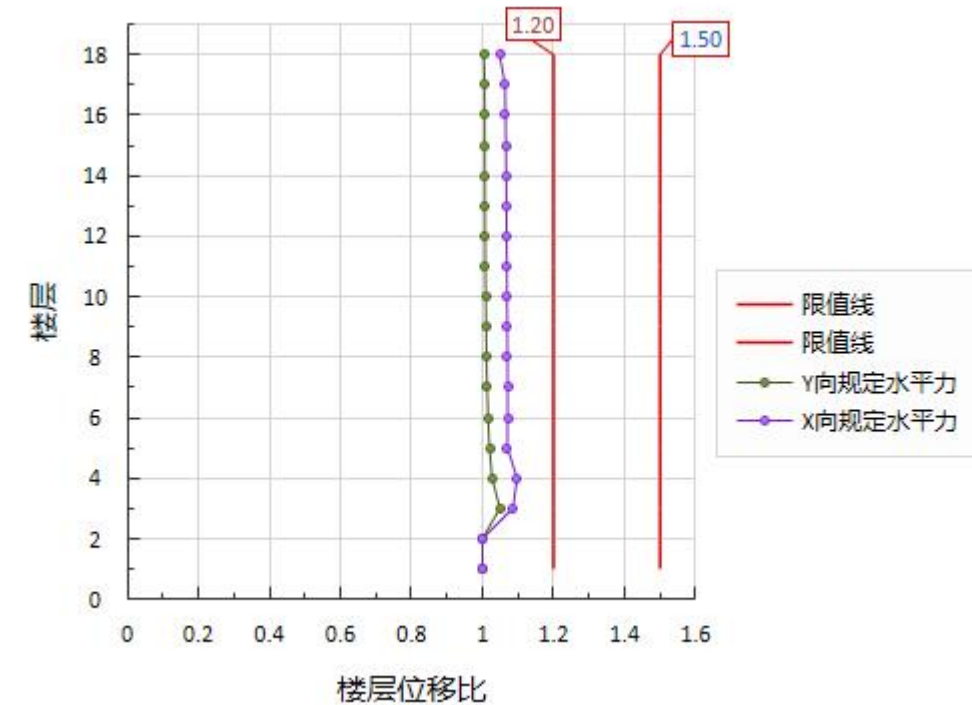


图 8-4 规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

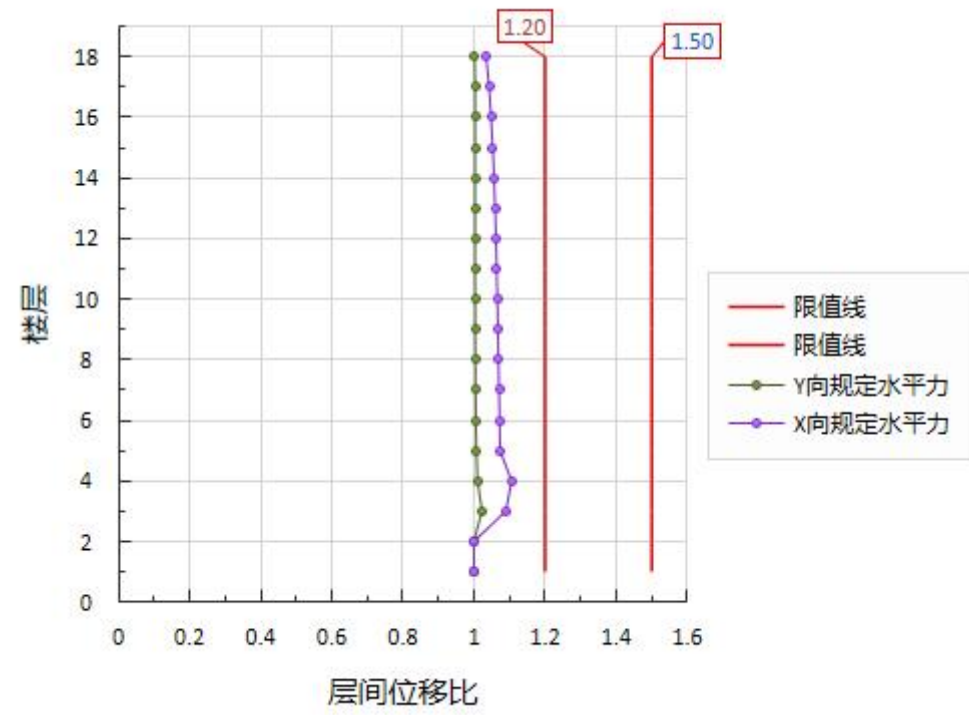


图 8-5 规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

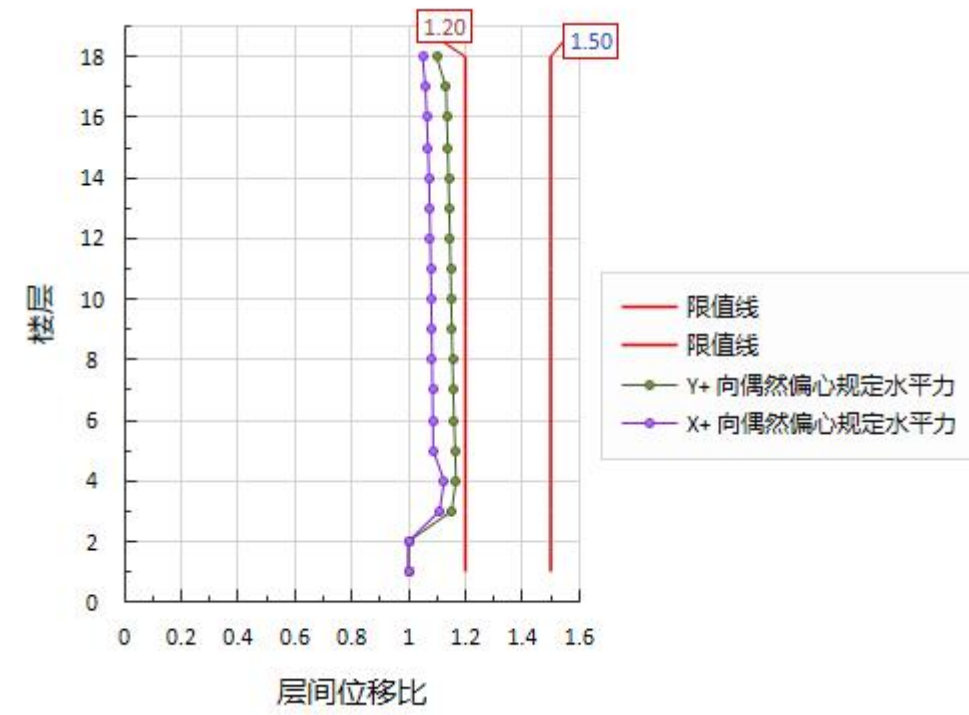


图 8-7 X+、Y+ 偶然偏心规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

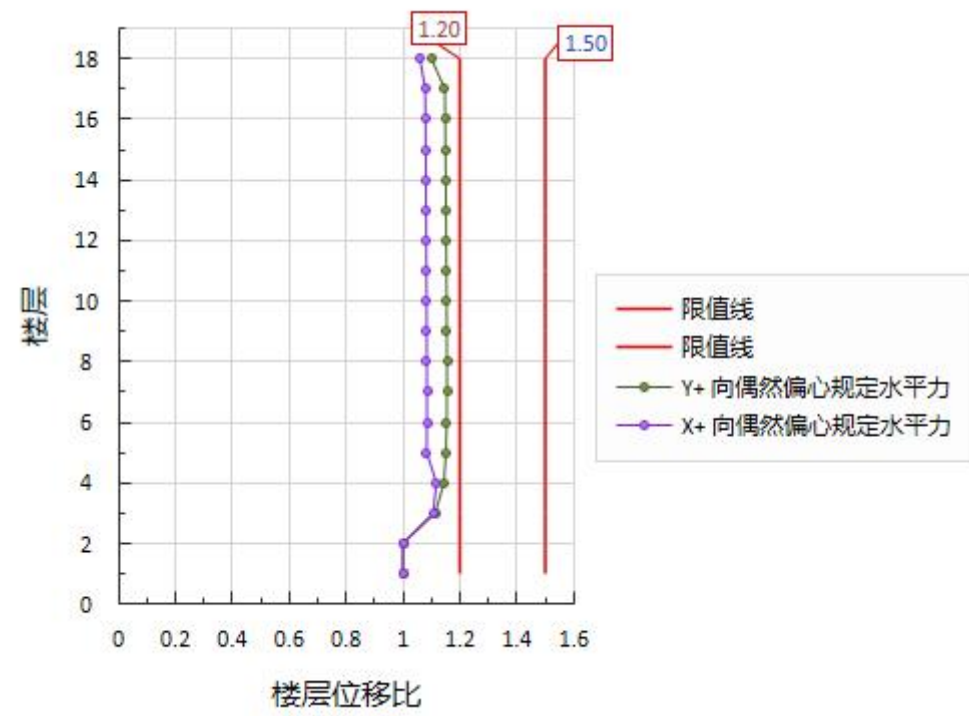


图 8-6 X+、Y+ 偶然偏心规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

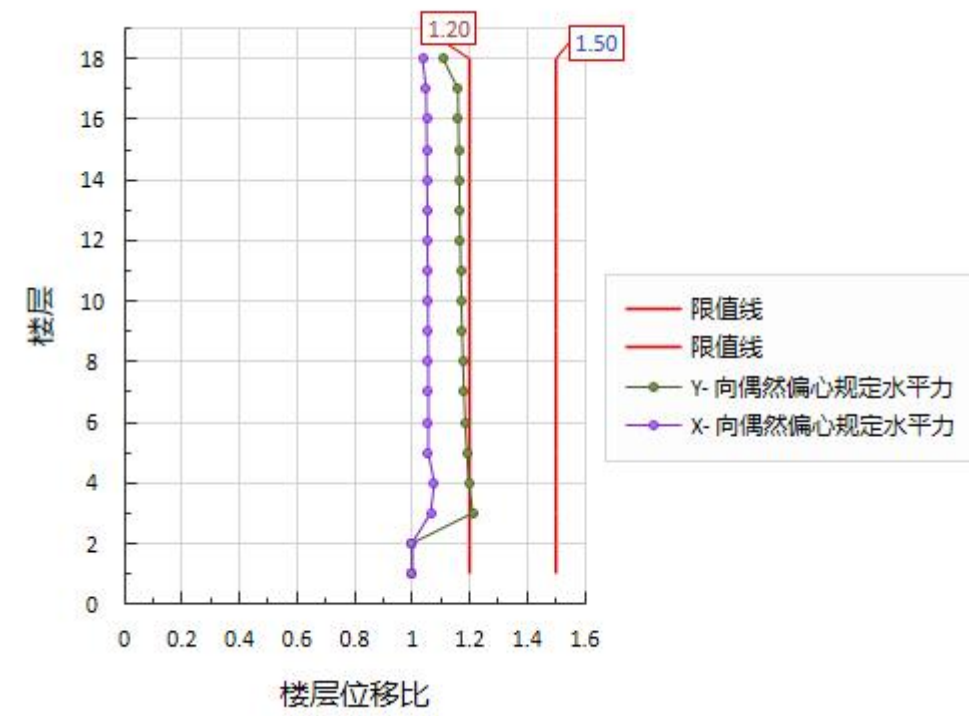


图 8-8 X-、Y- 偶然偏心规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

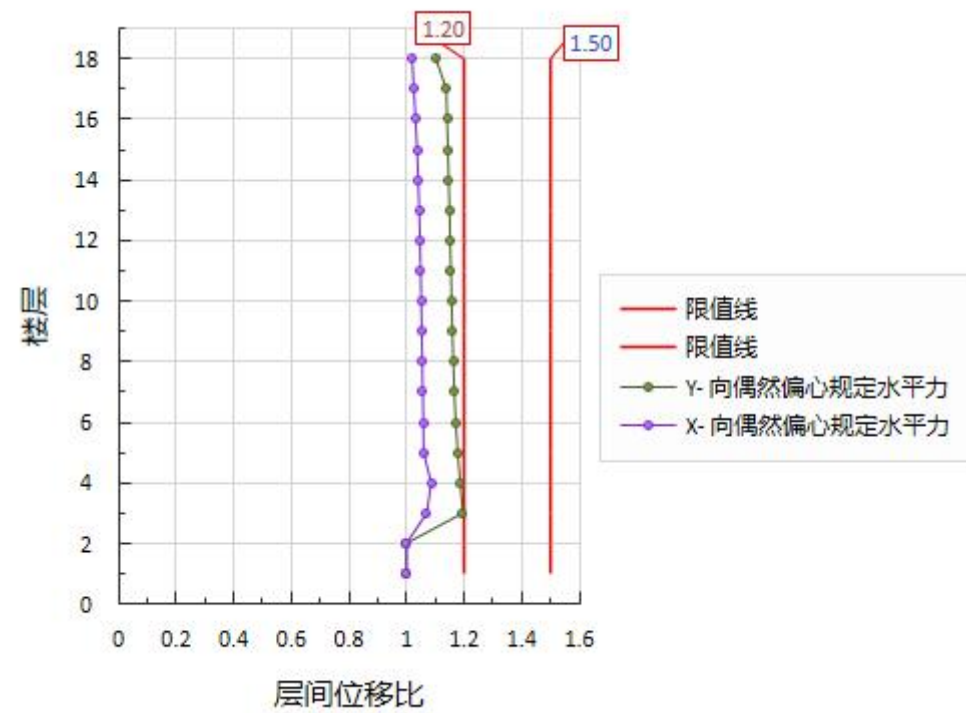


图 8-9 X、Y- 偶然偏心规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

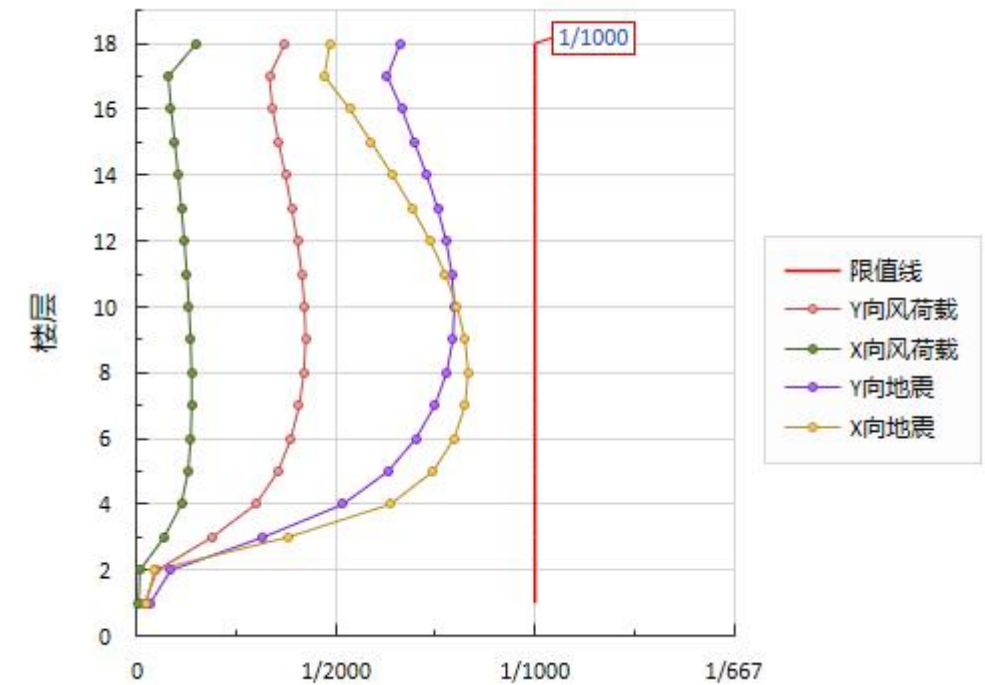


图 8-11 最大层间位移角简图(塔 1)

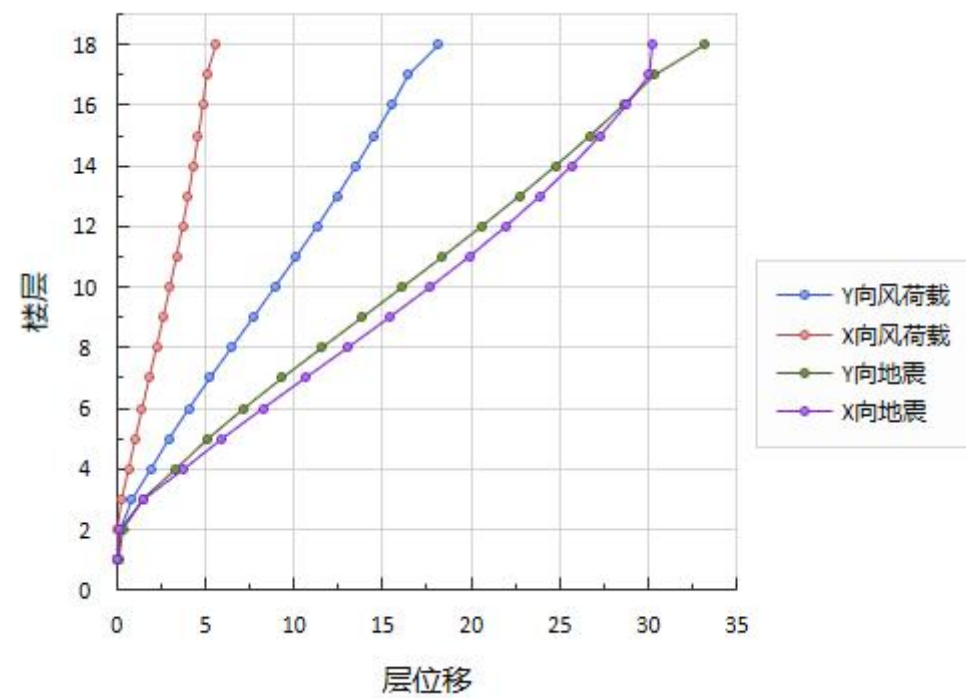


图 8-10 最大楼层位移简图(塔 1)

8.9 风振舒适度验算

根据《高规》3.7.6条：房屋高度不小于150m的高层混凝土建筑结构应满足风振舒适度要求。在10年一遇的风荷载标准值作用下，结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度计算值对于住宅、公寓不应超过0.15 m/s²，对于办公、旅馆不应超过0.25 m/s²。

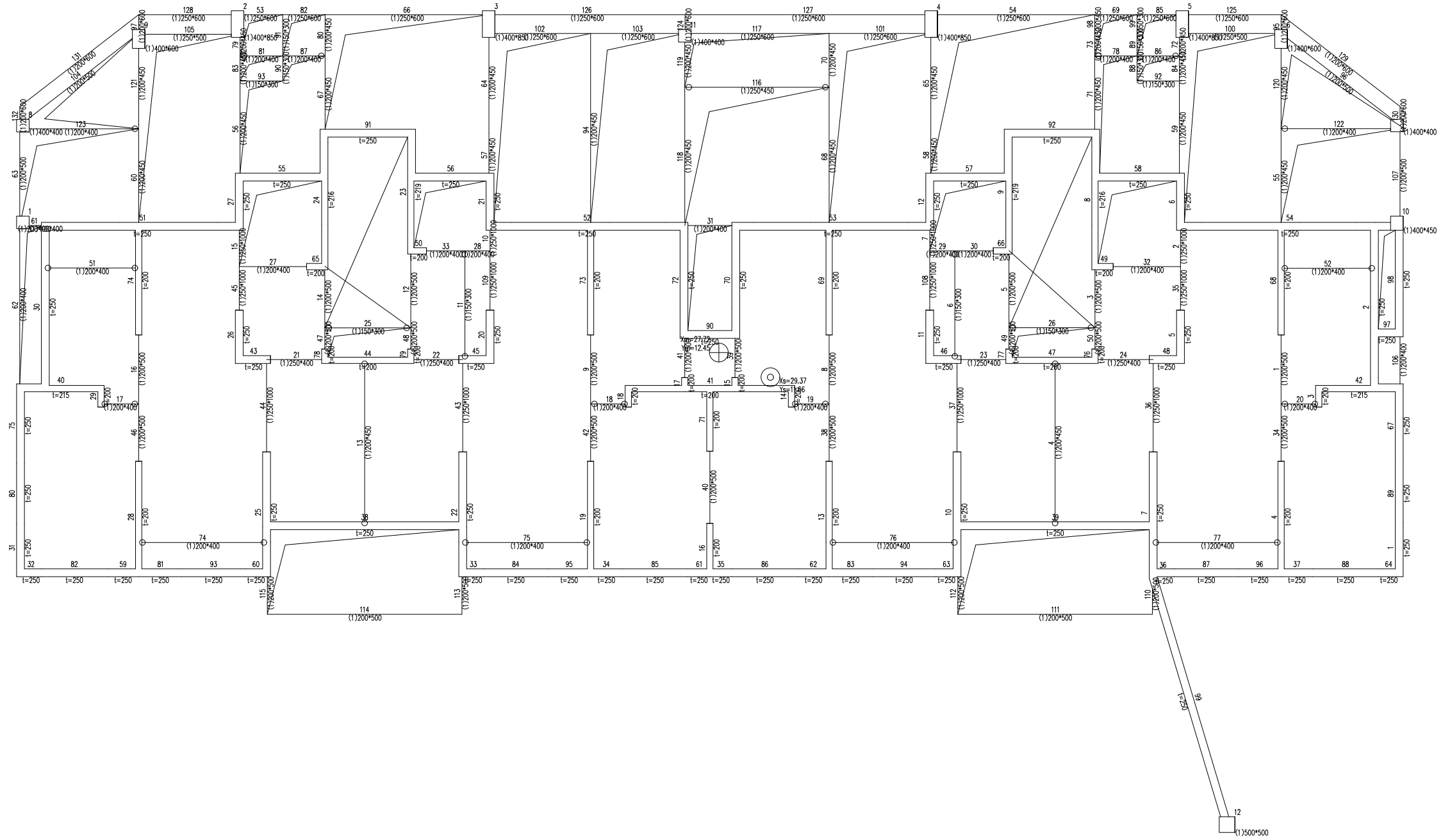
《高钢规》3.5.5条规定：房屋高度不小于150m的高层民用建筑钢结构在10年一遇的风荷载标准值作用下，结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度计算值对于住宅、公寓不应超过0.20 m/s²，对于办公、旅馆不应超过0.28 m/s²。

具体的计算方法依据《荷载规范》附录J。

表 8-28 顶点最大加速度

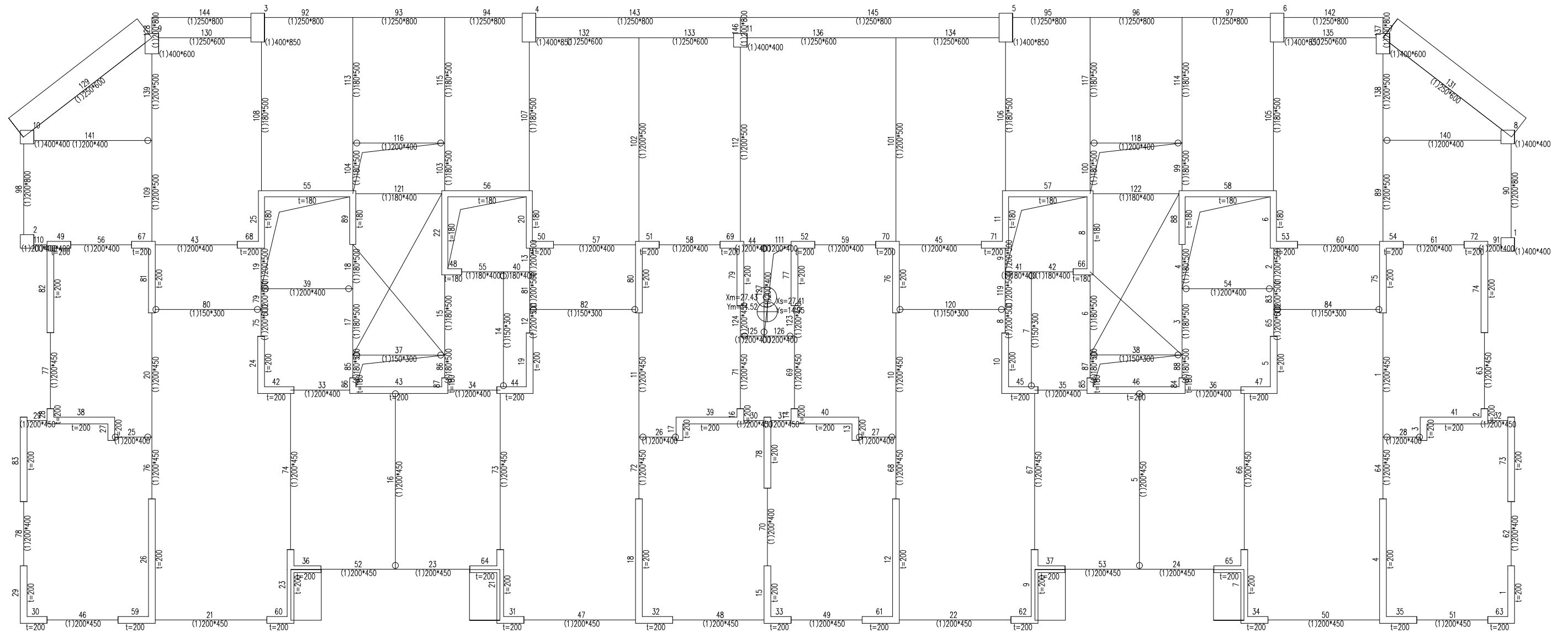
塔号	按《荷载规范》附录J计算
1	X向顺风向(m/s ²)= 0.008 X向横风向(m/s ²)= 0.006 Y向顺风向(m/s ²)= 0.024 Y向横风向(m/s ²)= 0.093

第 9 章 结构分析及设计结果简图



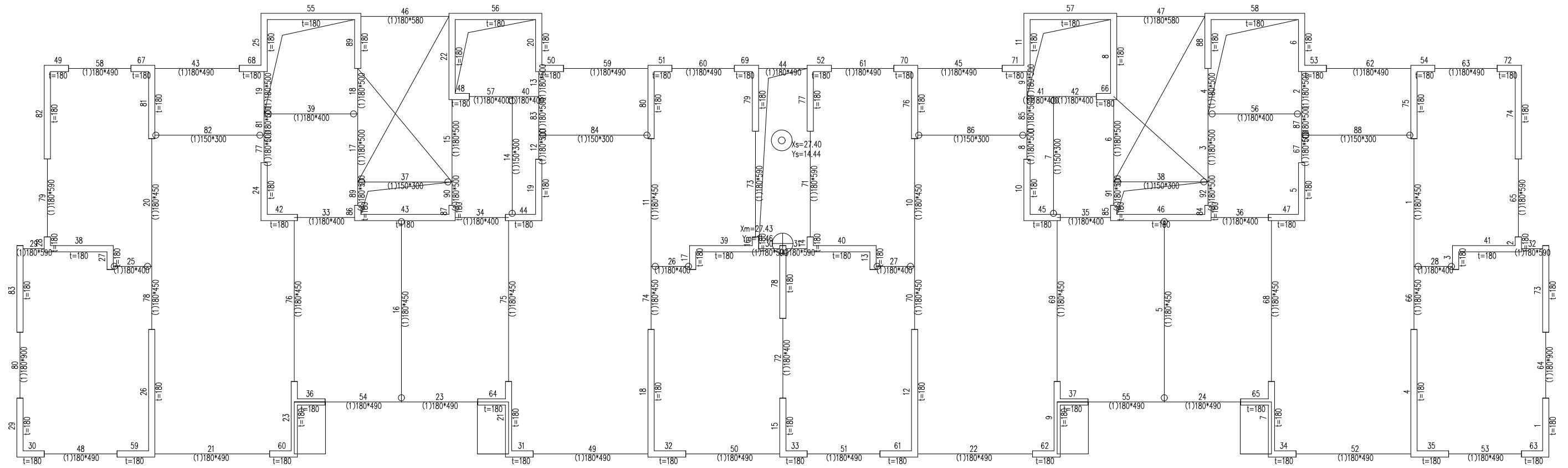
第 2 层(标准层2 地下1层 约束边缘构件层) 构件编号简图

图 9-2 2 层结构平面简图

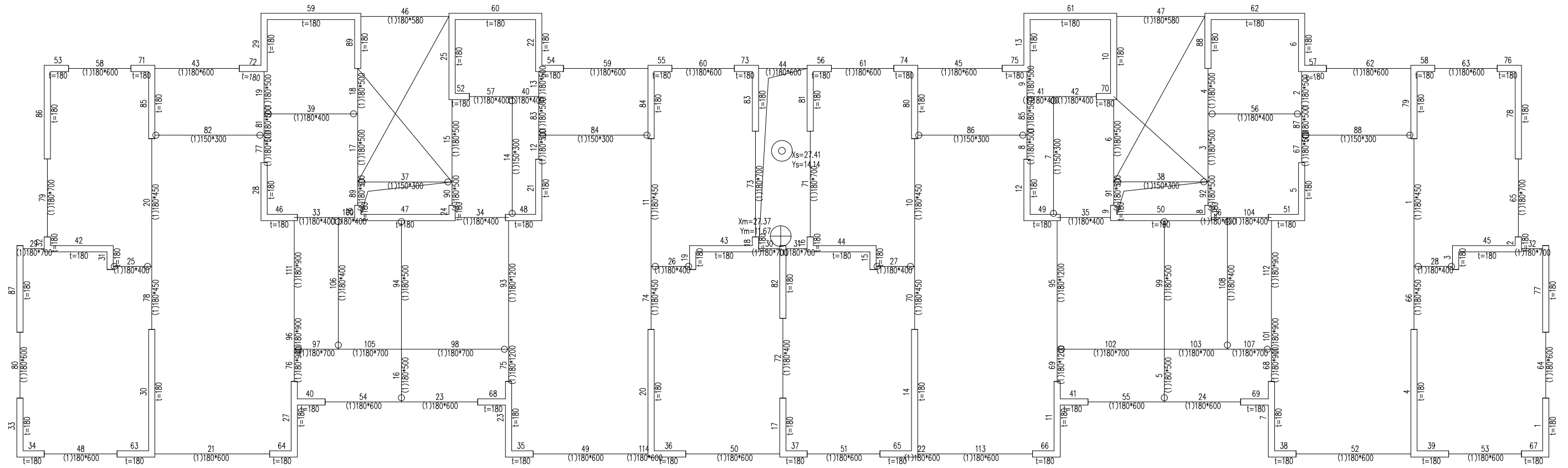


第 4 层(标准层4 底部加强区 约束边缘构件层) 构件编号简图

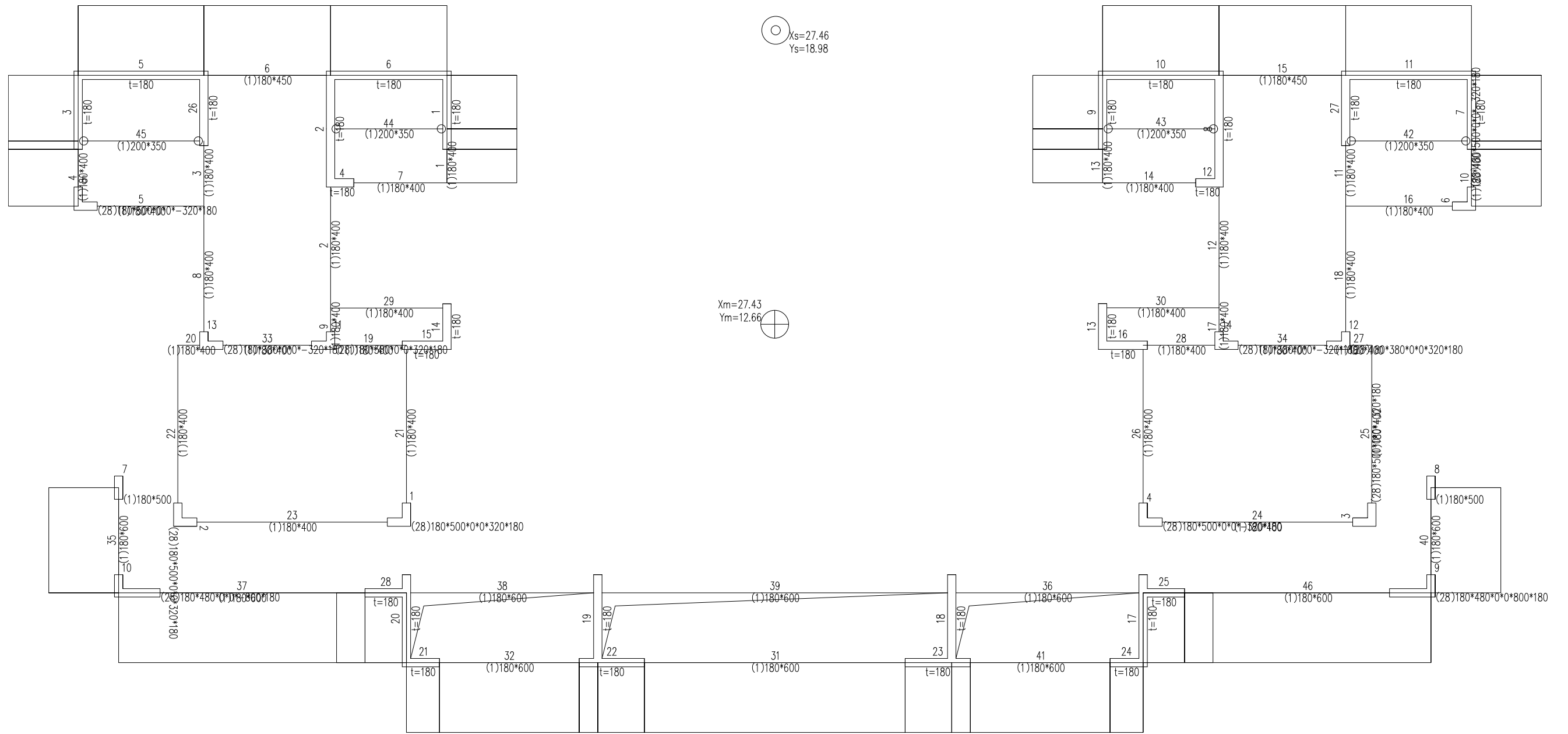
图 9-4 4 层结构平面简图



第 13 层(标准层6) 构件编号简图
图 9-6 13 层结构平面简图



第 17 层(标准层7) 构件编号简图
图 9-7 17 层结构平面简图



第 18 层(标准层8) 构件编号简图
图 9-8 18 层结构平面简图

9.2 平面荷载简图



图 9-9 1层平面荷载简图

图例: 1. 下层楼面荷载以分室楼面荷载表示, 分室楼面荷载按荷载(按楼面)分室楼面荷载(按楼面)表示

	荷载(1)荷载	荷载(2)荷载
楼面荷载	0.00	4427.17
楼面荷载	11773.46	0.00
楼面荷载	0.00	0.00
楼面荷载	402.36	0.00
楼面荷载	4.20	0.00
楼面荷载	0.00	0.00
楼面荷载	0.00	0.00
楼面荷载	407.16	0.00

图 9-9 1层平面荷载简图

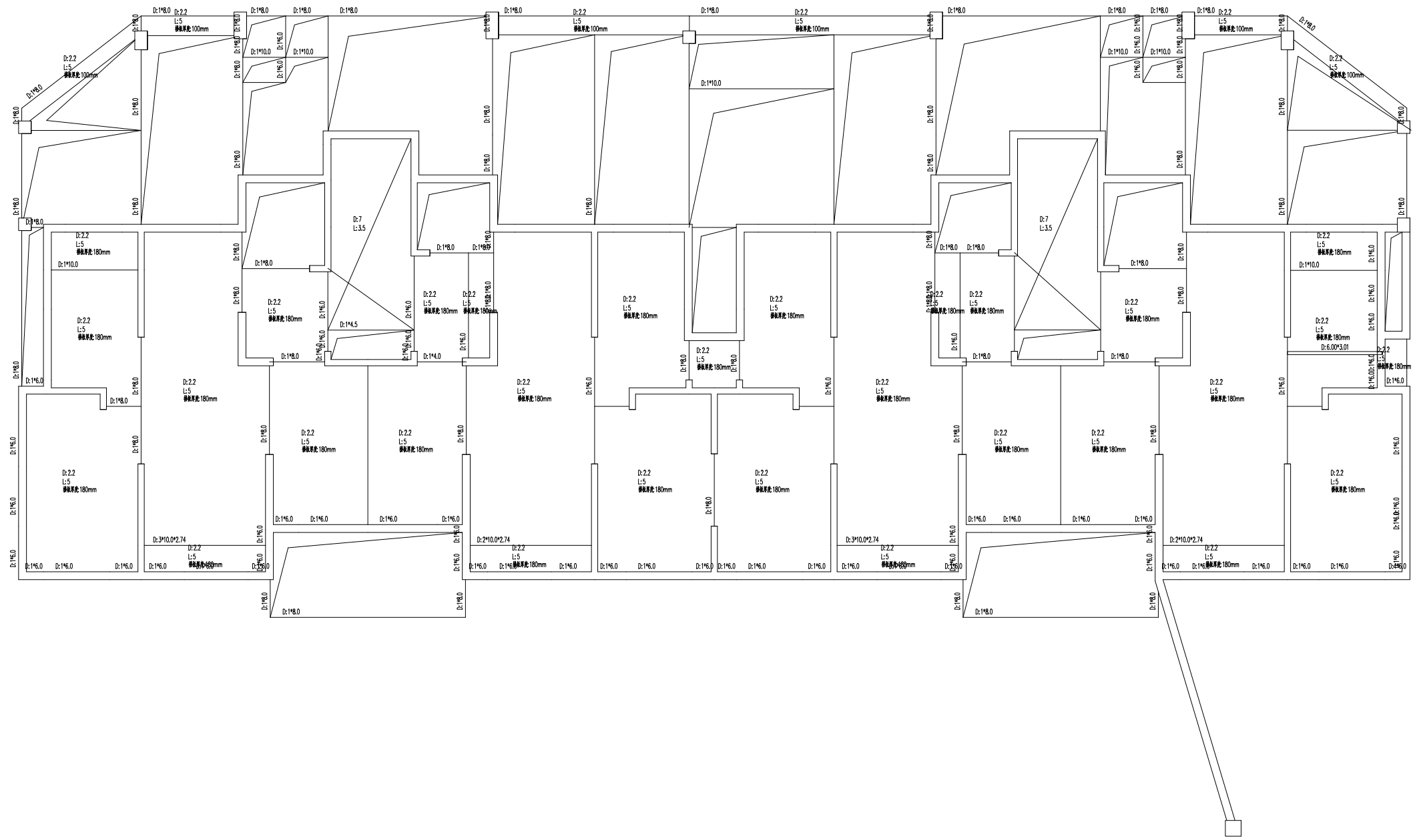
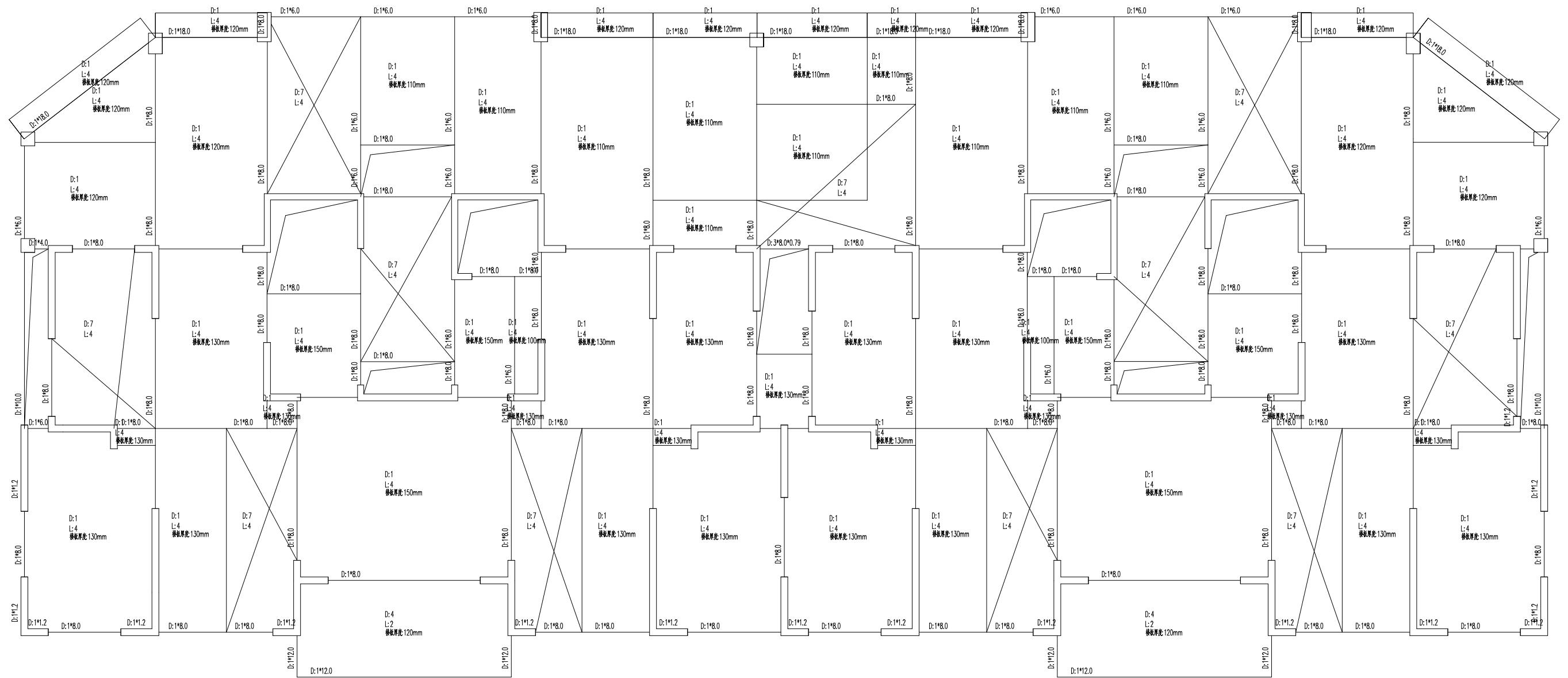


