

# 基础埋深较大时对地下柱的处理

## ——新《抗规》学习体会之三

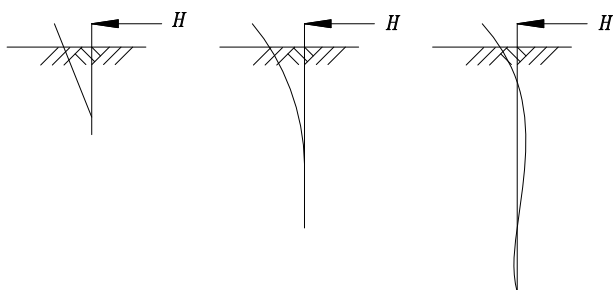
朱炳寅/中国建筑设计研究院, 北京 100044

### 0 引言

在无地下室的框架结构中, 当基础埋置深度较大时, 地上一层柱底的嵌固部位难以准确把握。由于未设置地下室, 填土对地上一层柱底的约束作用较小, 直接取室内地面为上部结构的嵌固部位显然不合适, 若按上部结构嵌固于基础顶面计算, 结构的侧向刚度较小, 不仅地上一层层高计算值过大, 还导致整个房屋的实际计算高度增加, 相当于将各楼层地震作用进行同步放大, 造成上部框架结构效应显著增加, 尤以地上一层柱顶框架梁端弯矩增加最为明显, 由于首层顶框架梁分配到过多的弯矩, 增加了实现强柱弱梁的难度。还导致框架柱的配筋过大, 结构的弹性层间位移角计算值过大, 难以满足规范的限值要求等一系列计算问题。如何考虑地基土对框架柱侧向刚度的贡献, 采取必要的设计处理方法, 确保设计计算的合理性, 成为结构设计关注的重点问题。本文结合工程实践提出结构包络设计的基本方法, 供设计参考。

### 1 基础埋深较大时对地下柱的处理

(1) 回填土的被动土压力对地下框架柱的侧向刚度贡献较大, 一般情况下可使框架柱的侧向刚度提高 3~5 倍。同时当基础埋深不同时, 其变形特征虽各不相同, 但受刚性地坪及地表回填土的影响, 地下柱的弯曲变形一般主要集中在地面下接近地表的一定区域内, 如图 1 所示。



(a) 埋深较小时 (b) 埋深较大时 (c) 埋深很大时

图 1 地下柱的变形形态

(2) 结构设计时应合理确定地上一层的计算层高, 并根据工程的具体情况, 采取地面下设置柱墩、地上一层地面设置拉梁、设置钢筋混凝土刚性

地坪(“刚性地坪”指可以协调抗侧力构件之间变形的钢筋混凝土板, 地坪板的混凝土施工前应先行其下的回填土施工, 并确保回填质量满足设计要求。一般情况下, 地坪板的板厚不宜小于 150mm, 混凝土强度等级不应低于 C20, 板配筋双层双向直径不小于 10mm、间距不大于 200mm)等结构措施。

(3) 结构设计中可对地下柱及地上一层地面进行相应处理, 并采取必要的结构措施, 建议如下:

1) 应合理确定地上一层的计算层高, 当采用在首层地面嵌固的计算模型时, 计算地上一层层高时可参考《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)的相关规定将柱底取在室外地面下 0.5m 处。

2) 应优先考虑设置地下柱墩, 宜在柱墩顶标高处设置纵横向基础拉梁(图 2)。地下柱墩的截面半径不小于地上柱截面半径的 2 倍, 当为矩形或方形截面柱时, 可按等效半径考虑(表 1)。结构的嵌固部位取在柱墩顶(地上一层柱下端取至柱墩顶标高且不低于室外地面下 0.5m 处), 墩顶拉梁按基础拉梁设计(可不考虑墩顶拉梁承担柱底弯矩, 只考虑其承担框架柱的柱底拉力和拉梁上的填充墙荷载, 基础拉梁的拉力设计值按其两端框架柱轴力设计值较大值的 10%取值), 地下柱墩的纵向钢筋不应小于上柱的实际配筋, 且地下柱墩截面的实际抗震受弯承载力不应小于地上一层柱下端实际的抗震受弯承载力的 1.3 倍, 手算复核时按压弯构件计算, 为简化设计也可按纯受弯构件复核。

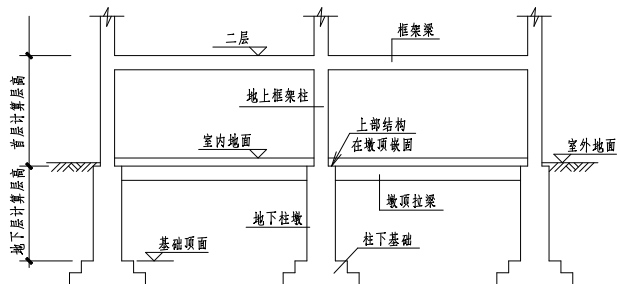


图 2 地下柱墩的设置

设置地下柱墩使其满足对上部结构的嵌固要求, 结构设计概念清晰, 且一般情况时地面下具备设置柱墩的条件, 结构设计的经济性也好(结构的

强柱根在柱墩顶，地下柱墩的抗震等级取三级或四级），结构设计中应优先考虑采用此方案。但应注意：地下柱墩设计时应综合考虑地下管线、管沟的布置。

地下柱墩的截面要求 表 1

地上柱		圆柱 (半径 $r$ )	方柱 (边长 $b$ )	矩形柱 (面积 $A$ )
地下柱墩	圆形截面的半径	$2r$	$1.13b$	$1.13\sqrt{A}$
	方形截面的边长	$3.55r$	$2b$	$2\sqrt{A}$

