

滨海地区深基坑支护出现的问题及对策

谭孟云, 刘兆茂, 张永强

(青岛地矿岩土工程有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要:在滨海地区,由于位置的特殊性和场地回填材料的复杂,基坑支护工程也有其特殊性,往往具有在一般地区难以遇到的实际困难。结合工程实例,介绍了在滨海地区典型的基坑支护工程中极易出现的问题,并介绍了设计和施工过程中的处理措施。

关键词:高压旋喷桩;止水帷幕(防渗);引孔;地面裂缝;土钉;锚杆

中图分类号:TU473 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)09-0050-04

Encountered Problems in Deep Foundation Pit Support in Coastal Area and the Countermeasures/TAN Meng-yun, LIU Zhao-mao, ZHANG Yong-qiang (Qingdao Geologic and Mineral Geotechnical Engineering Co., Ltd., Qingdao Shandong 266071, China)

Abstract: Because of the special position and the complex backfilling material in coastal area, the foundation pit support engineering has its particularity. The paper enumerated the problems easy encountered in typical foundation pit support engineering in coastal area, and introduced the treatment measures in the design and construction process.

Key words: high-pressure jet grouting pile; waterproof curtain; guiding hole; ground fissure; soil nail; bolt

1 工程概况

建筑场区位于青岛市某港湾旁。场区范围内拟建设1、2、3、4、5、6号高层建筑,层数为20~32层,2层的商业用房等。整体设一层地下车库,地下车库室内地坪标高为2.800 m,地基持力层选择风化基岩,由于基岩面起伏较大,基坑开挖底标高不尽相同,基坑深度2.2~10.5 m不等,基坑周长约820 m。

2 工程地质条件

2.1 地形、地貌

地形:场区地形相对平坦,孔口地面标高5.400~6.000 m。

地貌:场区地貌类型单一,均为第四系全新统以形成的海岸阶地,表层人为回填平整改造。

2.2 工程地质特征

场区第四系主要由全新统人工填土层(Q_4^{ml})、上更新统粉质粘土层(Q_3^{al+pl})组成,场区基岩主要由燕山晚期花岗岩组成。各岩土层分布特征及其物理力学性质按自上而下、由新到老顺序分述如下。

(1) 新近人工填土层(Q_4^{ml})

①杂填土:层厚3.60~11.50 m,层底标高-5.770~-1.750 m,杂色,稍湿,松散,以建筑垃圾为

主,混有粗砾砂、粘性土及风化碎屑,混有少量生活垃圾,层间混有多量大块碎石,直径超过20 cm,层底见有有机质混杂物,黑灰色,有异味,场区部分地段由于建筑施工含较多建筑垃圾,粘聚力 $c=5$ kPa,内摩擦角 $\varphi=15^\circ$ 。

(2) 第四系上更新统洪冲积层(Q_3^{al+pl})

②粉质粘土:层厚1.00~8.80 m,层底标高-11.370~-3.190 m,黄色,可塑~硬塑,湿,以粘性土为主,手捻有砂感,含有铁锰氧化物,水孔发育,局部含有少量中粗砂颗粒,具中等压缩性,干强度较高,无摇晃反应,地基承载力特征值 $f_{ak}=200$ kPa,粘聚力标准值 $c=25$ kPa,内摩擦角标准值 $\varphi=20^\circ$ 。

(3) 强风化花岗岩

广泛分布,为本场区的稳定基底,黄褐色、肉红色,结构构造大部分破坏,主要矿物成分长石、石英,地基承载力特征值 $f_{ak}=800$ kPa,等效内摩擦角 $\varphi=45^\circ$ 。

2.3 水文地质特征

地下水类型主要为第四系孔隙潜水和基岩裂隙水,其中潜水主要赋存于填土层中,由于受到潮汐作用,填土中细颗粒被海水的涨潮、退潮几乎全部带走,渗透性极强,与周边海水联系极为密切。施工期间,地下水位标高在-1.500~1.500 m左右变化。

收稿日期:2010-03-18; 修回日期:2010-06-21

作者简介:谭孟云(1977-),男(汉族),山东菏泽人,青岛地矿岩土工程有限公司工程技术部副主任、国家注册土木工程师(岩土),岩土工程专业,从事岩土工程的勘察、设计、咨询、施工、监测与检测等工作,山东省青岛市徐州路79号,qingky@126.com。