图 9-10 2 层平面荷载简图

说明: 以下设计荷载均按《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012) 取值(注: 楼面活荷载标准值按《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012) 取值)

荷载名称	楼面活荷载	楼面恒荷载
楼面活荷载	2.00	2.00
楼面恒荷载	1224.18	2322.15
楼面活荷载	0.00	0.00
楼面活荷载	1740.63	0.00
楼面活荷载	415.92	0.00
楼面活荷载	0.00	0.00
楼面活荷载	0.00	0.00
楼面活荷载	2156.55	0.00

图 9-10 2 层平面荷载简图

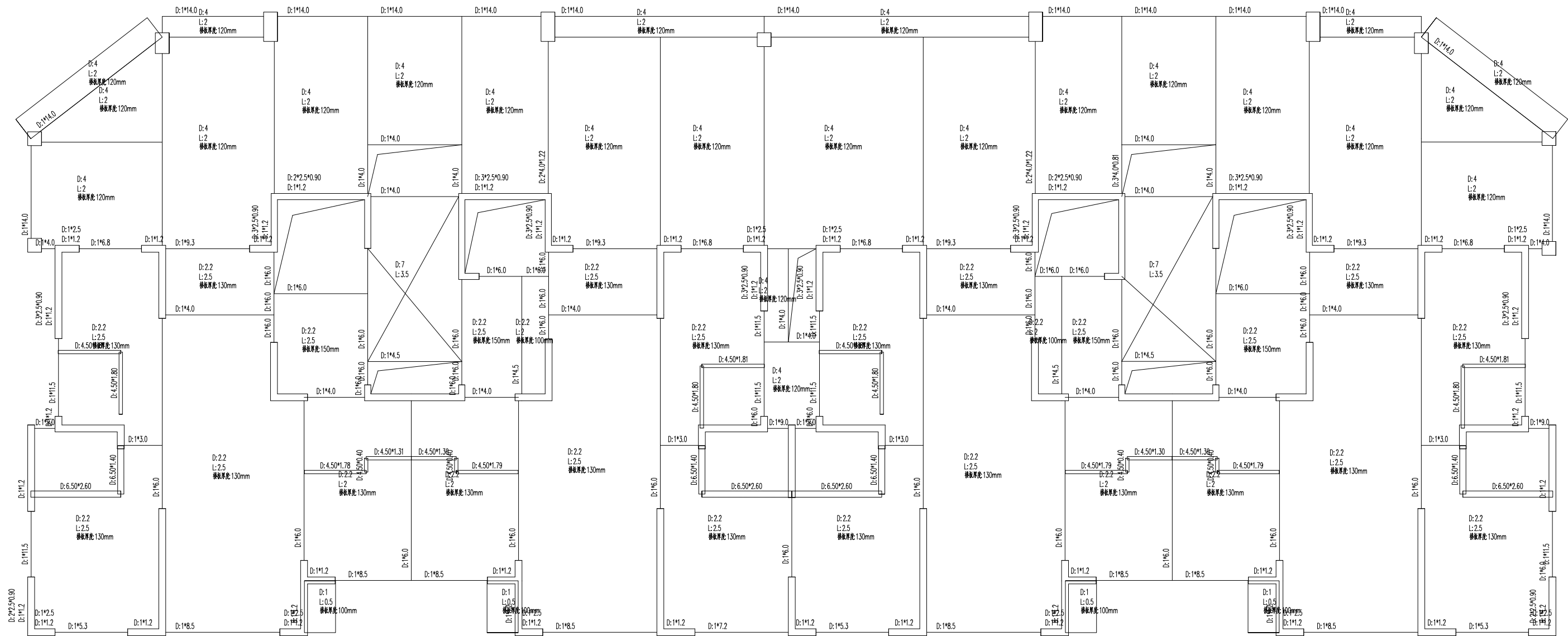


第 3 层(第 3 标准层)梁、柱、剪力墙截面简图 [单位:kN·m]
[D 恒载 L 活载 R 人防活载 [] 为等效自重]

说明: 以下统计荷载值以各楼层板的板面荷载为基准, 分项合计未包含次梁荷载(次梁荷载已归算为板荷载上的集中荷载)

	恒载(Z)荷载	活载(Z)荷载
楼面板	0.00	
楼面荷载	1710.42	2893.11
次梁	0.00	0.00
分梁荷载		
梁	2702.07	0.00
柱	20.78	0.00
墙	0.00	0.00
剪力	0.00	0.00
分梁合计	2722.85	0.00

图 9-11 3 层平面荷载简图

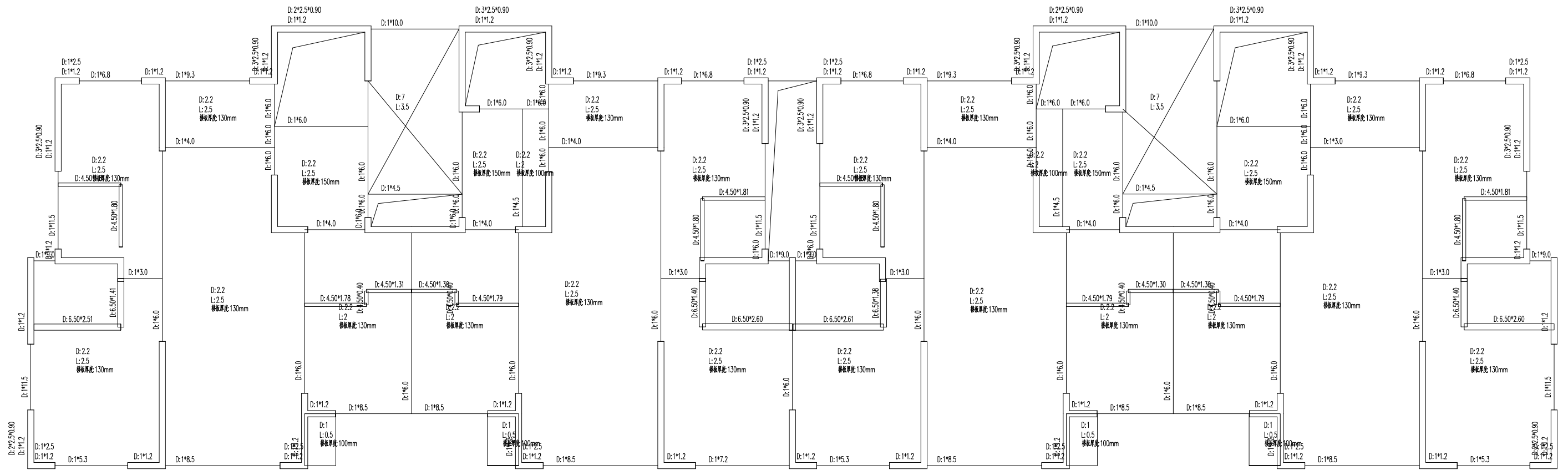


第 4 层(第 4 标准层)梁、柱、节点荷载平面简图 [单位:kN·m]
 [D:直径 L:长度 R:人排荷载 []中为荷载自重]

说明:以下统计荷载值以右侧梁单跨荷载为基准,分项合计未包含荷载分项(次梁荷载已包含在梁端上柱集中荷载)

	恒载(Z)荷载	活载(Z)荷载
梁自重	0.00	
楼面荷载	2385.34	1557.48
风载	0.00	0.00
分项荷载		
梁	1983.31	0.00
柱	128.20	0.00
节	0.00	0.00
节点	0.00	0.00
分项合计	2112.51	0.00

图 9-12 4 层平面荷载简图

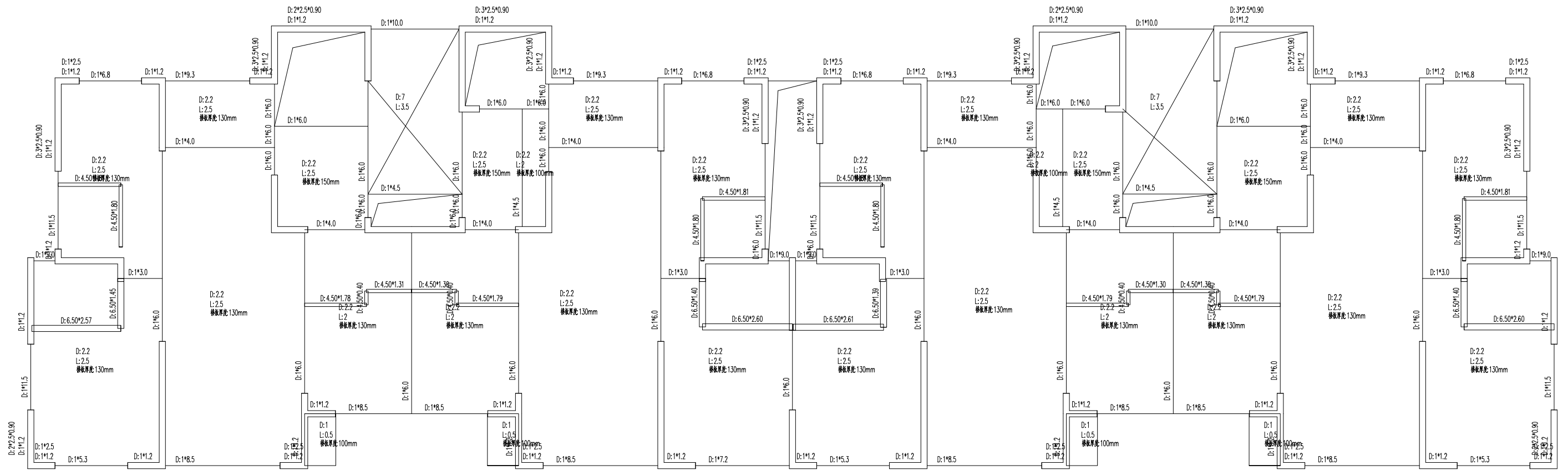


第 5 层(第 5 标准层)楼、地、柱、梁荷载平面简图 [单位:kN.m]
 [D:柱宽 L:梁宽 R:人防荷载 [冲切荷载值]]

说明:以下设计荷载均以标准荷载为基准,分项系数未包含荷载荷载(荷载荷载以导算为楼板上均布荷载)

	竖向(Z)荷载	竖向(Z)荷载
楼面荷载	0.00	
楼面荷载	1341.90	1036.05
次梁	0.00	0.00
分梁荷载		
梁	1206.56	0.00
柱	128.67	0.00
柱	0.00	0.00
节点	0.00	0.00
分梁分柱	1335.23	0.00

图 9-13 5 层平面荷载简图

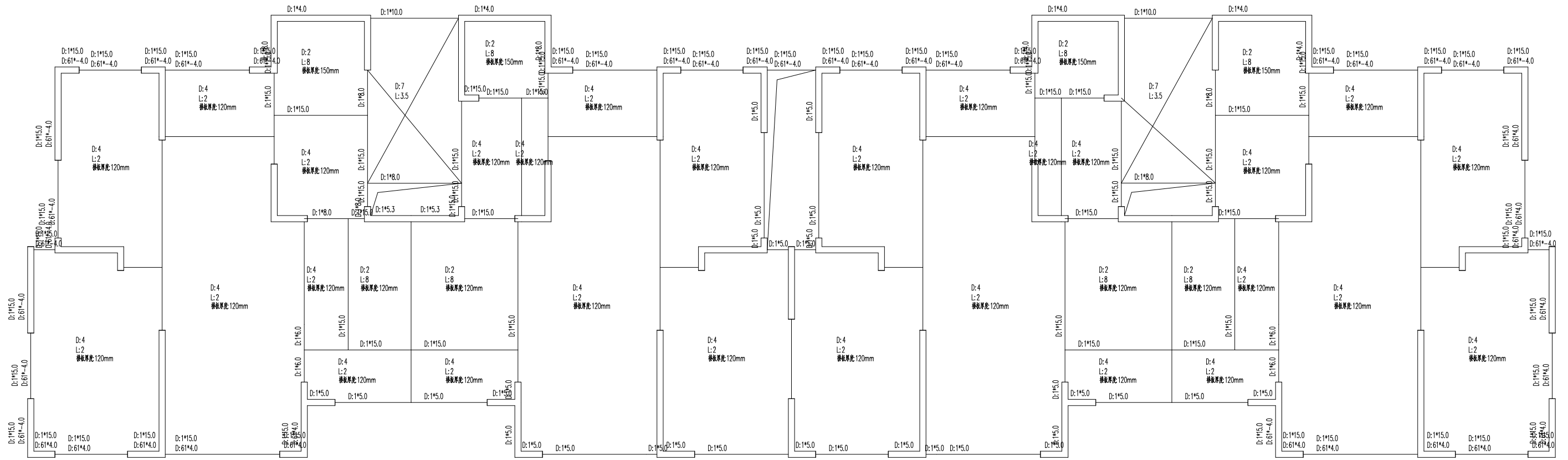


第 13 层(第 6 标准层)楼、柱、字面荷载平面简图 [单位:kN.m]
[D:柱径 L:层高 R:人防荷载 [冲切荷载自重]

说明:以下设计荷载均以标准层荷载为基准,分项合计未包含地震荷载(抗震荷载以导算为楼面轴上地震荷载)

	竖向(Z)荷载	竖向(Z)荷载
楼面荷载	0.00	
楼面荷载	1342.57	1036.05
次梁	0.00	0.00
分系荷载		
楼	1209.80	0.00
柱	128.67	0.00
梁	0.00	0.00
字面	0.00	0.00
分项合计	1338.47	0.00

图 9-14 13 层平面荷载简图

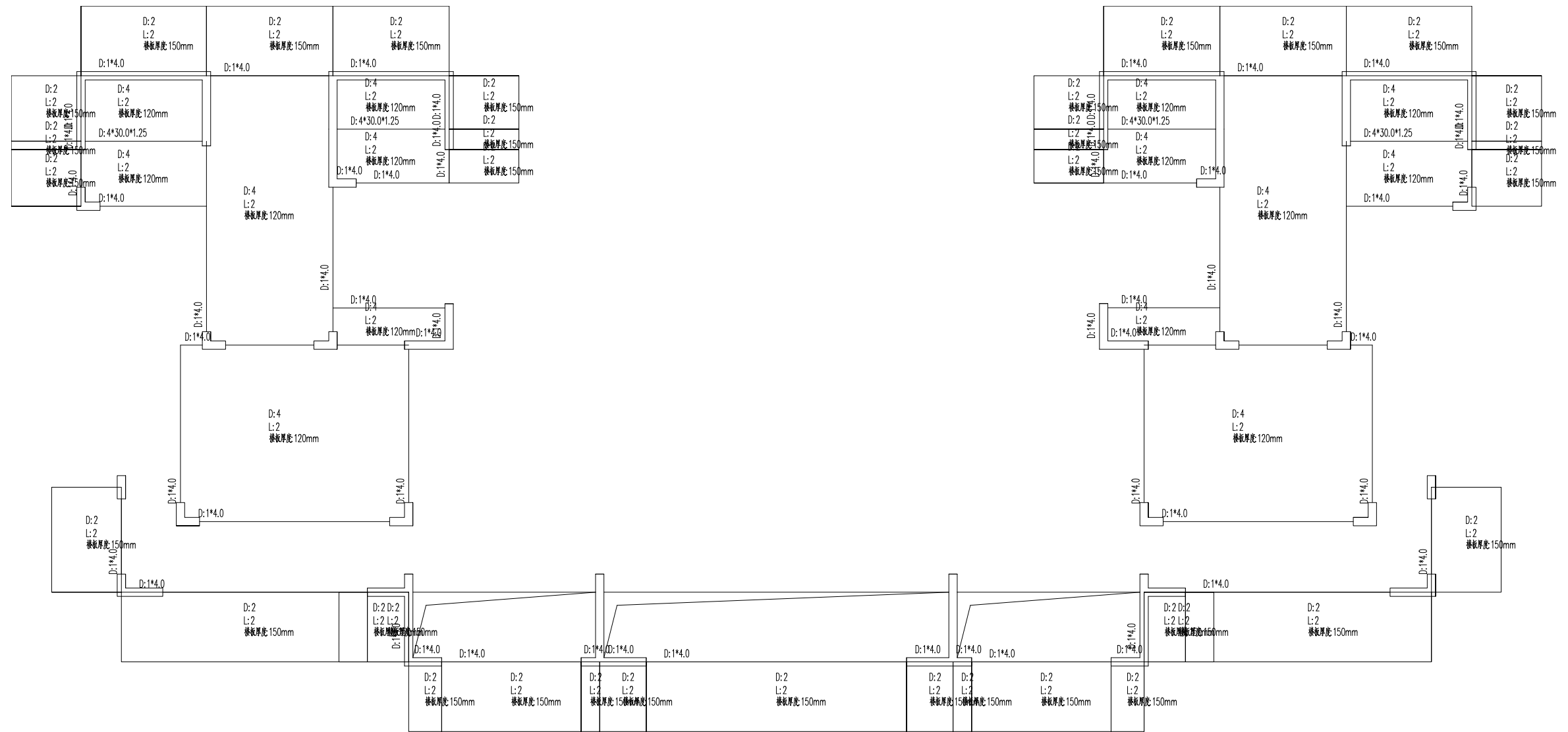


第 17 层(第 7 标准层)楼、板、柱、剪力墙平面荷载图 [单位:kN.m]
[D:楼载 L:活载 R:人防活载 []中为楼载自重]

说明:以下统计荷载均以右测算得按左测算,分项系数按左测算(次测荷载已中算为荷载轴上统计荷载)

	竖向(Z)荷载	竖向(Z)活载
楼载自重	0.00	
楼面板载	1839.72	1368.14
次梁	0.00	0.00
分测荷载		
梁	1705.38	0.00
柱	630.27	0.00
板	0.00	0.00
剪力	0.00	0.00
分测总计	2335.65	0.00

图 9-15 17 层平面荷载简图



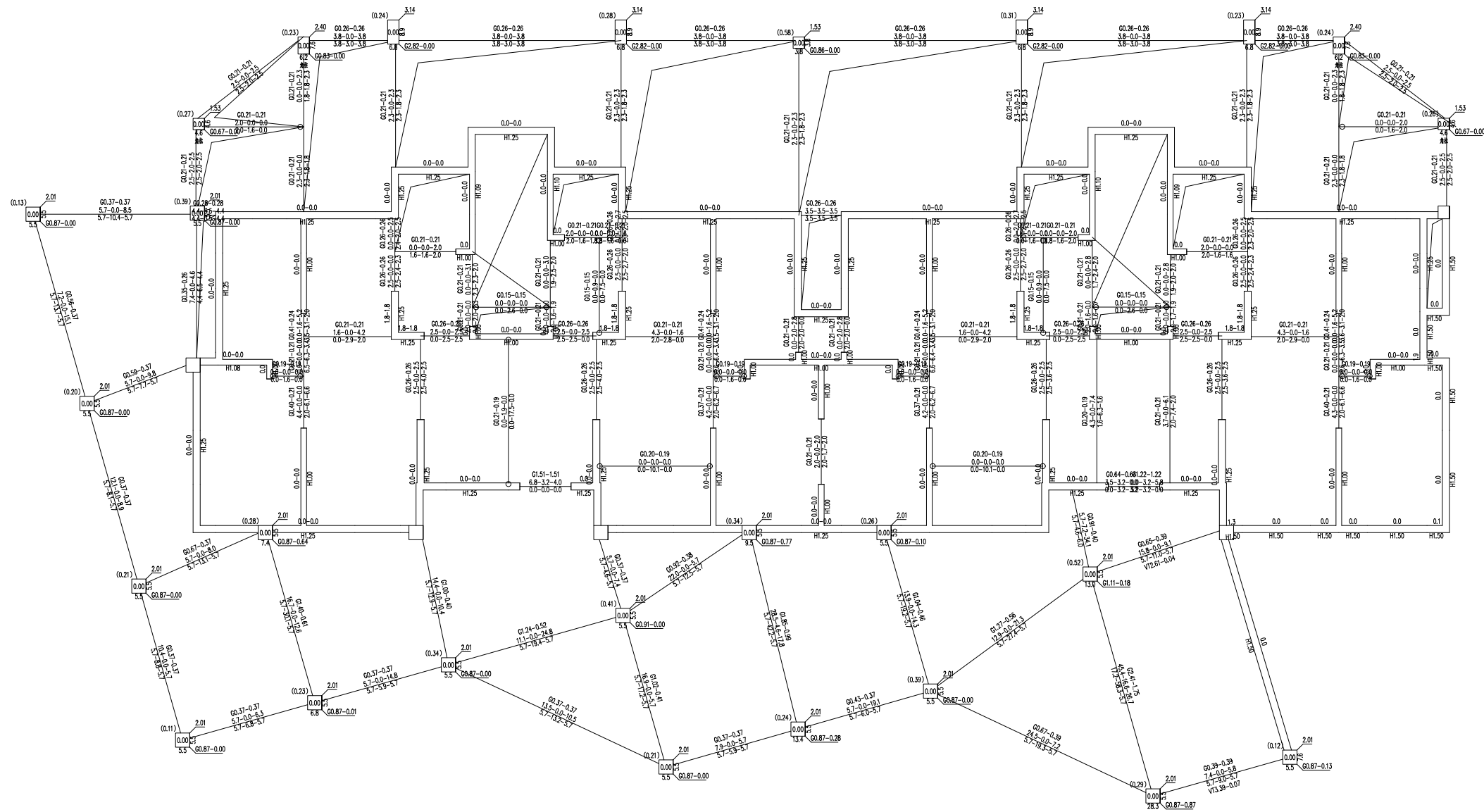
第 18 层(第 8 标准层)梁、柱、节点荷载平面图 [单位:kN·m]
 [D 恒载 L 活载 R 人防荷载 [] 为楼板自重]

说明: 以下统计荷载均以右侧梁单元的状态为基准,分项合计未包含次梁荷载(次梁荷载已归并到梁或墙上的集中荷载)

	竖向(Z)恒载	竖向(Z)活载
楼面板	0.00	
楼面荷载	583.76	384.55
次梁	0.00	0.00
分项荷载		
梁	471.66	0.00
墙	113.30	0.00
柱	0.00	0.00
节点	0.00	0.00
分项合计	584.96	0.00

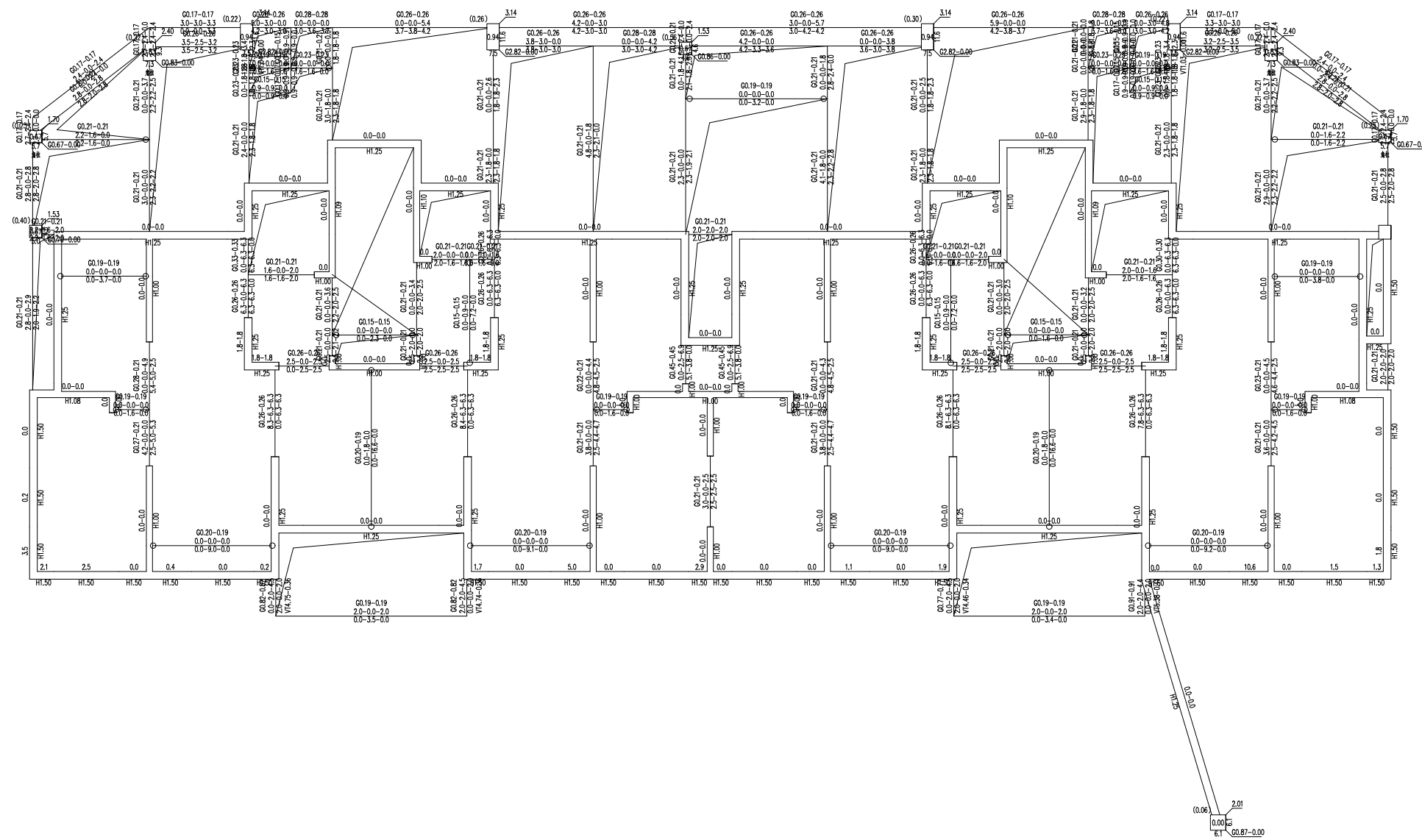
图 9-16 18 层平面荷载简图

9.3 配筋简图



第 1 层(标准层1 地下2层) 混凝土构件配筋及钢筋应力比简图(单位:cm²)
 层高=3000(mm) 梁总数=114 柱总数=31 墙柱总数=85
 混凝土强度等级: 梁Cb=C30 柱Cc=C30 墙Cw=C30
 主筋强度: 梁FIB=360 柱FIC=360 墙FIW=360
 箍筋(分布筋)强度: 梁=360 柱=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360
 箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100
 墙水平分布筋间距=200(mm),墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-17 1 层配筋简图



第 2 层(标准层2 地下1层 约束边缘构件层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位:cm²)

层高=3000(mm) 梁总数=132 柱总数=12 墙柱总数=99

混凝土强度等级 梁Cb=C30 柱Cc=C30 墙Cw=C30

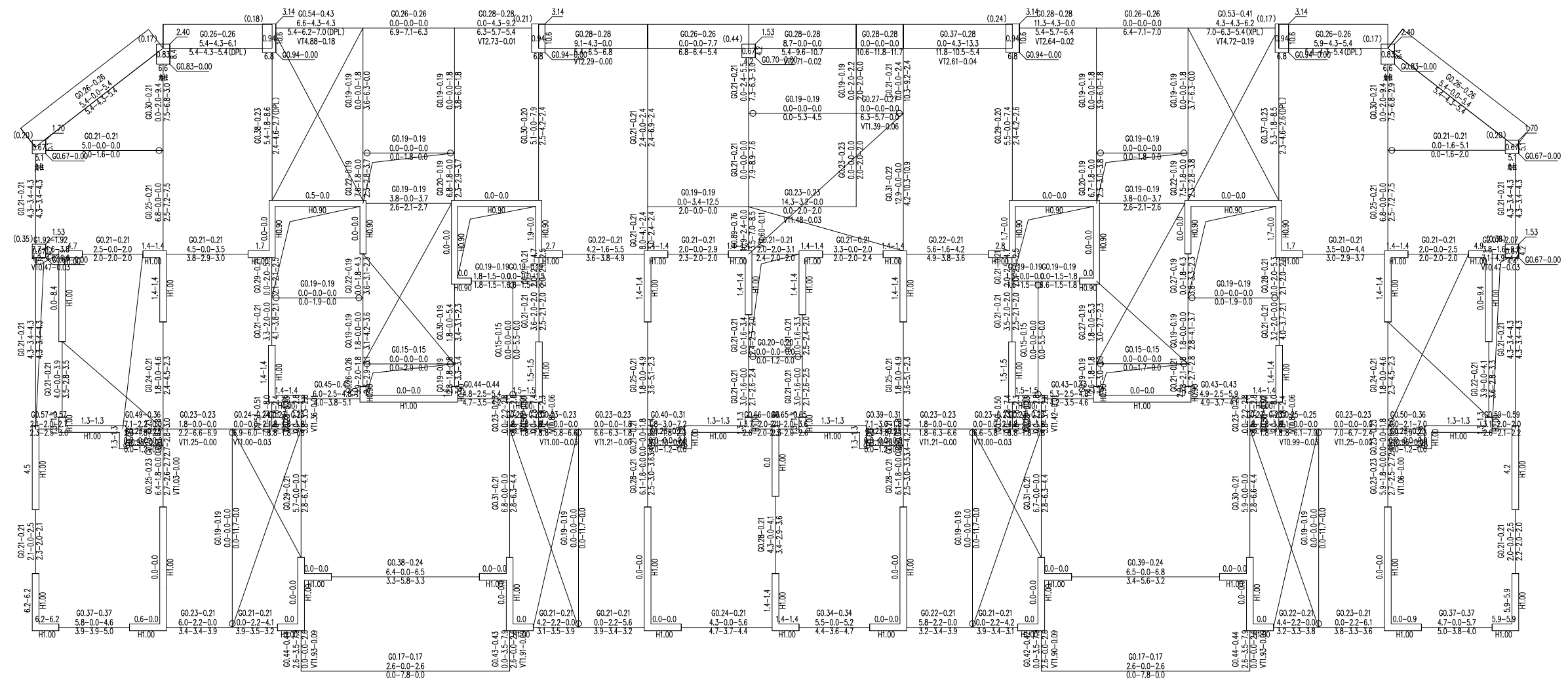
主筋强度 梁FB=360 柱FC=360 墙FW=360

箍筋(分布筋)强度 梁=360 柱=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100

墙水平分布筋间距=200(mm),墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-18 2 层配筋简图



第 3 层(标准层3 底部加强区 约束边缘构件层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=3600(mm) 梁总数=179 柱总数=11 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 柱Cc=C30 墙Cw=C30

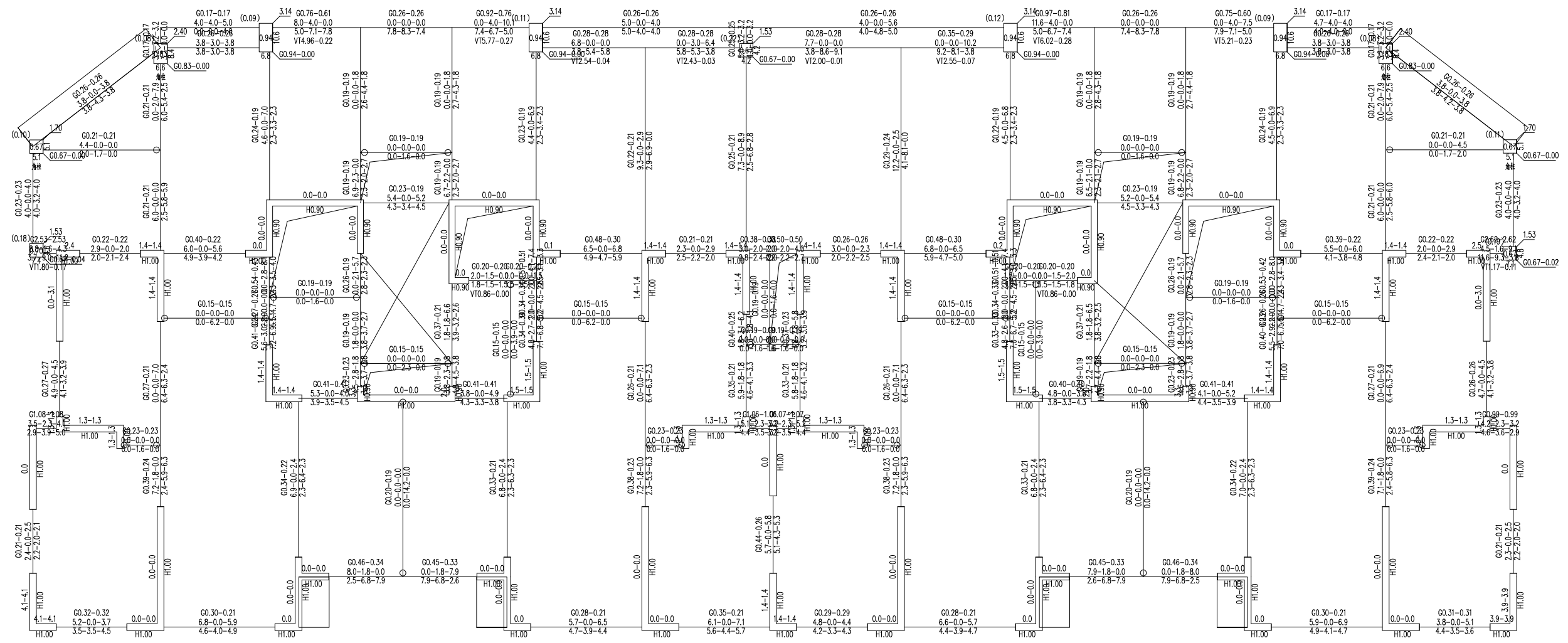
主筋强度: 梁FIB=360 柱FC=360 墙FW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 柱=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-19 3 层配筋简图



第 4 层(标准层4 底部加强区 约束边缘构件层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位:cm²)

层高=3600(mm) 梁总数=146 柱总数=11 墙总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 柱Cc=C30 墙Cw=C30

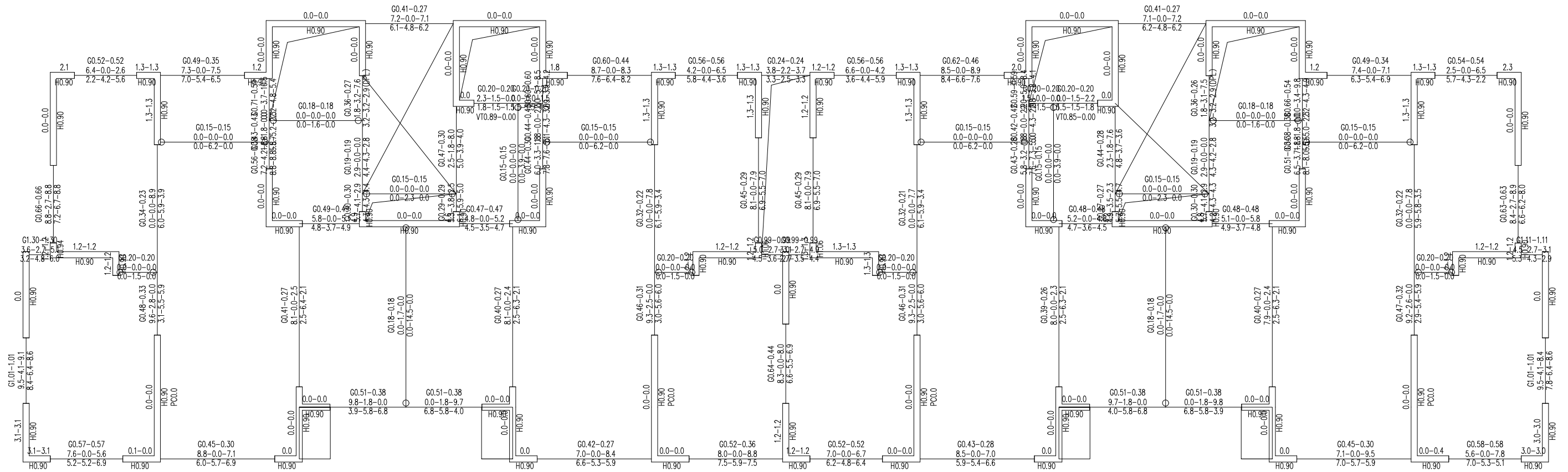
主筋强度: 梁FB=360 柱FC=360 墙FW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 柱=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100

墙水平分布筋间距=200(mm),墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-20 4 层配筋简图



第 6 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

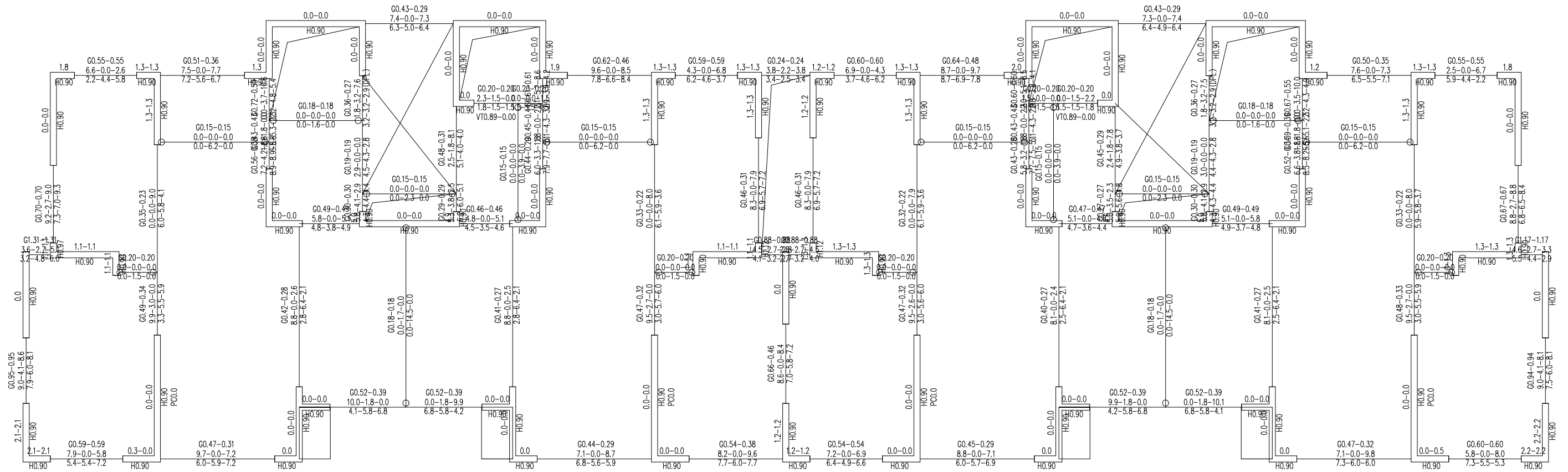
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-22 6 层配筋简图



第 7 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

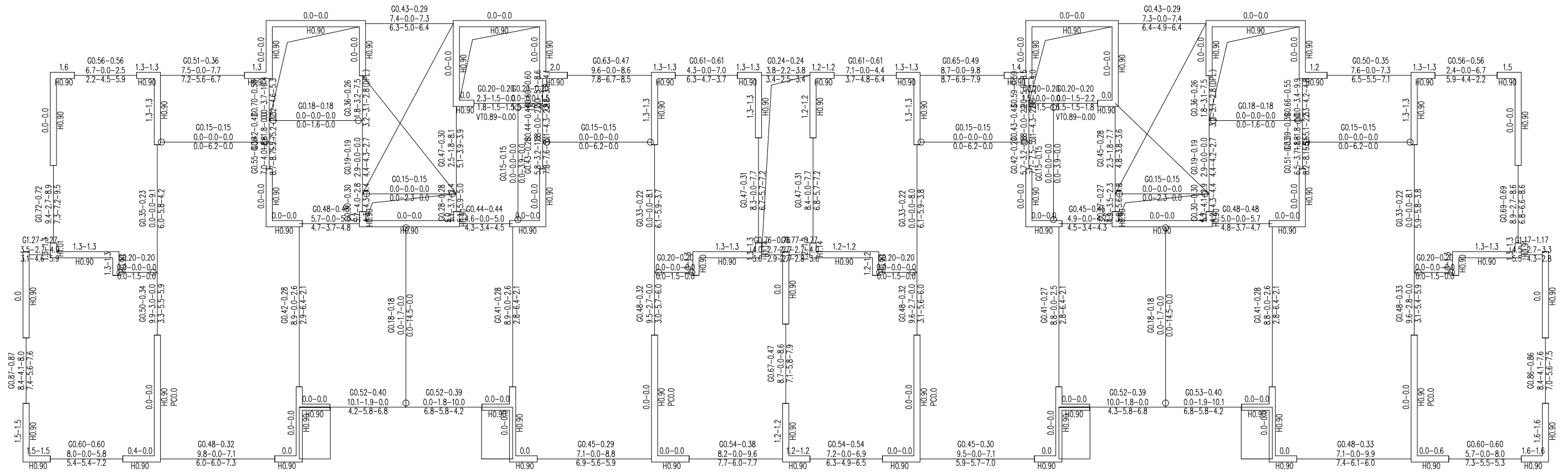
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-23 7 层配筋简图