3) 可考虑在首层地面设置拉梁及钢筋混凝土刚性地坪板 (图 3)，采用包络设计原则，取下列 ①，② 的不利值配筋。

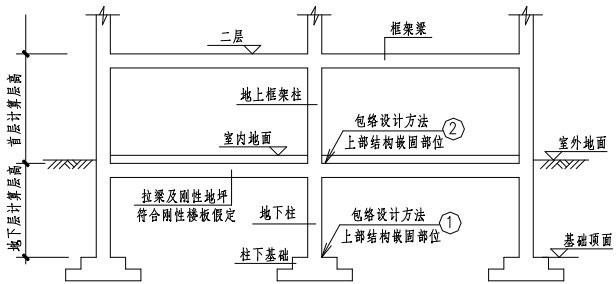


图 3 首层地面设置拉梁及钢筋混凝土刚性地坪板

①地下层按一个结构楼层计算 (即在 SATWE 计算中填地下室层数为 1)，地上一层层高计算时下端取拉梁顶面标高，考虑回填土对地下柱侧向刚度的贡献，取刚度放大系数 3~5，结构的嵌固部位取基础顶面。计算结果主要用于对结构弹性层间位移角的判别及地上一层柱下端、地下柱、地下层拉梁的结构设计。注意：此处的地下层拉梁具有拉梁的基本功能及框架梁的属性，应满足拉梁及框架梁的承载要求并符合框架梁的构造要求。

②取嵌固部位在首层拉梁顶面 (且不高于室外地面下 0.5m 处)，计算结果主要用于上部框架设计及强柱根设计 (注意：在无地下室时，《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010) [1] (简称《抗规》) 第 6.2.3 条规定的强柱根位置在基础顶面。此处应把强柱根上提至基础拉梁顶面，即按有地下室进行计算处理)。地下柱的截面配筋及抗震受弯承载力应满足《抗规》第 6.1.14 条第 3 款第 1) 项的要求 (即地下柱截面每侧钢筋不应小于地上一层柱对应纵向钢筋的 1.1 倍，且地下柱上端和节点左右基础梁梁端实配的抗震受弯承载力之和应大于地上一层柱下端实配的抗震受弯承载力的 1.3 倍)。地下柱的抗震等级同地上一层柱。地上一层地面至基

础顶面均为上部结构的强柱根区域，应采取相应的结构措施。

4) 当在地上一层地面只设置拉梁而没有钢筋混凝土刚性地坪板 (图 4) 时，首层地面不符合刚性楼板的假定，梁柱配筋计算时，应采用弹性楼板假定复核。其他设计要求同上述 3)。

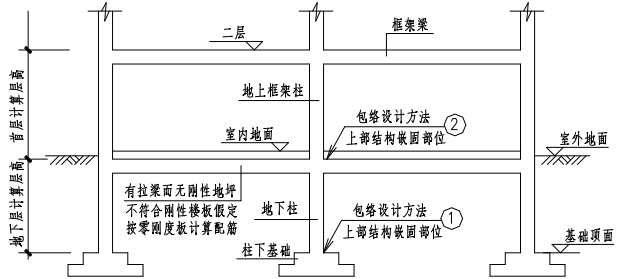


图 4 首层地面设置拉梁而没有钢筋混凝土刚性地坪板

5) 当在地上一层地面只设置钢筋混凝土刚性地坪板而不设置拉梁 (图 5) 时，首层地面符合刚性楼板假定，楼层梁可按虚梁输入，设计要求同上述 3) 此处不再复述。

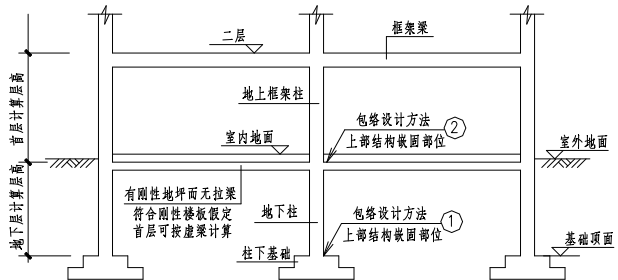


图 5 首层地面设置钢筋混凝土刚性地坪板而无拉梁

2 结论

(1) 在无地下室的框架结构中，当基础埋置深度较大时，根据不同计算模型合理确定地上一层的计算层高，适当考虑地基土对地下层框架柱侧向刚度的贡献，可避免将上部结构直接嵌固在基础顶面时出现的一系列设计计算问题。采用包络设计的方法对地上一层柱下端及地下层柱进行设计可实现规范对框架结构强柱根的基本要求。

(2) 本文提出的基础埋深较大时对地下柱处理方法，还应在实际工程中不断补充完善。实际工程应用时，应提前与施工图审查单位沟通，以利于设计的顺利进行，避免返工。

参考文献

[1] GB50011—2010 建筑抗震设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.