基岩裂隙水在场区主要以层状、带状赋存于基岩强风化带、岩脉旁侧裂隙密集发育带中,由于裂隙发育不均匀,其富水性亦不均匀。强风化带中长石多风化粘土矿物,透水性较差,富水性贫;节理发育带,裂隙张开性较好,导水性较强,富水性中等。

3 环境条件

拟建场地西侧、北侧毗邻大海,基坑 2 号楼和 350 kV 变电站北侧紧贴红线,无放坡空间, A1 号楼东南侧距离红线较近,其它地段放坡空间充足,场区北侧距离海关大楼约 22 m,与海安路相邻,东侧为邱县路。地下无管线埋设。具体参见图 1。

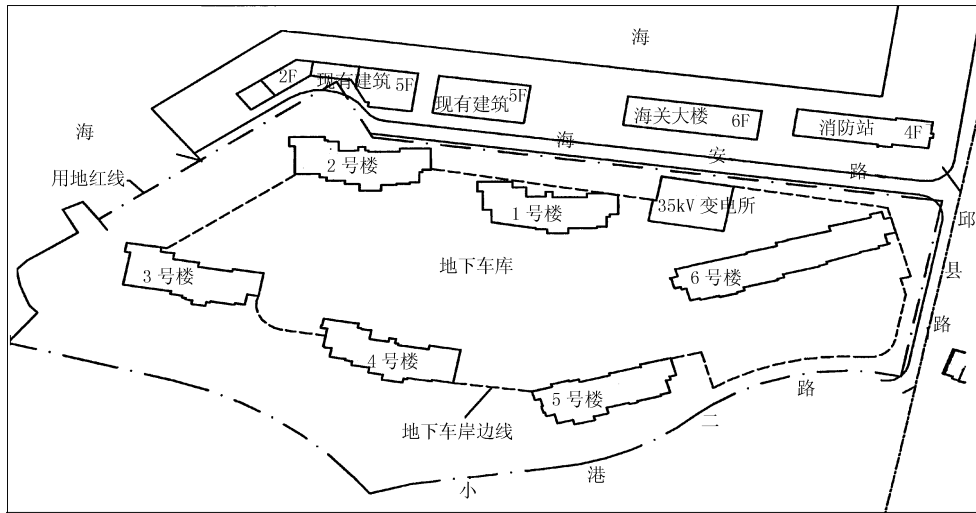


图 1 基坑周边环境图

4 基坑支护方案

根据基坑周边环境情况,本工程设计整平地面标高 3.50、5.50、4.00 m,基底标高 -6.000 ~ -1.300 m 不等,基坑开挖深度 2.20 ~ 10.50 m。根据基坑开挖深度、放坡空间大小、地层情况等将本基坑划分为 13 个单元。围护结构大部分采用放坡 + 土钉墙支护体系,部分支护单元采用桩锚支护体系(3 单元)和双排桩支护体系(13 单元)。基坑围护结构的安全等级为二级,设计使用期限 12 个月。

4.1 放坡结合土钉墙方案

坡面设置长度不等的土钉(1 \varnothing 25 钢筋),横向间距 1.5 m,纵向间距 1.5 m,放坡坡率采用 1: 1 ~ 1: 0.5 不等。坡面均挂 \varnothing 6@200 \times 200 的钢筋网,喷射厚度 80 mm 的 C20 细石混凝土护面;桩锚支护方案:3 单元开挖 6.4 m,无放坡空间,采用桩锚支护方案,桩径 800 mm,桩间距 1.2 m,设计采用一道锚杆。13 单元开挖 9.5 m,无放坡空间,考虑海水的作用,设计采用双排桩加一道锚杆的支护方案。

4.2 地下水控制方案

采用止水帷幕 + 坑内明排降水方案。

由于拟建场地西侧、北侧毗邻大海,距离最近处不到 6 m,而且第 ①层填土材料主要为建筑垃圾夹杂大的块石,渗透性极强,地下水处于无限补给状态,采用降水作为地下水控制方案显然是不可能的,必须采用止水帷幕作为地下水控制方案,并在基坑内部设置一定数量的降水井,在基坑开挖前进行预降水。根据回填土层的性质设计采用单排高压旋喷桩作为止水帷幕,设计直径 1200 mm,间距 1000 mm (见图 2),旋喷桩每米水泥用量不小于 550 kg,桩端入风化岩或者粉质粘土不小于 1.0 m,采用三重管法施工工艺。

