

文章编号:1673-9468(2008)04-0004-03

## 桩锚支护体系冠梁水平位移试验研究

吴雄志<sup>1</sup>,白金杰<sup>1</sup>,贾志刚<sup>2</sup>,梁凯<sup>1,3</sup>,张晓延<sup>4</sup>

(1.河北工程大学 土木工程学院,河北 邯郸 056038;2.黄淮学院,河南 驻马店 463000;  
3.河北电信公司,石家庄 050000;4.邯郸市成祥房地产开发有限公司,河北 邯郸 056000)

**摘要:**通过对邯郸某深基坑桩锚式支护结构冠梁水平位移的现场监测,结合理论计算,研究分析了深基坑开挖过程中冠梁的变形特征,及冠梁位移影响因素。结果表明,冠梁位移随开挖深度的增加而增大,但位移并不是沿冠梁均匀增大,表现为中间位移大两侧位移小,个别测试点位移出现负值,以及施加预应力锚杆对冠梁位移的积极作用,从而认为在开挖过程中应考虑时空效应的影响。

**关键词:**桩锚支护;冠梁;水平位移

**中图分类号:** U455.7

**文献标识码:** A

## Research on the top beam horizontal deformation of anchor piles retaining structure

WU Xiong-zhi<sup>1</sup>, BAI Jin-jie<sup>1</sup>, JIA Zhi-gang<sup>2</sup>, LIANG Kai<sup>1,3</sup>, ZHANG Xiao-yan<sup>4</sup>

(1. Colledge of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. College of Huanghuai, Zhumadian 463000, China; 3. Hebei Company of Telecommunication, Shijiazhuang 050000, China; 4. Handan Chengxiang Red Estate Ltd., Handan 056000, China)

**Abstract:** Bassed on filed measured date and calculated result about the top beam horizontal deformation of the anchor piles retaining structure in Handan, systematical analyses of their effective aspects of the deformation of top beam, the deformation and the level deformation distribution of top beam alonging with the excavation of the deep pit are studied in this paper. The deformation of the top beam will be increscent alonging with the excavation of the deep. However, the deformation of the top beam is differ on the dif-firent test point. It is concluded that in design the time - space effect should be considered.

**Key words:** anchor piles retaining; top beam; horizontal deformation

设有冠梁的桩锚支护结构是一个由多种介质组成的空间体系,支护结构与周围土体构成了一个有机统一的整体,观测支护桩顶部的位移是判断围护结构安全状态的重要标志。在基坑开挖和使用过程中支护桩的变形是一个复杂的过程,受多重因素的影响<sup>[1]</sup>。一方面由于岩土工程本身的复杂性,例如岩土参数往往不易准确选取,使得基坑支护设计带有很大的经验性;另一方面,设计理论一般是建立在一定的假设条件基础上,如土压力计算模式,文献中规定主动土压力开挖面以上按三角形分布选取,开挖面以下按梯形模式计算等,因而不同工况下支护桩变形的理论计算

与实际有一定的出入<sup>[2]</sup>。本文通过对邯郸某桩锚支护结构的桩顶冠梁位移的检测与理论计算对比分析,探讨了基坑开挖过程中支护桩顶冠梁位移的变化规律。

### 1 试验基坑基本情况及位移观测方法

#### 1.1 试验基坑的基本情况

该工程为地上24层,地下1层的框架剪力墙结构,北侧邻邯山区实验小学教学楼(4层砖混结构,位于基坑外侧5m处),东侧有一邯山区政府2

层楼房,西侧和南侧紧临邯山街和陵园路。实际基坑开挖深度为4.75m。北侧选用钢筋混凝土灌注桩+锚杆支护方案,其余三侧选用土钉支护方案。灌注桩桩径600mm,桩距1.2m,桩长11m,离地面2.5m处设置一道12m锚杆,基坑场地地层物理参数见表1。基坑开挖过程如下:工况1,基坑开挖至3.1m,工况2,在距地面2.5m处加锚杆并且施加预应力,工况3,继续向下开挖至4.75m标高。