第 8 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

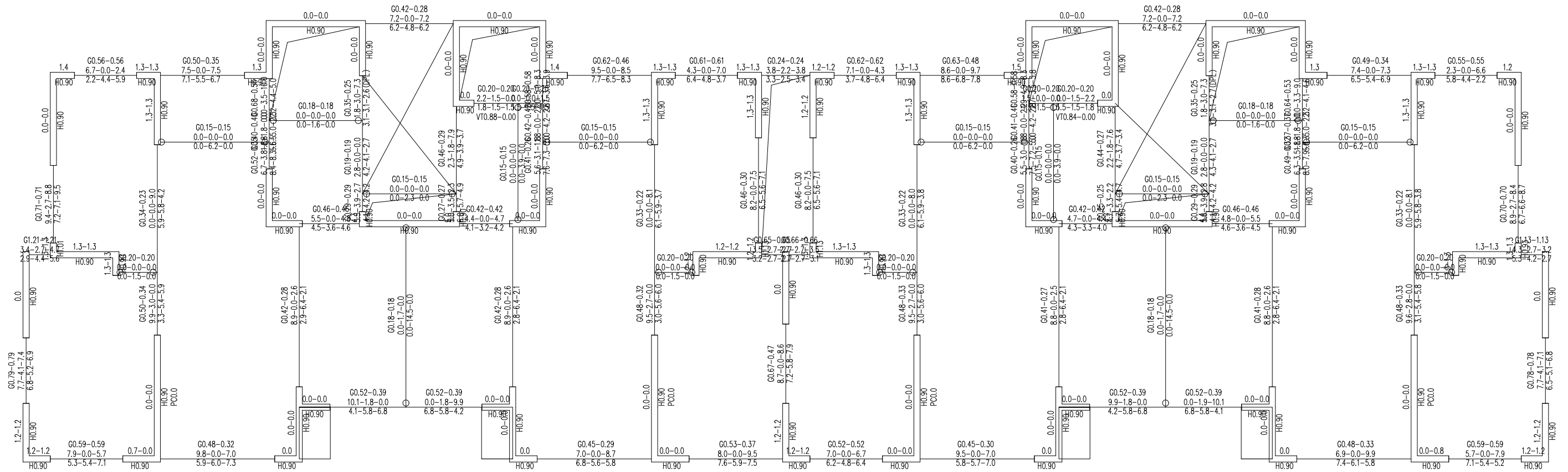
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-24 8 层配筋简图



第 9 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

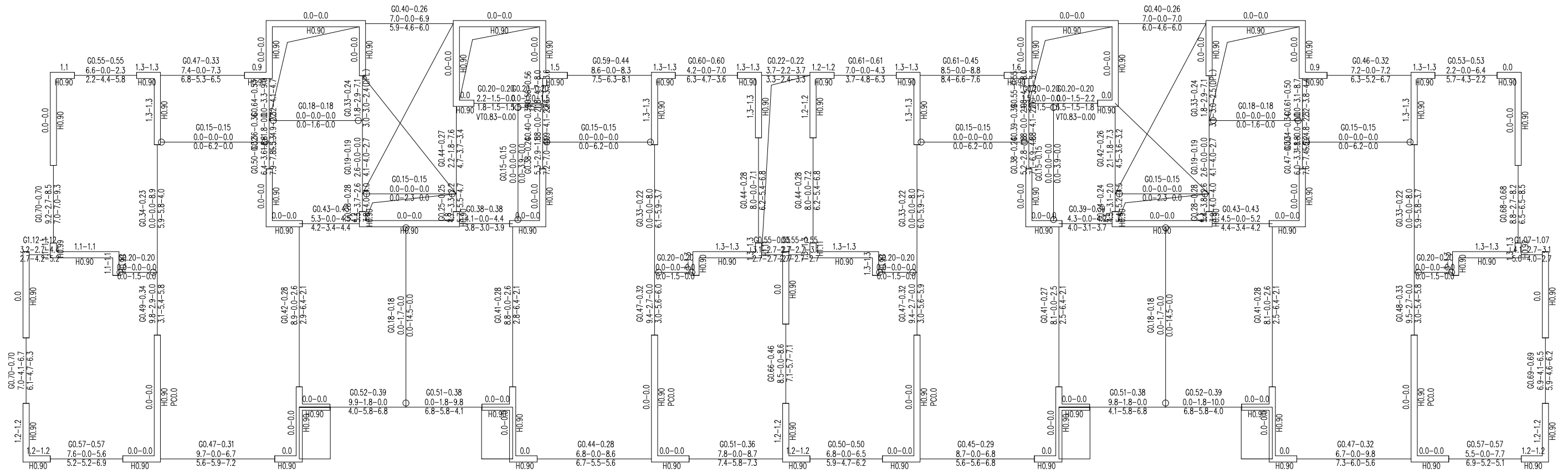
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-25 9 层配筋简图



第 10 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

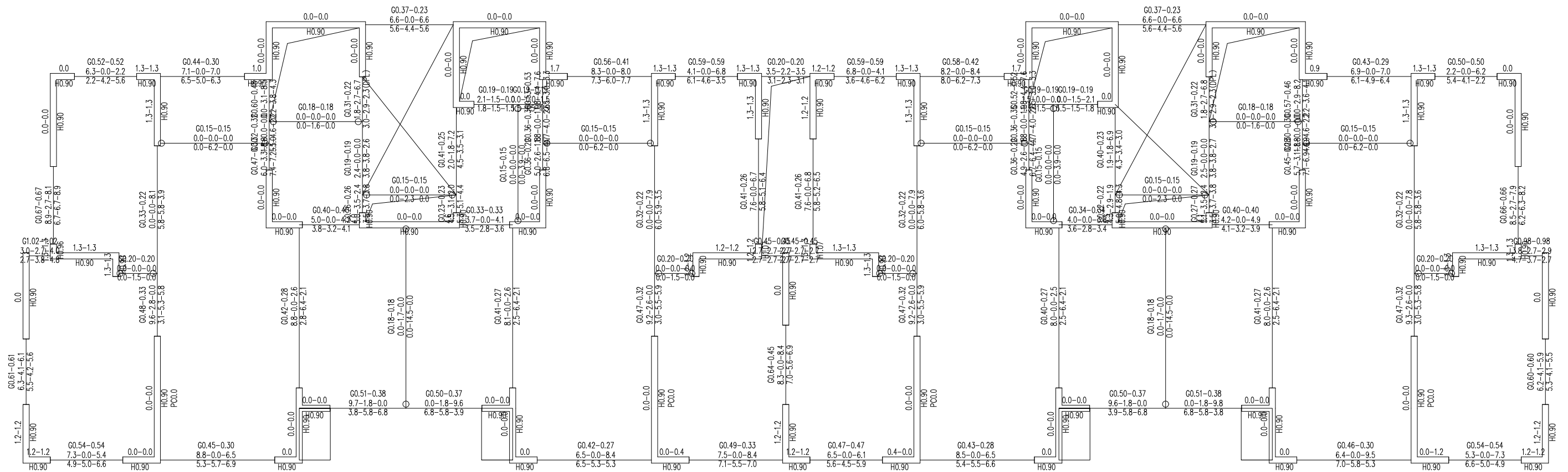
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-26 10 层配筋简图



第 11 层(标准层5) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

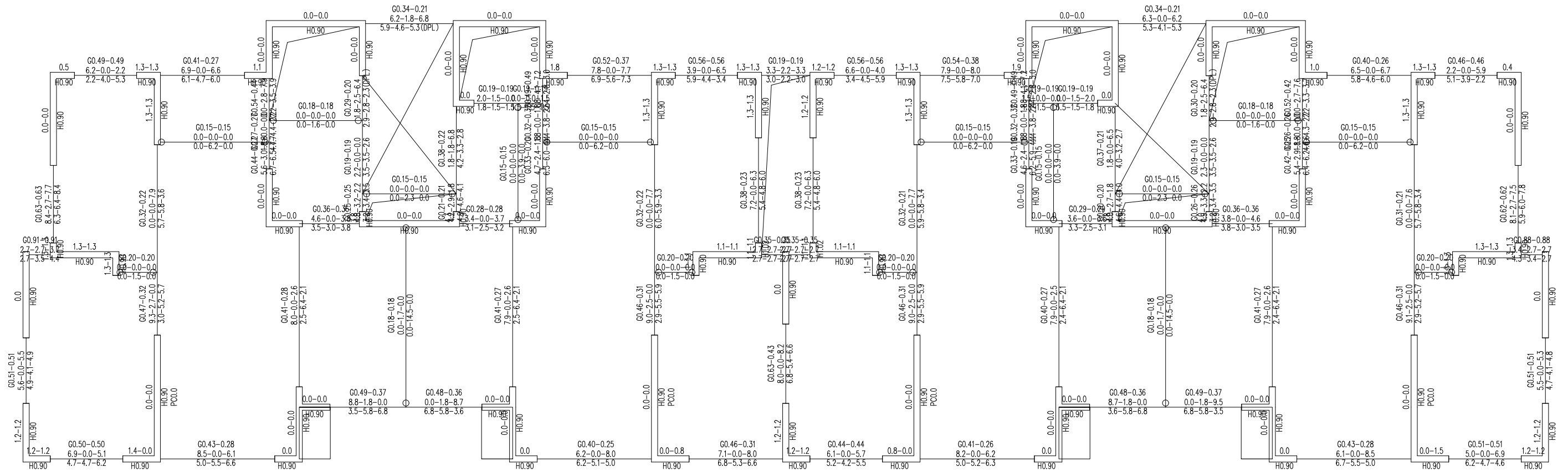
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-27 11 层配筋简图



第 12 层(标准层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=92 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

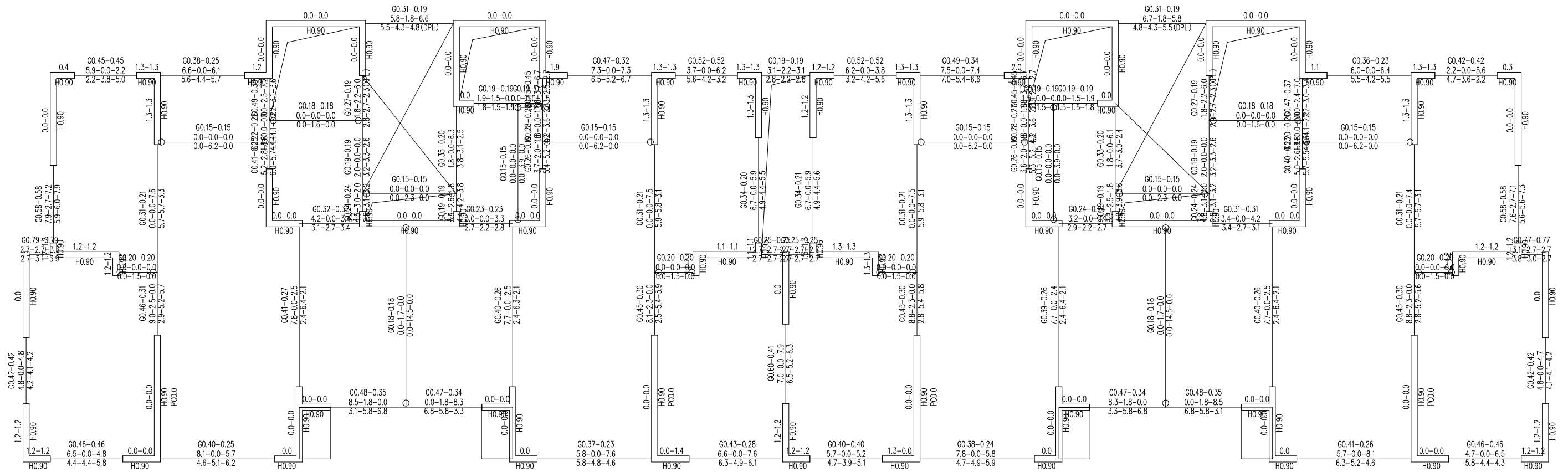
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-28 12 层配筋简图



第 13 层(标准层6) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=94 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

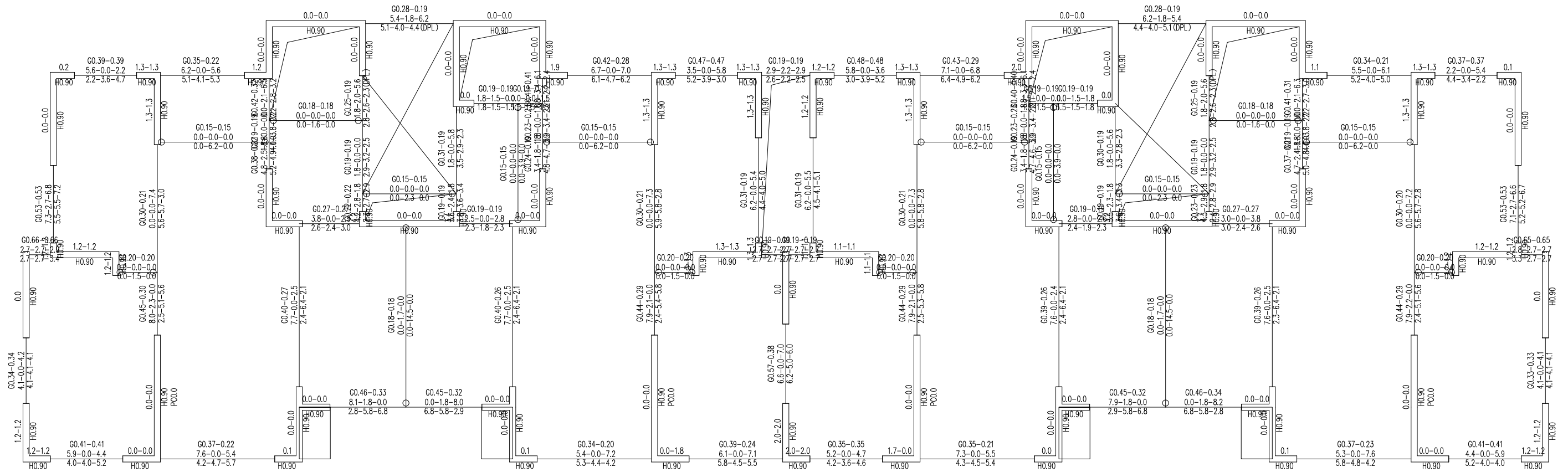
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-29 13 层配筋简图



第 14 层(标准层6) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=94 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

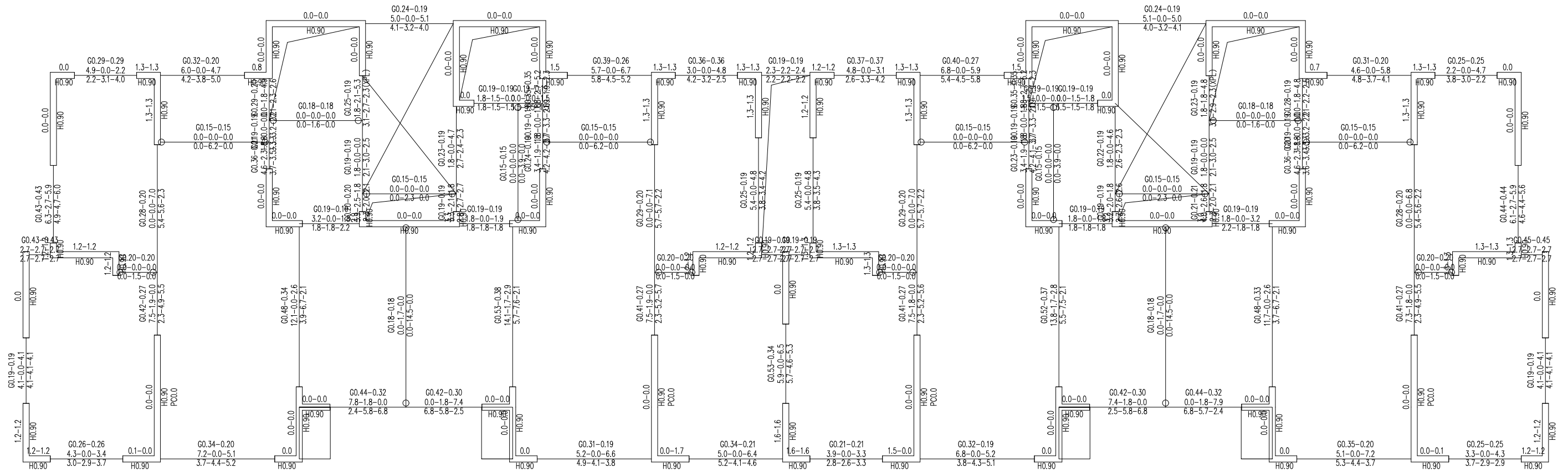
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-30 14 层配筋简图



第 16 层(标准层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总数=94 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

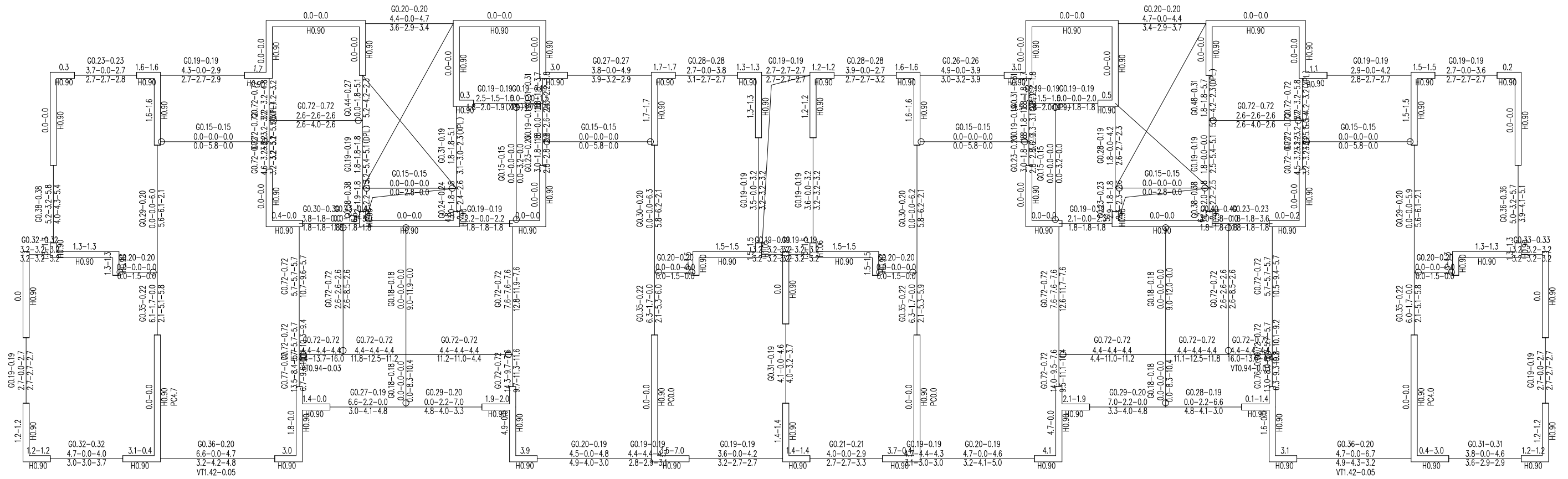
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-32 16 层配筋简图



第 17 层(标准层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=2900(mm) 梁总长=114 墙柱总数=89

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 墙Cw=C30

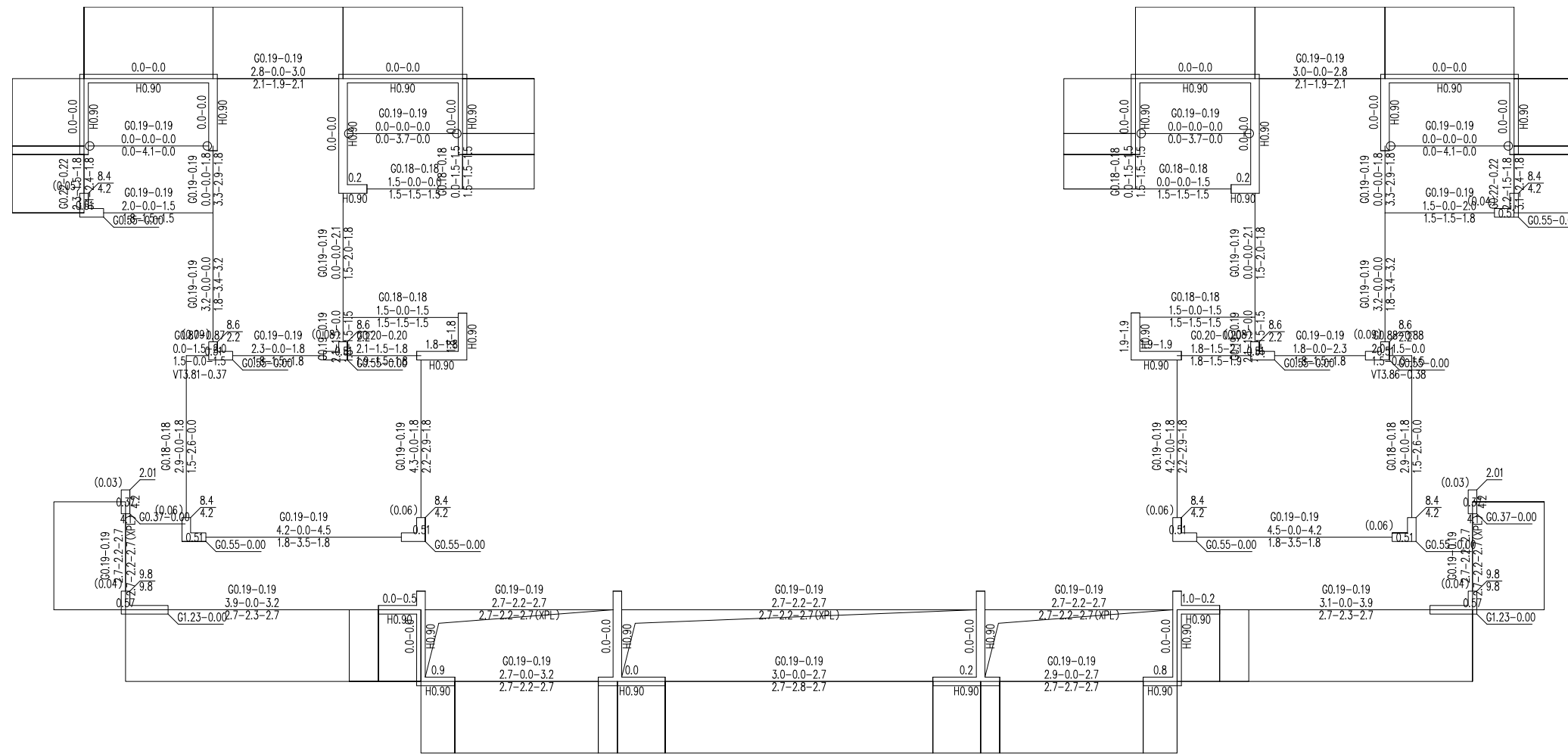
主筋强度: 梁FIB=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100

墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-33 17 层配筋简图



第 18 层(标准层8) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm²)

层高=4700(mm) 梁总数=46 柱总数=14 墙柱总数=28

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 柱Cc=C30 墙Cw=C30

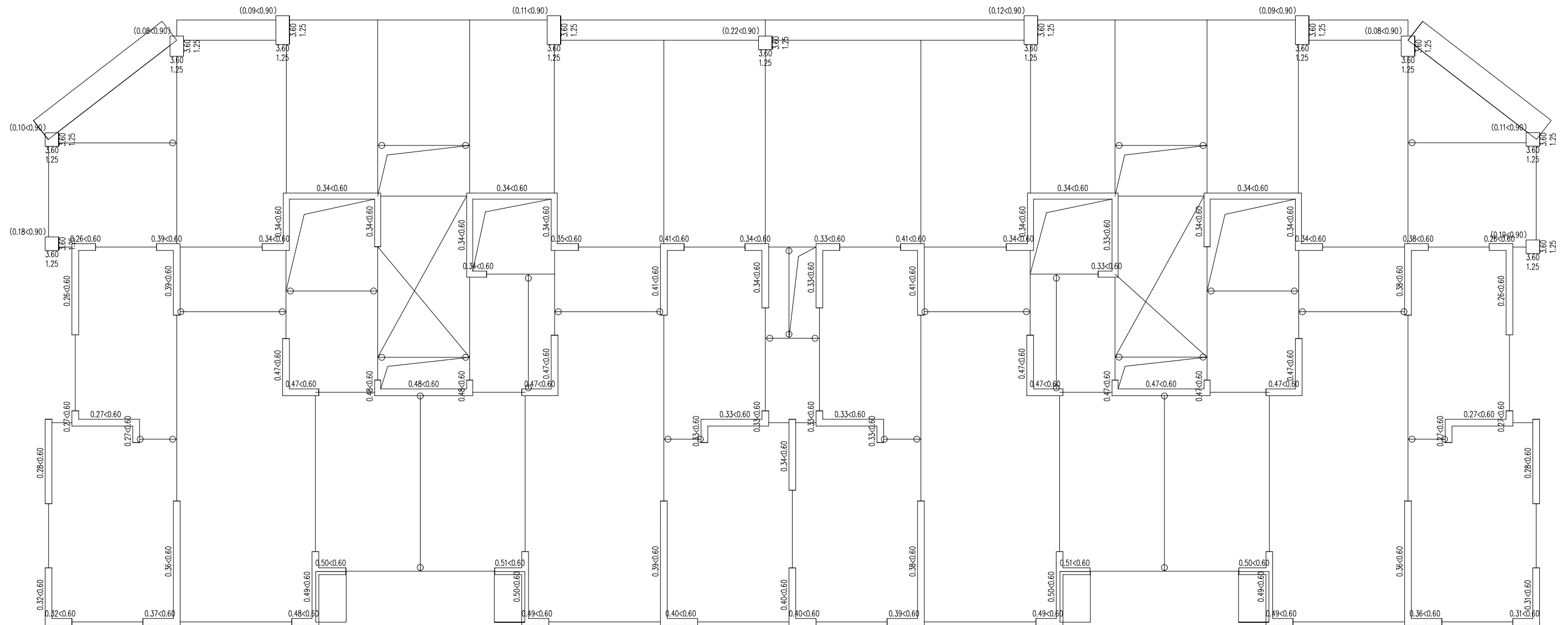
主筋强度: 梁FIB=360 柱FIC=360 墙FIW=360

箍筋(分布筋)强度: 梁=360 柱=360 墙水平=360 墙竖向=360 边缘构件=360

箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100

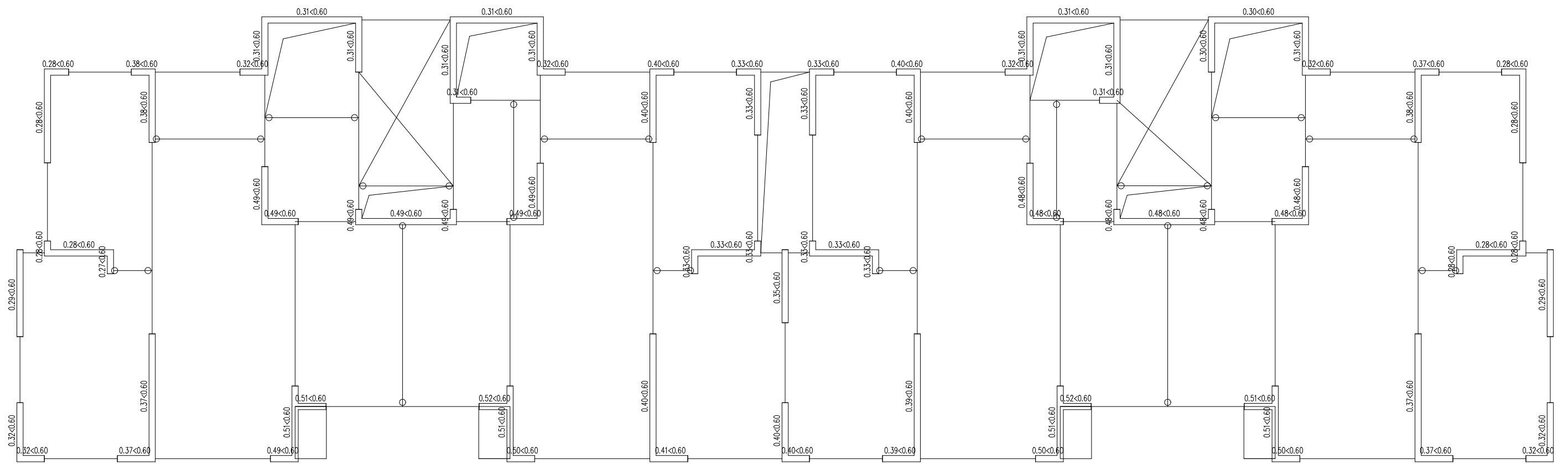
墙水平分布筋间距=200(mm), 墙竖向分布筋配筋率=0.25%

图 9-34 18 层配筋简图



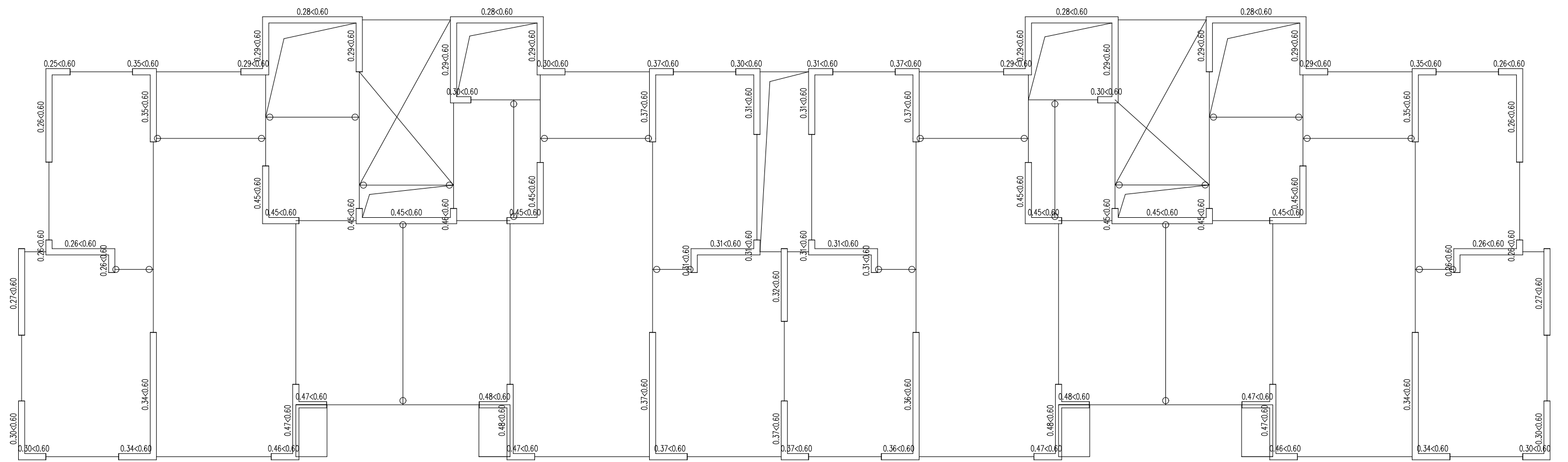
第 4 层(标准层4 底部加强区 约束边缘构件层) 墙组合轴压比简图

图 9-38 4 层柱、墙轴压比简图



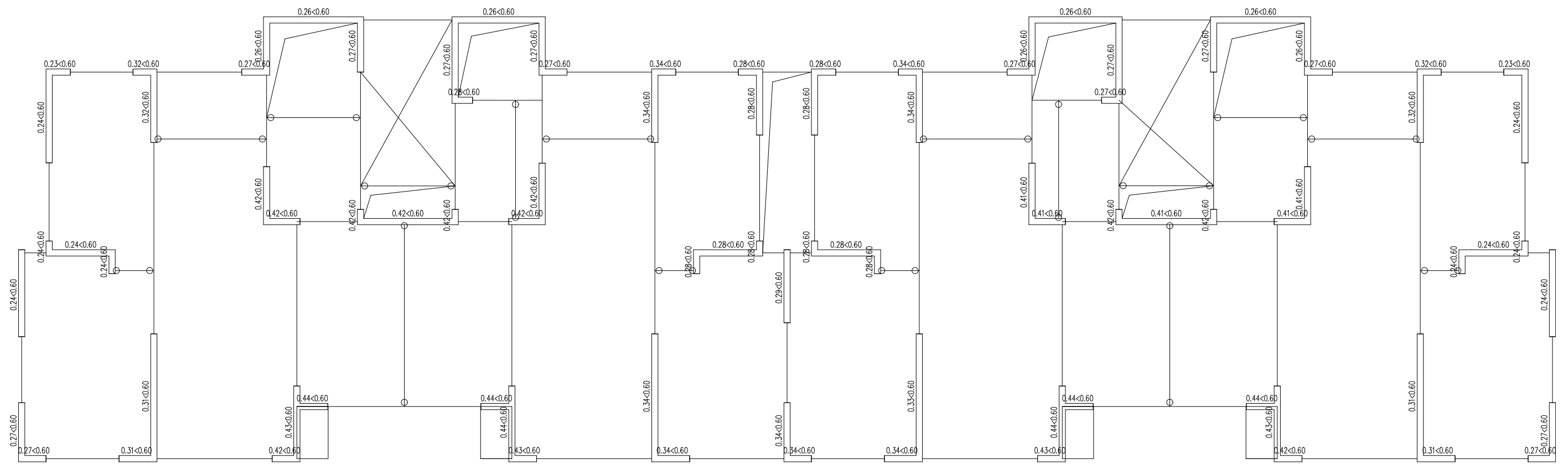
第 5 层(标准层5 约束边缘构件层) 墙组合轴压比简图

图 9-39 5 层柱、墙轴压比简图



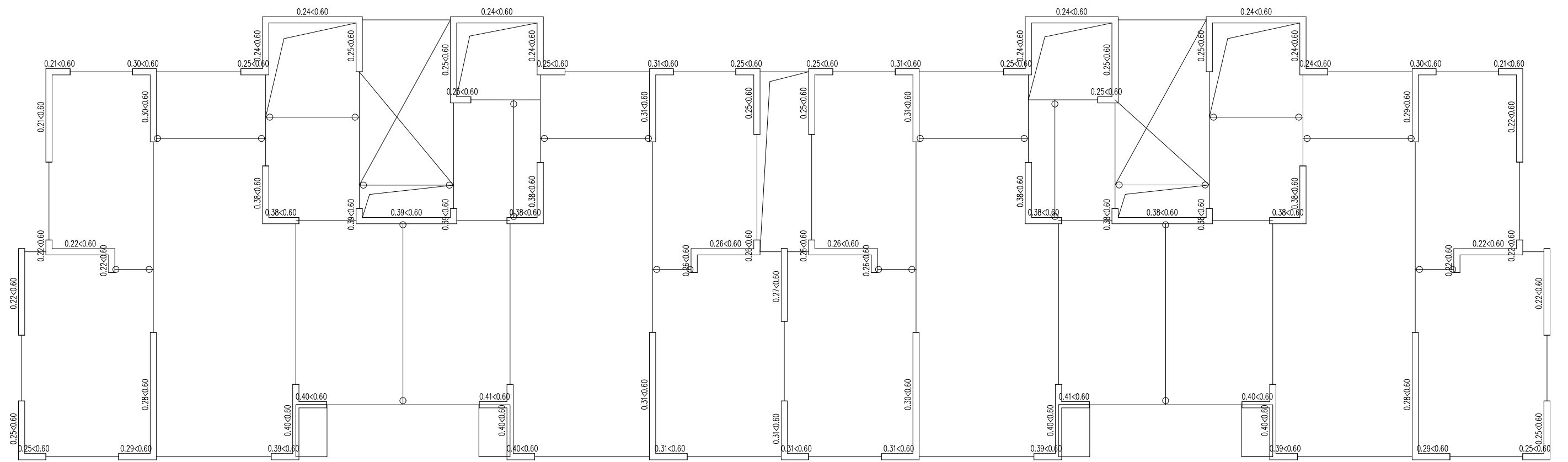
第 6 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-40 6 层柱、墙轴压比简图



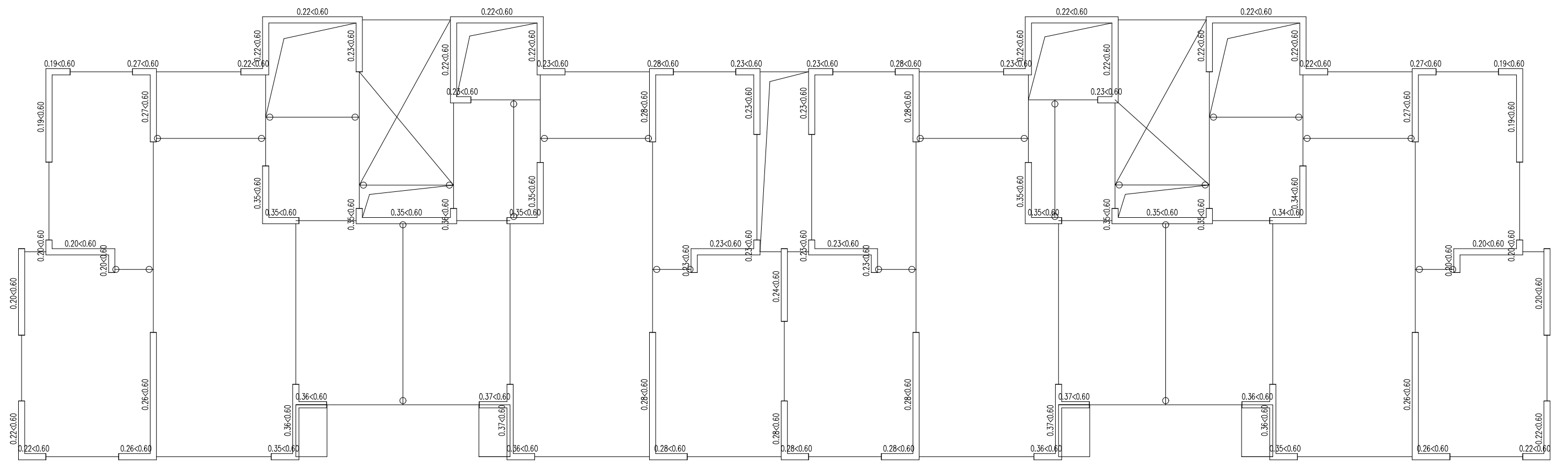
第 7 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-41 7 层柱、墙轴压比简图



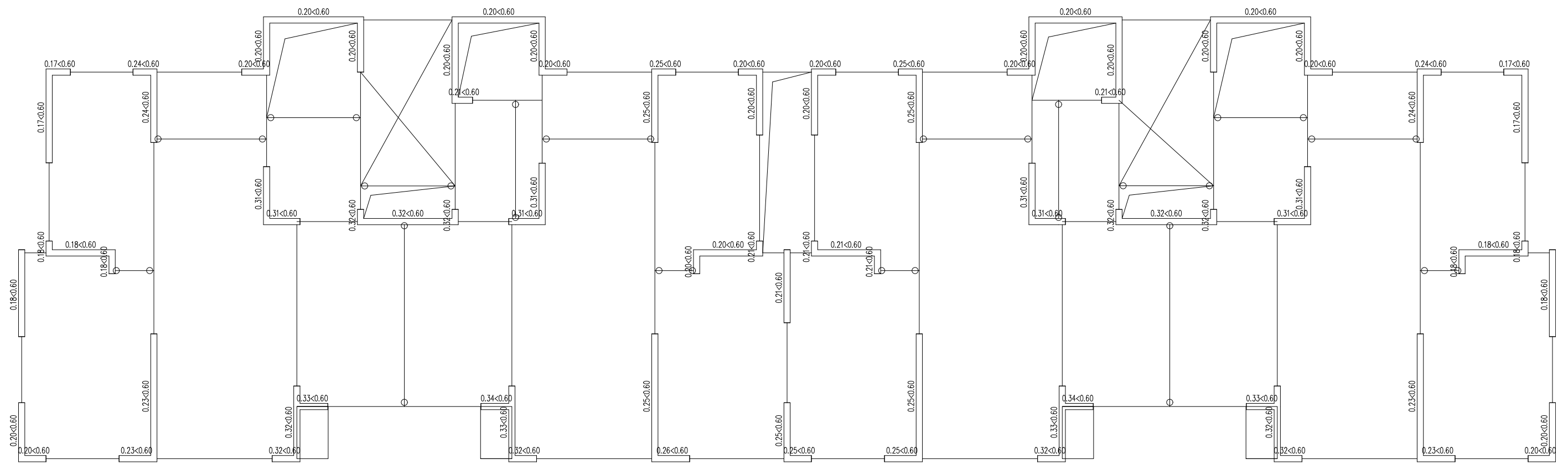
第 8 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-42 8 层柱、墙轴压比简图



