维普资讯 http://www.cqvip.com

复合支护结构在深基坑边坡加固中的应用

王天运[1]　李凤霞[2]　申祖武[3]

(1.总参工程兵科研三所,471023;2.洛阳工业高等专科学校,471003;3.武汉理工大学,430070)

关键词:基坑支护;软土;喷锚网

中图分类号:TU476.4　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1000-4726(2005)12-0916-02

COMPOSITE SUPPORT STRUCTURE EMPLOYED IN SLOPE REINFORCEMENT OF DEEP FOUNDATION PIT

WANG Tianyun　LI Fengxia　SHEN Zuwu

Key words: foundation pit support; soft soil; sprayed anchor net

粉喷桩—喷锚网复合支护是目前常用的支护结构,它具有技术低、工期短、安全可靠等特点,主要适用于地基沉积厚度大,含水量高,空隙比大于1.0,抗剪强度低,压缩性高,渗透性差的场地。

本文结合一工程实例的深基坑开挖支护过程中的变形监测结果,分析周围建筑物沉降、边坡侧向变形的危害,并针对基坑的异常变形和沉降情况提出处理措施。

1　工程及地质概况

某综合楼距周围建筑基坑边线最远距离为6 m,最短距离仅3 m,该楼场地地层结构自上而下为杂填土、粘性土、粉土、砂土、砾岩等。场地内地下水有上层滞水和承压水两种类型。上层滞水赋存在表层填土层中,由于补给有限,其富水性不良,易于排水;承压水主要赋存于砂性土及砾卵石层中。

2　基坑支护方案

针对粉质粘土夹粉土层和地下水位较高的地质特点,基坑支护采用粉喷桩—喷锚网联合支护[1],如图1、2所示。

设计粉喷桩超前支挡的目的是为防止土方开挖后和喷锚网支护前粉土遇水流失。自-2.000~-10.000 m,共布置2排粉喷桩,桩径500 mm,桩间距400 mm,排距350 mm,施工桩长9 m,喷灰桩长7 m;每延长米喷灰量50 kg,采用32.5普通硅酸盐水泥,水泥掺入比为15%,提升速度为0.97 m/min。

喷锚网支护设计的要点是喷锚网支护要快,不超过24 h;养护时间要长,一般需要4~5 d。采用的工序包括打入超前锚杆,短开挖快修坡,及时初喷、打入水平锚杆,挂网终喷。

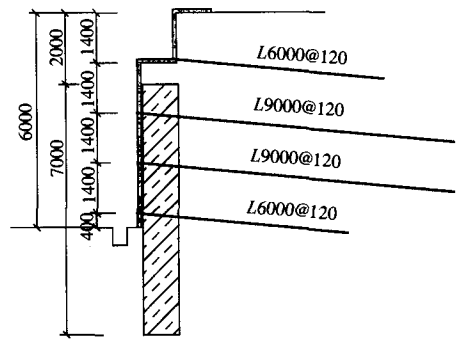


图1　6 m深基坑支护剖面图

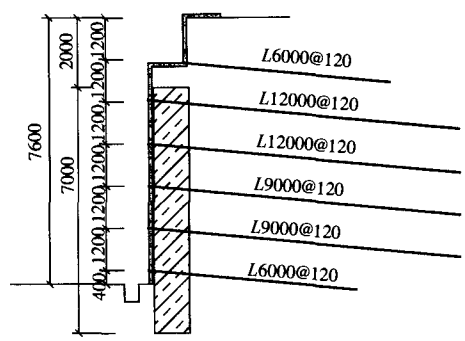


图2　7 m以上深基坑支护剖面图

3　变形监测结果及分析

根据基坑东、西、北侧距基坑边缘不同距离测点在开挖支护过程中的沉降变形图可看出:在同一方向上,距基坑开挖线越近,基坑的沉降变形越大。在基坑支护过程中,开挖为分层式,支护也为分层式,距基坑边缘较近的测点,沉降变形随开挖层数的增加而累加。基坑东、西、北侧各测点的沉降变形曲线变化情况验证了这一规律。

总体上基坑东侧的沉降变形、土体的侧向变形的最大值大于西侧。基坑东侧的开挖深度为7.0 m,西侧为5.6 m,因此开挖深度越深,同一测点的沉降变形和

王天运,1966年2月生,河南温县人,总参工程兵科研三所,副研究员,博士,471023,河南洛阳

收稿日期:2005-06-27

维普资讯 http://www.cqvip.com

边坡土体的侧向变形越大。对于的地质情况，因支护结构为喷锚网支挡"柔性"结构，只有微小的变形施加于锚杆，锚杆与整个网状面层才能发挥整个支护结构的作用。

4 施工注意事项

4.1 动态设计，对变形进行预估

设计时必须根据实测得到的数据信息，修改计算模式中的物理参数，使计算结果与实测数据一致。根据每次变形预估值，修改基坑支护设计参数，并采取相应的施工措施，以保证位移量在其规定的范围内。