表1 土的物理力学性质指标

Tab.1 Index of physical mechanical of soil

层号	土类名称	层厚(m)	重度(kN/m <sup>3</sup> )	粘聚力(kPa)	内摩擦角(°)
1	杂填土	0.80	19.0	8	5.0
2	素填土	2.50	19.0	7.9	12.9
3	粉土	2.30	19.2	15.5	11.7
4	粘性土	2.00	19.2	9	13.4
5	粘性土	3.10	19.4	21.3	12.2
6	粘性土	1.10	19.9	22.7	11.6
7	中砂	2.80	19.5	3	12.2
8	粘性土	4.10	20.5	61.1	11.6

## 1.2 冠梁位移测试

文献[3]本着“重点一般区别对待”的原则在冠梁上布置16个测试点,在浇筑冠梁混凝土前埋设。在开挖的不同阶段应用经纬仪进行观测,测试点布置见图1。

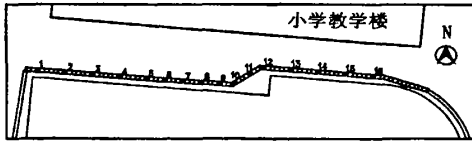


图1 冠梁观测点布置图

Fig.1 Survey point layout diagram of top beam

## 2 冠梁水平位移的理论分析

计算分析时采用建筑基坑支护技术规程<sup>[4]</sup>规定的土压力模式,应用m法计算桩顶冠梁的位移。

### 2.1 冠梁变形形式及机理

在设有冠梁的桩锚支护结构中,冠梁的位移也就是支护桩顶的位移。由于基坑开挖,破坏了结构原有的平衡状态,基坑底部土体向上回弹隆起,同时支护桩向基坑方向移动,导致桩后土体中应力的释放从而取得新的平衡,引起桩后土体的位移。基坑开挖时,支护结构内侧卸去原有土

压力,而基坑外侧受主动土压力,坑底内侧受全部或部分被动土压力,不平衡土压力使桩体产生变形和位移。支护桩的变形和位移又使主动土压力区和被动土压力区的土体发生位移,桩体外侧主动土压力区的土体向坑内移动,使桩后土体水平应力减小,剪力增大,出现塑性区而在开挖面以下的被动区土体向坑内移动,使坑底土体水平向应力加大,导致坑底土体剪应力增大而发生水平向挤压和向上隆起的位移。

桩体变形不仅使支护结构外侧发生地层损失而引起地表沉降,而且使墙外侧塑性区扩大,因而增加了墙外土体向坑内的移动和相应的坑内隆起,桩体的变形是引起周围地层移动的重要原因。过大的桩体位移不仅会使基坑底部发生隆起破坏,而且会导致支护结构外侧小学教学楼产生不均匀沉降从而产生裂缝。所以,在基坑开挖过程中,对支护桩的位移和变形进行观测,控制冠梁的位移在允许范围内是非常必要的。

### 2.2 冠梁水平位移计算分析

计算分析时,按实际情况假定采用一道锚杆的桩锚联合支护形式,m值取为7000kN/m<sup>4</sup>开挖分两步进行,每步超挖0.5m,第一步开挖后施加预应力锚杆。因此,模拟开挖时,第一步计算为悬臂梁,第二步开挖后施作一道锚杆。分布开挖时桩顶变形计算结果见表2

表2 不同工况计算结果

Tab.2 Result in different working condition

工况	开挖深(m)	冠梁位移(mm)	桩身最大位移(mm)
1	3.1	5.72	5.72
2	3.1	3.71	3.71
3	4.75	6.43	6.95

由计算结果可以得出:桩顶的位移随着基坑的开挖而增加,但增量很小,基坑底部的桩身位移增加比较明显,施加预应力锚杆有效地减少了支护桩位移。因此,在桩锚设计中合理加入预应力锚杆可以有效的减少桩身位移。