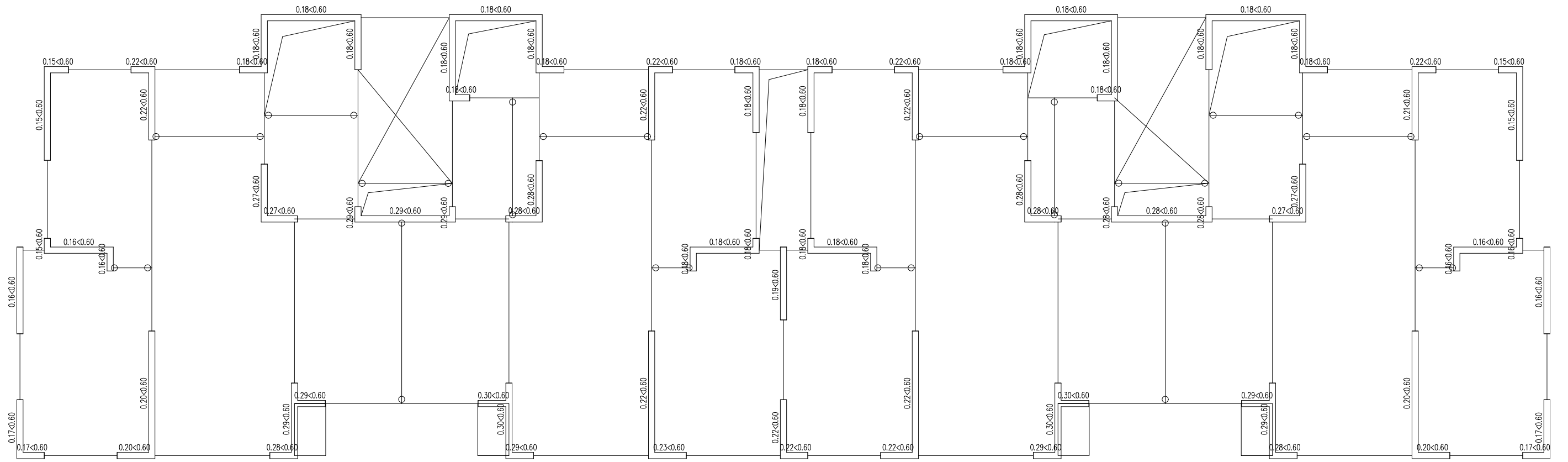
第 9 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-43 9 层柱、墙轴压比简图



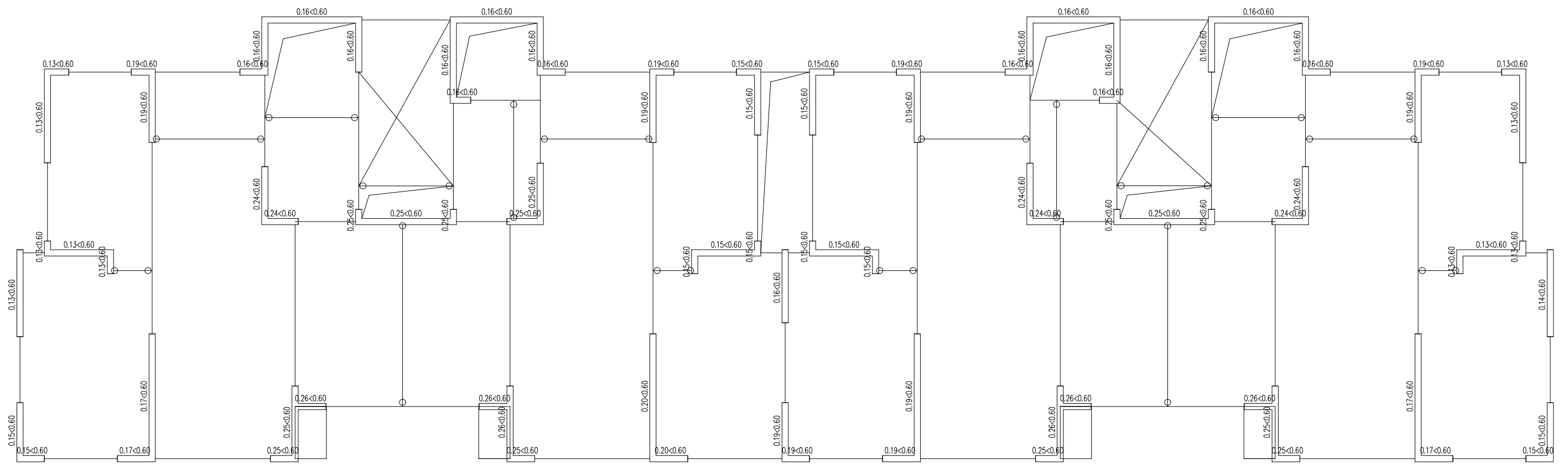
第 10 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-44 10 层柱、墙轴压比简图



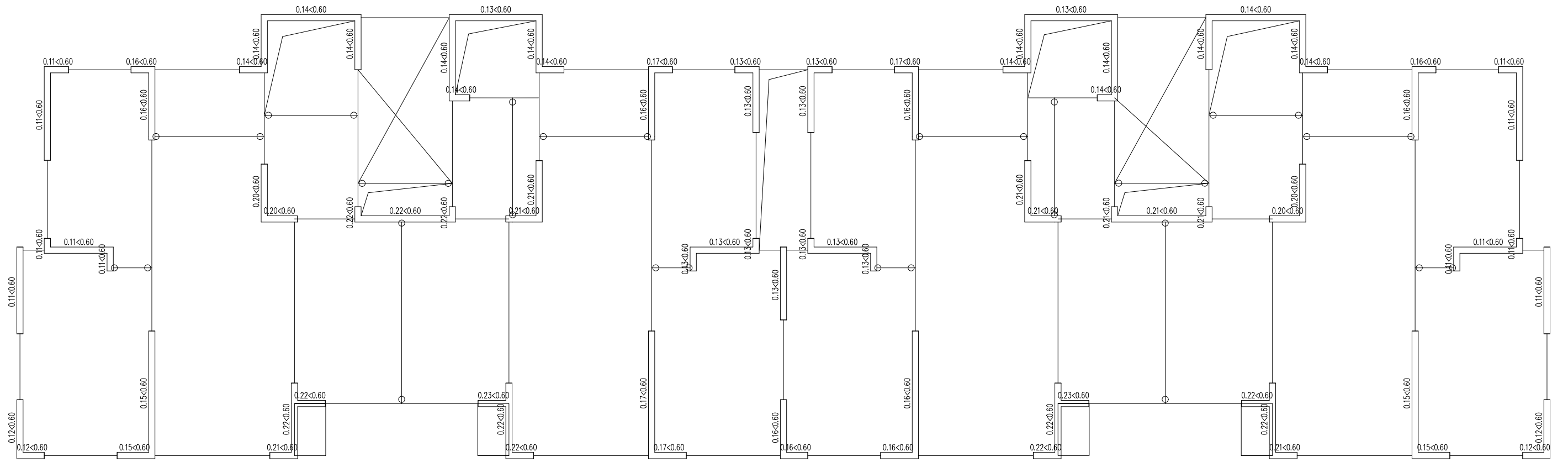
第 11 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-45 11 层柱、墙轴压比简图



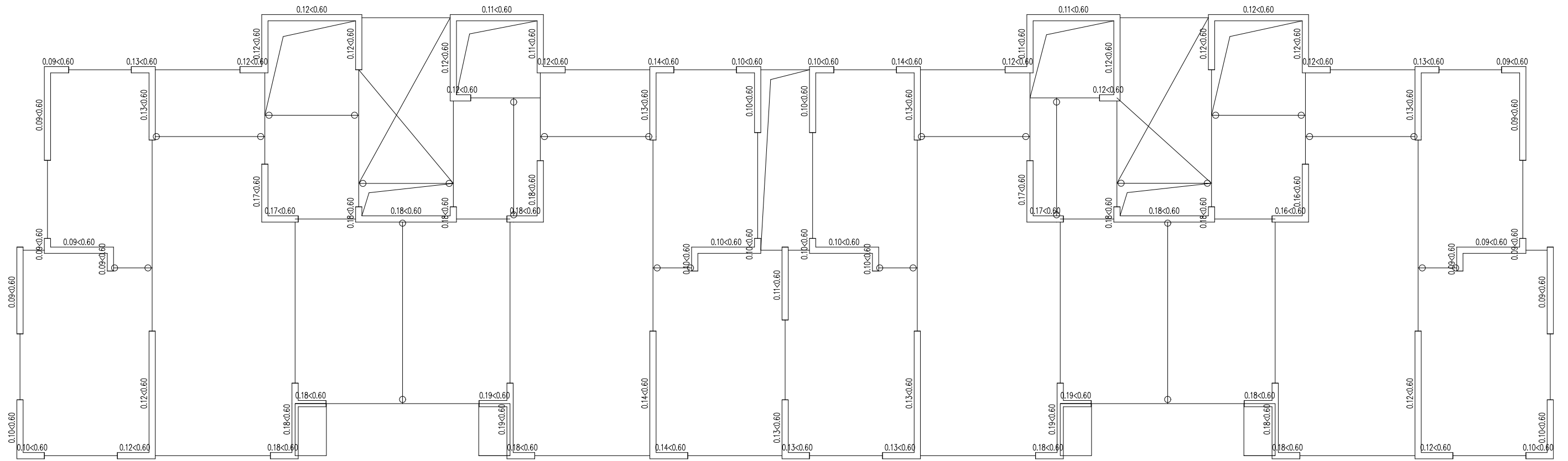
第 12 层(标准层5) 墙组合轴压比简图

图 9-46 12 层柱、墙轴压比简图



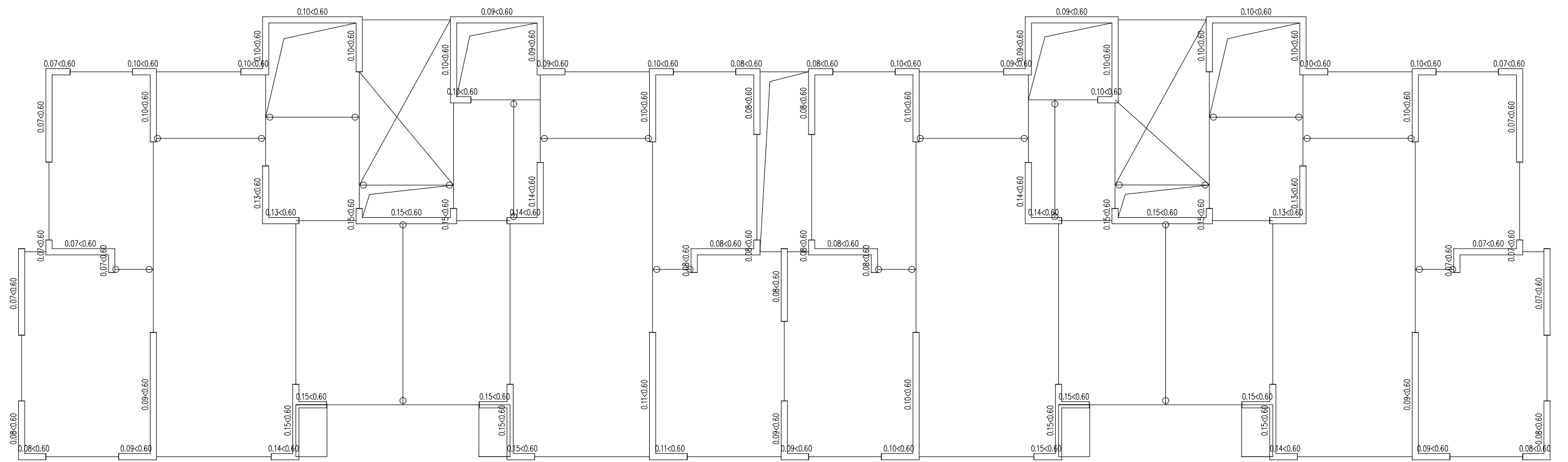
第 13 层(标准层6) 墙组合轴压比简图

图 9-47 13 层柱、墙轴压比简图



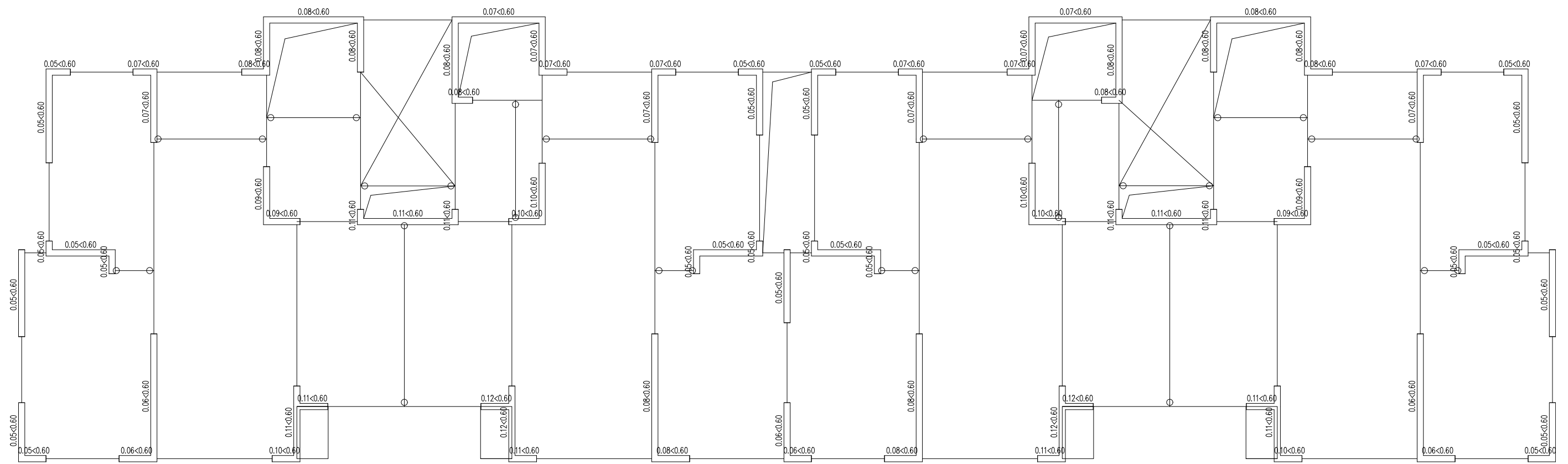
第 14 层(标准层6) 墙组合轴压比简图

图 9-48 14 层柱、墙轴压比简图



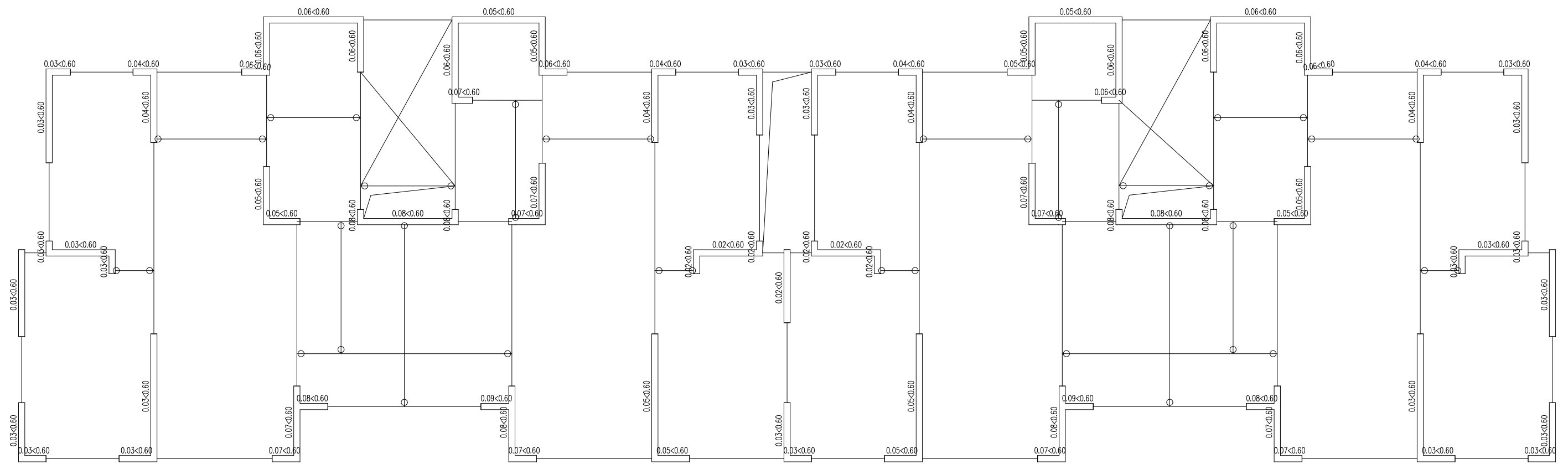
第 15 层(标准层6) 墙组合轴压比简图

图 9-49 15 层柱、墙轴压比简图



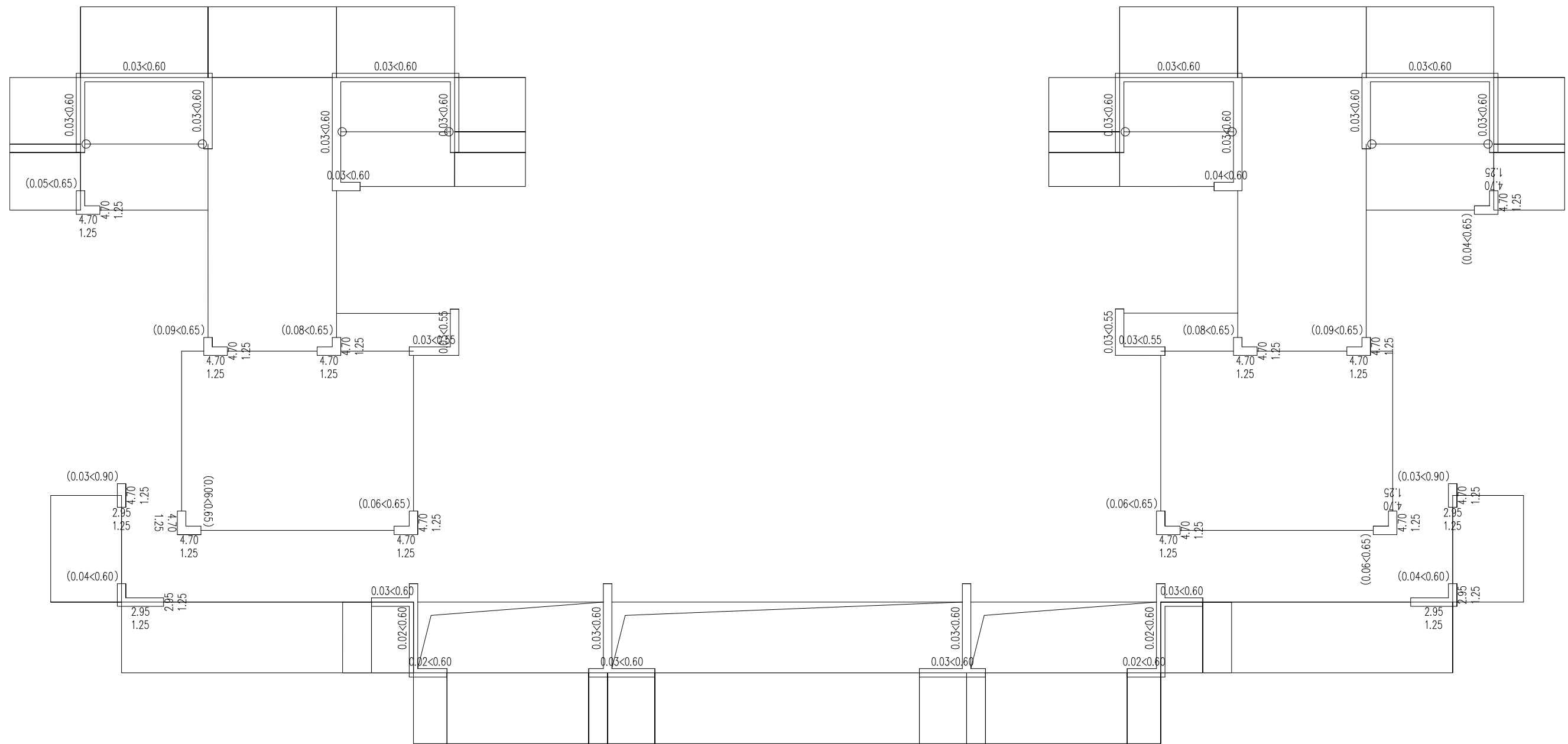
第 16 层(标准层6) 墙组合轴压比简图

图 9-50 16 层柱、墙轴压比简图

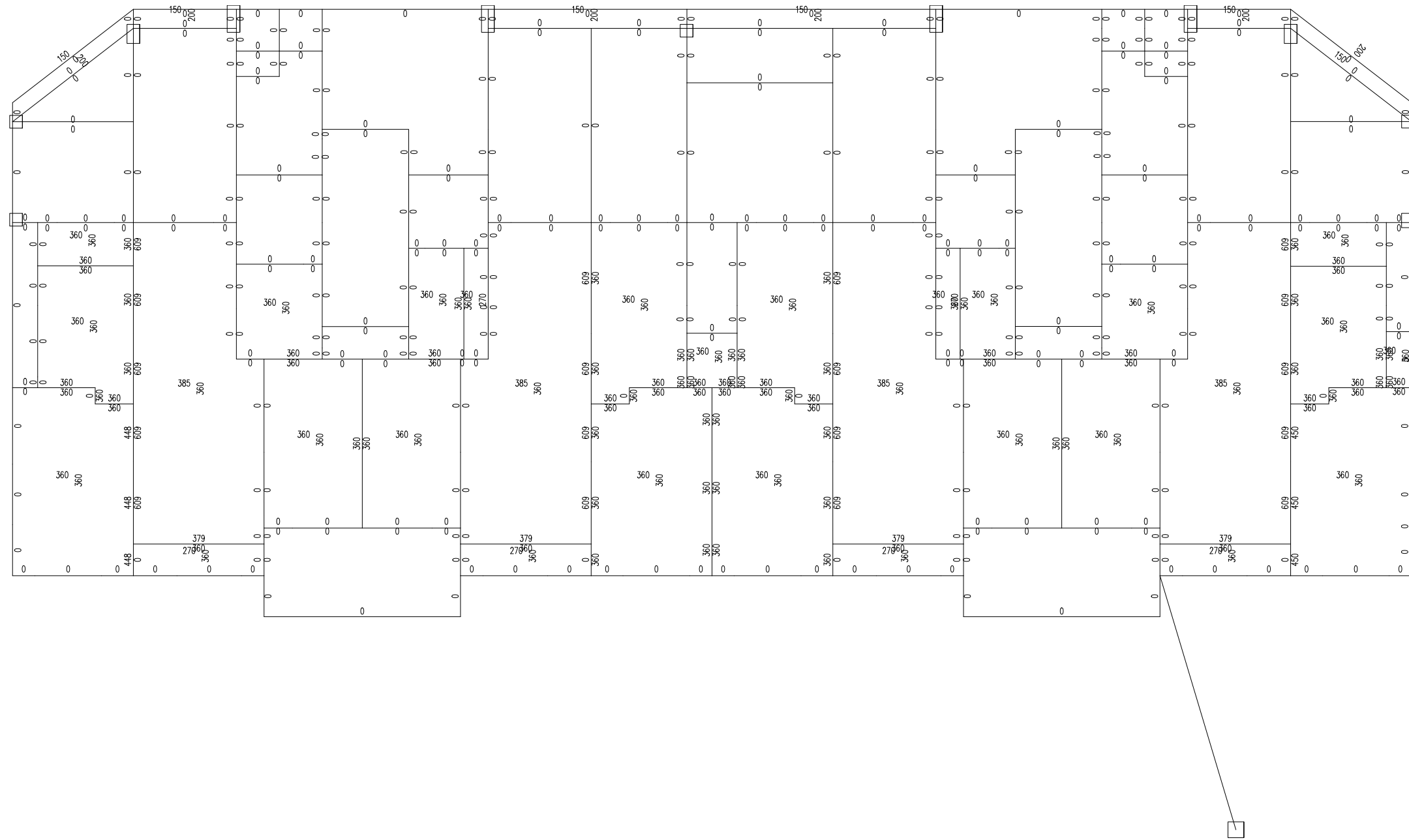


第 17 层(标准层7) 墙组合轴压比简图

图 9-51 17 层柱、墙轴压比简图

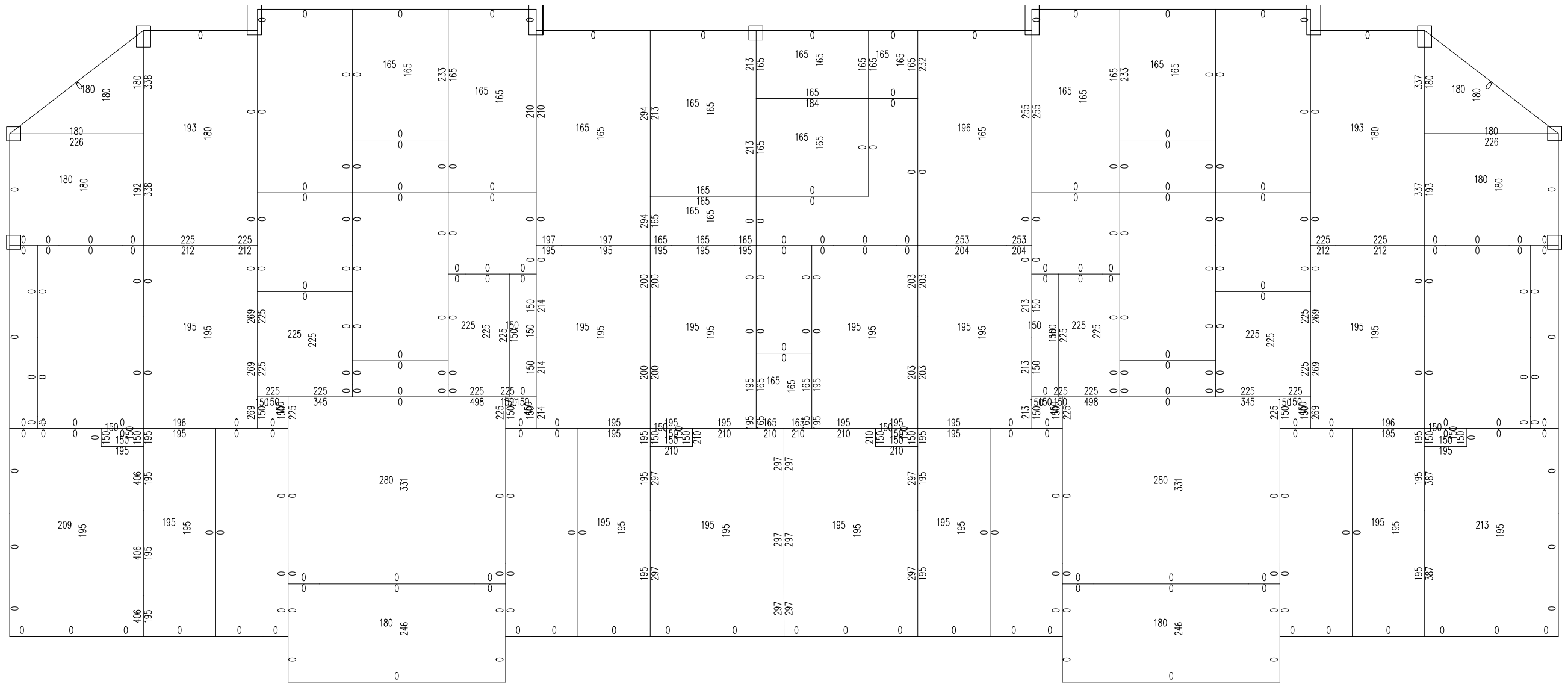


第 18 层(标准层8) 墙组合轴压比简图
图 9-52 18 层柱、墙轴压比简图



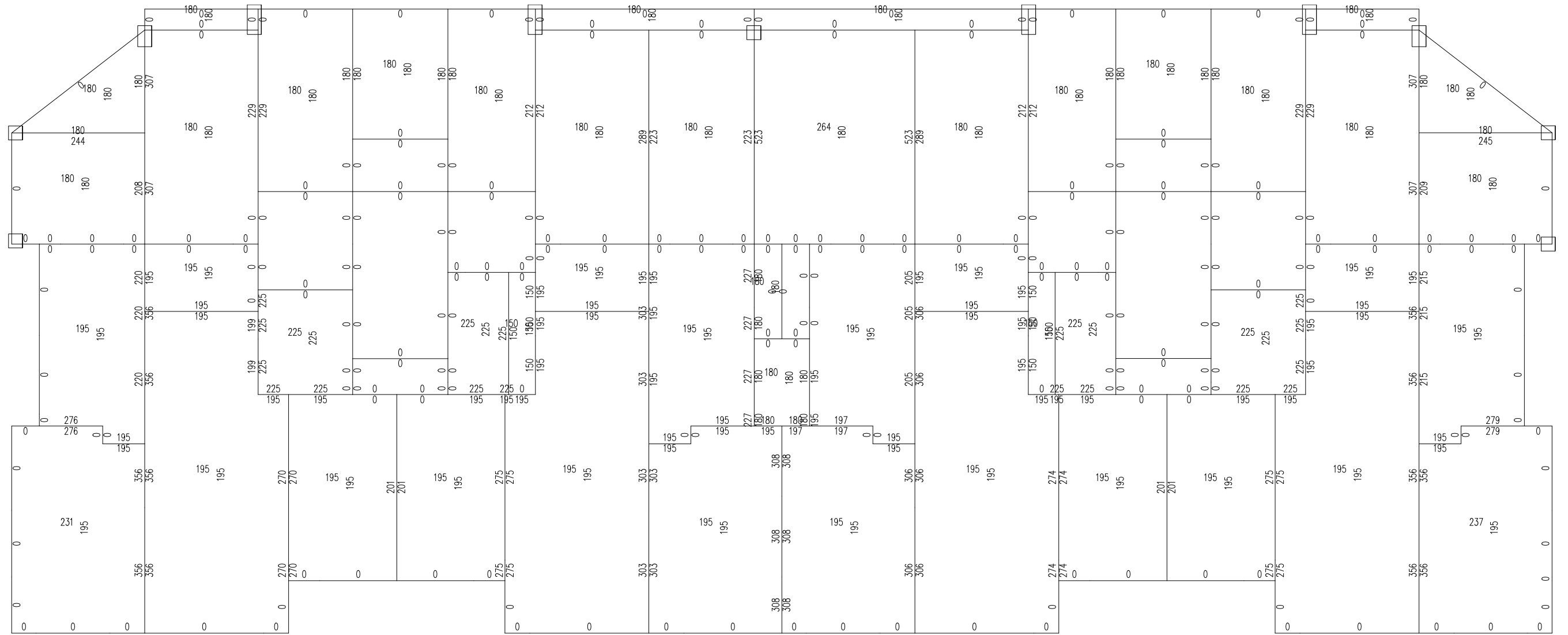
钢筋强度等级: HRB400, 砼强度等级C30

第2层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)



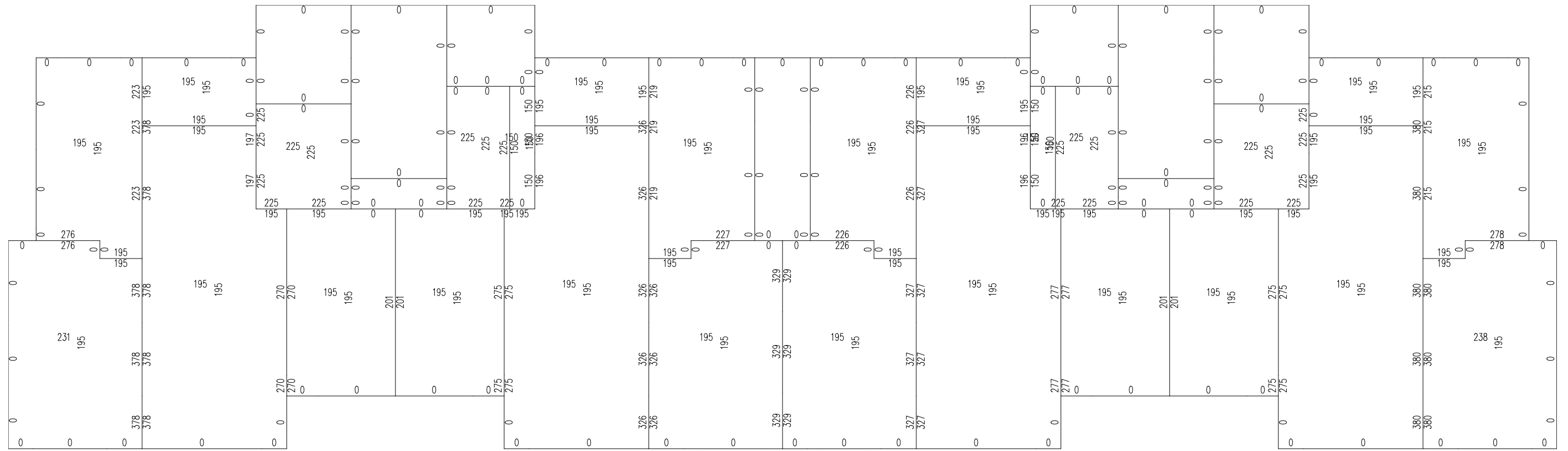
钢筋强度等级: CRB600H, 砼强度等级C30

第3层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)



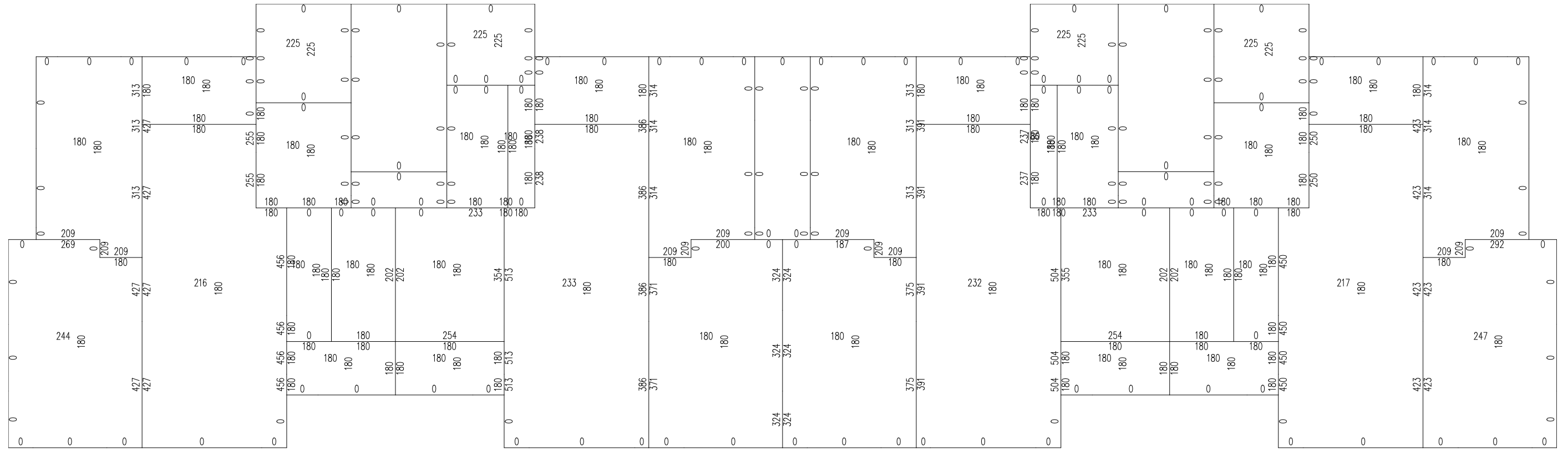
钢筋强度等级: CRB600H, 砼强度等级C30

第4层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)



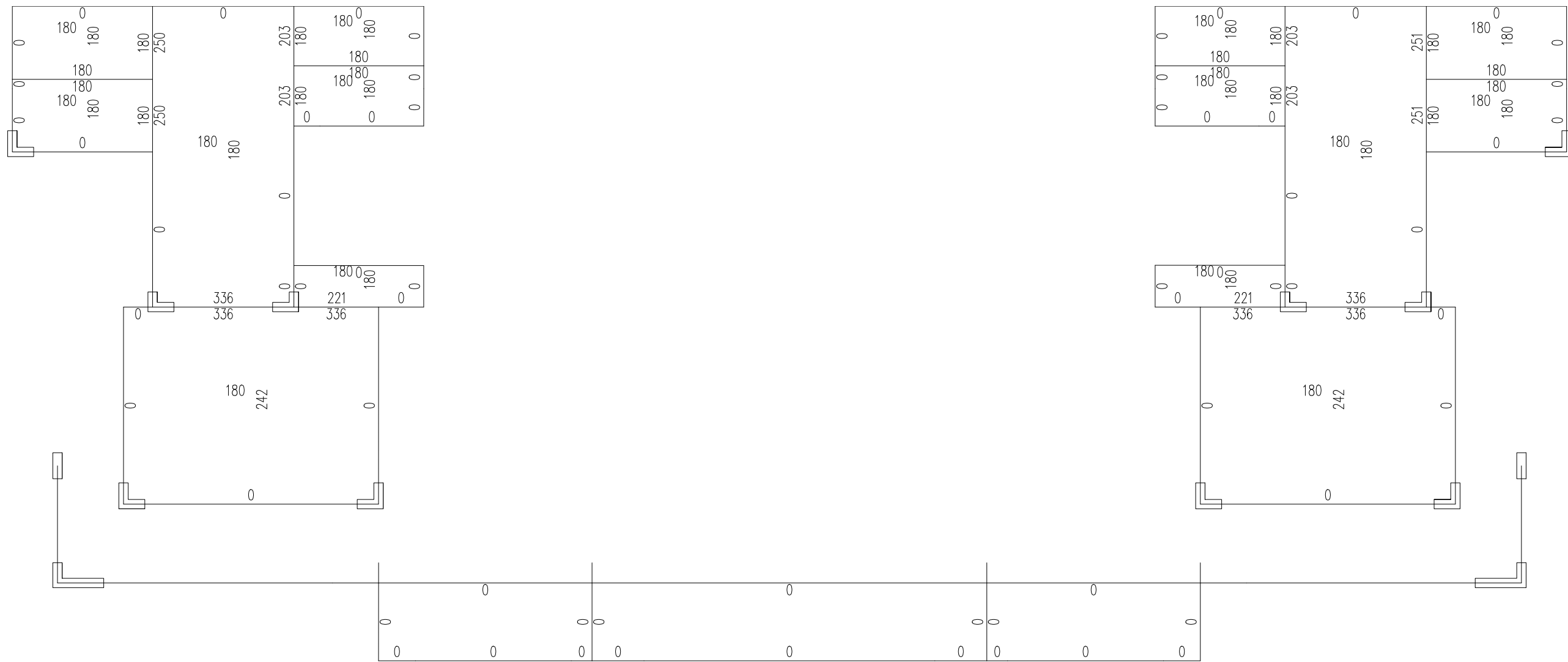
钢筋强度等级: CRB600H, 砼强度等级C30

第6层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)



钢筋强度等级: CRB600H, 砼强度等级C30

第17层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)



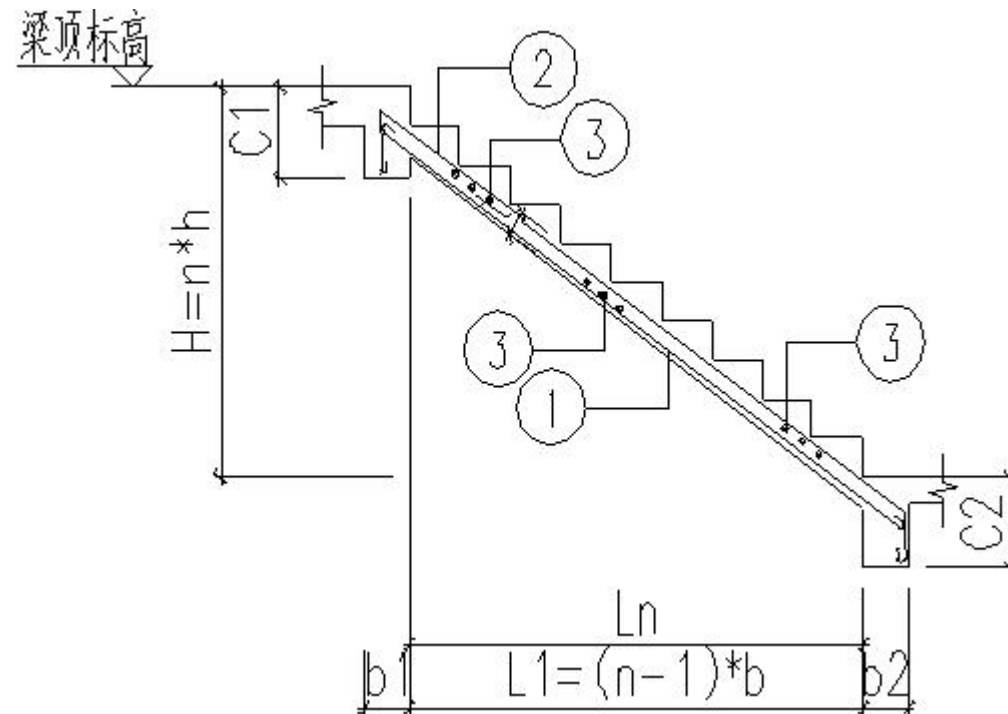
钢筋强度等级: CRB600H, 砼强度等级C30

第18层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)

