

滨海大陆架特殊性岩土工程勘察钻探实践

李先经

(青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266100)

摘要:结合青岛万达游艇产业 D 区在滨海大陆架区域经人工抛石筑坝围堰,吹填淤泥、淤泥质土、砂土后经真空预压地基处理,再进行岩土工程勘察的实例,介绍了勘察钻探施工工艺和采取的相应技术措施。采用回转钻进、泥浆护壁钻进工艺,遇碎石、抛石地层先使用潜孔锤工程钻机和空压机采用跟管跟进、空气压缩锤冲击钻进的方式进行引孔。

关键词:滨海大陆架区域;吹填土;真空预压地基处理;抛石;岩土工程勘察;跟管钻进

中图分类号:TU413 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2018)04-0065-04

Drilling Practice of Special Geotechnical Engineering Exploration in the Coastal Continental Shelf/LI Xian-jing
(Qingdao Geological Engineering Survey Institute, Qingdao Shandong 266100, China)

Abstract: This paper presents a special case in Qingdao, the geotechnical engineering exploration is carried out after damming cofferdam by artificial riprap in continental shelf region, hydraulic filling silt, silty soil and sandy soil and foundation treatment by vacuum preloading. The drilling construction technologies and corresponding technological measures are introduced. Rotary drilling and drilling by mud protection are adopted; in gravel and riprap formations, drilling with casing and air compression hammer percussive drilling technologies are used for the guide hole with DTH hammer engineering drill and air compressor.

Key words: coastal continental shelf region; dredger fill soil; vacuum preloading foundation treatment; riprap; geotechnical engineering exploration; drilling with casing

1 工程概况

受青岛万达游艇产业投资有限公司的委托,我院(岩土公司)承担了青岛万达游艇产业园 D 区的岩土工程详勘工作。拟建场地原属滨海大陆架区域,后期经过人工抛石筑坝围堰,前湾港码头航道疏浚港池吹填淤泥、淤泥质土、砂土等而成现状,后经吹填时间约为 10 年,后来现场统一整平成现状情况。

本拟建场区真空预压地基处理由中交天津港湾工程设计院有限公司设计,具体设计如下。

1.1 垫层系统

由一层 150 g/m^2 的编织布形成下部垫层系统,之后进行上部中粗砂垫层的施工。

1.2 排水系统

1.2.1 水平排水通道

土工布上面铺设 0.4 m 厚中粗砂垫层。要求中粗砂垫层含泥量 $< 5\%$,干密度 $> 15 \text{ kN/m}^3$,渗透系数 $> 1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 。

1.2.2 垂直排水通道

采用 B 型塑料排水板作为垂直排水通道,排水板呈正方形布置,间距为 900 mm ,塑料排水板打设底标高平均约为 -20.0 m (至淤泥质粉质粘土层底)。

1.3 抽气系统

采用 $\text{O}63 \text{ mm}$ 软式滤管+一层 150 g/m^2 的编织布+两层密封膜+射流泵组成抽气系统,真空射流泵要求能形成不小于 0.096 MPa 的真空压力。

1.4 预压稳定、卸荷标准

- (1)固结度 $\geq 85\%$;
- (2)连续 $5 \sim 10 \text{ d}$ 的实测,平均沉降速率 $\geq 2 \text{ mm/d}$;
- (3)十字板剪切强度处理深度均值 $< 10 \text{ kPa}$;
- (4)有效满载预压时间 $< 90 \text{ d}$ 。

2 水文及工程地质条件

2.1 波浪

收稿日期:2018-01-23; 修回日期:2018-03-30

作者简介:李先经,男,汉族,1970 生,高级工程师,副处长,长期从事岩土工程勘察、设计、基础工程施工与管理工作,山东省青岛市崂山区科苑纬四路 73 号,13853263096@163.com。

薛家岛湾以北向湾内自生浪为主,其次是外海E向传入的涌浪,但形成最大波浪情况的是黄海中部刮NE风。薛家岛湾是半封闭性海湾,波高在0.50 m以下的天数一年内有260 d以上,而波高>1.50 m的天数仅有1 d。

2.2 潮汐、潮流

青岛近海海域的潮流由于受南黄海半日无潮点和日潮无潮差的影响,形成了规则半日潮流,即每天有两次高潮、两次低潮。薛家岛湾为正规半日潮,平均潮差为2.63 m,最大潮差达4.00 m。

拟建场地东侧紧邻胶州湾、南侧毗邻薛家岛湾、北侧及西侧毗邻前湾港,地下水与海水之间有一定的水力联系,据现场勘察期间实际观测资料,拟建场地地下水位随着海潮的涨落而起轻微变化。由于拟建场地一定深度范围内的地层主要为第①₂层粉土、粉砂吹填土和第⑥层淤泥质粉质粘土,第①₂层粉土、粉砂吹填土,渗透性相对较好,对地下水与海水之间水力联系的阻隔作用较弱;第⑥层淤泥质粉质粘土渗透性较弱,对地下水位受海水影响起到了缓冲、消减作用,综合考虑上述影响因素后拟建场地地下水位最大变化幅度约3 m。