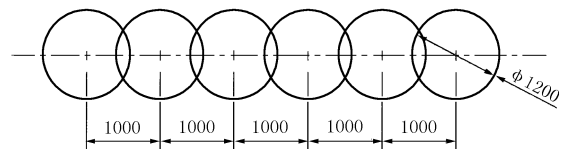


图 2 旋喷桩布置示意图

根据现场施工反馈情况,发现在距离大海较近的基坑西侧、北侧部分地段发现漏浆严重,不返浆,其它地段施工情况良好。经过与建设、监理、施工单位协商,决定在漏浆严重地段施工时降低提升速度和喷射压力并适当加入速凝剂(水玻璃)。在局部采用上述措施仍无法解决问题的,决定在施工完第一排旋喷桩并达到初凝之后在基坑内侧补做一排

5 本工程需重点考虑的问题及其应对措施

5.1 地下水控制问题

旋喷桩。实践证明帷幕效果良好,基坑开挖之后检查,几无渗漏点。

5.2 旋喷桩引孔困难

高压旋喷桩施工工序为:钻孔→下喷射管→喷射注浆→拔管→移至下一桩位施工。由于填土成分复杂,多为建筑垃圾,夹有较多块石,旋喷桩成孔后极易塌孔,根据地层特点,施工过程中选用了中风压潜孔钻机偏心潜孔锤套管跟进工艺施工,成孔直径100 mm,拔出套管前及时下入 $\varnothing 75$ mm 左右软 PVC 管,拔出套管后 PVC 管留在原位,并确保 PVC 管下入深度超过填土层,起到护壁作用,然后下入喷射管,由于所用 PVC 管壁薄且易脆,喷射注浆过程中喷射压力可轻易地将其射穿而不影响注浆效果。

5.3 地面裂缝

2号楼处(3单元)基坑开挖6.4 m,由于无放坡空间,采用桩锚支护模式(见图3)。根据地层条件复杂,杂填土中含有较多建筑垃圾和大的块石,支护桩施工工艺决定采用冲击成孔。在支护桩施工过程中(基坑仍未开挖)发现,在支护桩外侧距离约5 m处出现裂缝,宽度达到15 mm,局部围墙发生错断达到20 mm。此时支护桩施工已经基本完成,经过有关专家的会诊,查明原因乃因为该地区填土地层由于长时间在海水潮汐作用的影响下,其中的细颗粒被逐渐带走,从而形成大空隙通道,甚至形成空洞,加之桩基施工的震动影响,故而造成地面局部出现裂缝。但是由于支护桩已经基本施工完成,而且该支护单元采用单排锚杆并且锚固段设计均位于岩石(中风化岩)地层,所以,现阶段出现的地表裂缝并不会对支护结构的安全性产生影响,故仅对地面裂缝用水泥浆封堵,并没有采取其它措施。通过监测资料,地面裂缝和沉降并没有大的发展。但是,专家仍建议对基坑外侧填土进行详细勘察,并做注浆等后续处理措施。

5.4 海水倒灌

拟建场地毗邻大海,而且填土层厚度较大,成分复杂,在桩锚支护单元锚杆施工过程中会穿透止水帷幕进入填土层,由于填土极大的渗透性和海水的无限补给,势必会造成海水源源不断地涌入基坑。由于渗透力的作用,填土中少有的细颗粒也会被带走,锚杆孔会越冲越大,造成止水措施失败,支护模式失效,形成很大的支护基坑支护事故。鉴于此,对3支护单元设置一排锚杆,将锚杆标高设置在1.000 m标高的位置(见图3);对13支护单元采用双排桩支护模式,桩径600 mm,桩间距1.0 m,排距1.8 m,