第 10 章 楼梯计算

10.1 AT1

一、构件编号:AT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 2080 \text{ mm}$
- 楼梯高度: $H = 1450 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 100 \text{ mm}$
- 踏步数: $n = 9(\text{阶})$
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$
- 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$

永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$

可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$

可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$

准永久值系数: $\psi_q = 0.40$

4. 材料信息:

混凝土强度等级: C30

$f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$

$f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$

$R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$

$f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$

$E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400

$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$

$R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$

支座负筋系数: $\alpha = 0.33$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1611 \text{ m}$

踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度: $L_0 = L_1 + (b_1 + b_2) / 2 = 2.08 + (0.20 + 0.20) / 2 = 2.28 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.850$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h / b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16 / 0.26) \cdot 1.50 = 2.43 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.10 / 0.850 + 0.16 / 2) = 4.95 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.850 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.43 + 4.95 + 0.47 + 0.20 = 8.06 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.06 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 15.72 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 17.92 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 17.92 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.14 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.14 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - P_n \cdot x^2 / 2 \\ &= 17.92 \cdot 1.14 - 15.72 \cdot 1.14^2 / 2 \\ &= 10.22 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.136291$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.136291 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 75.00 / 360.00 = 406.03 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s=406.03>0.200\%*1000.00*100.00=200.00\text{mm}^2$ ，受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s=406.03\text{mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积： $A_s'=\alpha*A_s=0.33*406.03=133.99\text{mm}^2$

五、计算结果：(为每米宽板带的配筋)

1.1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 406.03 mm^2

采用方案: $\Phi 8@100$

实配面积: 503 mm^2

2.2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 133.99 mm^2

采用方案: $\Phi 8@200$

实配面积: 251 mm^2

3.3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@200$

实配面积: 141 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1.计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk}+M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.06 + 0.40 * 3.500) * 2.28^2 / 8 \\ &= 6.144 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2.计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下，构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 6.144 * 10^6 / (0.87 * 75 * 503) \\ &= 187.323 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 100 = 50000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 50000 \\ &= 1.005\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.005\% * 187.323) \\ &= 0.406 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\alpha_E = E_s / E_c$$

$$= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4)$$

$$= 6.667$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b * h_0) \\ &= 503 / (1000 * 75) \\ &= 0.670\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 * 10^5 * 503 * 75^2 / [1.15 * 0.406 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.670\% / (1 + 3.5 * 0)] \\ &= 6.046 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

3.计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned} B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 6.046 / 2.000 * 10^2 \\ &= 3.023 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

4.计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned} f_{maxk} &= 5 * \beta * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B) \\ &= 5 * 0.80 * (8.06 + 0.4 * 3.500) * 2.28^4 / (384 * 3.023 * 10^2) \\ &= 8.804 \text{ mm} \end{aligned}$$

6.验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 2.28 / 200 = 11.400 \text{ mm}$

$f_{max} = 8.804 \text{ mm} \leq f_0 = 11.400 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1.计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.06 + 0.40 * 3.500) * 2.28^2 / 8 \\ &= 6.144 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2.带肋钢筋,所以取值 $V_1 = 1.0$

3. $C = 20$

4.计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下，构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 6.144 * 10^6 / (0.87 * 75.00 * 503) \end{aligned}$$

$$= 187.323 \text{ N/mm}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\text{矩形截面面积: } A_{te} = 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 100 = 50000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{te} = A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)}$$

$$= 503 / 50000$$

$$= 1.005\%$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.005\% * 187.323)$$

$$= 0.406$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$n = 1000 / s$$

$$= 1000 / 100$$

$$= 10$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$d_{eq} = (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i)$$

$$= 10 * 8^2 / (10 * 1.0 * 8)$$

$$= 8$$

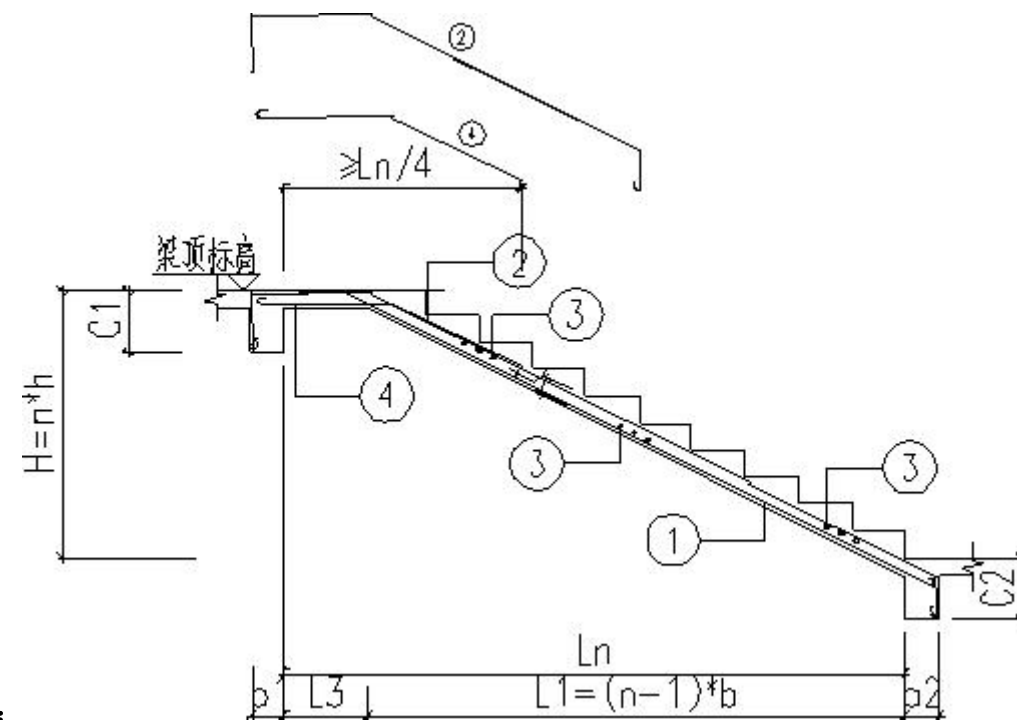
9. 计算最大裂缝宽度

$$\omega_{max} = \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)}$$

$$= 1.9 * 0.406 * 187.323 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 8 / 1.005\%)$$

$$= 0.0735 \text{ mm}$$

$$\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}$$



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)

《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)

《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)

《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

楼梯净跨: $L_1 = 2600 \text{ mm}$

楼梯高度: $H = 1817 \text{ mm}$

梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$

踏步数: $n = 11$ (阶)

上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$

下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$

上平台宽: $L_3 = 260 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$

栏杆荷载: $q_r = 0.20 \text{ kN/m}$

永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$

可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$

可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$

准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

混凝土强度等级: C30

$f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$

$f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$

$R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$

$f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$

$E_c = 3.00 * 10^4 \text{ N/mm}^2$

10.2 CT1

一、构件编号:CT1

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
 保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$
 受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋
 梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$
 支座负筋系数: $\alpha = 0.33$
 考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1652 \text{ m}$
 踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$
 计算跨度: $L_0 = L_1 + L_3 + (b_1 + b_2)/2 = 2.60 + 0.26 + (0.20 + 0.20)/2 = 3.06 \text{ m}$
 梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.844$

2. 荷载计算(取 $B = 1\text{m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h/b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.17/0.26) \cdot 1.50 = 2.45 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t/\cos \alpha + h/2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12/0.844 + 0.17/2) = 5.62 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c/\cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02/0.844 = 0.47 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.45 + 5.62 + 0.47 + 0.20 = 8.75 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.75 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.62 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 23.82 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 25.33 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.54 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.18 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3/2) + P_n \cdot x^2/2] \\ &= 23.82 \cdot 1.54 - [11.88 \cdot 0.36 \cdot (1.18 + 0.36/2) + 16.62 \cdot 1.18^2/2] \\ &= 19.30 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.162790$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.162790 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 614.31 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 614.31 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 614.31 \text{ mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 614.31 = 202.72 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 614.31 mm^2

采用方案: $\Phi 10@100$

实配面积: 785 mm^2

2. 2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 202.72 mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

3. 3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$

实配面积: 188 mm^2

4. 4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 10@100$

实配面积: 785 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^2/8 \\ &= (8.75 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 3.06^2/8 \\ &= 11.875 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 11.875 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95 \cdot 785) \\ &= 182.941 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.309\% \cdot 182.941) \end{aligned}$$

$$= 0.554$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned}\alpha_E &= E_s/E_c \\ &= 2.00 \times 10^5 / (3.00 \times 10^4) \\ &= 6.667\end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

$$\text{矩形截面, } \gamma_f = 0$$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned}\rho &= A_s / (b \cdot h_0) \\ &= 785 / (1000 \cdot 95) \\ &= 0.827\%\end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned}B_{sq} &= E_s \cdot A_s \cdot h_0^2 / [1.15 \cdot \psi_{sq} + 0.2 + 6 \cdot \alpha_E \cdot \rho / (1 + 3.5 \cdot \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 \times 10^5 \cdot 785 \cdot 95^2 / [1.15 \cdot 0.554 + 0.2 + 6 \cdot 6.667 \cdot 0.827\% / (1 + 3.5 \cdot 0)] \\ &= 12.135 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

$$\text{当 } \rho \leq 0 \text{ 时, } \theta = 2.0 \quad \text{混规(7.2.5)}$$

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned}B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 12.135 / 2.000 \times 10^2 \\ &= 6.067 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

4. 计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned}f_{\max} &= 5 \cdot \beta \cdot (q_{gk} + \psi \cdot q_{qk}) \cdot L_0^4 / (384 \cdot B) \\ &= 5 \cdot 0.80 \cdot (8.75 + 0.4 \cdot 3.500) \cdot 3.06^4 / (384 \cdot 6.067 \times 10^2) \\ &= 15.273 \text{ mm}\end{aligned}$$

6. 验算挠度

$$\text{挠度限值 } f_0 = L_0 / 200 = 3.06 / 200 = 15.300 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 15.273 \text{ mm} \leq f_0 = 15.300 \text{ mm, 满足规范要求!}$$

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned}M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8 \\ &= (8.75 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 3.06^2 / 8 \\ &= 11.875 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$

$$3. C = 20$$

4. 计算按荷载效应准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 11.875 \times 10^6 / (0.87 \cdot 95 \cdot 785) \\ &= 182.941 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\%\end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.309\% \cdot 182.941) \\ &= 0.554\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

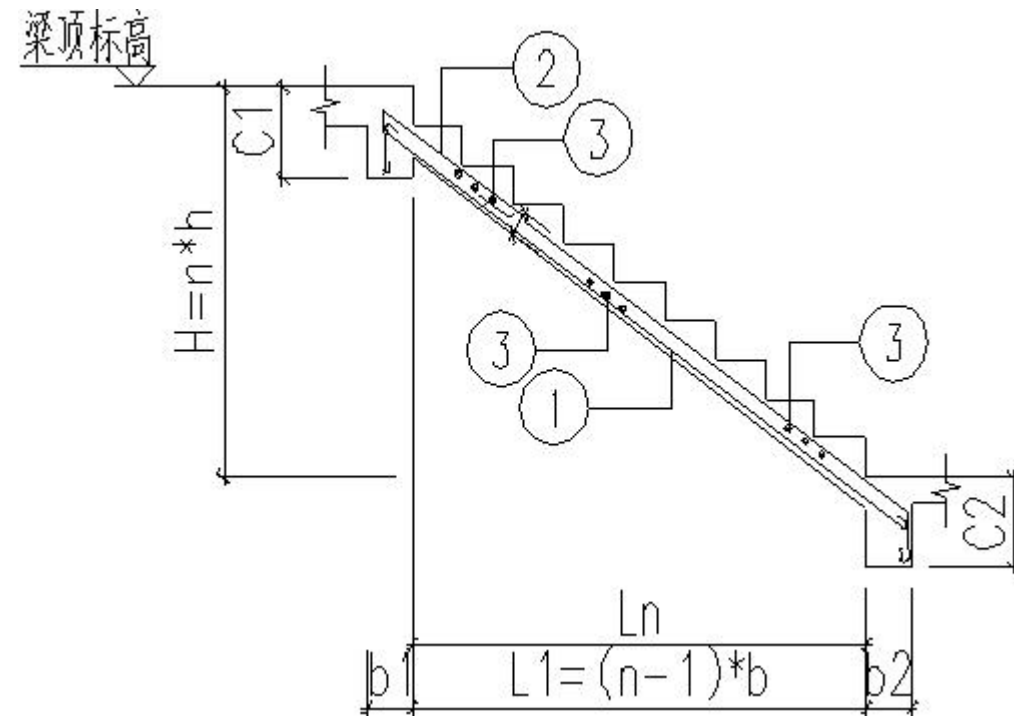
$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i \cdot d_i^2) / (\sum n_i \cdot V_i \cdot d_i) \\ &= 10 \cdot 10^2 / (10 \cdot 1.0 \cdot 10) \\ &= 10\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{\max} &= \alpha_{cr} \cdot \psi \cdot \sigma_{sq} / E_s \cdot (1.9 \cdot C + 0.08 \cdot d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)} \\ &= 1.9 \cdot 0.554 \cdot 182.941 / 2.0 \times 10^5 \cdot (1.9 \cdot 20 + 0.08 \cdot 10 / 1.309\%) \\ &= 0.0955 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

10.3 AT2

一、构件编号: AT2



二、示意图：

三、基本资料：

1. 依据规范：

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数：

- 楼梯净跨： $L_1 = 2860 \text{ mm}$
- 楼梯高度： $H = 1983 \text{ mm}$
- 梯板厚： $t = 120 \text{ mm}$
- 踏步数： $n = 12$ (阶)
- 上平台楼梯梁宽度： $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度： $b_2 = 200 \text{ mm}$

3. 荷载标准值：

- 可变荷载： $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$
- 面层荷载： $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载： $q_r = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数： $\gamma_G = 1.30$
- 可变荷载分项系数： $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数： $\gamma_L = 1.00$
- 准永久值系数： $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息：

- 混凝土强度等级：C30
- $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$
- $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$
- $E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
- 钢筋强度等级：HRB400
- $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{保护层厚度: } c = 20.0 \text{ mm}$$

$$R_s = 20 \text{ kN/m}^3$$

受拉区纵向钢筋类别：带肋钢筋

$$\text{梯段板纵筋合力点至近边距离: } a_s = 25.00 \text{ mm}$$

$$\text{支座负筋系数: } \alpha = 0.33$$

$$\text{考虑踏步系数 } \beta = 0.8$$

四、计算过程：

1. 楼梯几何参数：

$$\text{踏步高度: } h = 0.1653 \text{ m}$$

$$\text{踏步宽度: } b = 0.2600 \text{ m}$$

$$\text{计算跨度: } L_0 = L_1 + (b_1 + b_2) / 2 = 2.86 + (0.20 + 0.20) / 2 = 3.06 \text{ m}$$

$$\text{梯段板与水平方向夹角余弦值: } \cos \alpha = 0.844$$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带)：

(1) 梯段板：

$$\text{面层: } g_{km} = (B + B \cdot h / b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.17 / 0.26) \cdot 1.50 = 2.45 \text{ kN/m}$$

$$\text{自重: } g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12 / 0.844 + 0.17 / 2) = 5.62 \text{ kN/m}$$

$$\text{抹灰: } g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.844 = 0.47 \text{ kN/m}$$

$$\text{恒荷标准值: } P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_r = 2.45 + 5.62 + 0.47 + 0.20 = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{荷载设计值: } P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.75 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.62 \text{ kN/m}$$

3. 正截面受弯承载力计算：

$$\text{左端支座反力: } R_l = 25.43 \text{ kN}$$

$$\text{右端支座反力: } R_r = 25.43 \text{ kN}$$

$$\text{最大弯矩截面距左支座的距离: } L_{\max} = 1.53 \text{ m}$$

$$\text{最大弯矩截面距左边弯折处的距离: } x = 1.53 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= R_l \cdot L_{\max} - P_n \cdot x^2 / 2 \\ &= 25.43 \cdot 1.53 - 16.62 \cdot 1.53^2 / 2 \\ &= 19.46 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{相对受压区高度: } \zeta = 0.164234$$

$$\text{受拉钢筋面积: } A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.164234 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 619.75 \text{ mm}^2$$

$$\text{受拉钢筋最小配筋率: } \rho_{\min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$$

$$A_s = 619.75 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2, \text{ 受拉钢筋按照计算要求配筋 } A_s = 619.75 \text{ mm}^2$$

$$\text{支座负筋(2、3号)计算面积: } A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 619.75 = 204.52 \text{ mm}^2$$

五、计算结果：(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

$$\text{计算面积 } A_s: 619.75 \text{ mm}^2$$

$$\text{采用方案: } \Phi 10 @ 100$$

$$\text{实配面积: } 785 \text{ mm}^2$$

2.2 号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 204.52 mm²采用方案: $\Phi 8@200$ 实配面积: 251 mm²

3.3 号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$ 实配面积: 188 mm²

六、跨中挠度计算:

Mq ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 Mq:

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.75 + 0.40 * 3.500) * 3.06^2 / 8 \\ &= 11.877 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载效应两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 11.877 * 10^6 / (0.87 * 95 * 785) \\ &= 182.972 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.309\% * 182.972) \\ &= 0.555 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f 矩形截面, $\gamma_f = 0$ 6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b * h_0) \\ &= 785 / (1000 * 95) \end{aligned}$$

$$= 0.827\%$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 * 10^5 * 785 * 95^2 / [1.15 * 0.555 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.827\% / (1 + 3.5 * 0)] \\ &= 12.133 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ 当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned} B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 12.133 / 2.000 * 10^2 \\ &= 6.067 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

4. 计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned} f_{maxk} &= 5 * \beta * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B) \\ &= 5 * 0.80 * (8.75 + 0.4 * 3.500) * 3.06^4 / (384 * 6.067 * 10^2) \\ &= 15.277 \text{ mm} \end{aligned}$$

6. 验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 3.06 / 200 = 15.300 \text{ mm}$ $f_{max} = 15.277 \text{ mm} \leq f_0 = 15.300 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 Mq:

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.75 + 0.40 * 3.500) * 3.06^2 / 8 \\ &= 11.877 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_1 = 1.0$

3. C = 20

4. 计算按荷载效应准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 11.877 * 10^6 / (0.87 * 95 * 785) \\ &= 182.972 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\% \end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规 (7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.309\% * 182.972) \\ &= 0.555\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000/s \\ &= 1000/100 \\ &= 10\end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

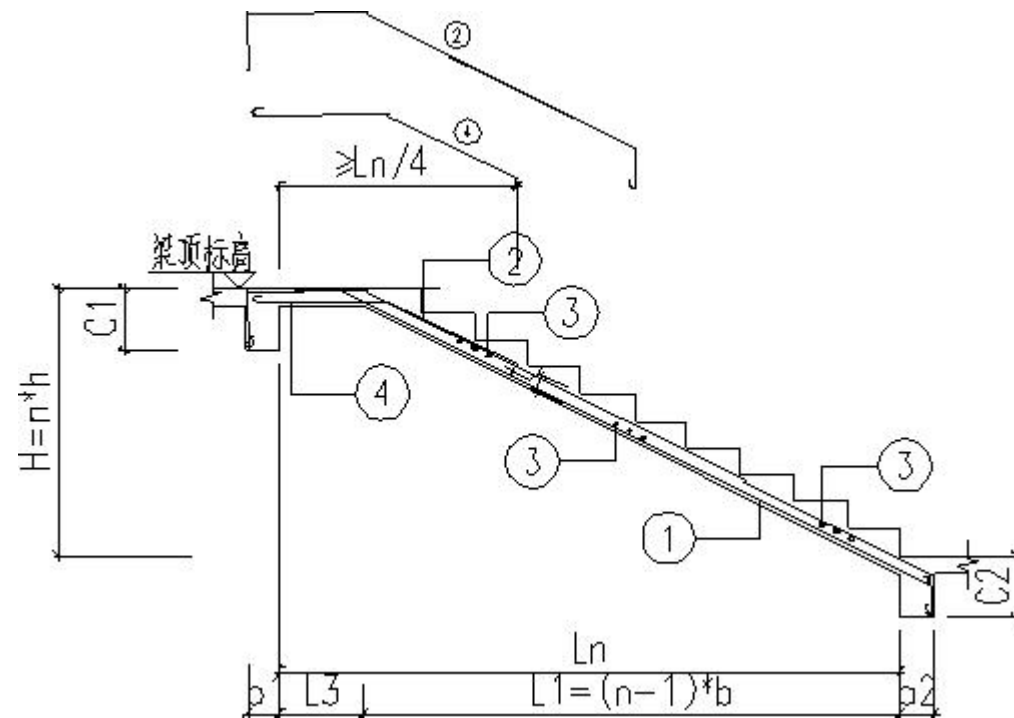
$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i) \\ &= 10 * 10^2 / (10 * 1.0 * 10) \\ &= 10\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{max} &= \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规 (7.1.2-1)} \\ &= 1.9 * 0.555 * 182.972 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 10 / 1.309\%) \\ &= 0.0955 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

10.4 CT3

一、构件编号:CT3



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

楼梯净跨: $L_1 = 2080 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 1450 \text{ mm}$
梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 9$ (阶)
上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
上平台宽: $L_3 = 260 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$
永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
 $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
 $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 * 10^4 \text{ N/mm}^2$
钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 2.00 * 10^5 \text{ N/mm}^2$
保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$
受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋
梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$
支座负筋系数: $\alpha = 0.33$
考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1611 \text{ m}$
踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$
计算跨度: $L_0 = L_1 + L_3 + (b_1 + b_2) / 2 = 2.08 + 0.26 + (0.20 + 0.20) / 2 = 2.54 \text{ m}$
梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.850$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B * h / b) * q_m = (1 + 1 * 0.16 / 0.26) * 1.50 = 2.43 \text{ kN/m}$

$$\text{自重: } g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12 / 0.850 + 0.16 / 2) = 5.54 \text{ kN/m}$$

$$\text{抹灰: } g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.850 = 0.47 \text{ kN/m}$$

$$\text{恒荷标准值: } P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.43 + 5.54 + 0.47 + 0.20 = 8.64 \text{ kN/m}$$

$$\text{荷载设计值: } P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.64 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.49 \text{ kN/m}$$

(2) 平台板:

$$\text{面层: } g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$$

$$\text{自重: } g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$$

$$\text{抹灰: } g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$$

$$\text{恒荷标准值: } P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$$

$$\text{荷载设计值: } P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$$

3. 正截面受弯承载力计算:

$$\text{左端支座反力: } R_l = 19.40 \text{ kN}$$

$$\text{右端支座反力: } R_r = 20.82 \text{ kN}$$

$$\text{最大弯矩截面距左支座的距离: } L_{\max} = 1.28 \text{ m}$$

$$\text{最大弯矩截面距左边弯折处的距离: } x = 0.92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= R_l \cdot L_{\max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3 / 2) + P_n \cdot x^2 / 2] \\ &= 19.40 \cdot 1.28 - [11.88 \cdot 0.36 \cdot (0.92 + 0.36 / 2) + 16.49 \cdot 0.92^2 / 2] \\ &= 13.15 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{相对受压区高度: } \zeta = 0.107661$$

$$\text{受拉钢筋面积: } A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.107661 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000 \cdot 95.00 / 360.00 = 406.27 \text{ mm}^2$$

$$\text{受拉钢筋最小配筋率: } \rho_{\min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$$

$$A_s = 406.27 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2, \text{ 受拉钢筋按照计算要求配筋 } A_s = 406.27 \text{ mm}^2$$

$$\text{支座负筋(2、3号)计算面积: } A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 406.27 = 134.07 \text{ mm}^2$$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1.1 号钢筋计算结果(跨中)

$$\text{计算面积 } A_s: 406.27 \text{ mm}^2$$

$$\text{采用方案: } \Phi 8@100$$

$$\text{实配面积: } 503 \text{ mm}^2$$

2.2 号钢筋计算结果(支座)

$$\text{计算面积 } A_s': 134.07 \text{ mm}^2$$

$$\text{采用方案: } \Phi 8@150$$

$$\text{实配面积: } 335 \text{ mm}^2$$

3.3 号钢筋计算结果

$$\text{采用方案: } \Phi 6@150$$

$$\text{实配面积: } 188 \text{ mm}^2$$

4.4 号钢筋计算结果

$$\text{采用方案: } \Phi 8@100$$

$$\text{实配面积: } 503 \text{ mm}^2$$

六、跨中挠度计算:

Mq ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 Mq:

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8 \\ &= (8.64 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 2.54^2 / 8 \\ &= 8.099 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 8.099 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95 \cdot 503) \\ &= 194.957 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 60000 \\ &= 0.838\% \end{aligned}$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.000\% \cdot 194.957) \\ &= 0.430 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 \cdot 10^5 / (3.00 \cdot 10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

$$\text{矩形截面, } \gamma_f = 0$$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b \cdot h_0) \\ &= 503 / (1000 \cdot 95) \\ &= 0.529\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s \cdot A_s \cdot h_0^2 / [1.15 \cdot \psi_q + 0.2 + 6 \cdot \alpha_E \cdot \rho / (1 + 3.5 \cdot \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 \cdot 10^5 \cdot 503 \cdot 95^2 / [1.15 \cdot 0.430 + 0.2 + 6 \cdot 6.667 \cdot 0.529\% / (1 + 3.5 \cdot 0)] \\ &= 10.015 \cdot 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ 当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$B_q = B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)}$$

$$= 10.015 / 2.000 * 10^2$$

$$= 5.007 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$$

4. 计算受弯构件挠度

$$f_{\max} = 5 * \beta * (q_{gk} + \Psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B)$$

$$= 5 * 0.80 * (8.64 + 0.4 * 3.500) * 2.54^4 / (384 * 5.007 * 10^2)$$

$$= 8.696 \text{ mm}$$

6. 验算挠度

$$\text{挠度限值 } f_0 = L_0 / 200 = 2.54 / 200 = 12.700 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 8.696 \text{ mm} \leq f_0 = 12.700 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求!}$$

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$M_q = M_{gk} + \Psi M_{qk}$$

$$= (q_{gk} + \Psi q_{qk}) * L_0^2 / 8$$

$$= (8.64 + 0.40 * 3.500) * 2.54^2 / 8$$

$$= 8.099 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$ 3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\sigma_{sq} = M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)}$$

$$= 8.099 * 10^6 / (0.87 * 95.00 * 503)$$

$$= 194.957 \text{ N/mm}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\text{矩形截面: } A_{te} = 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{te} = A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)}$$

$$= 503 / 60000$$

$$= 0.838\%$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$ 6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 Ψ

$$\Psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.000\% * 194.957)$$

$$= 0.430$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$n = 1000 / s$$

$$= 1000 / 100$$

$$= 10$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$d_{eq} = (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i)$$

$$= 10 * 8^2 / (10 * 1.0 * 8)$$

$$= 8$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\omega_{\max} = \alpha_{cr} * \Psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)}$$

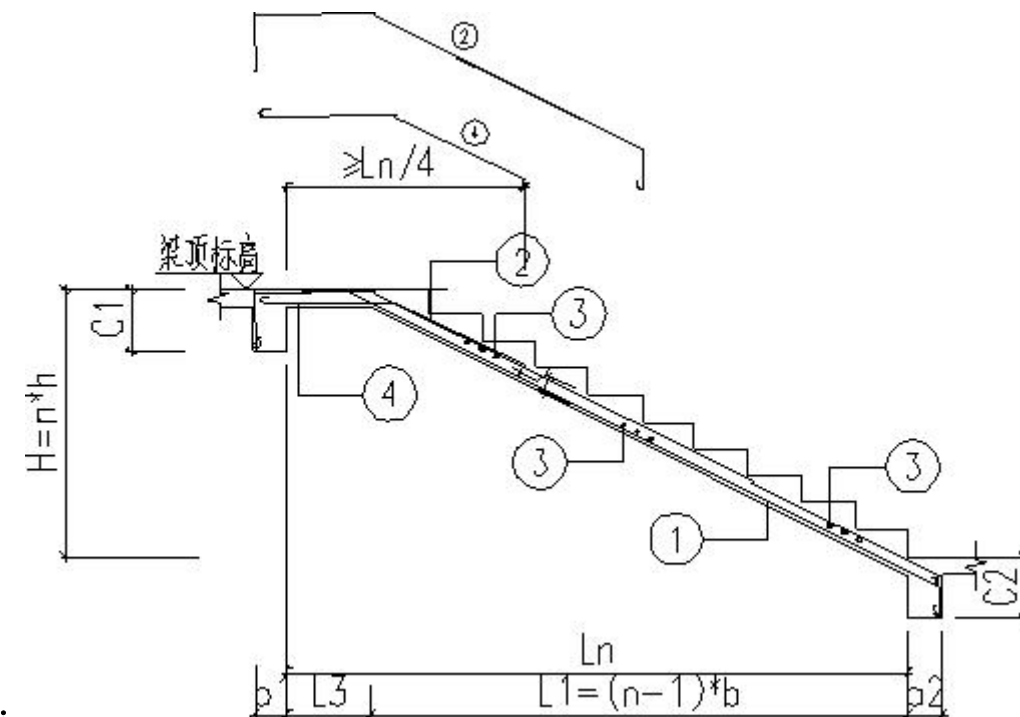
$$= 1.9 * 0.430 * 194.957 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 8 / 1.000\%)$$

$$= 0.0812 \text{ mm}$$

$$\leq 0.30 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求}$$

10.5 CT2

一、构件编号: CT2



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)

《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)

《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)

《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

楼梯净跨: $L_1 = 2600 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 1800 \text{ mm}$

梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 11$ (阶)

上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$

下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$

上平台宽: $L_3 = 210 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$

栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$

永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$

可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$

$f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$

$f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$

支座负筋系数: $\alpha = 0.33$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1636 \text{ m}$

踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度: $L_0 = L_1 + L_3 + (b_1 + b_2)/2 = 2.60 + 0.21 + (0.20 + 0.20)/2 = 3.01 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.846$

2. 荷载计算(取 $B = 1\text{m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h/b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16/0.26) \cdot 1.50 = 2.44 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t/\cos \alpha + h/2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12/0.846 + 0.16/2) = 5.59 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c/\cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02/0.846 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.44 + 5.59 + 0.47 + 0.20 = 8.71 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.71 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.57 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 23.56 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 24.86 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.51 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.20 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3/2) + P_n \cdot x^2/2] \\ &= 23.56 \cdot 1.51 - [11.88 \cdot 0.31 \cdot (1.20 + 0.31/2) + 16.57 \cdot 1.20^2/2] \\ &= 18.65 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.156821$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.156821 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 591.78 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 591.78 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 591.78 \text{ mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 591.78 = 195.29 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 591.78 mm^2

采用方案: $\Phi 10@100$

实配面积: 785 mm^2

2. 2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 195.29 mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

3. 3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$

实配面积: 188 mm^2

4. 4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 10@100$

实配面积: 785 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned}
 M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\
 &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\
 &= (8.71 + 0.40 * 3.500) * 3.01^2 / 8 \\
 &= 11.446 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}
 \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\
 &= 11.446 * 10^6 / (0.87 * 95 * 785) \\
 &= 176.330 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}
 \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\
 \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\
 &= 785 / 60000 \\
 &= 1.309\%
 \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}
 \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\
 &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.309\% * 176.330) \\
 &= 0.534
 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned}
 \alpha_E &= E_s / E_c \\
 &= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4) \\
 &= 6.667
 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

$$\text{矩形截面, } \gamma_f = 0$$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned}
 \rho &= A_s / (b * h_0) \\
 &= 785 / (1000 * 95) \\
 &= 0.827\%
 \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned}
 B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\
 &= 2.00 * 10^5 * 785 * 95^2 / [1.15 * 0.534 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.827\% / (1 + 3.5 * 0)] \\
 &= 12.384 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2
 \end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B 1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

$$\text{当 } \rho' = 0 \text{ 时, } \theta = 2.0 \quad \text{混规(7.2.5)}$$

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$B_q = B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12.384 / 2.000 * 10^2 \\
 &= 6.192 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2
 \end{aligned}$$

4. 计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned}
 f_{maxk} &= 5 * \beta * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B) \\
 &= 5 * 0.80 * (8.71 + 0.4 * 3.500) * 3.01^4 / (384 * 6.192 * 10^2) \\
 &= 13.957 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

6. 验算挠度

$$\text{挠度限值 } f_0 = L_0 / 200 = 3.01 / 200 = 15.050 \text{ mm}$$

$$f_{max} = 13.957 \text{ mm} \leq f_0 = 15.050 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求!}$$

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned}
 M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\
 &= (q_{gk} + \psi q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\
 &= (8.71 + 0.40 * 3.500) * 3.01^2 / 8 \\
 &= 11.446 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$ 3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}
 \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\
 &= 11.446 * 10^6 / (0.87 * 95.00 * 785) \\
 &= 176.330 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}
 \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\
 \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\
 &= 785 / 60000 \\
 &= 1.309\%
 \end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}
 \psi &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\
 &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.309\% * 176.330) \\
 &= 0.534
 \end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}
 n &= 1000 / s \\
 &= 1000 / 100 \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$\begin{aligned}
 d_{eq} &= (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i) \\
 &= 10 * 10^2 / (10 * 1.0 * 10)
 \end{aligned}$$

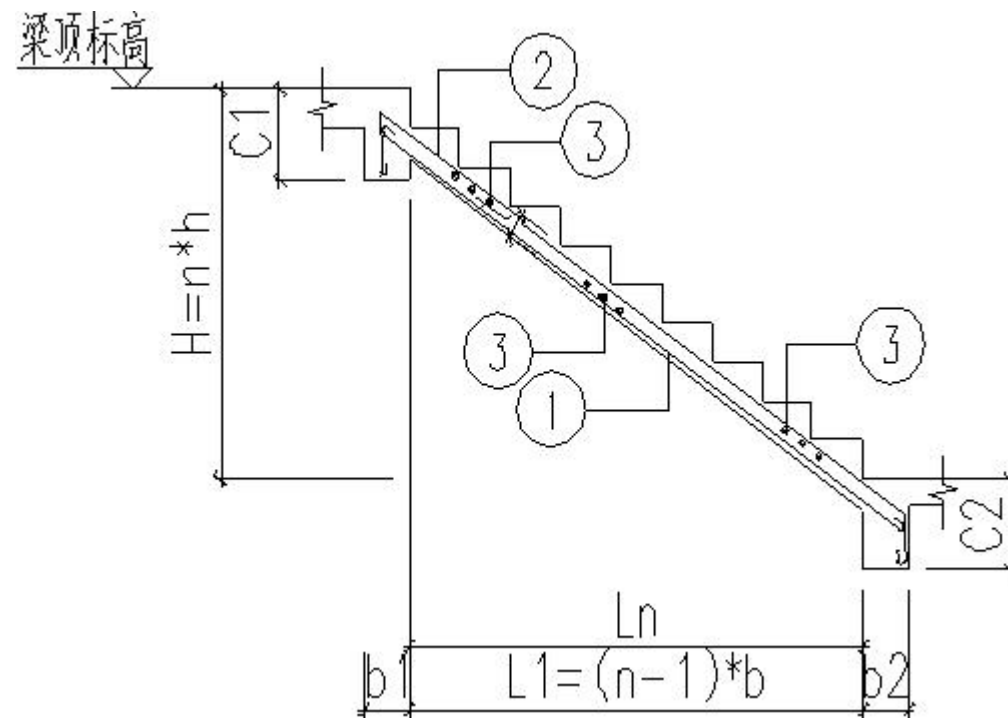
$$= 10$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{\max} &= \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规 (7.1.2-1)} \\ &= 1.9 * 0.534 * 176.330 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 10 / 1.309\%) \\ &= 0.0887 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

10.6 商业楼梯一

一、构件编号:AT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 2600 \text{ mm}$
- 楼梯高度: $H = 1800 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$
- 踏步数: $n = 11$ (阶)
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$
- 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$
- 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$
- 准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

- 混凝土强度等级: C30
- $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$
- $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$
- $E_c = 3.00 * 10^4 \text{ N/mm}^2$
- 钢筋强度等级: HRB400
- $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
- $E_s = 2.00 * 10^5 \text{ N/mm}^2$
- 保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$
- $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$
- 受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋
- 梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$
- 支座负筋系数: $\alpha = 0.33$
- 考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

- 踏步高度: $h = 0.1636 \text{ m}$
- 踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$
- 计算跨度: $L_0 = L_1 + (b_1 + b_2) / 2 = 2.60 + (0.20 + 0.20) / 2 = 2.80 \text{ m}$
- 梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.846$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

- 面层: $g_{km} = (B + B * h / b) * q_m = (1 + 1 * 0.16 / 0.26) * 1.50 = 2.44 \text{ kN/m}$
- 自重: $g_{kt} = R_c * B * (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 * 1 * (0.12 / 0.846 + 0.16 / 2) = 5.59 \text{ kN/m}$
- 抹灰: $g_{ks} = R_s * B * c / \cos \alpha = 20 * 1 * 0.02 / 0.846 = 0.47 \text{ kN/m}$
- 恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.44 + 5.59 + 0.47 + 0.20 = 8.71 \text{ kN/m}$
- 荷载设计值: $P_n = \gamma_G * P_k + \gamma_Q * \gamma_L * B * q = 1.30 * 8.71 + 1.50 * 1.00 * 1 * 3.50 = 16.57 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

- 左端支座反力: $R_l = 23.20 \text{ kN}$
- 右端支座反力: $R_r = 23.20 \text{ kN}$
- 最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{\max} = 1.40 \text{ m}$
- 最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.40 \text{ m}$
- $M_{\max} = R_l * L_{\max} - P_n * x^2 / 2$
- $= 23.20 * 1.40 - 16.57 * 1.40^2 / 2$
- $= 16.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$

相对受压区高度: $\zeta = 0.134918$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \alpha_1 f_c b h_0 / f_y = 0.134918 * 1.00 * 14.30 * 1000.00 * 95.00 / 360.00 = 509.13 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{\min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 * 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 509.13 > 0.200\% * 1000.00 * 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 509.13 \text{ mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha * A_s = 0.33 * 509.13 = 168.01 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1.1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 509.13 mm^2

采用方案: $\Phi 10@100$

实配面积: 785 mm^2

2.2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 168.01 mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

3.3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$

实配面积: 188 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1.计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.71 + 0.40 * 3.500) * 2.80^2 / 8 \\ &= 9.905 \text{ kN*m} \end{aligned}$$

2.计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 9.905 * 10^6 / (0.87 * 95 * 785) \\ &= 152.584 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.309\% * 152.584) \end{aligned}$$

$$= 0.446$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b * h_0) \\ &= 785 / (1000 * 95) \\ &= 0.827\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 * 10^5 * 785 * 95^2 / [1.15 * 0.446 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.827\% / (1 + 3.5 * 0)] \\ &= 13.586 * 10^2 \text{ kN*m}^2 \end{aligned}$$

3.计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned} B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 13.586 / 2.000 * 10^2 \\ &= 6.793 * 10^2 \text{ kN*m}^2 \end{aligned}$$

4.计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned} f_{\max k} &= 5 * \beta * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B) \\ &= 5 * 0.80 * (8.71 + 0.4 * 3.500) * 2.80^4 / (384 * 6.793 * 10^2) \\ &= 9.526 \text{ mm} \end{aligned}$$

6.验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 2.80 / 200 = 14.000 \text{ mm}$

$f_{\max} = 9.526 \text{ mm} \leq f_0 = 14.000 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1.计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (8.71 + 0.40 * 3.500) * 2.80^2 / 8 \\ &= 9.905 \text{ kN*m} \end{aligned}$$

2.带肋钢筋,所以取值 $V_i = 1.0$

3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= Mq / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 9.905 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95.00 \cdot 785) \\ &= 152.584 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 785 / 60000 \\ &= 1.309\%\end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.309\% \cdot 152.584) \\ &= 0.446\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

