

Discussion on the Position of Fixed End of the Tall Building Structure

Jian Huang¹, Dunqiang Wang²

¹Zibo City Planning and Design Institute, Zibo

²Shandong Jianzhu University, Jinan

Email: huangjianshjg@126.com, dunqiangw@163.com

Received: May 8th, 2013; revised: May 19th, 2013; accepted: May 23rd, 2013

Copyright © 2013 Jian Huang, Dunqiang Wang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: In the practical engineering design, structural engineering staffs did not attach importance to fixed end of high-rise building structure. This will cause material waste, and will also leave hidden troubles to the high-rise building structure. Some of the structural designers have mistakes in the definition of fixed end of the tall building, who regard them as mechanics embedment, but in fact it should be strength-mounted. Specification makes requirements clearly about the roof of the underground layer as embedding end. In this paper, three basement flat area types of high-rise building structure embedded end have been studied. It comes to conclusions 1) there are different embedding positions in different basement flat forms under normal circumstances, and 2) the lateral stiffness ratio of ground floor with the relevant range of underground floor is the key to measure whether the basement roof can be used as a high-rise building structure embedded fixed end.

Keywords: High-Rise Building; Embedded Fixed End; Basement; Lateral Stiffness Ratio

浅谈高层建筑结构嵌固端位置的选择

黄 健¹, 王敦强²

¹淄博市规划设计研究院, 淄博

²山东建筑大学, 济南

Email: huangjianshjg@126.com, dunqiangw@163.com

收稿日期: 2013年5月8日; 修回日期: 2013年5月19日; 录用日期: 2013年5月23日

摘 要: 在实际工程设计中, 多数结构工程设计人员并未重视高层建筑结构嵌固端的选择。这样往往会造成材料浪费, 也会给高层建筑结构留下隐患。对于高层建筑结构嵌固端的定义, 部分结构设计人员也存在误区, 认为是力学嵌固, 其实应为强度嵌固。规范对地下一层顶板作为嵌固端明确了要求。本文对三种地下室平面面积型式不同的高层建筑结构嵌固端做了初步的探讨, 得出了一般情况下, 不同地下室平面型式嵌固端的位置, 并得出了地上一层与相关范围地下一层侧向刚度比是衡量地下一层顶板能否作为高层建筑结构嵌固端的关键。

关键词: 高层建筑; 嵌固端; 地下室; 侧向刚度比

1. 引言

随着我国经济的迅猛发展, 高楼大厦如雨后春笋般地拔地而起。在寸土寸金的当今社会, 地下室已成

为高层建筑必不可少的一部分。高层建筑设有地下室, 一方面是建筑功能的需要, 另一方面则是为了减轻地震带来的灾害, 提高地基承载力和结构本身的抗

倾覆能力，而高层建筑不带地下室的却很少见。因此，本文只讨论带地下室的高层建筑结构嵌固端位置。

高层建筑在结构体系计算之前，多数结构设计人员并不重视嵌固端的选择，感觉这只是一件微不足道的事情。实则不然，在有地下室的高层建筑结构设计，嵌固端位置的选择，不仅仅关系到计算结构内力的准确性与真实性，还能够影响到竖向结构构件的布置和局部经济等问题^[1]。

2. 嵌固端的定义及相关结构措施要求

结构设计中提到的嵌固端为强度嵌固，而非力学嵌固。力学嵌固是完全刚性的嵌固，嵌固点以下刚度无穷大。嵌固点无平动、转动，能够实现完全的约束。而结构设计中的强度嵌固与力学嵌固有着截然不同的定义。强度嵌固是指柱的塑性铰出现在地上一层的下端而不是在梁柱节点两侧的梁上，即“强柱弱梁”^[1]。一般情况，可通过增大梁的抗弯能力，增大地下室柱顶的抗弯能力来满足规范的各项要求。

当地下一层顶板作为高层建筑结构嵌固端时，新版的《建筑抗震设计规范》(以下简称《抗规》)及《高层建筑混凝土结构技术规程》(以下简称《高规》)，都做了较为详细的规定：

1) 地下一层顶板应避免开设大洞口；地下室在地上结构相关范围的顶板应采用现浇梁板结构，相关范围以外的地下室顶板宜采用现浇梁板结构；其楼板厚度不宜小于 180 mm，混凝土强度等级不宜小于 C30，应采用双层双向钢筋，且每层每个方向的配筋率不宜小于 0.25%。

2) 结构地上一层的侧向刚度，不宜大于相关范围

地下一层侧向刚度的 0.5 倍；地下室周边宜有与顶板相连的抗震墙。

3) 地下一层柱截面每侧纵向钢筋不应小于地上一层柱对应纵向钢筋的 1.1 倍，且地下一层柱上端和节点左右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。

4) 地下一层梁刚度较大时，柱截面每侧的纵筋面积应大于地上一层对应柱每层纵向钢筋面积的 1.1 倍；同时梁端顶面和底面的纵向钢筋面积均应比计算增大 10% 以上。

5) 地下一层抗震墙墙肢端部边缘构件纵向钢筋的截面面积，不应少于地上一层对应墙肢端部边缘构件纵向钢筋的截面面积^[2]。

对地下一层顶板作为嵌固端的要求，新规范相对于老规范的要求放宽了一些。由此可见，编写规范的结构专家是偏向于以地下一层顶板作为高层建筑结构嵌固端^[3]。而当基础顶作为高层建筑嵌固端时，规范及规程并未有特殊的强调。只要地下部分的抗震等级、侧向刚度、竖向构件的配筋率大于等于地上部分即可。