嵌固深度4.0 m,并在1.500 m标高的位置设置一排锚杆(见图4),这样将锚杆均设置在海平面之上,可以从根本上避免海水倒灌事故的发生。

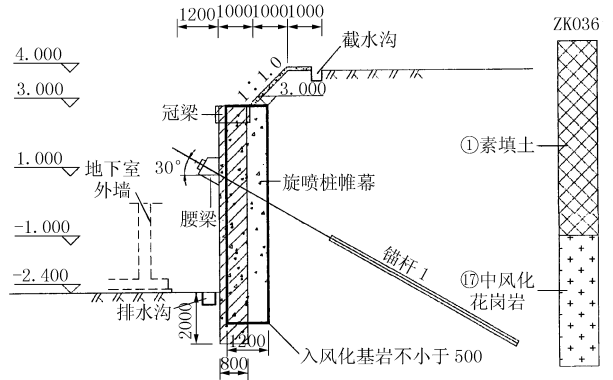


图3 3单元支护剖面图

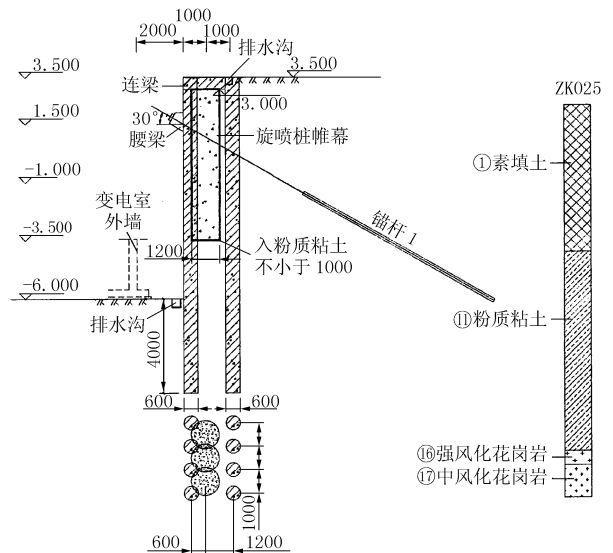


图4 13单元支护剖面图

5.5 土钉、锚杆成孔困难

由于填土地层的复杂性,在正常的土钉、锚杆成孔工艺很难奏效的情况下,将常规土钉设计为击入式注浆花管土钉。花管直径48 mm,壁厚3 mm,间隔500 mm。在花管周围开设 $\varnothing 10$ mm 对开孔,并用倒刺保护不被堵塞,冲击打入。一次常压注浆(0.5 MPa),每米水泥用量不小于50 kg,详见图5。

由于锚杆孔深度较大(约18 m),需要穿过7.5 m左右的填土层,该填土层几乎与海水贯通,使用常规回转钻进无法进行,为此决定采用中风压潜孔钻机偏心潜孔锤套管跟进工艺施工,其结果也不理想。主要表现为钻进过程中发现偏心潜孔锤遇到块石后漂移,使钻杆与套管轴线中心偏离,到一定深度就会把钻杆卡死、套管接头卡断或无法加杆。为此,我们

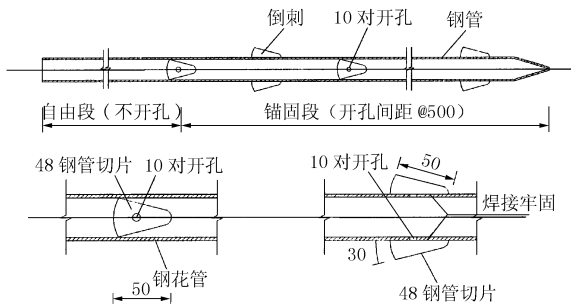


图5 击入式注浆花管土钉示意图

采用自钻式中空注浆锚杆进行钻孔试验,试验情况如下:(1)第一孔采用三角形钻头直接钻孔,钻头直径127 mm,钻之5.7 m遇到大块石,无法钻进;(2)第二孔采用三角形钻头直接钻孔,钻头直径127 mm,在7.5 m的回填土段钻进过程中,平均每延米的造孔时间为2 min,其中还穿过两处不是很坚硬的块石;(3)仍在第一孔采用圆形硬质合金钻头直接钻孔,钻头直径110 mm,在7.5 m回填土段钻进过程中,平均每延米的造孔时间为5 min,最终穿过坚硬的块石。通过试验,采用三角形钻头虽然效率稍

高,但是并不能穿透硬度较大的块石和岩石地层,故最终采用了圆形硬质合金钻头。另外,采用自钻式锚杆须注意的一点是必须保证锚杆的极限拉力满足设计要求。

6 结语

滨海地区的基坑支护工程有其复杂性,通过对所出现问题的认真分析,对工程地质情况的切实把握,并通过采取比较切实可行的包括设计、施工方面的措施,最终圆满完成该项目基坑支护工作。总结了宝贵的经验,值得同类工程借鉴应用。

参考文献:

- [1] 刘国彬,王卫东,等. 基坑工程手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [2] 程良奎,范景伦,韩军,等. 岩土锚固[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [3] JGJ 120-99, 基坑支护技术规范[S].
- [4] DL/T 5200-2004, 水电水利工程高压喷射灌浆技术规程[S].
- [5] CECS 22: 2005, 岩土锚杆(索)技术规程[S].