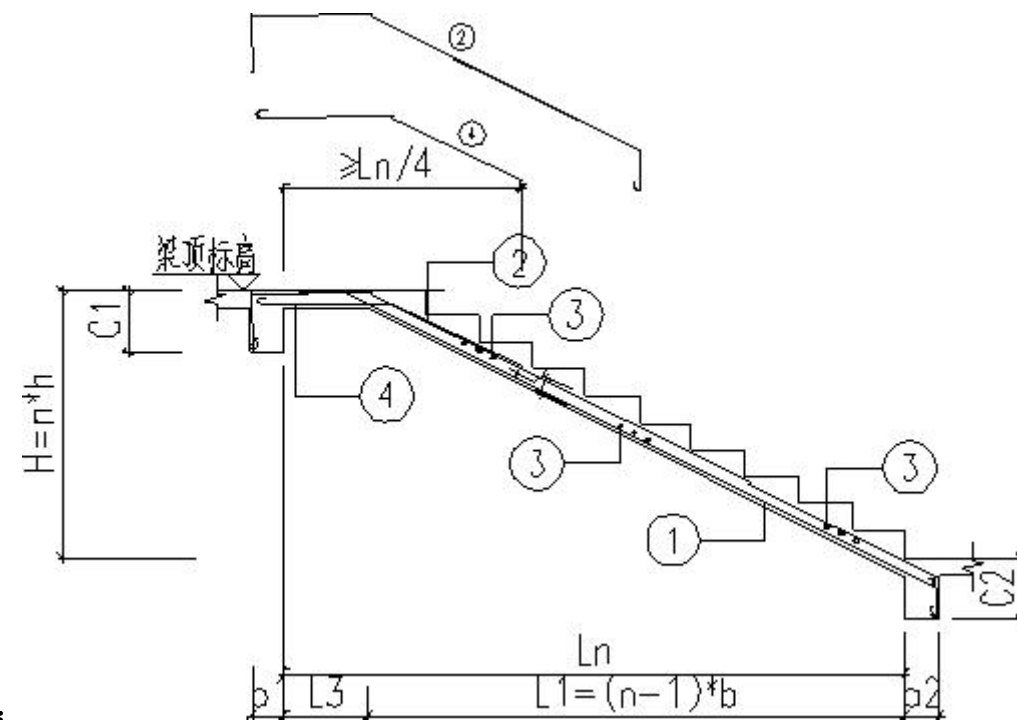
$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i \cdot d_i^2) / (\sum n_i \cdot V_i \cdot d_i) \\ &= 10 \cdot 10^2 / (10 \cdot 1.0 \cdot 10) \\ &= 10\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{max} &= \alpha_{cr} \cdot \psi \cdot \sigma_{sq} / E_s \cdot (1.9 \cdot C + 0.08 \cdot d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)} \\ &= 1.9 \cdot 0.446 \cdot 152.584 / 2.0 \cdot 10^5 \cdot (1.9 \cdot 20 + 0.08 \cdot 10 / 1.309\%) \\ &= 0.0641 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 2080 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 1473 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 9(\text{阶})$
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 上平台宽: $L_3 = 60 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_r = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

- 混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$

10.7 商业楼梯二

一、构件编号:CT1

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
 保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$
 受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋
 梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$
 支座负筋系数: $\alpha = 0.33$
 考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1637 \text{ m}$
 踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$
 计算跨度: $L_0 = L_1 + L_3 + (b_1 + b_2)/2 = 2.08 + 0.06 + (0.20 + 0.20)/2 = 2.34 \text{ m}$
 梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.846$

2. 荷载计算(取 $B = 1\text{m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h/b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16/0.26) \cdot 1.50 = 2.44 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t/\cos \alpha + h/2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12/0.846 + 0.16/2) = 5.59 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c/\cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02/0.846 = 0.47 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.44 + 5.59 + 0.47 + 0.20 = 8.71 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.71 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.57 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 18.66 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 19.36 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.17 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.01 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3/2) + P_n \cdot x^2/2] \\ &= 18.66 \cdot 1.17 - [11.88 \cdot 0.16 \cdot (1.01 + 0.16/2) + 16.57 \cdot 1.01^2/2] \\ &= 11.31 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.091865$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.091865 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 346.66 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 346.66 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 346.66 \text{ mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 346.66 = 114.40 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 346.66 mm^2

采用方案: $\Phi 8@100$

实配面积: 503 mm^2

2. 2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 114.40 mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

3. 3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$

实配面积: 188 mm^2

4. 4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@100$

实配面积: 503 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^2/8 \\ &= (8.71 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 2.34^2/8 \\ &= 6.918 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 6.918 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95 \cdot 503) \\ &= 166.524 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 60000 \\ &= 0.838\% \end{aligned}$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\psi_q = 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.000 * 166.524)$$

$$= 0.315$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\alpha_E = E_s / E_c$$

$$= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4)$$

$$= 6.667$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\rho = A_s / (b * h_0)$$

$$= 503 / (1000 * 95)$$

$$= 0.529\%$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$B_{sq} = E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha * E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)}$$

$$= 2.00 * 10^5 * 503 * 95^2 / [1.15 * 0.315 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.529\% / (1 + 3.5 * 0.0)]$$

$$= 11.716 * 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$B_q = B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)}$$

$$= 11.716 / 2.000 * 10^2$$

$$= 5.858 * 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

4. 计算受弯构件挠度

$$f_{\max} = 5 * \beta * (q_{gk} + \psi * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B)$$

$$= 5 * 0.80 * (8.71 + 0.4 * 3.500) * 2.34^4 / (384 * 5.858 * 10^2)$$

$$= 5.389 \text{ mm}$$

6. 验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 2.34 / 200 = 11.700 \text{ mm}$

$f_{\max} = 5.389 \text{ mm} \leq f_0 = 11.700 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$M_q = M_{gk} + \psi M_{qk}$$

$$= (q_{gk} + \psi q_{qk}) * L_0^2 / 8$$

$$= (8.71 + 0.40 * 3.500) * 2.34^2 / 8$$

$$= 6.918 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$

3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\sigma_{sq} = M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)}$$

$$= 6.918 * 10^6 / (0.87 * 95.00 * 503)$$

$$= 166.524 \text{ N/mm}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

矩形截面积: $A_{te} = 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2$

$$\rho_{te} = A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)}$$

$$= 503 / 60000$$

$$= 0.838\%$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.000 * 166.524)$$

$$= 0.315$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$n = 1000 / s$$

$$= 1000 / 100$$

$$= 10$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$d_{eq} = (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i)$$

$$= 10 * 8^2 / (10 * 1.0 * 8)$$

$$= 8$$

9. 计算最大裂缝宽度

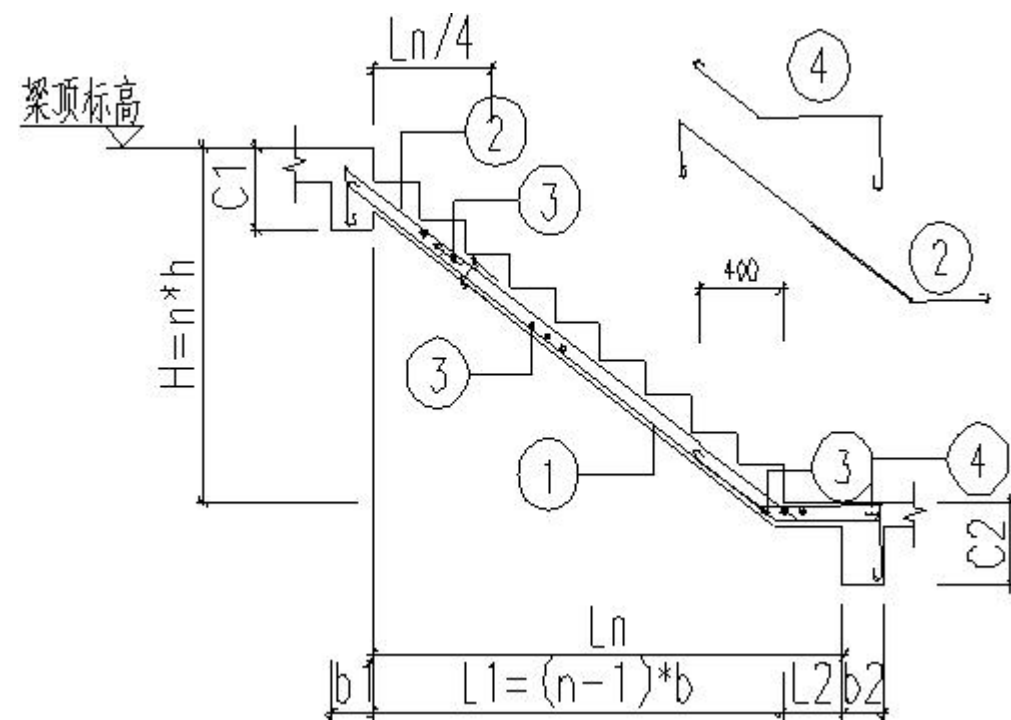
$$\omega_{\max} = \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)}$$

$$= 1.9 * 0.315 * 166.524 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 8 / 1.000\%)$$

$$= 0.0509 \text{ mm}$$

$$\leq 0.30 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求}$$

一、构件编号:BT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 2340 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 1647 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 10$ (阶)
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 下平台宽: $L_2 = 40 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_q = 0.40$

4. 材料信息:

- 混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$

$R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$

支座负筋系数: $\alpha = 0.33$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1647 \text{ m}$

踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度: $L_0 = L_1 + L_2 + (b_1 + b_2)/2 = 2.34 + 0.04 + (0.20 + 0.20)/2 = 2.58 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.845$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h/b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16/0.26) \cdot 1.50 = 2.45 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t/\cos \alpha + h/2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12/0.845 + 0.16/2) = 5.61 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c/\cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02/0.845 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.45 + 5.61 + 0.47 + 0.20 = 8.73 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.73 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.60 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 21.40 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 20.78 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.29 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.29 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - P_n \cdot x^2/2 \\ &= 21.40 \cdot 1.29 - 16.60 \cdot 1.29^2/2 \\ &= 13.79 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.113284$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.113284 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 427.49 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s=427.49>0.200\%*1000.00*120.00=240.00\text{mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s=427.49\text{mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s'=\alpha*A_s=0.33*427.49=141.07\text{mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1.1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 427.49mm^2

采用方案: $\Phi 8@100$

实配面积: 503mm^2

2.2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 141.07mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335mm^2

3.3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$

实配面积: 188mm^2

4.4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1.计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk}+M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q*q_{qk})*L_0^2/8 \\ &= (8.73 + 0.40*3.500)*2.58^2/8 \\ &= 8.432\text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2.计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q/(0.87*h_0*A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 8.432*10^6/(0.87*95*503) \\ &= 202.957\text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面面积: } A_{te} &= 0.5*b*h = 0.5*1000*120= 60000\text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s/A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503/60000 \\ &= 0.838\% \end{aligned}$$

因为 $\rho_{te}<1.000\%$, 所以取 $\rho_{te}=1.000\%$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\psi_q = 1.1-0.65*f_{tk}/(\rho_{te}*\sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$\begin{aligned} &= 1.1-0.65*2.01/(1.000\%*202.957) \\ &= 0.456 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s/E_c \\ &= 2.00*10^5/(3.00*10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s/(b*h_0) \\ &= 503/(1000*95) \\ &= 0.529\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_{sq}

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s*A_s*h_0^2/[1.15*\psi_q+0.2+6*\alpha_E*\rho/(1+3.5*\gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00*10^5*503*95^2/[1.15*0.456+0.2+6*6.667*0.529\%/(1+3.5*0.0)] \\ &= 9.690*10^2\text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

3.计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho'=0$ 时, $\theta=2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned} B_q &= B_{sq}/\theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 9.690/2.000*10^2 \\ &= 4.845*10^2\text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

4.计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned} f_{maxk} &= 5*\beta*(q_{gk}+\psi_q*q_{qk})*L_0^4/(384*B) \\ &= 5*0.80*(8.73+0.4*3.500)*2.58^4/(384*4.845*10^2) \\ &= 9.654\text{ mm} \end{aligned}$$

6.验算挠度

挠度限值 $f_0=L_0/200=2.58/200=12.900\text{ mm}$

$f_{maxk}=9.654\text{mm}\leq f_0=12.900\text{mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1.计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk}+\psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q*q_{qk})*L_0^2/8 \\ &= (8.73 + 0.40*3.500)*2.58^2/8 \\ &= 8.432\text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2.带肋钢筋, 所以取值 $\nu_1=1.0$

$$3. C = 20$$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= Mq / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规 (7.1.4-3)} \\ &= 8.432 * 10^6 / (0.87 * 95.00 * 503) \\ &= 202.957 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规 (7.1.2-5)} \\ &= 503 / 60000 \\ &= 0.838\%\end{aligned}$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规 (7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.000 * 202.957) \\ &= 0.456\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

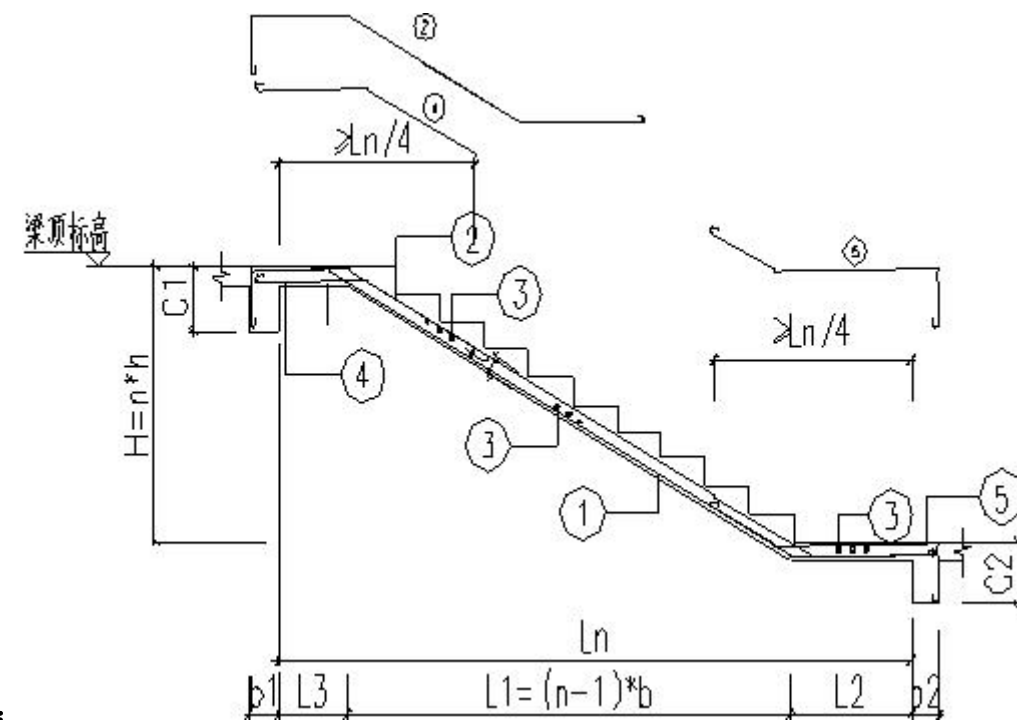
8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i) \\ &= 10 * 8^2 / (10 * 1.0 * 8) \\ &= 8\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{max} &= \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规 (7.1.2-1)} \\ &= 1.9 * 0.456 * 202.957 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 8 / 1.000\%) \\ &= 0.0897 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

一、构件编号:DT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 520 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 480 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 120 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 3(\text{阶})$
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 下平台宽: $L_2 = 1250 \text{ mm}$ 上平台宽: $L_3 = 750 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_r = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

- 混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 * 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
 保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$
 受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋
 梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$
 支座负筋系数: $\alpha = 0.33$
 考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1600 \text{ m}$
 踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$
 计算跨度: $L_0 = L_1 + L_2 + L_3 + (b_1 + b_2) / 2 = 0.52 + 1.25 + 0.75 + (0.20 + 0.20) / 2 = 2.72 \text{ m}$
 梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.852$

2. 荷载计算(取 $B = 1\text{m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h / b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16 / 0.26) \cdot 1.50 = 2.42 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.12 / 0.852 + 0.16 / 2) = 5.52 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.852 = 0.47 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.42 + 5.52 + 0.47 + 0.20 = 8.62 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.62 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 16.45 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$
 自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.12 = 3.00 \text{ kN/m}$
 抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$
 恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.00 + 0.40 + 0.20 = 5.10 \text{ kN/m}$
 荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.88 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 17.56 \text{ kN}$
 右端支座反力: $R_r = 17.13 \text{ kN}$
 最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 1.30 \text{ m}$
 最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 0.45 \text{ m}$
 $M_{max} = R_l \cdot L_{max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3 / 2) + P_n \cdot x^2 / 2]$
 $= 17.56 \cdot 1.30 - [11.88 \cdot 0.85 \cdot (0.45 + 0.85 / 2) + 16.45 \cdot 0.45^2 / 2]$
 $= 12.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 相对受压区高度: $\zeta = 0.100609$
 受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.100609 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 95.00 / 360.00 = 379.66 \text{ mm}^2$
 受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 379.66 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 120.00 = 240.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 379.66 \text{ mm}^2$
 支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha \cdot A_s = 0.33 \cdot 379.66 = 125.29 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1.1 号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 379.66 mm^2
 采用方案: $\Phi 8@100$
 实配面积: 503 mm^2

2.2 号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 125.29 mm^2
 采用方案: $\Phi 8@150$
 实配面积: 335 mm^2

3.3 号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 6@150$
 实配面积: 188 mm^2

4.4 号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@100$
 实配面积: 503 mm^2

5.5 号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@150$
 实配面积: 335 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8 \\ &= (8.62 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 2.72^2 / 8 \\ &= 9.262 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载效应准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 9.262 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95 \cdot 503) \\ &= 222.945 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 60000 \\ &= 0.838\% \end{aligned}$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi_q &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.000\% \cdot 222.945) \\ &= 0.514\end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned}\alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 \cdot 10^5 / (3.00 \cdot 10^4) \\ &= 6.667\end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned}\rho &= A_s / (b \cdot h_0) \\ &= 503 / (1000 \cdot 95) \\ &= 0.529\%\end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned}B_{sq} &= E_s \cdot A_s \cdot h_0^2 / [1.15 \cdot \psi_q + 0.2 + 6 \cdot \alpha_E \cdot \rho / (1 + 3.5 \cdot \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 \cdot 10^5 \cdot 503 \cdot 95^2 / [1.15 \cdot 0.514 + 0.2 + 6 \cdot 6.667 \cdot 0.529\% / (1 + 3.5 \cdot 0.0)] \\ &= 9.048 \cdot 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned}B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 9.048 / 2.000 \cdot 10^2 \\ &= 4.524 \cdot 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

4. 计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned}f_{maxk} &= 5 \cdot \beta \cdot (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^4 / (384 \cdot B) \\ &= 5 \cdot 0.80 \cdot (8.62 + 0.4 \cdot 3.500) \cdot 2.72^4 / (384 \cdot 4.524 \cdot 10^2) \\ &= 12.622 \text{ mm}\end{aligned}$$

6. 验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 2.72 / 200 = 13.600 \text{ mm}$

$f_{max} = 12.622 \text{ mm} \leq f_0 = 13.600 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned}M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= (8.62 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 2.72^2 / 8 \\ &= 9.262 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$

3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= M_q / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 9.262 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 95.00 \cdot 503) \\ &= 222.945 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 120 = 60000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 60000 \\ &= 0.838\%\end{aligned}$$

因为 $\rho_{te} < 1.000\%$, 所以取 $\rho_{te} = 1.000\%$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.000\% \cdot 222.945) \\ &= 0.514\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

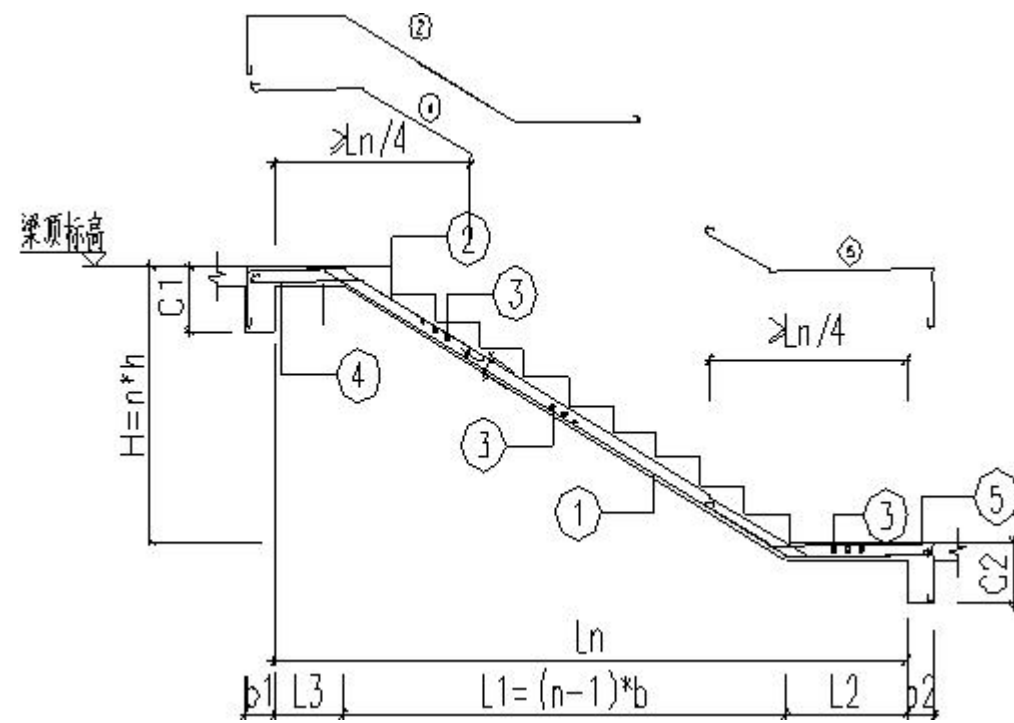
$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i \cdot d_i^2) / (\sum n_i \cdot V_i \cdot d_i) \\ &= 10 \cdot 8^2 / (10 \cdot 1.0 \cdot 8) \\ &= 8\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{max} &= \alpha_{cr} \cdot \psi \cdot \sigma_{sq} / E_s \cdot (1.9 \cdot C + 0.08 \cdot d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)} \\ &= 1.9 \cdot 0.514 \cdot 222.945 / 2.0 \cdot 10^5 \cdot (1.9 \cdot 20 + 0.08 \cdot 8 / 1.000\%) \\ &= 0.1110 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

10.8 商业楼梯三

一、构件编号:DT1



二、示意图：

三、基本资料：

1. 依据规范：

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数：

- 楼梯净跨： $L_1 = 520 \text{ mm}$ 楼梯高度： $H = 477 \text{ mm}$
- 梯板厚： $t = 150 \text{ mm}$ 踏步数： $n = 3(\text{阶})$
- 上平台楼梯梁宽度： $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度： $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 下平台宽： $L_2 = 1250 \text{ mm}$ 上平台宽： $L_3 = 2080 \text{ mm}$

3. 荷载标准值：

- 可变荷载： $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载： $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载： $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数： $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数： $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数： $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数： $\psi_q = 0.40$

4. 材料信息：

- 混凝土强度等级：C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级：HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度： $c = 20.0 \text{ mm}$

$R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别：带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离： $a_s = 25.00 \text{ mm}$

支座负筋系数： $\alpha = 0.33$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程：

1. 楼梯几何参数：

踏步高度： $h = 0.1590 \text{ m}$

踏步宽度： $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度： $L_0 = L_1 + L_2 + L_3 + (b_1 + b_2) / 2 = 0.52 + 1.25 + 2.08 + (0.20 + 0.20) / 2 = 4.05 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值： $\cos \alpha = 0.853$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带)：

(1) 梯段板：

面层： $g_{km} = (B + B \cdot h / b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16 / 0.26) \cdot 1.50 = 2.42 \text{ kN/m}$

自重： $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.15 / 0.853 + 0.16 / 2) = 6.38 \text{ kN/m}$

抹灰： $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.853 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值： $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.42 + 6.38 + 0.47 + 0.20 = 9.47 \text{ kN/m}$

荷载设计值： $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 9.47 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 17.56 \text{ kN/m}$

(2) 平台板：

面层： $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$

自重： $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.15 = 3.75 \text{ kN/m}$

抹灰： $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$

恒荷标准值： $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 3.75 + 0.40 + 0.20 = 5.85 \text{ kN/m}$

荷载设计值： $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 5.85 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 12.86 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算：

左端支座反力： $R_l = 27.00 \text{ kN}$

右端支座反力： $R_r = 27.51 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离： $L_{max} = 2.10 \text{ m}$

最大弯矩： $M_{max} = R_l \cdot L_{max} - (P_n \cdot L_{max}^2 / 2.0)$

$$= 27.00 \cdot 2.10 - (12.86 \cdot 2.10^2 / 2)$$

$$= 28.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

相对受压区高度： $\zeta = 0.136217$

受拉钢筋面积： $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.136217 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 125.00 / 360.00 = 676.36 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率： $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 676.36 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 150.00 = 300.00 \text{ mm}^2$ ，受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 676.36 \text{ mm}^2$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \alpha * A_s = 0.33 * 676.36 = 223.20 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1.1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 676.36 mm^2

采用方案: $\Phi 14@100$

实配面积: 1539 mm^2

2.2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 223.20 mm^2

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

3.3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@200$

实配面积: 251 mm^2

4.4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 14@100$

实配面积: 1539 mm^2

5.5号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@150$

实配面积: 335 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1.计算永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (9.47 + 0.40 * 3.500) * 4.05^2 / 8 \\ &= 22.285 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2.计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 22.285 * 10^6 / (0.87 * 125 * 1539) \\ &= 133.121 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 150 = 75000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 1539 / 75000 \\ &= 2.053\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (2.053\% * 133.121) \\ &= 0.622 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

矩形截面, $\gamma_f = 0$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b * h_0) \\ &= 1539 / (1000 * 125) \\ &= 1.232\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 * 10^5 * 1539 * 125^2 / [1.15 * 0.622 + 0.2 + 6 * 6.667 * 1.232\% / (1 + 3.5 * 0.0)] \\ &= 34.173 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

3.计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned} B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 34.173 / 2.000 * 10^2 \\ &= 17.086 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2 \end{aligned}$$

4.计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned} f_{maxk} &= 5 * \beta * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B) \\ &= 5 * 0.80 * (9.47 + 0.4 * 3.500) * 4.05^4 / (384 * 17.086 * 10^2) \\ &= 17.828 \text{ mm} \end{aligned}$$

6.验算挠度

挠度限值 $f_0 = L_0 / 200 = 4.05 / 200 = 20.250 \text{ mm}$

$f_{max} = 17.828 \text{ mm} \leq f_0 = 20.250 \text{ mm}$, 满足规范要求!

七、裂缝宽度验算:

1.计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= M_{gk} + \psi M_{qk} \\ &= (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= (9.47 + 0.40 * 3.500) * 4.05^2 / 8 \\ &= 22.285 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i=1.0$

3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= Mq / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规 (7.1.4-3)} \\ &= 22.285 * 10^6 / (0.87 * 125.00 * 1539) \\ &= 133.121 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\text{矩形截面面积: } A_{te} = 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 150 = 75000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规 (7.1.2-5)} \\ &= 1539 / 75000 \\ &= 2.053\%\end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规 (7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (2.053\% * 133.121) \\ &= 0.622\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

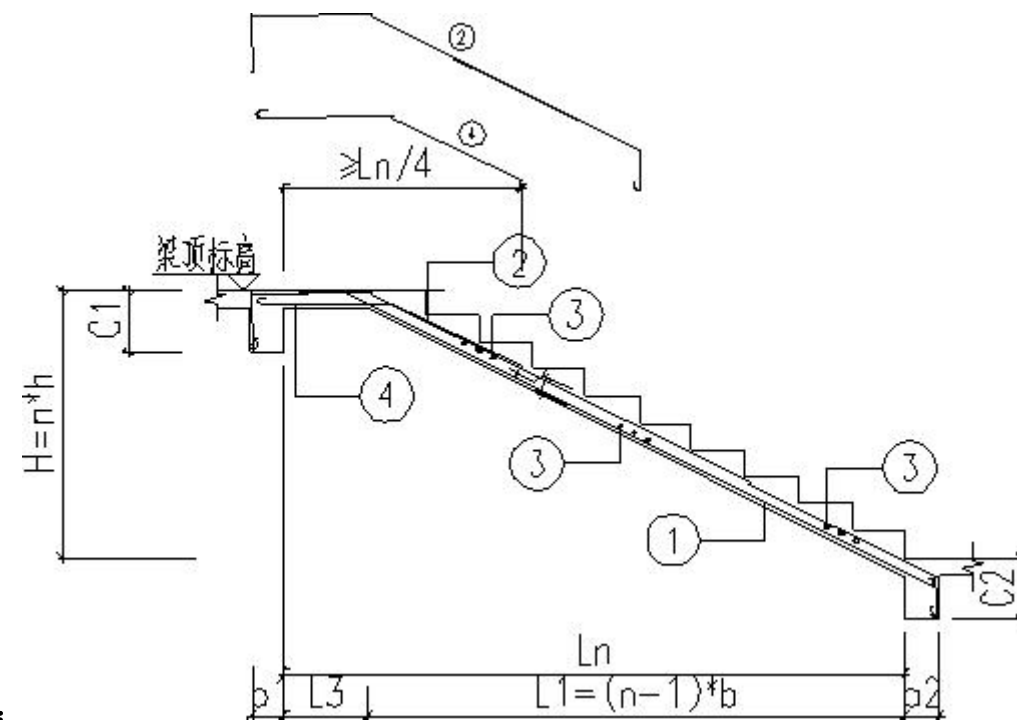
8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i) \\ &= 10 * 14^2 / (10 * 1.0 * 14) \\ &= 14\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\begin{aligned}\omega_{max} &= \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规 (7.1.2-1)} \\ &= 1.9 * 0.622 * 133.121 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 14 / 2.053\%) \\ &= 0.0728 \text{ mm} \\ &\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}\end{aligned}$$

一、构件编号:CT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 4160 \text{ mm}$ 楼梯高度: $H = 2805 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 160 \text{ mm}$ 踏步数: $n = 17(\text{阶})$
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 上平台宽: $L_3 = 320 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

- 可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$ 面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$
- 栏杆荷载: $q_r = 0.20 \text{ kN/m}$
- 永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$ 可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$
- 可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$ 准永久值系数: $\psi_q = 0.40$

4. 材料信息:

- 混凝土强度等级: C30 $f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ $R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- $f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 3.00 * 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$ $R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$

考虑支座嵌固作用

求配筋时弯矩折减 $\alpha_1 = 0.8$

求裂缝时弯矩折减 $\alpha_2 = 0.8$

求挠度时弯矩折减 $\alpha_3 = 0.8$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1650 \text{ m}$

踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度: $L_0 = L_1 + L_3 + (b_1 + b_2)/2 = 4.16 + 0.32 + (0.20 + 0.20)/2 = 4.68 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.844$

2. 荷载计算(取 $B = 1\text{m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h/b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.17/0.26) \cdot 1.50 = 2.45 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot t / \cos \alpha + h/2 = 25 \cdot 1 \cdot (0.16/0.844 + 0.17/2) = 6.80 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.844 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.45 + 6.80 + 0.47 + 0.20 = 9.93 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 9.93 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 18.15 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.16 = 4.00 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 4.00 + 0.40 + 0.20 = 6.10 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_c \cdot P_k + \gamma_q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 6.10 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 13.18 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 40.48 \text{ kN}$

右端支座反力: $R_r = 42.39 \text{ kN}$

最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{max} = 2.35 \text{ m}$

最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.93 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_l \cdot L_{max} - [P_1 \cdot L_3 \cdot (x + L_3/2) + P_n \cdot x^2/2] \\ &= 40.48 \cdot 2.35 - [13.18 \cdot 0.42 \cdot (1.93 + 0.42/2) + 18.15 \cdot 1.93^2/2] \\ &= 49.48 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

考虑支座嵌固折减后的最大弯矩:

$$M_{max}' = \alpha_1 \cdot M_{max} = 0.80 \cdot 49.48 = 39.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.165601$

受拉钢筋面积: $A_s = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.165601 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 135.00 / 360.00 = 888.03 \text{ mm}^2$

受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s = 888.03 > 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 160.00 = 320.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 888.03 \text{ mm}^2$

相对受压区高度: $\zeta = 0.030854$

支座负筋面积: $A_s' = \zeta \cdot \alpha_1 \cdot f_c \cdot b \cdot h_0 / f_y = 0.030854 \cdot 1.00 \cdot 14.30 \cdot 1000.00 \cdot 135.00 / 360.00 = 165.45 \text{ mm}^2$

支座负筋最小配筋率: $\rho_{min} = \max(0.20\%, (45f_t/f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 \cdot 1.43/360.00)\%) = 0.200\%$

$A_s' = 165.45 < 0.200\% \cdot 1000.00 \cdot 160.00 = 320.00 \text{ mm}^2$, 支座负筋按照构造要求配筋 $A_s' = 320.00 \text{ mm}^2$

根据《混凝土结构构造手册》第八章第二节, 板式楼梯考虑支座的嵌固作用时, 支座应配置承受负弯矩钢筋。

故通过计算确定支座负筋面积

支座负弯矩: $M = (1 - \alpha_1) \cdot M_{max} = (1 - 0.80) \cdot 39.5849 = 7.9170 \text{ kN} \cdot \text{m}$

支座负筋合力点边距: 取 $a_s = a_s = 25.00 \text{ mm}$

支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \max(A_s', A_s/3) = 320.00 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 888.03 mm^2

采用方案: $\Phi 14@100$

实配面积: 1539 mm^2

2. 2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 320.00 mm^2

采用方案: $\Phi 8@100$

实配面积: 503 mm^2

3. 3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@200$

实配面积: 251 mm^2

4. 4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 14@100$

实配面积: 1539 mm^2

六、跨中挠度计算:

M_q ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯矩值 M_q :

$$\begin{aligned} M_q &= \alpha_3 \cdot (M_{gk} + M_{qk}) \\ &= \alpha_3 \cdot (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8 \\ &= 0.80 \cdot (9.93 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 4.68^2 / 8 \end{aligned}$$

$$= 24.806 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= Mq / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 24.806 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 135 \cdot 1539) \\ &= 137.201 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 160 = 80000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 1539 / 80000 \\ &= 1.924\%\end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi_q &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.924\% \cdot 137.201) \\ &= 0.605\end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned}\alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 \cdot 10^5 / (3.00 \cdot 10^4) \\ &= 6.667\end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f

$$\text{矩形截面, } \gamma_f = 0$$

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned}\rho &= A_s / (b \cdot h_0) \\ &= 1539 / (1000 \cdot 135) \\ &= 1.140\%\end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned}B_{sq} &= E_s \cdot A_s \cdot h_0^2 / [1.15 \cdot \psi_q + 0.2 + 6 \cdot \alpha_E \cdot \rho / (1 + 3.5 \cdot \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 \cdot 10^5 \cdot 1539 \cdot 135^2 / [1.15 \cdot 0.605 + 0.2 + 6 \cdot 6.667 \cdot 1.140\% / (1 + 3.5 \cdot 0)] \\ &= 41.502 \cdot 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2\end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B 1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ

$$\text{当 } \rho \leq 0 \text{ 时, } \theta = 2.0 \quad \text{混规(7.2.5)}$$

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$\begin{aligned}B_q &= B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)} \\ &= 41.502 / 2.000 \cdot 10^2 \\ &= 20.751 \cdot 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2\end{aligned}$$

4. 计算受弯构件挠度

$$\begin{aligned}f_{\max} &= 5 \cdot \alpha_3 \cdot \beta \cdot (q_{gk} + \psi_q \cdot q_{qk}) \cdot L_0^4 / (384 \cdot B) \\ &= 5 \cdot 0.80 \cdot 0.80 \cdot (9.93 + 0.4 \cdot 3.500) \cdot 4.68^4 / (384 \cdot 20.751 \cdot 10^2) \\ &= 21.819 \text{ mm}\end{aligned}$$

6. 验算挠度

$$\text{挠度限值 } f_0 = L_0 / 200 = 4.68 / 200 = 23.400 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 21.819 \text{ mm} \leq f_0 = 23.400 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求!}$$

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$\begin{aligned}M_q &= \alpha_2 \cdot (M_{gk} + \psi M_{qk}) \\ &= \alpha_2 \cdot (q_{gk} + \psi q_{qk}) \cdot L_0^2 / 8 \\ &= 0.80 \cdot (9.93 + 0.40 \cdot 3.500) \cdot 4.68^2 / 8 \\ &= 24.806 \text{ kN}\cdot\text{m}\end{aligned}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_1 = 1.0$ 3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned}\sigma_{sq} &= Mq / (0.87 \cdot h_0 \cdot A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 24.806 \cdot 10^6 / (0.87 \cdot 135.00 \cdot 1539) \\ &= 137.201 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned}\text{矩形截面积: } A_{te} &= 0.5 \cdot b \cdot h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 160 = 80000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 1539 / 80000 \\ &= 1.924\%\end{aligned}$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned}\psi &= 1.1 - 0.65 \cdot f_{tk} / (\rho_{te} \cdot \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 \cdot 2.01 / (1.924\% \cdot 137.201) \\ &= 0.605\end{aligned}$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$\begin{aligned}n &= 1000 / s \\ &= 1000 / 100 \\ &= 10\end{aligned}$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$\begin{aligned}d_{eq} &= (\sum n_i \cdot d_i^2) / (\sum n_i \cdot V_i \cdot d_i) \\ &= 10 \cdot 14^2 / (10 \cdot 1.0 \cdot 14) \\ &= 14\end{aligned}$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\omega_{\max} = \alpha_{cr} \cdot \psi \cdot \sigma_{sq} / E_s \cdot (1.9 \cdot C + 0.08 \cdot d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)}$$

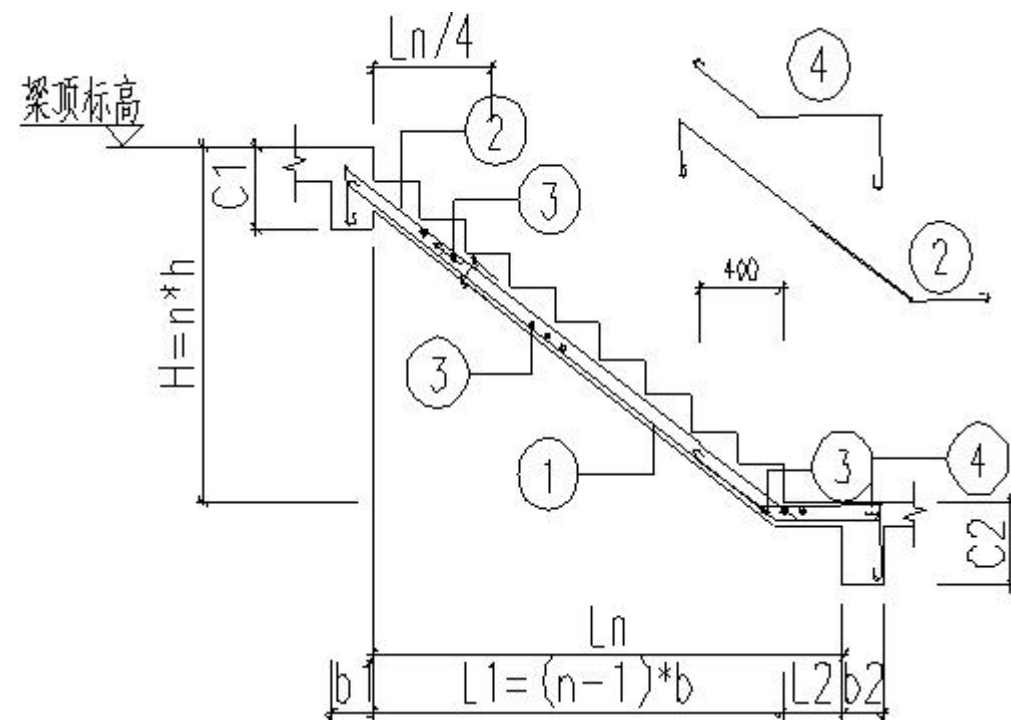
$$= 1.9 \times 0.605 \times 137.201 / 2.0 \times 10^5 \times (1.9 \times 20 + 0.08 \times 14 / 1.924\%)$$

$$= 0.0759 \text{ mm}$$

$$\leq 0.30 \text{ mm, 满足规范要求}$$

10.9 商业楼梯四

一、构件编号:BT1



二、示意图:

三、基本资料:

1. 依据规范:

- 《建筑结构荷载规范》 (GB50009-2012)
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010(2015年版)
- 《混凝土结构构造手册》(中国建筑工业出版社 第五版)
- 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

2. 几何参数:

- 楼梯净跨: $L_1 = 2340 \text{ mm}$
- 楼梯高度: $H = 1636 \text{ mm}$
- 梯板厚: $t = 100 \text{ mm}$
- 踏步数: $n = 10$ (阶)
- 上平台楼梯梁宽度: $b_1 = 200 \text{ mm}$
- 下平台楼梯梁宽度: $b_2 = 200 \text{ mm}$
- 下平台宽: $L_2 = 20 \text{ mm}$

3. 荷载标准值:

可变荷载: $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

面层荷载: $q_m = 1.50 \text{ kN/m}^2$

栏杆荷载: $q_f = 0.20 \text{ kN/m}$

永久荷载分项系数: $\gamma_G = 1.30$

可变荷载分项系数: $\gamma_Q = 1.50$

可变荷载调整系数: $\gamma_L = 1.00$

准永久值系数: $\psi_Q = 0.40$

4. 材料信息:

混凝土强度等级: C30

$f_c = 14.30 \text{ N/mm}^2$

$f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$

$R_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$

$f_{tk} = 2.01 \text{ N/mm}^2$

$E_c = 3.00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

钢筋强度等级: HRB400

$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

保护层厚度: $c = 20.0 \text{ mm}$

$R_s = 20 \text{ kN/m}^3$

受拉区纵向钢筋类别: 带肋钢筋

梯段板纵筋合力点至近边距离: $a_s = 25.00 \text{ mm}$

考虑支座嵌固作用

求配筋时弯矩折减 $\alpha_1 = 0.8$

求裂缝时弯矩折减 $\alpha_2 = 0.8$

求挠度时弯矩折减 $\alpha_3 = 0.8$

考虑踏步系数 $\beta = 0.8$

四、计算过程:

1. 楼梯几何参数:

踏步高度: $h = 0.1636 \text{ m}$

踏步宽度: $b = 0.2600 \text{ m}$

计算跨度: $L_0 = L_1 + L_2 + (b_1 + b_2) / 2 = 2.34 + 0.02 + (0.20 + 0.20) / 2 = 2.56 \text{ m}$