3. 地下室平面不同的高层建筑结构嵌固端的选择

建筑工程结构是千变万化的，结构设计人员应该以不变来应万变，要以融会贯通的思路来理解和运用规范。当地下室的平面面积相对于地上一层平面不同时，一般情况下嵌固端应取不同的位置。

当地下室平面面积与地上一层平面面积相同，且竖向结构构件连续，如图 1(a)^[4]。一般情况下，高层

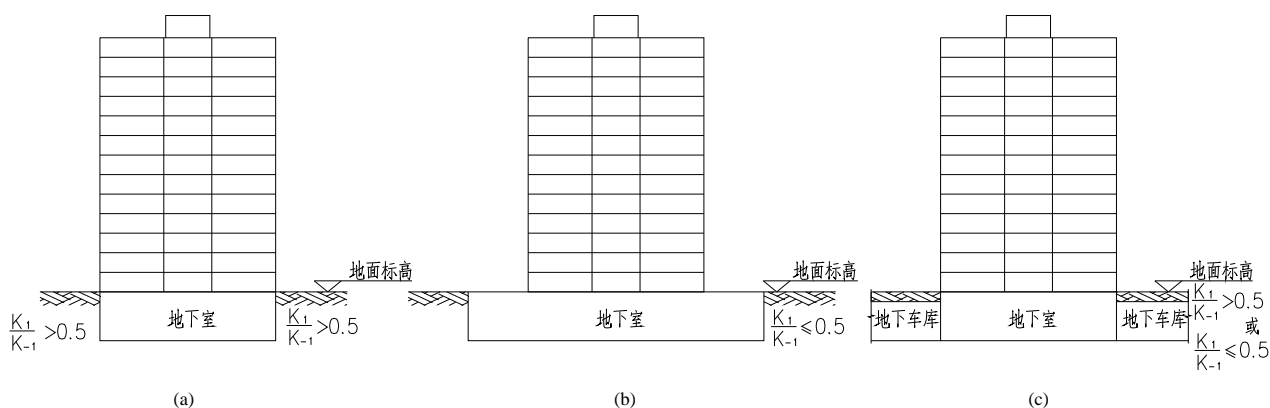


Figure 1. (a) Underground area does not expand; (b) underground area expands (c) underground connected with garage
图 1. 地下室面积不扩大，地下室面积扩大和地下与车库相连的三种情况

建筑的竖向结构构件地上部分与地下部分都是连续贯通的。这样地上一层的侧向刚度比地下一层的侧向刚度大于 0.5。在此种情况下,为了达到地下一层顶板作为嵌固端的要求,而盲目地增加地下一层的抗侧力构件是不经济的。这时就应该以基础顶作为高层建筑结构的嵌固端,会得到更好的经济效果。

当地下室部分为大底盘的高层建筑结构,如图 1(b)^[4]。此类情况一般都能较好的满足规范对地上一层与地下一层侧向刚度比的要求,再通过结构设计人员的构造措施加强。地下一层顶板完全能够达到嵌固端的要求。而没有必要去以基础顶作为高层建筑结构的嵌固端,造成浪费。

现在在一些城市小区内,地上部分为多栋高层住宅楼,地下部分通过一个超大地下室将各住宅楼相连接。这样既满足了建筑功能也节省了大量的土地,如图 1(c)^[4]。这种情况下,地下一层的侧向刚度不仅仅指主楼部分,还应该包括其相关范围。《高规》中相关范围一般指主楼周边外延不少于三跨的裙房结构,而《抗规》中相关范围可从地下结构周边外延不大于 20 m。因此,一般情况可选择与主楼相连接的三跨地下车库框架,作为地下一层的相关范围。当地上一层的侧向刚度不大于相关范围地下一层侧向刚度的 0.5 倍时,应选择地下一层顶板作为嵌固端。而当地上一层侧向刚度远远大于相关范围地下一层刚度的 0.5 倍时,通过增加地下一层竖向抗侧力构件是不合适的。应选择基础顶作为嵌固端。

从以上三种情况中可以看出,《高规》《抗规》对地下一层顶板作为嵌固端的要求,只有地上一层与相关范围地下一层的侧向刚度比是通过计算得到的,而

其他要求都可以通过设计人员增加构造措施来实现。因此,地上一层侧向刚度与相关范围地下一层的侧向刚度比是衡量地下一层顶板能否作为高层建筑结构嵌固端的重要指标。

4. 结束语

本文对设有全地下室高层建筑结构嵌固端位置的选择做了初步的探讨,并列举了全地下室平面面积不同时的三种普遍情况下,各种类型的嵌固端位置,并得出了地上一层与相关范围地下一层侧向刚度比是衡量地下一层顶板能否作为高层建筑结构嵌固端的关键。当高层建筑结构型式、体系及所处的外界条件不同时,可能得出与本文相悖的结论。进一步验证了,结构工程设计人员应以不变来应万变。不管建筑结构怎么变化,只要概念清晰,就能够在结构整体计算之前,较准确的确定嵌固端的位置。

通过本文也想让更多的结构设计人员认识到嵌固端的位置对高层建筑结构设计并非微不足道。以及确定高层建筑结构嵌固端后,需要哪些结构构造措施来保障,这都是一名优秀的结构工程师所要考虑的。

参考文献 (References)

- [1] 朱丙寅. 建筑结构设计问题及分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 11
- [2] GB 50011-2010, 建筑抗震设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [3] JGJ3-2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [4] 张元坤. 高层建筑结构嵌固端的选取及相关技术问题[J]. 广东土木与建筑. 2004, (2): 2.