4.2 增加土钉式锚杆的密度和长度

土钉式锚杆是全长注浆，可沿全长对土体提供连续支护抗力。在确定锚杆密度时，应注意两个问题：一是不能产生群锚效应；二是深基坑支护不能按土钉墙进行设计施工。

4.3 妥善安排基坑开挖施工顺序和控制支护施工进度

应根据坑周各测点的变形情况，制定分层分区分块的部位、尺寸和开挖时间。对于变形较大的部位，应最后分成小区段分别开挖支护。尽量减少已开挖部位的无支护暴露时间，控制施工进度。

4.4 基坑边坡土体中地表水和积水的排放

为增加锚杆的锚固力，减轻边坡护壁结构的侧压，应采用导管排水，注意排水导管的水流不要冲刷喷锚网结构的面层。

4.5 水泥的质量对粉喷桩桩体强度的影响

水泥应有出厂合格证书，且经检验合格者，方可使用。施工过程中须使用过滤网，以及时清除杂物，避免管道堵塞。

4.6 工程地质条件对桩体的影响

在粉喷桩施工时，对地下水位高、补给条件好的地层要适当提高水泥等级，增加喷灰量；对土层较致密、含水量较低、透水性差的地区或因地下水位过低，桩距过密地区，应在施工过程中适当加水，使固化更完善。

参考文献

1 苏绍曾.万富大厦深基坑土钉支护变形控制. 岩土锚固新技术.北京：人民交通出版社.427~430

2 王天运，等.软土地区边坡变形分析及支护措施探讨.Symposium on slope hazards and their prevention.120~125

（上接902页）

岩较深，采取爆破方式掘进（部分地段爆破深度大于8.0 m），基岩渗水量大，混凝土浇筑困难。设计要求坑底以下不同地层桩入坑底深度不同，开挖时桩入坑底深度统一按3.0 m控制。在土层中（特别是卵石层中），主要采取插短钢筋、堵草袋、缩短支模高度、加大排水力度等对策，采取这些措施虽增加了施工成本，但基本保证了施工质量。对东、西侧两根桩的离析现象采用桩内钻孔高压注浆加固处理。

（3） 第一排预应力锚索施工时，因主要锚固地层为卵石层，锚杆钻机成孔困难，常发生埋钻、卡钻等现象，施工进度慢、效果差，改用地质钻机成孔、高压清水洗孔注浆，确保了进度和质量。基坑施工结束后抽26根预应力锚索做抗拔力检测，锚固力均满足设计要求。

（4） 坑底地层除西北部为断层破碎带外，其余区域均为中~微风化凝灰质砂岩，因岩体较破碎未采用爆破法，而直接采用凿岩机开挖。坑壁岩体裂隙中随处有地下水渗出，经研究未采取堵塞措施，而是顺势导流，减小了坑壁水、土压力对支护结构的不利影响，保证了基坑安全。

4 基坑支护的监测

本工程基坑支护工程的安全等级为一级，基坑支护施工过程中观测坑周道路沉降、桩顶水平位移、桩后土体侧斜、桩身钢筋应力、预应力锚索支锚力等，以做到信息化设计及施工。沉降、位移的监测点布设见图1所示，监测结果显示，基坑支护结构顶的水平位移为15~39 mm，平均值29.5 mm，仅为基坑深度h的1.6‰，比规范[1]中要求的控制值2.5‰h小得多；基坑开挖对周边道路的沉降影响很小，仅2.1~2.9 mm，表明基坑支护是成功的。

基坑施工过程中，对东、南、北三侧第一、第二道预应力锚索各选1根进行了支锚力观测，观测结果表明，基坑东、南两侧的预应力锚索实测支锚力均大于锁定值且小于设计值，表明锚索在支护结构体系中工作正常，但比预估的锚固力稍小；而北侧两根锚索的支锚力小于锁定值，表明锚索发生了松弛，应重新张拉锁定。

桩身钢筋应力实测值较小，基坑开挖到底后底部最大应力为18~29 N/mm^2，与钢筋（II级钢筋）的强度标准值335 N/mm^{2}相差甚远，表明桩身钢筋配筋率偏大。

参考文献

1 SJG05—1996 深圳地区深基坑支护技术规范