梯段板与水平方向夹角余弦值: $\cos \alpha = 0.846$

2. 荷载计算(取 $B = 1 \text{ m}$ 宽板带):

(1) 梯段板:

面层: $g_{km} = (B + B \cdot h / b) \cdot q_m = (1 + 1 \cdot 0.16 / 0.26) \cdot 1.50 = 2.44 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt} = R_c \cdot B \cdot (t / \cos \alpha + h / 2) = 25 \cdot 1 \cdot (0.10 / 0.846 + 0.16 / 2) = 5.00 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks} = R_s \cdot B \cdot c / \cos \alpha = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 / 0.846 = 0.47 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k = g_{km} + g_{kt} + g_{ks} + q_f = 2.44 + 5.00 + 0.47 + 0.20 = 8.12 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 8.12 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 15.80 \text{ kN/m}$

(2) 平台板:

面层: $g_{km}' = B \cdot q_m = 1 \cdot 1.50 = 1.50 \text{ kN/m}$

自重: $g_{kt}' = R_c \cdot B \cdot t = 25 \cdot 1 \cdot 0.10 = 2.50 \text{ kN/m}$

抹灰: $g_{ks}' = R_s \cdot B \cdot c = 20 \cdot 1 \cdot 0.02 = 0.40 \text{ kN/m}$

恒荷标准值: $P_k' = g_{km}' + g_{kt}' + g_{ks}' + q_f = 1.50 + 2.50 + 0.40 + 0.20 = 4.60 \text{ kN/m}$

荷载设计值: $P_n = \gamma_G \cdot P_k + \gamma_Q \cdot \gamma_L \cdot B \cdot q = 1.30 \cdot 4.60 + 1.50 \cdot 1.00 \cdot 1 \cdot 3.50 = 11.23 \text{ kN/m}$

3. 正截面受弯承载力计算:

左端支座反力: $R_l = 20.21 \text{ kN}$ 右端支座反力: $R_r = 19.69 \text{ kN}$ 最大弯矩截面距左支座的距离: $L_{\max} = 1.28 \text{ m}$ 最大弯矩截面距左边弯折处的距离: $x = 1.28 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= R_l * L_{\max} - P_r * x^2 / 2 \\ &= 20.21 * 1.28 - 15.80 * 1.28^2 / 2 \\ &= 12.93 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

考虑支座嵌固折减后的最大弯矩:

$$M_{\max}' = \alpha_1 * M_{\max} = 0.80 * 12.93 = 10.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

相对受压区高度: $\zeta = 0.138100$ 受拉钢筋面积: $A_s = \zeta * \alpha_1 * f_c * b * h_0 / f_y = 0.138100 * 1.00 * 14.30 * 1000.00 * 75.00 / 360.00 = 411.42 \text{ mm}^2$ 受拉钢筋最小配筋率: $\rho_{\min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 * 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$ $A_s = 411.42 > 0.200\% * 1000.00 * 100.00 = 200.00 \text{ mm}^2$, 受拉钢筋按照计算要求配筋 $A_s = 411.42 \text{ mm}^2$ 相对受压区高度: $\zeta = 0.026052$ 支座负筋面积: $A_s' = \zeta * \alpha_1 * f_c * b * h_0 / f_y = 0.026052 * 1.00 * 14.30 * 1000.00 * 75.00 / 360.00 = 77.61 \text{ mm}^2$ 支座负筋最小配筋率: $\rho_{\min} = \max(0.20\%, (45f_t / f_y)\%) = \max(0.20\%, (45 * 1.43 / 360.00)\%) = 0.200\%$ $A_s' = 77.61 < 0.200\% * 1000.00 * 100.00 = 200.00 \text{ mm}^2$, 支座负筋按照构造要求配筋 $A_s' = 200.00 \text{ mm}^2$

根据《混凝土结构构造手册》第八章第二节, 板式楼梯考虑支座的嵌固作用时, 支座应配置承受负弯矩钢筋。

故通过计算确定支座负筋面积

支座负弯矩: $M = (1 - \alpha_1) * M_{\max} = (1 - 0.80) * 10.3414 = 2.0683 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 支座负筋合力点边距: 取 $a_s = a_s = 25.00 \text{ mm}$ 支座负筋(2、3号)计算面积: $A_s' = \max(A_s', A_s / 3) = 200.00 \text{ mm}^2$

五、计算结果:(为每米宽板带的配筋)

1. 1号钢筋计算结果(跨中)

计算面积 A_s : 411.42 mm^2 采用方案: $\Phi 8@100$ 实配面积: 503 mm^2

2. 2号钢筋计算结果(支座)

计算面积 A_s' : 200.00 mm^2 采用方案: $\Phi 8@200$ 实配面积: 251 mm^2

3. 3号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@200$ 实配面积: 251 mm^2

4. 4号钢筋计算结果

采用方案: $\Phi 8@200$ 实配面积: 251 mm^2

六、跨中挠度计算:

Mq ----- 按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值

1. 计算永久组合弯距值 Mq:

$$\begin{aligned} M_q &= \alpha_s * (M_{gk} + M_{qk}) \\ &= \alpha_s * (q_{gk} + \psi_q * q_{qk}) * L_0^2 / 8 \\ &= 0.80 * (8.12 + 0.40 * 3.500) * 2.56^2 / 8 \\ &= 6.236 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2. 计算受弯构件的短期刚度 B_{sk}

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\begin{aligned} \sigma_{sq} &= M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)} \\ &= 6.236 * 10^6 / (0.87 * 75 * 503) \\ &= 190.128 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\begin{aligned} \text{矩形截面: } A_{te} &= 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 100 = 50000 \text{ mm}^2 \\ \rho_{te} &= A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)} \\ &= 503 / 50000 \\ &= 1.005\% \end{aligned}$$

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\begin{aligned} \psi_q &= 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)} \\ &= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.005\% * 190.128) \\ &= 0.416 \end{aligned}$$

4) 计算钢筋弹性模量与混凝土模量的比值 α_E

$$\begin{aligned} \alpha_E &= E_s / E_c \\ &= 2.00 * 10^5 / (3.00 * 10^4) \\ &= 6.667 \end{aligned}$$

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γ_f 矩形截面, $\gamma_f = 0$ 6) 计算纵向受拉钢筋配筋率 ρ

$$\begin{aligned} \rho &= A_s / (b * h_0) \\ &= 503 / (1000 * 75) \\ &= 0.670\% \end{aligned}$$

7) 计算受弯构件的短期刚度 B_s

$$\begin{aligned} B_{sq} &= E_s * A_s * h_0^2 / [1.15 * \psi_q + 0.2 + 6 * \alpha_E * \rho / (1 + 3.5 * \gamma_f)] \quad \text{混规(7.2.3-1)} \\ &= 2.00 * 10^5 * 503 * 75^2 / [1.15 * 0.416 + 0.2 + 6 * 6.667 * 0.670\% / (1 + 3.5 * 0)] \\ &= 5.971 * 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

3. 计算受弯构件的长期刚度 B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度影响增大影响系数 θ 当 $\rho' = 0$ 时, $\theta = 2.0$ 混规(7.2.5)

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

$$B_q = B_{sq} / \theta \quad \text{混规(7.2.2-2)}$$

$$= 5.971 / 2.000 * 10^2$$

$$= 2.986 * 10^2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$$

4. 计算受弯构件挠度

$$f_{\max} = 5 * \alpha_3 * \beta * (q_{gk} + \Psi_q * q_{qk}) * L_0^4 / (384 * B)$$

$$= 5 * 0.80 * 0.80 * (8.12 + 0.4 * 3.500) * 2.56^4 / (384 * 2.986 * 10^2)$$

$$= 11.407 \text{ mm}$$

6. 验算挠度

$$\text{挠度限值 } f_0 = L_0 / 200 = 2.56 / 200 = 12.800 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 11.407 \text{ mm} \leq f_0 = 12.800 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求!}$$

七、裂缝宽度验算:

1. 计算准永久组合弯距值 M_q :

$$M_q = \alpha_2 * (M_{gk} + \Psi M_{qk})$$

$$= \alpha_2 * (q_{gk} + \Psi q_{qk}) * L_0^2 / 8$$

$$= 0.80 * (8.12 + 0.40 * 3.500) * 2.56^2 / 8$$

$$= 6.236 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2. 带肋钢筋, 所以取值 $V_i = 1.0$ 3. $C = 20$

4. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下, 构件纵向受拉钢筋应力

$$\sigma_{sq} = M_q / (0.87 * h_0 * A_s) \quad \text{混规(7.1.4-3)}$$

$$= 6.236 * 10^6 / (0.87 * 75.00 * 503)$$

$$= 190.128 \text{ N/mm}$$

5. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

$$\text{矩形截面积: } A_{te} = 0.5 * b * h = 0.5 * 1000 * 100 = 50000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{te} = A_s / A_{te} \quad \text{混规(7.1.2-5)}$$

$$= 503 / 50000$$

$$= 1.005\%$$

6. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ

$$\psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq}) \quad \text{混规(7.1.2-2)}$$

$$= 1.1 - 0.65 * 2.01 / (1.005\% * 190.128)$$

$$= 0.416$$

7. 计算单位面积钢筋根数 n

$$n = 1000 / s$$

$$= 1000 / 100$$

$$= 10$$

8. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径 d_{eq}

$$d_{eq} = (\sum n_i * d_i^2) / (\sum n_i * V_i * d_i)$$

$$= 10 * 8^2 / (10 * 1.0 * 8)$$

$$= 8$$

9. 计算最大裂缝宽度

$$\omega_{\max} = \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9 * C + 0.08 * d_{eq} / \rho_{te}) \quad \text{混规(7.1.2-1)}$$

$$= 1.9 * 0.416 * 190.128 / 2.0 * 10^5 * (1.9 * 20 + 0.08 * 8 / 1.005\%)$$

$$= 0.0765 \text{ mm}$$

$$\leq 0.30 \text{ mm}, \text{ 满足规范要求}$$

第 11 章 挡土墙计算

11.1 DTQ1

1 基本资料

1.1 几何信息

地下室层数	2	地下室顶标高(m)	-0.700
墙宽 L(m)	4.100	外地坪标高(m)	-1.000

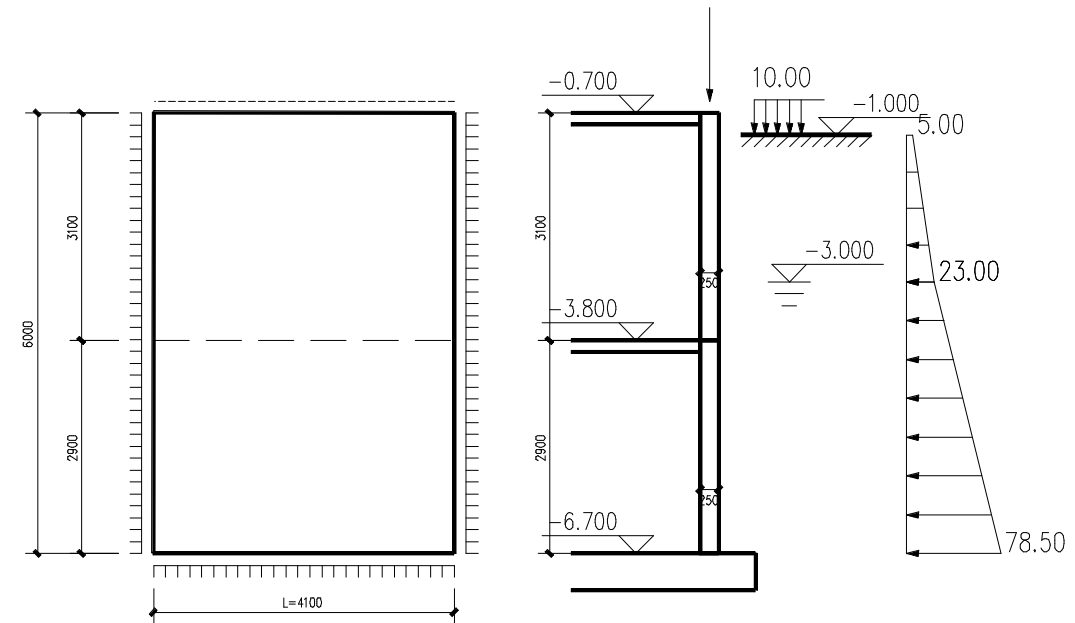
层高表

层	层高(m)	外墙厚(mm)
-1 层	3.100	250
-2 层	2.900	250

板边支撑条件表

板边	顶边	底边	侧边
支承方式	简支	固定	固定

上部活载-平时: 50kN/m
上部恒载-平时: 50kN/m



外墙尺寸模型简图

1.2 荷载信息

土压力计算方法	静止土压力
静止土压力系数	0.500
水土侧压计算	水土分算
地下水压是否调整	×

地下水埋深(m)	2.000
土天然容重(kN/m ³)	18.00
土饱和容重(kN/m ³)	20.00

上部恒载-平时(kN/m)	50.00	上部活载-平时(kN/m)	50.00
上部恒载-战时(kN/m)	---	地面活载-平时(kPa)	10.00

1.3 配筋信息

砼强度等级	C30	配筋调整系数	1.0
钢筋级别	HRB400	竖向配筋方法	纯弯压弯取大
外纵筋保护层 (mm)	50	竖向配筋方式	非对称
内纵筋保护层 (mm)	20	裂缝限值(mm)	0.40
泊松比	0.20	裂缝控制配筋	√
考虑 p-δ 效应	×		

1.4 计算选项信息

竖向弯矩计算方法	单块板
调整不平衡弯矩	√
板计算类型·平时组合	弹性板
塑性板 β	---
活载准永久值系数	0.50
水压准永久值系数	0.50
活载调整系数	1.00

2 计算

- (1) 荷载计算
- (2) 内力计算
- (3) 配筋计算
- (4) 裂缝验算

荷载说明:

永久荷载: 土压力荷载, 上部恒载-平时,

可变荷载: 地下水压力, 地面活载, 上部活载-平时

平时组合: 平时荷载基本组合

战时组合: 战时荷载基本组合

准永久组合: 平时荷载准永久组合(用于裂缝计算)

2.1 荷载计算

2.1.1 墙上竖向压力

平时组合 (kN/m): $1.300 \times 50.000 + 1.500 \times 50.000 = 140.000$

准永久组合 (kN/m): $50.000 + 0.500 \times 50.000 = 75.000$

2.1.2 侧压荷载计算

(1) 土压力标准值(kPa)

水土分算, 土侧压按静止土压力计算, 静止土压力系数 $k = 0.500$

地下室顶面, 标高-0.700, 在地面 (-1.000) 以上

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

土压力起算位置, 标高-1.000

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

-1 层底, 标高-3.800, 总埋深 2.800, 地下水位以上 2.000, 地下水位以下 0.800

$$p = k \gamma h_1 + k (\gamma_{sat} - \gamma_w) h_2 = 0.5 \times 18 \times 2 + 0.5 \times (20 - 10) \times 0.8 = 22$$

$$p_w = \gamma_w h = 10 \times 0.8 = 8$$

-2 层底, 标高-6.700, 总埋深 5.700, 地下水位以上 2.000, 地下水位以下 3.700

$$p = k \gamma h_1 + k (\gamma_{sat} - \gamma_w) h_2 = 0.5 \times 18 \times 2 + 0.5 \times (20 - 10) \times 3.7 = 36.5$$

$$p_w = \gamma_w h = 10 \times 3.7 = 37$$

地下水位处, 标高-3.000, 埋深 2.000

$$p = k \gamma h = 0.5 \times 18 \times 2 = 18$$

$$p_w = 0$$

式中:

p -----土压力(kN/m²)

p_w -----水压力(kN/m²)

k -----土压力系数

r -----土的天然容重(kN/m³)

r_{sat} -----土的饱和容重(kN/m³)

r_w -----水的重度(kN/m³)

h₁ -----地下水位以上的土层厚度(m)

h₂ -----地下水位以下的土层厚度(m)

(2)地面上活载等效土压力 (标准值, kPa):

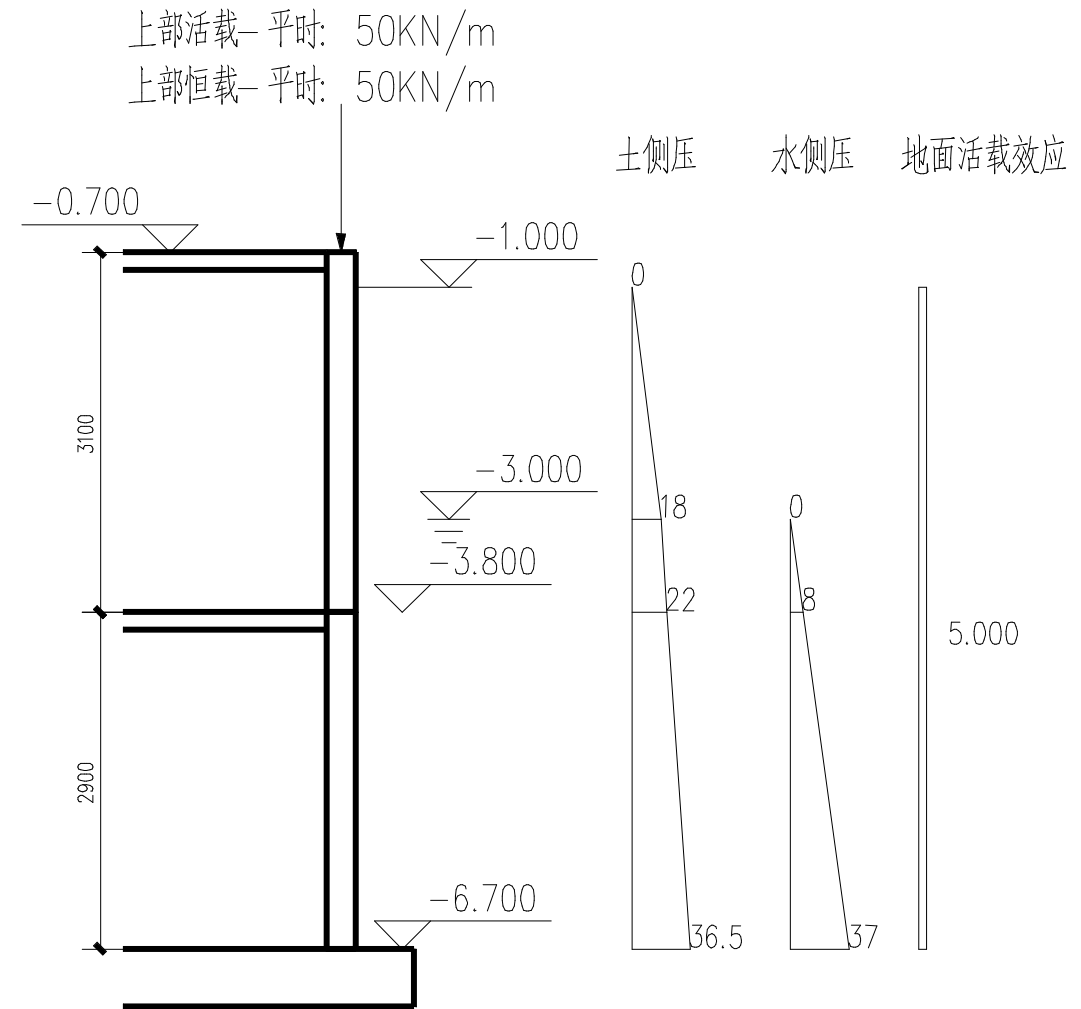
$$p = kG_k = 0.500 \times 10.000 = 5.000$$

(3) 荷载组合系数表

组合	土压力	水压力	平时地面活载	上部恒载	上部活载
平时组合	1.30	1.50	1.50	1.30	1.50

(4) 侧压力荷载组合计算(kPa):

位置	标高	土压力	水压力	地面活载等效	平时组合	准永久组合
-1层顶	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
外地坪顶	-1.00	0.00	0.00	5.00	7.50	2.50
地下水位	-3.00	18.00	0.00	5.00	30.90	20.50
-1层底	-3.80	22.00	8.00	5.00	48.10	28.50
-2层顶	-3.80	22.00	8.00	5.00	48.10	28.50
-2层底	-6.70	36.50	37.00	5.00	110.45	57.50



荷载图

(5) 侧压荷载分解结果表(kPa):

地下室层号	平时组合		准永久组合	
	均布荷载	三角荷载	均布荷载	三角荷载
-1	3.990	44.110	0.000	28.500
-2	48.100	62.350	28.500	29.000

注：表中所示三角荷载值是对应于各层底的荷载值(最大)

-1层顶高出外地坪面，为了简化内力计算，使用插值法修正了顶面处的侧压荷载值

2.2 内力计算

平时组合：按弹性板计算

准永久组合：按弹性板计算

2.2.1 竖向压力（设计值，kN/m）

平时组合：140.000

准永久组合：75.000

2.2.2 弯矩

(1) 弯矩正负号规定

内侧受拉为正，外侧受拉为负

(2) 调整前弯矩结果(kN.m/m)

层	部位	平时组合	准永久组合
水平向			
-1层	左边	-17.27	-9.36
	跨中	6.52	3.51
	右边	-17.27	-9.36
-2层	左边	-37.84	-20.52
	跨中	12.13	6.57
	右边	-37.84	-20.52
竖向			
-1层	顶边	0.00	0.00
	跨中	9.02	4.86
	底边	-23.50	-13.13
-2层	顶边	-44.18	-24.29
	跨中	23.15	12.53
	底边	-52.87	-28.33

注：因查表计算塑性板内力时无法考虑三角荷载，所以对三角荷载产生的内力仍采用弹性板计算。

2.3 竖向不平衡弯矩调整

根据竖向线刚度比，调整相邻板块间支座不平衡弯矩，并相应调整跨中弯矩。

$$\frac{EI}{L}$$

线刚度计算公式 L

式中：I为每米宽墙截面的惯性距，L为各层的层高。

2.3.1 -1层与-2层墙竖向弯矩调整

-1层墙竖向线刚度 $i_1 = E \cdot 1000 \cdot 250^3 / 3100 / 12 = 420026.9E$

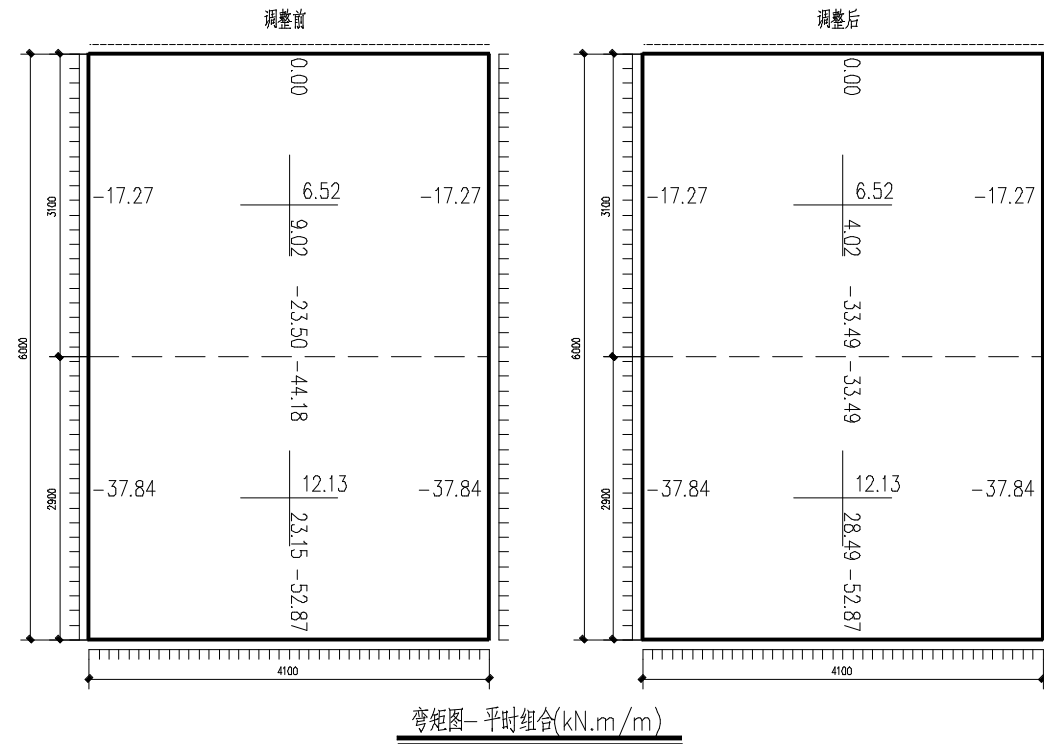
-2层墙竖向线刚度 $i_2 = E \cdot 1000 \cdot 250^3 / 2900 / 12 = 448994.3E$

	平时组合		准永久组合	
	调整前	调整后	调整前	调整后
-1层顶	0.00	0.00	0.00	0.00
中	9.02	4.02	4.86	2.16
底	-23.50	-33.49	-13.13	-18.52
-2层顶	-44.18	-33.49	-24.29	-18.52
中	23.15	28.49	12.53	15.41
底	-52.87	-52.87	-28.33	-28.33

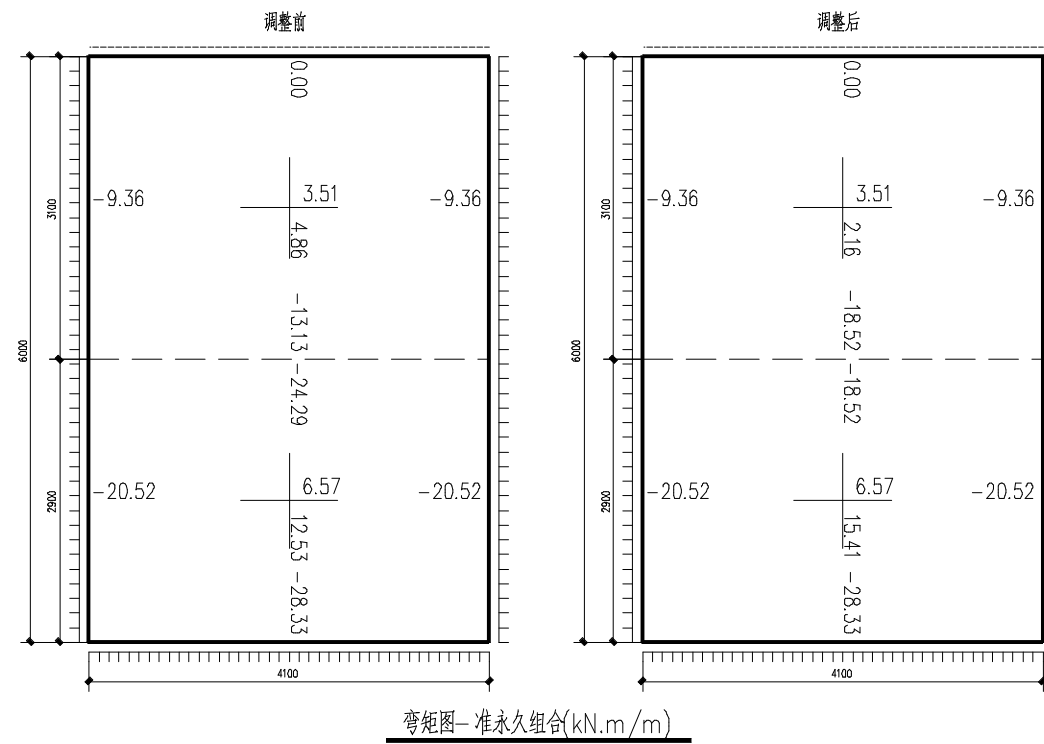
2.3.2 弯矩调整后的结果汇总(kN.m/m)

层	部位	平时组合	准永久组合
水平向			
-1层	左边	-17.27	-9.36
	跨中	6.52	3.51
	右边	-17.27	-9.36
-2层	左边	-37.84	-20.52
	跨中	12.13	6.57
	右边	-37.84	-20.52
竖向			
-1层	顶边	0.00	0.00
	跨中	4.02	2.16
	底边	-33.49	-18.52
-2层	顶边	-33.49	-18.52
	跨中	28.49	15.41
	底边	-52.87	-28.33

平时组合弯矩图



准永久组合弯矩图



2.4 配筋及配筋成果表

2.4.1 配筋说明:

(1)配筋方法

水平按纯弯配筋，竖向取压弯与纯弯配筋的大值

(2)单位说明:

以下各表格中单位除说明外，配筋面积单位:mm²/m，裂缝宽度单位:mm，弯矩单位 kN.m/m，轴力单位 kN/m，配筋率:%

2.4.2 平时组合计算配筋表

	部位	M(kN.m/m)	N(kN/m)	As(mm ² /m)	配筋率%
-1层					
水平向	左边-内侧	-17.27	----	500	0.20
	左边-外侧	-17.27	----	500	0.20
	跨中-内侧	6.52	----	500	0.20
	跨中-外侧	6.52	----	500	0.20
	右边-内侧	-17.27	----	500	0.20
	右边-外侧	-17.27	----	500	0.20
竖向	顶边-内侧	0.00	140.0	500	0.20
	顶边-外侧	0.00	140.0	500	0.20
	跨中-内侧	4.02	140.0	500	0.20
	跨中-外侧	4.02	140.0	500	0.20
	底边-内侧	-33.49	140.0	500	0.20
	底边-外侧	-33.49	140.0	581	0.23
-2层					
水平向	左边-内侧	-37.84	----	500	0.20
	左边-外侧	-37.84	----	575	0.23
	跨中-内侧	12.13	----	500	0.20
	跨中-外侧	12.13	----	500	0.20
	右边-内侧	-37.84	----	500	0.20
	右边-外侧	-37.84	----	575	0.23
竖向	顶边-内侧	-33.49	140.0	500	0.20

	顶边-外侧	-33.49	140.0	581	0.23
	跨中-内侧	28.49	140.0	500	0.20
	跨中-外侧	28.49	140.0	500	0.20
	底边-内侧	-52.87	140.0	500	0.20
	底边-外侧	-52.87	140.0	995	0.40

	顶边-外侧	581	E12@190	595	0.24	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	995	E14@150	1026	0.41	平时组合

注：表中"计算 As"取平时组合与战时组合计算配筋的较大值

2.4.3 控制情况计算配筋表

层	部位	计算 As	选筋	实配 As	实配筋率	控制组合
-1 层						
水平向	左边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
竖向	顶边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	581	E12@190	595	0.24	平时组合
-2 层						
水平向	左边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	575	E12@190	595	0.24	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	575	E12@190	595	0.24	平时组合
竖向	顶边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合

2.5 裂缝验算

按实际配筋，及相应于准永久组合的弹性内力进行计算

裂缝宽度限值:0.400mm

层	部位	M _q	N _q	选筋	实配 As	裂缝 (mm)	结论
-1 层							
水平向	左边-内侧	-9.4	-----	E10@150	524	0.000	满足
	左边-外侧	-9.4	-----	E10@150	524	0.036	满足
	跨中-内侧	3.5	-----	E10@150	524	0.008	满足
	跨中-外侧	3.5	-----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-内侧	-9.4	-----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-外侧	-9.4	-----	E10@150	524	0.036	满足
竖向	顶边-内侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	顶边-外侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-内侧	2.2	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-外侧	2.2	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-内侧	-18.5	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-外侧	-18.5	75.0	E12@190	595	0.045	满足
-2 层							
水平向	左边-内侧	-20.5	-----	E10@150	524	0.000	满足
	左边-外侧	-20.5	-----	E12@190	595	0.179	满足
	跨中-内侧	6.6	-----	E10@150	524	0.015	满足
	跨中-外侧	6.6	-----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-内侧	-20.5	-----	E10@150	524	0.000	满足

	右边-外侧	-20.5	----	E12@190	595	0.179	满足
竖向	顶边-内侧	-18.5	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	顶边-外侧	-18.5	75.0	E12@190	595	0.045	满足
	跨中-内侧	15.4	75.0	E10@150	524	0.022	满足
	跨中-外侧	15.4	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-内侧	-28.3	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-外侧	-28.3	75.0	E14@150	1026	0.050	满足

最大裂缝宽度:0.179<=0.400, 满足要求。

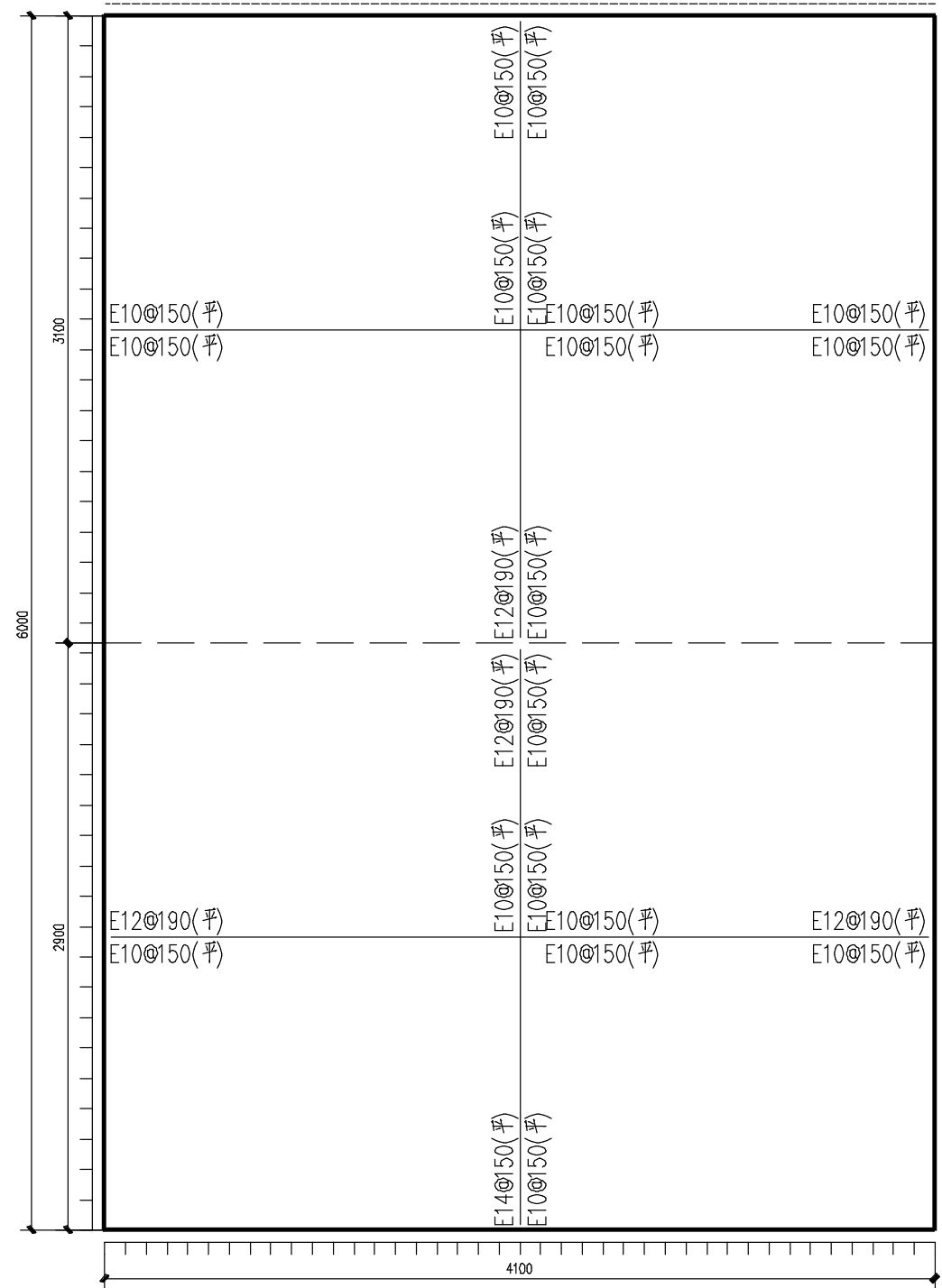
	右边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	E12@190	595	0.24	平时组合
竖向	顶边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	E12@190	595	0.24	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	E14@150	1026	0.41	平时组合

2.6 实际配筋表

层	部位	选筋	实配面积	配筋率	配筋控制
-1层					
水平向	左边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	竖向	顶边-内侧	E10@150	524	0.21
顶边-外侧		E10@150	524	0.21	平时组合
跨中-内侧		E10@150	524	0.21	平时组合
跨中-外侧		E10@150	524	0.21	平时组合
底边-内侧		E10@150	524	0.21	平时组合
底边-外侧		E12@190	595	0.24	平时组合
-2层					
水平向	左边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	E12@190	595	0.24	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合

实际配筋简图

选筋结果(控制工况)



实际配筋简图

注 平---平时组合控制配筋
战---战时组合控制配筋
裂---裂缝控制配筋

11.2 DTQ2

1 基本资料

1.1 几何信息

地下室层数	1	地下室顶标高(m)	0.000
墙宽 L(m)	3.400	外地坪标高(m)	-0.300

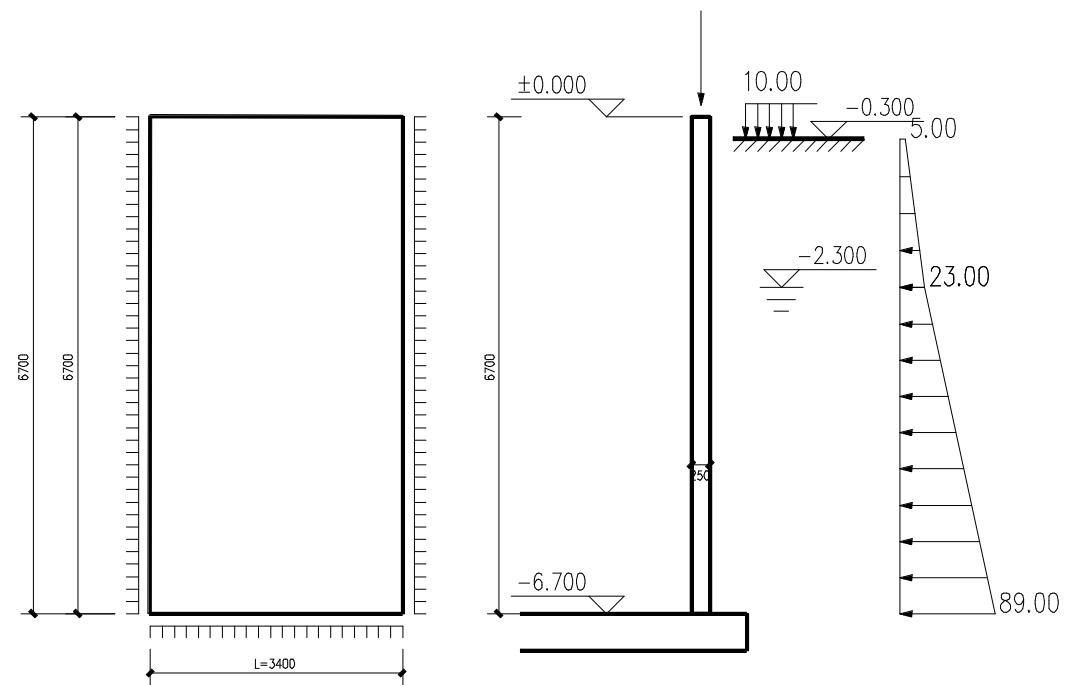
层高表

层	层高(m)	外墙厚(mm)
-1层	6.700	250

板边支撑条件表

板边	顶边	底边	侧边
支承方式	自由	固定	固定

上部活载-平时: 50kN/m
上部恒载-平时: 50kN/m



外墙尺寸模型简图

1.2 荷载信息

土压力计算方法	静止土压力
静止土压力系数	0.500
水土侧压计算	水土分算
地下水压是否调整	×

地下水埋深 (m)	2.000
土天然容重 (kN/m ³)	18.00
土饱和容重 (kN/m ³)	20.00

上部恒载-平时 (kN/m)	50.00	上部活载-平时 (kN/m)	50.00
上部恒载-战时 (kN/m)	---	地面活载-平时 (kPa)	10.00

1.3 配筋信息

砼强度等级	C30	配筋调整系数	1.0
钢筋级别	HRB400	竖向配筋方法	纯弯压弯取大
外纵筋保护层 (mm)	50	竖向配筋方式	非对称
内纵筋保护层 (mm)	20	裂缝限值 (mm)	0.40
泊松比	0.20	裂缝控制配筋	√
考虑 p-δ 效应	×		

1.4 计算选项信息

竖向弯矩计算方法	单块板
板计算类型·平时组合	弹性板
塑性板 β	---
活载准永久值系数	0.50
水压准永久值系数	0.50
活载调整系数	1.00

2 计算

- (1) 荷载计算
- (2) 内力计算
- (3) 配筋计算
- (4) 裂缝验算

荷载说明:

永久荷载: 土压力荷载, 上部恒载-平时,
可变荷载: 地下水压力, 地面活载, 上部活载-平时
平时组合: 平时荷载基本组合
战时组合: 战时荷载基本组合
准永久组合: 平时荷载准永久组合(用于裂缝计算)

2.1 荷载计算

2.1.1 墙上竖向压力

平时组合 (kN/m): $1.300 \times 50.000 + 1.500 \times 50.000 = 140.000$

准永久组合 (kN/m): $50.000 + 0.500 \times 50.000 = 75.000$

2.1.2 侧压荷载计算

(1) 土压力标准值(kPa)