## 3 冠梁位移实测结果分析

冠梁水平位移是最能直接反映工程安全状态的指标之一<sup>[5]</sup>,图2为不同测试时间的冠梁位移分布曲线,图3为各主要测点水平位移随时间变

化曲线。

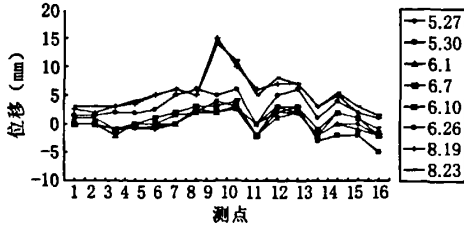


图2 冠梁位移分布曲线

Fig.2 The curves of level deformation distribution of top beam

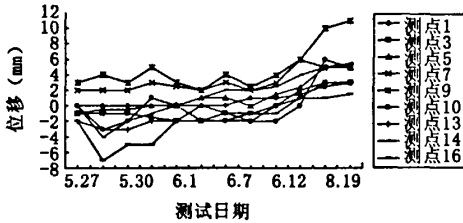


图3 冠梁位移随时间变化曲线

Fig.3 The curve of level deformation of top beam with changing time

由图 2,3 可以看出:

1) 在桩锚支护深基坑开挖过程中,冠梁的位移随开挖深度的增加而增大,但位移并不是沿冠梁均匀增大,表现为中间位移大两侧位移小,个别测试点位移出现负值。在冠梁两侧及冠梁拐角处容易出现位移负值,主要是由于冠梁变形不协调引起的,而且在冠梁拐角处位移明显小于其两侧位移,如测点 10 和测点 13。

2) 在基坑开挖和基础工程施工过程中冠梁整体位移比较小,表现为中间位移接近 6.3mm 的理论计算值,冠梁两侧位移小于计算值。

3) 在开挖初期冠梁中间及两侧的位移变化速率比较大,当基坑开挖至 3.1m 时位移增大速率趋于稳定。在锚杆施工过程中位移速率又显著增大。在 6 月 7 日施加锚杆预应力后各测点位移均

有减小,锚杆预应力的施加对冠梁中间位移的影响大于两侧。

4) 在 8 月 19 日和 8 月 23 日两次测量中测得 8 点、9 点位移显著增大,几乎接近报警值,其他测点位移速率也显著增大,分析其原因主要是这段时间连降暴雨,雨水充分进入支护桩后的土体中,同时基坑内也有积水,导致 8 号 9 号测点附近的桩间土脱落,对此结合实际施工情况及时做出了补救措施,从而防止了支护桩的进一步变形,在 5 月 24 日进行了基坑回填。

## 4 结论

1) 在开挖过程中,桩顶冠梁位移随开挖深度的增大而增加,表现为中间位移大两侧位移小;

2) 施加锚杆预应力后冠梁位移均有减小,锚杆预应力的施加对冠梁中间位移的影响大于两侧;

3) 冠梁位移与桩侧土体含水量及桩间土稳定性有很大关系;

4) 冠梁中间位移接近理论计算值,两侧位移小于计算值。现场试验数据及时反映了施工过程中冠梁的位移情况,达到了开挖工况跟踪和变形控制的目的,有效防止了事故发生。

## 参考文献:

- [1] 刘建航,侯学渊.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [2] 时伟,刘继明,章伟.深基坑桩锚支护体系水平位移试验研究[J].岩石力学与工程学报,2003,22(增1):355-358.
- [3] 李永盛,夏才初.地下建筑测试理论及检测技术[M].上海:同济大学出版社,1993.
- [4] JGJ120-99.建筑基坑支护技术规程[S].
- [5] 李宝平,张玉,李军.桩锚支护结构的变形特征研究[J].地下空间与工程学报,2007,20(3):399-402.
- [6] 吴雄志,王志军,葛云海.水泥石桩单桩承载力影响因素的探讨[J].河北建筑科技学院学报,2004,21(1):39-41.

(责任编辑 闫纯有)