我国地质调查科技与国际合作成果丰硕

中国地质调查局网站消息 为深入总结和交换地质调查科技研究与国际合作的重要进展及成果,2010年8月31日中国地质调查局在京组织召开国土资源大调查地质科技与国际合作成果汇报交流会。国土资源部副部长、中国地质调查局局长汪民,中国地质调查局副局长钟自然、王学龙、李金发出席会议。国土资源部地质勘查司司长彭齐鸣,规划司副司长鞠建华,科技与国际合作司副司长孙宝亮应邀出席会议。国土资源部有关司局的领导,地调局机关各部室的主要负责人以及在京局属单位主要负责同志参加了会议。

1999年实施国土资源大调查以来,中国地质调查局在地质大调查专项中部署地质科技项目共526项,投入经费11.59亿元。在国土资源部的领导和局党组的精心组织下,经过广大地质科技工作者的艰苦努力,取得了丰硕的成果。截止到2009年底,中国地调局系统共获得国家科学技术进步一等奖2项、二等奖15项,国土资源科学技术一等奖31项、二等奖162项,公开出版专著200余部,发表学术论文10000余篇,获得专利近100项。取得了很好的社会效益。

一是显著提升了我国地学研究水平和能力,一些领域进入世界前沿。古生物学研究取得一系列原创性成果,在《Nature》和《Science》等世界顶级刊物上发表论文十几篇;获得8条全球界线层型剖面和金钉子,推动了我国地层学的深入研究和与国际的接轨;岩溶与碳循环研究成果引起了国际科学界的高度关注,推动国际岩溶中心落户中国;陆域永久冻土区天然气水合物研究取得突破,成为继加拿大、美国之后在陆域钻获天然气水合物样品的第三个国家;地球化学勘查技术世界领先,在多个发展中国家推广;南极普里兹带1:50万地质图的编制及相关专题研究,使极地地质研究进入国际前沿。

二是解决了一批重大基础地质问题,为地质调查起到了重要引领作用。区域成矿体系与成矿系列研究,创新了中国区域成矿理论,为矿产勘查评价提供了重要指导;中国岩石圈三维结构及青藏高原

大陆动力学等系列研究,深化了对中国大陆构造演化的认识,为资源与环境调查评价提供了重要理论基础;小比例尺区域性、全国性、洲际性和全球性系列地质编图和相关数据库的建立,深化了区域地质调查与专题研究成果,为地质调查工作部署和国土资源规划提供了重要基础;全球矿产资源信息系统、境外矿产地质调查和国际合作对比研究为国家战略决策和支持企业“走出去”提供了重要支撑。

三是引进、研发了一批新技术、新方法,为地质调查提供了强有力的技术支撑。高光谱矿物填图技术和遥感蚀变信息提取技术等已在矿产勘查中得到了广泛应用,大大提高了找矿效率;阵列电磁方法技术系统和Y12航空物探综合站、多功能电法勘探工作站和一系列物探数据处理软件系统,为矿产勘查和寻找深部隐伏矿产提供了重要的技术支撑;2000米全液压力钻头岩心钻机和一批深孔取心钻探方法技术,为深部找矿提供了重要的技术保障;有机测试分析系列新技术和土壤样品中12种元素顺序提取相态分析方法,在多目标地球化学调查和地下水有机污染物调查中得到广泛应用;磁筛和磁团聚重选磁铁矿选矿新工艺已得到广泛应用;“宁乡式”鲕状赤铁矿高效选矿新技术的突破,将使37亿t的呆矿资源得到盘活。

四是国际合作交流日益广泛,国际话语权明显增强。中国地质调查局已与36个国家的地调机构签订了地学合作谅解备忘录,与50多个国家建立了合作往来,为国际合作搭建了重要平台;举办发展中国家地矿管理官员和技术培训班14期,69个国家310人参加了培训;举办重要国际会议和研讨会30多次;一批地质技术专家在国际地科联、国际滑坡协会、CCOP、IGCP、世界地质图编图委员会、世界地质公园执行局、国际矿床协会等国际组织中担任要职,增强了国际话语权;由我国牵头组织的国际亚洲地质图、亚洲中部及邻区地质图、亚洲水文地质图等系列国际合作编图和专题研究,大大提高了我国在国际地学领域的地位。