水土分算, 土侧压按静止土压力计算, 静止土压力系数 $k = 0.500$

地下室顶面, 标高 0.000, 在地面 (-0.300) 以上

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

土压力起算位置, 标高-0.300

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

-1 层底, 标高-6.700, 总埋深 6.400, 地下水位以上 2.000, 地下水位以下 4.400

$$p = k \gamma h_1 + k (\gamma_{sat} - \gamma_w) h_2 = 0.5 \times 18 \times 2 + 0.5 \times (20 - 10) \times 4.4 = 40$$

$$p_w = \gamma_w h = 10 \times 4.4 = 44$$

地下水位处, 标高-2.300, 埋深 2.000

$$p = k \gamma h = 0.5 \times 18 \times 2 = 18$$

$$p_w = 0$$

式中:

p -----土压力(kN/m²)

p_w -----水压力(kN/m²)

k -----土压力系数

r -----土的天然容重(kN/m³)

r_{sat} -----土的饱和容重(kN/m³)

r_w -----水的重度(kN/m³)

h_1 -----地下水位以上的土层厚度(m)

h_2 -----地下水位以下的土层厚度(m)

(2)地面上活载等效土压力 (标准值, kPa):

$$p = kG_k = 0.500 \times 10.000 = 5.000$$

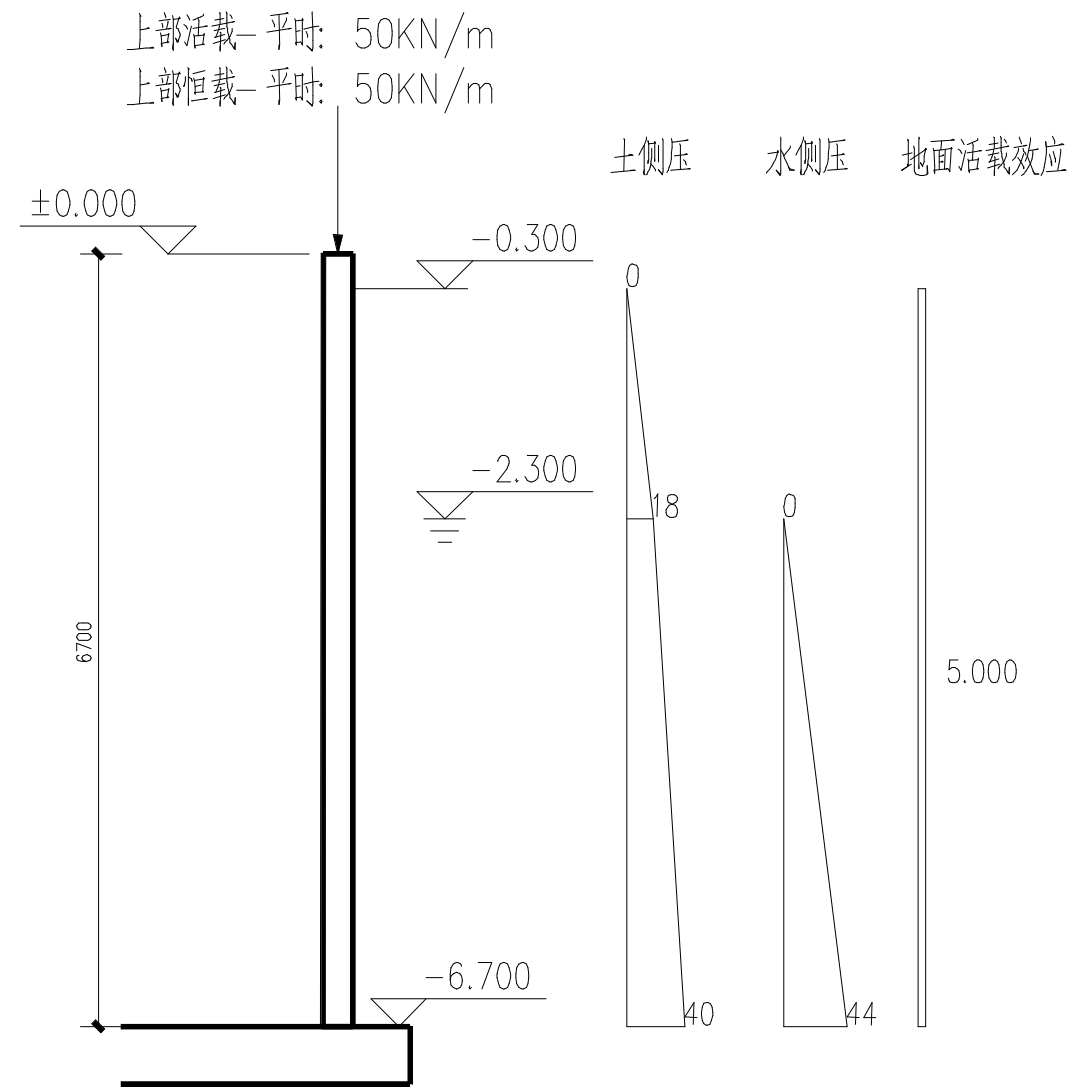
(3) 荷载组合系数表

组合	土压力	水压力	平时地面活载	上部恒载	上部活载
----	-----	-----	--------	------	------

平时组合	1.30	1.50	1.50	1.30	1.50
------	------	------	------	------	------

(4) 侧压力荷载组合计算(kPa):

位置	标高	土压力	水压力	地面活载等效	平时组合	准永久组合
-1 层顶	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
外地坪顶	-0.30	0.00	0.00	5.00	7.50	2.50
地下水位	-2.30	18.00	0.00	5.00	30.90	20.50
-1 层底	-6.70	40.00	44.00	5.00	125.50	64.50



荷载图

(5) 侧压荷载分解结果表(kPa):

	平时组合		准永久组合	
地下室层号	均布荷载	三角荷载	均布荷载	三角荷载
-1	3.990	121.510	0.000	64.500

注：表中所列三角荷载值是对应于各层底的荷载值(最大)

-1层顶高出外地坪面，为了简化内力计算，使用插值法修正了顶面处的侧压荷载值

2.2 内力计算

平时组合：按弹性板计算

准永久组合：按弹性板计算

2.2.1 竖向压力 (设计值, kN/m)

平时组合：140.000

准永久组合：75.000

2.2.2 弯矩

(1) 弯矩正负号规定

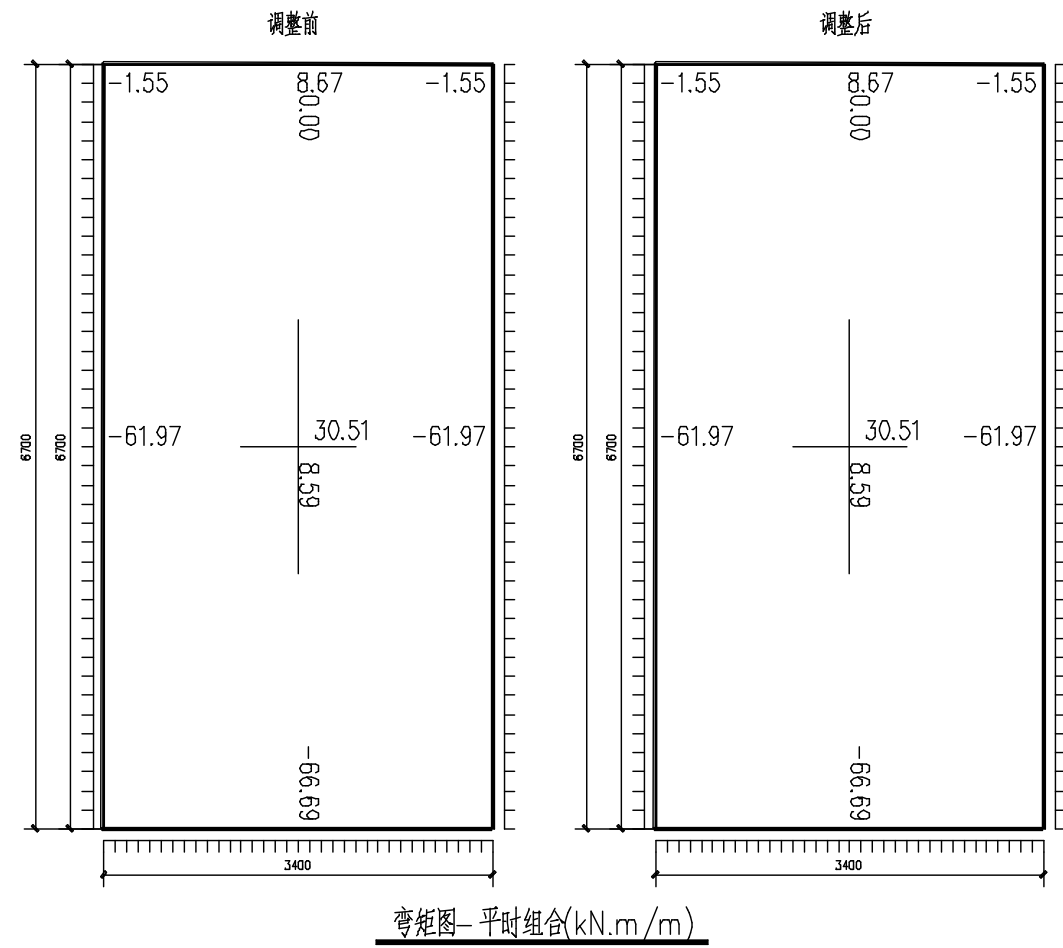
内侧受拉为正，外侧受拉为负

(2) 弯矩结果(kN.m/m)

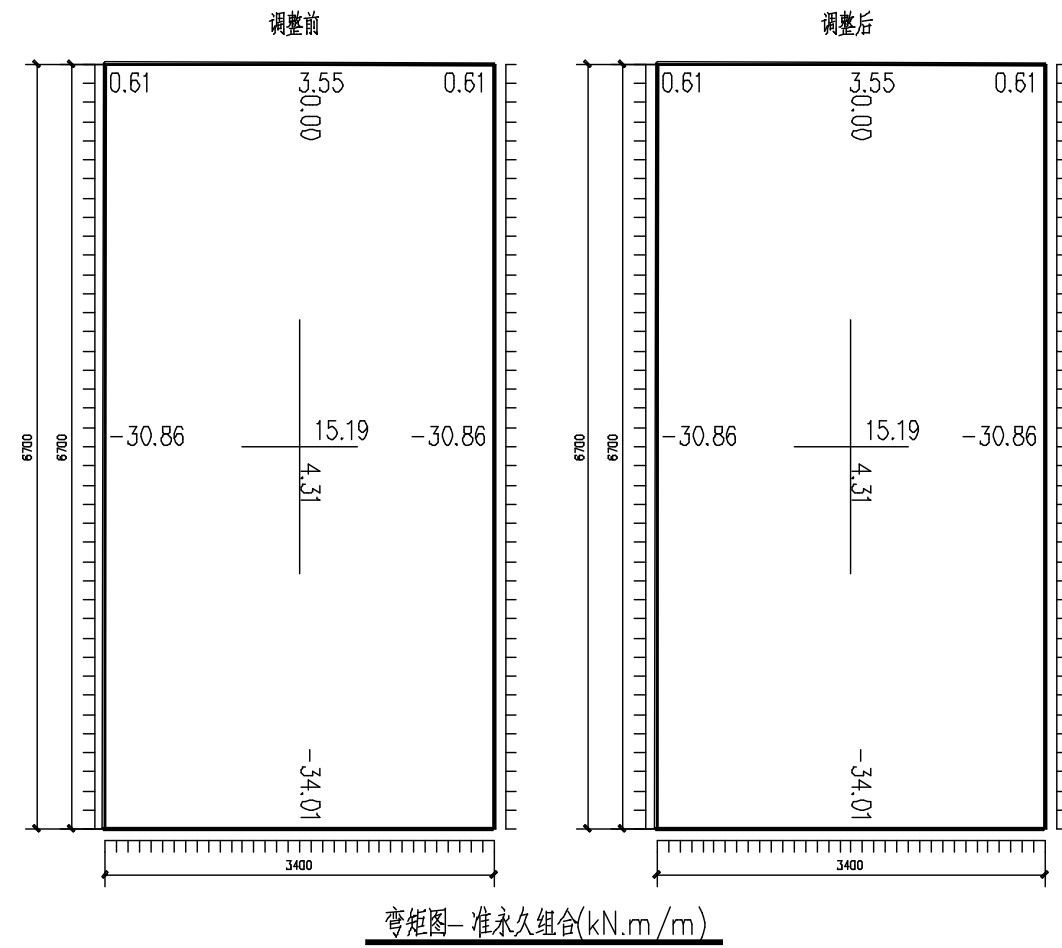
层	部位	平时组合	准永久组合
水平向			
-1层	顶边左	-1.55	0.61
	顶边中	8.67	3.55
	顶边右	-1.55	0.61
	左边	-61.97	-30.86
	跨中	30.51	15.19
	右边	-61.97	-30.86
竖向			
-1层	顶边	0.00	0.00
	跨中	8.59	4.31
	底边	-66.69	-34.01

注：因查表计算塑性板内力时无法考虑三角荷载，所以对三角荷载产生的内力仍采用弹性板计算。

平时组合弯矩图



准永久组合弯矩图



2.3 配筋及配筋成果表

2.3.1 配筋说明:

(1)配筋方法

水平按纯弯配筋，竖向取压弯与纯弯配筋的大值

(2)单位说明:

以下各表格中单位除说明外，配筋面积单位:mm²/m，裂缝宽度单位:mm，弯矩单位 kN.m/m，轴力单位 kN/m，配筋率:%

2.3.2 平时组合计算配筋表

	部位	M(kN.m/m)	N(kN/m)	As(mm ² /m)	配筋率%
-1层					
水平向	顶边左-内侧	-1.55	-----	500	0.20

	顶边左-外侧	-1.55	----	500	0.20
	顶边中-内侧	8.67	----	500	0.20
	顶边中-外侧	8.67	----	500	0.20
	顶边右-内侧	-1.55	----	500	0.20
	顶边右-外侧	-1.55	----	500	0.20
	左边-内侧	-61.97	----	500	0.20
	左边-外侧	-61.97	----	968	0.39
	跨中-内侧	30.51	----	500	0.20
	跨中-外侧	30.51	----	500	0.20
	右边-内侧	-61.97	----	500	0.20
	右边-外侧	-61.97	----	968	0.39
竖向	顶边-内侧	0.00	140.0	500	0.20
	顶边-外侧	0.00	140.0	500	0.20
	跨中-内侧	8.59	140.0	500	0.20
	跨中-外侧	8.59	140.0	500	0.20
	底边-内侧	-66.69	140.0	500	0.20
	底边-外侧	-66.69	140.0	1290	0.52

2.3.3 控制情况计算配筋表

层	部位	计算 A_s	选筋	实配 A_s	实配筋率	控制组合
-1层						
水平向	顶边左-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边左-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边右-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边右-外	500	E10@150	524	0.21	平时组合

	侧					
	左边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	968	E14@150	1026	0.41	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	968	E14@150	1026	0.41	平时组合
竖向	顶边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	1290	E14@110	1399	0.56	平时组合

注：表中"计算 A_s "取平时组合与战时组合计算配筋的较大值

2.4 裂缝验算

按实际配筋，及相应于准永久组合的弹性内力进行计算

裂缝宽度限值:0.400mm

层	部位	M_q	N_q	选筋	实配 A_s	裂缝 (mm)	结论
-1层							
水平向	顶边左-内侧	0.6	----	E10@150	524	0.001	满足
	顶边左-外侧	0.6	----	E10@150	524	0.000	满足
	顶边中-内侧	3.5	----	E10@150	524	0.008	满足
	顶边中-外侧	3.5	----	E10@150	524	0.000	满足
	顶边右-内侧	0.6	----	E10@150	524	0.001	满足
	顶边右-外侧	0.6	----	E10@150	524	0.000	满足
	左边-内侧	-30.9	----	E10@150	524	0.000	满足

	左边-外侧	-30.9	----	E14@150	1026	0.137	满足
	跨中-内侧	15.2	----	E10@150	524	0.040	满足
	跨中-外侧	15.2	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-内侧	-30.9	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-外侧	-30.9	----	E14@150	1026	0.137	满足
竖向	顶边-内侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	顶边-外侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-内侧	4.3	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-外侧	4.3	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-内侧	-34.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-外侧	-34.0	75.0	E14@110	1399	0.048	满足

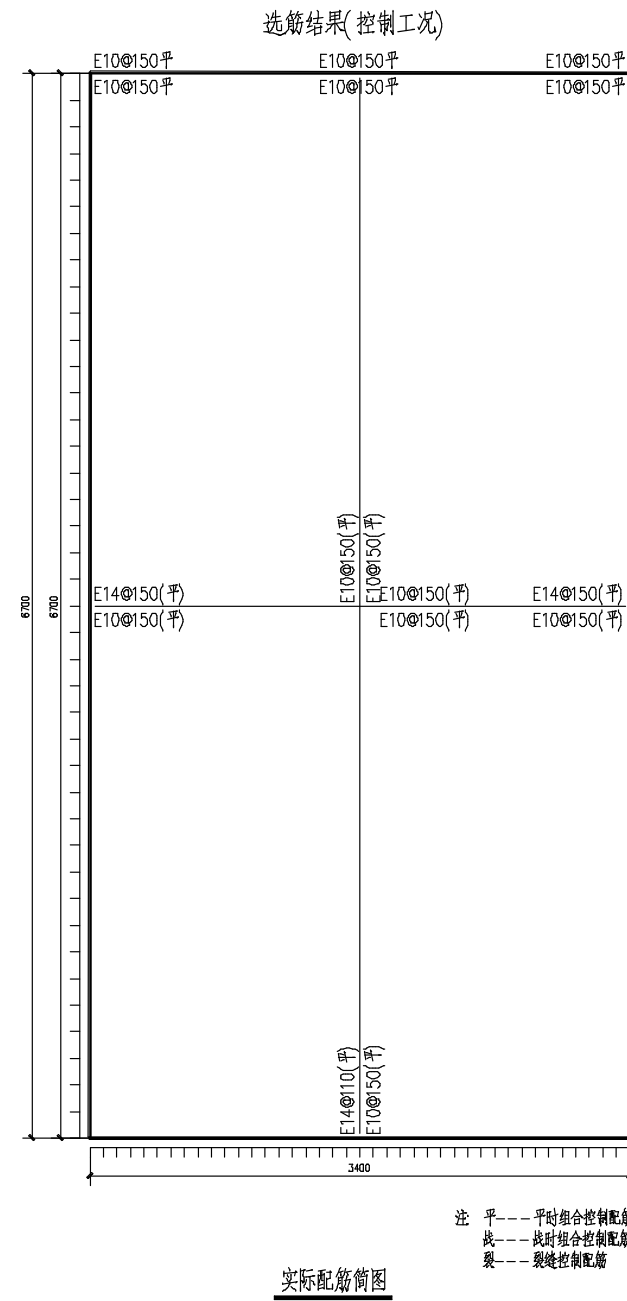
最大裂缝宽度:0.137≤0.400, 满足要求。

2.5 实际配筋表

层	部位	选筋	实配面积	配筋率	配筋控制
-1层					
水平向	顶边左-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边左-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边右-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边右-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	E14@150	1026	0.41	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	E14@150	1026	0.41	平时组合
竖向	顶边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合

	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	E14@110	1399	0.56	平时组合

实际配筋简图



11.3 DTQ3

1 基本资料

1.1 几何信息

地下室层数	2	地下室顶标高(m)	-0.700
墙宽 L(m)	6.200	外地坪标高(m)	-1.000

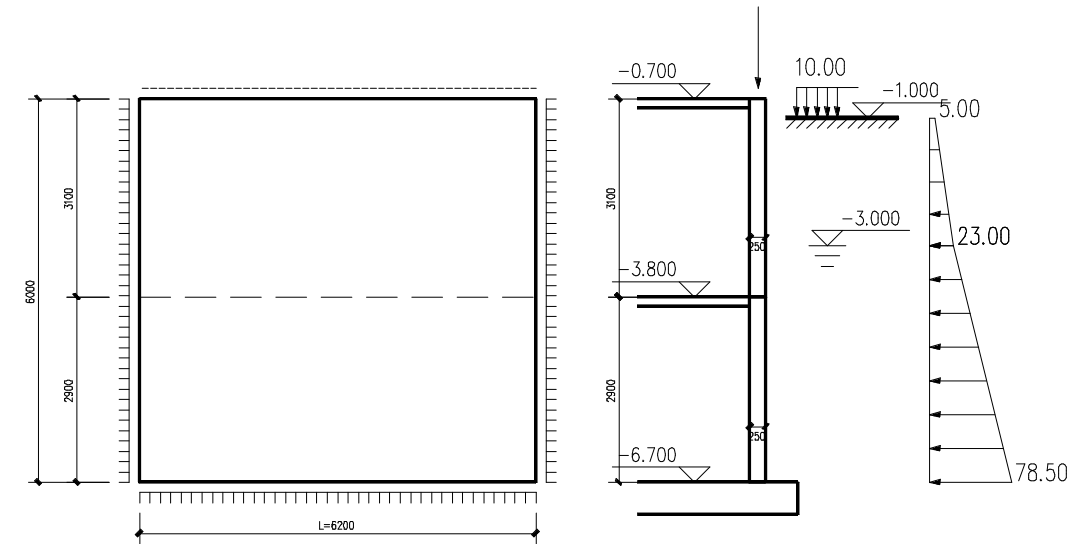
层高表

层	层高(m)	外墙厚(mm)
-1层	3.100	250
-2层	2.900	250

板边支撑条件表

板边	顶边	底边	侧边
支承方式	简支	固定	固定

上部活载-平时: 50kN/m
上部恒载-平时: 50kN/m



外墙尺寸模型简图

1.2 荷载信息

土压力计算方法	静止土压力
静止土压力系数	0.500
水土侧压计算	水土分算
地下水压是否调整	×

地下水埋深(m)	2.000
土天然容重(kN/m ³)	18.00
土饱和容重(kN/m ³)	20.00

上部恒载-平时(kN/m)	50.00	上部活载-平时(kN/m)	50.00
上部恒载-战时(kN/m)	---	地面活载-平时(kPa)	10.00

1.3 配筋信息

砼强度等级	C30	配筋调整系数	1.0
-------	-----	--------	-----

钢筋级别	HRB400	竖向配筋方法	纯弯压弯取大
外纵筋保护层 (mm)	50	竖向配筋方式	非对称
内纵筋保护层 (mm)	20	裂缝限值(mm)	0.40
泊松比	0.20	裂缝控制配筋	√
考虑 p-δ 效应	×		

1.4 计算选项信息

竖向弯矩计算方法	连续梁
板计算类型·平时组合	弹性板
支座弯矩调幅幅度(%)	0.0
塑性板 β	---
活载准永久值系数	0.50
水压准永久值系数	0.50
活载调整系数	1.00

2 计算

- (1) 荷载计算
- (2) 内力计算
- (3) 配筋计算
- (4) 裂缝验算

荷载说明:

永久荷载: 土压力荷载, 上部恒载-平时,
 可变荷载: 地下水压力, 地面活载, 上部活载-平时
 平时组合: 平时荷载基本组合
 战时组合: 战时荷载基本组合
 准永久组合: 平时荷载准永久组合(用于裂缝计算)

2.1 荷载计算

2.1.1 墙上竖向压力

平时组合 (kN/m): $1.300 \times 50.000 + 1.500 \times 50.000 = 140.000$

准永久组合 (kN/m): $50.000 + 0.500 \times 50.000 = 75.000$

2.1.2 侧压荷载计算

(1) 土压力标准值(kPa)

水土分算, 土侧压按静止土压力计算, 静止土压力系数 $k = 0.500$

地下室顶面, 标高-0.700, 在地面 (-1.000) 以上

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

土压力起算位置, 标高-1.000

$$p = 0$$

$$p_w = 0$$

-1 层底, 标高-3.800, 总埋深 2.800, 地下水位以上 2.000, 地下水位以下 0.800

$$p = k \gamma h_1 + k (\gamma_{sat} - \gamma_w) h_2 = 0.5 \times 18 \times 2 + 0.5 \times (20 - 10) \times 0.8 = 22$$

$$p_w = \gamma_w h = 10 \times 0.8 = 8$$

-2 层底, 标高-6.700, 总埋深 5.700, 地下水位以上 2.000, 地下水位以下 3.700

$$p = k \gamma h_1 + k (\gamma_{sat} - \gamma_w) h_2 = 0.5 \times 18 \times 2 + 0.5 \times (20 - 10) \times 3.7 = 36.5$$

$$p_w = \gamma_w h = 10 \times 3.7 = 37$$

地下水位处, 标高-3.000, 埋深 2.000

$$p = k \gamma h = 0.5 \times 18 \times 2 = 18$$

$$p_w = 0$$

式中:

p -----土压力(kN/m²)
 p_w -----水压力(kN/m²)
 k -----土压力系数
 r -----土的天然容重(kN/m³)
 r_{sat} -----土的饱和容重(kN/m³)
 r_w -----水的重度(kN/m³)
 h₁ -----地下水位以上的土层厚度(m)
 h₂ -----地下水位以下的土层厚度(m)

(2)地面上活载等效土压力 (标准值, kPa):

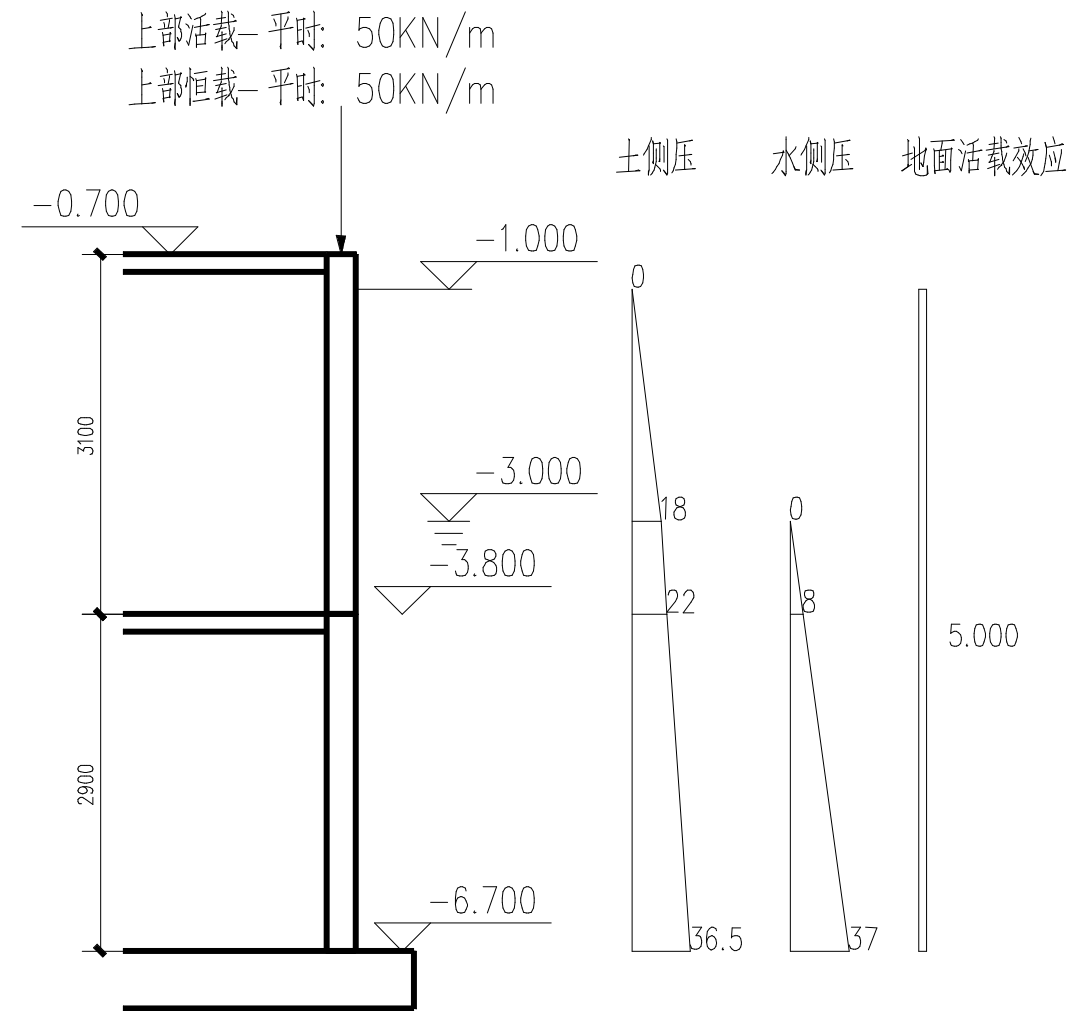
$$p = kG_k = 0.500 \times 10.000 = 5.000$$

(3) 荷载组合系数表

组合	土压力	水压力	平时地面活载	上部恒载	上部活载
平时组合	1.30	1.50	1.50	1.30	1.50

(4) 侧压力荷载组合计算(kPa):

位置	标高	土压力	水压力	地面活载等效	平时组合	准永久组合
-1 层顶	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
外地坪顶	-1.00	0.00	0.00	5.00	7.50	2.50
地下水位	-3.00	18.00	0.00	5.00	30.90	20.50
-1 层底	-3.80	22.00	8.00	5.00	48.10	28.50
-2 层顶	-3.80	22.00	8.00	5.00	48.10	28.50
-2 层底	-6.70	36.50	37.00	5.00	110.45	57.50



荷载图

(5) 侧压荷载分解结果表(kPa):

地下室层号	平时组合		准永久组合	
	均布荷载	三角荷载	均布荷载	三角荷载
-1	3.990	44.110	0.000	28.500
-2	48.100	62.350	28.500	29.000

注：表中所列三角荷载值是对应于各层底的荷载值(最大)

-1 层顶高出外地坪面，为了简化内力计算，使用插值法修正了顶面处的侧压荷载值

2.2 内力计算

按连续梁计算

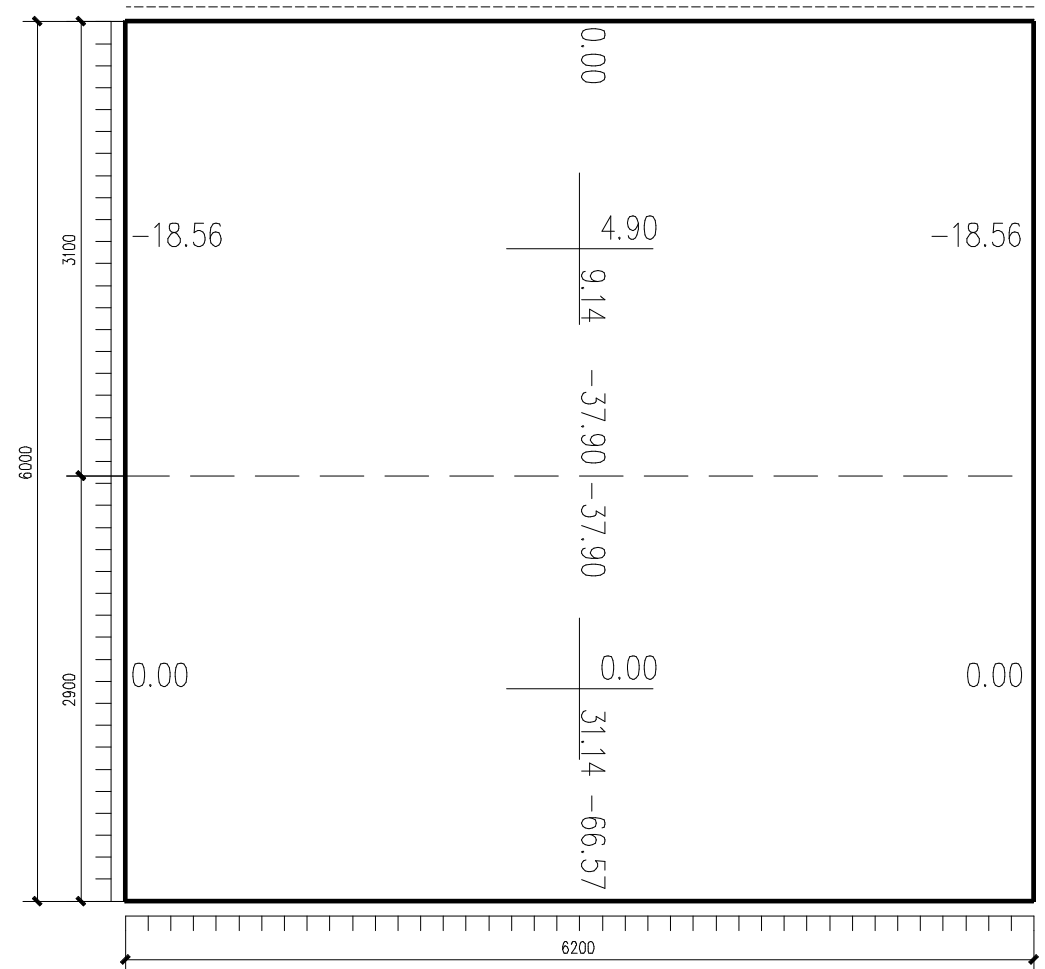
竖向弯矩按连续梁模型计算，水平向弯矩仍按板块模型计算

调幅前(kN.m/m)

层	部位	平时组合	准永久组合
水平向			
-1层	左边	-18.56	-10.05
	跨中	4.90	2.62
	右边	-18.56	-10.05
-2层	左边	0.00	0.00
	跨中	0.00	0.00
	右边	0.00	0.00
竖向			
-1层	顶边	0.00	0.00
	跨中	9.14	5.99
	底边	-37.90	-21.97
-2层	顶边	-37.90	-21.97
	跨中	31.14	16.61
	底边	-66.57	-35.23

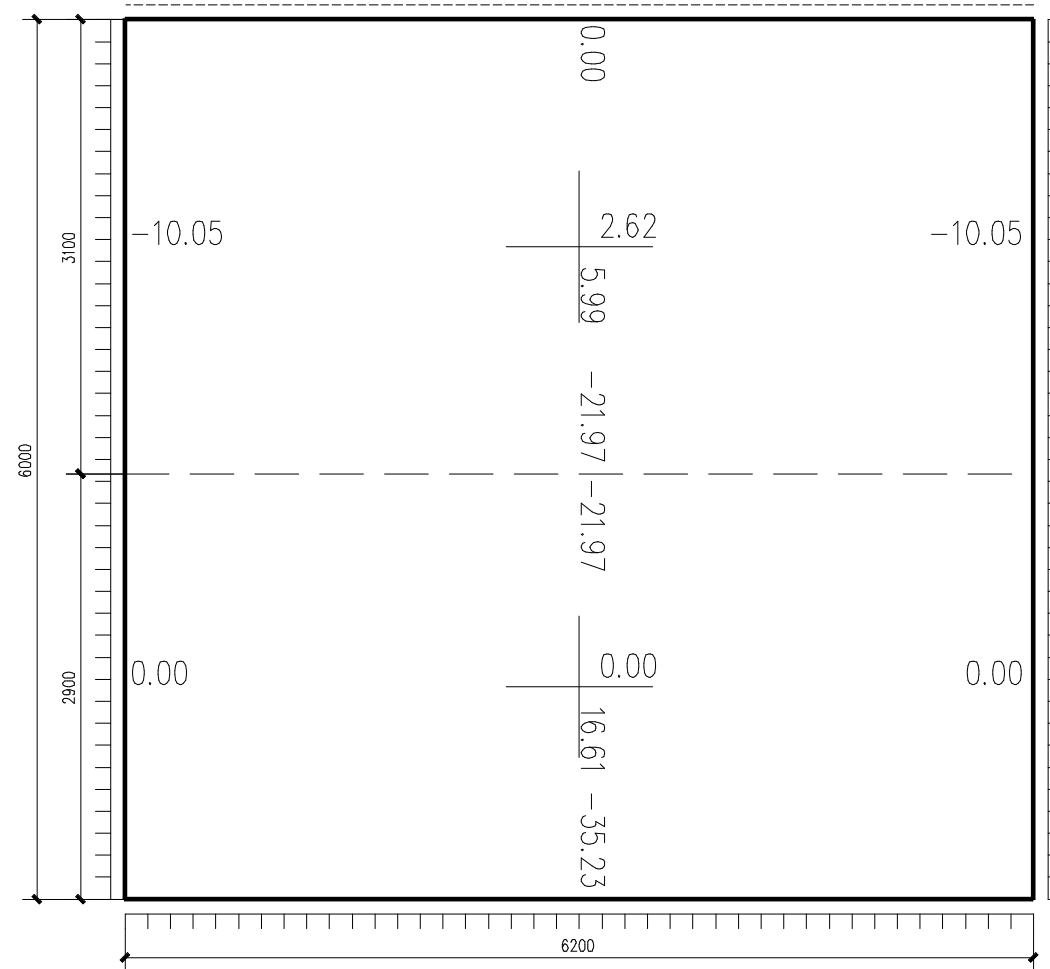
结果不进行调幅

平时组合弯矩图



弯矩图-平时组合(kN.m/m)

准永久组合弯矩图



弯矩图-准永久组合(kN.m/m)

2.3 配筋及配筋成果表

2.3.1 配筋说明:

(1)配筋方法

水平按纯弯配筋，竖向取压弯与纯弯配筋的大值

(2)单位说明:

以下各表格中单位除说明外，配筋面积单位:mm²/m，裂缝宽度单位:mm，弯矩单位 kN.m/m，轴力单位 kN/m，配筋率:%

2.3.2 平时组合计算配筋表

部位	M(kN.m/m)	N(kN/m)	As(mm ² /m)	配筋率%
----	-----------	---------	------------------------	------

-1层					
水平向	左边-内侧	-18.56	----	500	0.20
	左边-外侧	-18.56	----	500	0.20
	跨中-内侧	4.90	----	500	0.20
	跨中-外侧	4.90	----	500	0.20
	右边-内侧	-18.56	----	500	0.20
	右边-外侧	-18.56	----	500	0.20
竖向	顶边-内侧	0.00	140.0	500	0.20
	顶边-外侧	0.00	140.0	500	0.20
	跨中-内侧	9.14	140.0	500	0.20
	跨中-外侧	9.14	140.0	500	0.20
	底边-内侧	-37.90	140.0	500	0.20
	底边-外侧	-37.90	140.0	675	0.27
-2层					
水平向	左边-内侧	0.00	----	500	0.20
	左边-外侧	0.00	----	500	0.20
	跨中-内侧	0.00	----	500	0.20
	跨中-外侧	0.00	----	500	0.20
	右边-内侧	0.00	----	500	0.20
	右边-外侧	0.00	----	500	0.20
竖向	顶边-内侧	-37.90	140.0	500	0.20
	顶边-外侧	-37.90	140.0	675	0.27
	跨中-内侧	31.14	140.0	531	0.21
	跨中-外侧	31.14	140.0	500	0.20
	底边-内侧	-66.57	140.0	500	0.20
	底边-外侧	-66.57	140.0	1288	0.52

2.3.3 控制情况计算配筋表

层	部位	计算 As	选筋	实配 As	实配筋率	控制组合
---	----	-------	----	-------	------	------

-1层						
水平向	左边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
竖向	顶边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	675	E12@160	707	0.28	平时组合
-2层						
水平向	左边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
竖向	顶边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	675	E12@160	707	0.28	平时组合
	跨中-内侧	531	E10@140	561	0.22	平时组合
	跨中-外侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	500	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	1288	E14@110	1399	0.56	平时组合

注：表中“计算 As”取平时组合与战时组合计算配筋的较大值

2.4 裂缝验算

按实际配筋，及相应于准永久组合的弹性内力进行计算

裂缝宽度限值:0.400mm

层	部位	M _q	N _q	选筋	实配 A _s	裂缝 (mm)	结论
-1层							
水平向	左边-内侧	-10.1	----	E10@150	524	0.000	满足
	左边-外侧	-10.1	----	E10@150	524	0.039	满足
	跨中-内侧	2.6	----	E10@150	524	0.006	满足
	跨中-外侧	2.6	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-内侧	-10.1	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-外侧	-10.1	----	E10@150	524	0.039	满足
竖向	顶边-内侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	顶边-外侧	0.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-内侧	6.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-外侧	6.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-内侧	-22.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-外侧	-22.0	75.0	E12@160	707	0.048	满足
-2层							
水平向	左边-内侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
	左边-外侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-内侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
	跨中-外侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-内侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
	右边-外侧	0.0	----	E10@150	524	0.000	满足
竖向	顶边-内侧	-22.0	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	顶边-外侧	-22.0	75.0	E12@160	707	0.048	满足
	跨中-内侧	16.6	75.0	E10@140	561	0.023	满足
	跨中-外侧	16.6	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-内侧	-35.2	75.0	E10@150	524	0.000	满足
	底边-外侧	-35.2	75.0	E14@110	1399	0.046	满足

最大裂缝宽度:0.048≤0.400，满足要求。

2.5 实际配筋表

层	部位	选筋	实配面积	配筋率	配筋控制
-1层					
水平向	左边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
竖向	顶边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	E12@160	707	0.28	平时组合
-2层					
水平向	左边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	左边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	右边-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
竖向	顶边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	顶边-外侧	E12@160	707	0.28	平时组合
	跨中-内侧	E10@140	561	0.22	平时组合
	跨中-外侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-内侧	E10@150	524	0.21	平时组合
	底边-外侧	E14@110	1399	0.56	平时组合

实际配筋简图