2.3 地形、地貌

2.3.1 地形

拟建场地经过整平后整体较为平坦,在场地东侧堆填有回填整平场地用的素填土,场地南侧也有少量回填整平场地用的素填土,场地整体孔口地面标高2.23~8.02 m,最大高差为5.79 m。

2.3.2 地貌

拟建场地地貌类型原属滨海大陆架区域,后经人工抛石筑坝围堰,前湾港码头航道疏浚港池吹填淤泥、淤泥质土、砂土、粘性土等而成现状,且近期再次经过人工回填、真空预压、现场整平,现场局部地区高差较大。

2.4 岩土层及其工程特性

拟建场地勘察深度范围内地层结构较简单,层序较清晰,上覆第四系由素填土、粉土、粉砂吹填土、中、细砂吹填土、(淤泥质)粉质粘土、粉质粘土组成,下伏基岩为石前庄组流纹斑岩,局部发育有后期侵入的燕山晚期大珠山-崂山脉带-煌斑岩脉。根据地层岩性、成因时代及工程特性的不同,按《青岛市第四系层序》的相关规定,地层分述如下。

2.4.1 第四系全新统人工填土层

第①层:素填土。黄褐色,稍湿—饱和,松散,成分以近3~4个月人工回填整平场地用的碎石、大块石、砂砾、粘性土为主,同时还含有真空预压残留的中、细砂。该层在拟建场地范围内均有分布,层厚1.10~8.00 m。

第①₁层:中、细砂吹填土。灰黑、灰褐色为主,局部灰黄色,湿—饱和,松散,以吹填的中细砂为主,局部含有少量淤泥质土成分,细粒含量约10%,吹填方式为前湾港码头航道疏浚港池而成,吹填时间约6年。该层在拟建场地范围分布局限,层厚1.50~12.30 m,平均4.18 m。

第①₂层:粉土、粉砂吹填土。灰黑色、灰褐色为主,局部灰黄色,湿—饱和,松散,以吹填的粉土、粉细砂等为主,局部含有淤泥质土成分,吹填方式为前湾港码头航道疏浚港池而成,吹填时间约6年,后经过真空预压处理。考虑到静力触探试验数据与深度呈相关性,按与深度之间的变化关系统计出的变异系数及标准值分别为:静力触探 q_c 、 f_s 相关系数 r 平均值分别为0.33、0.29,与深度呈弱相关—中等相关,变异系数分别为0.64、1.39,标准值分别为2.58 MPa、19.43 kPa。

第①₃层:淤泥质土吹填土。灰黑色为主,局部灰褐色,湿—饱和,松散,以吹填的淤泥、淤泥质粉质粘土为主,局部混有少量粘土成分以及粉细砂,吹填方式为前湾港码头航道疏浚港池而成,吹填时间约6年,后经过真空预压处理。勘探过程中该层采取原状样29/4件进行原状土物理性质试验、快剪、固结快剪、不固结不排水剪切试验等。

第⑥₁层:中、细砂。灰黑—灰黄色,饱和,松散—稍密,分选、磨圆中等,主要矿物成份以长石、石英为主,混贝壳碎屑,局部含淤泥质成分,局部夹小块砾石相变为粉细砂。

2.4.2 上更新统晚期陆相洪冲积层

第⑪层:粉质粘土。黄褐色,可塑为主,含铁锰结核及少量钙质结核,无摇振反应,稍有光泽,干强度与韧性较高,局部含较多砂砾。

第⑮层:全风化流纹斑岩。灰黄、褐黄色,风化极强烈,原岩结构构造已完全破坏、无法辨认,矿物多已风化成粘土状,干钻进尺较容易,岩心手掰易碎,手捻有粘性,局部呈砂土状。

第⑯层:强风化流纹斑岩。灰黄、紫褐、浅肉红色,风化强烈,原岩结构构造已基本破坏,岩心手掰

呈砂砾状、碎石状,主要矿物为长石,局部见石英斑晶。

该层在场地范围内均有分布,层厚 0.50~3.10 m,平均 1.08 m。

第⑰层:中风化流纹斑岩。灰黄、紫褐、紫灰、肉红色,具斑状结构、流纹构造,节理裂隙发育,矿物以石英、长石、角闪石为主,岩心以块状、短柱状为主,锤击较易击碎,回弹音较脆、稍震手;顶部裂隙密集发育,岩心呈碎块状。可钻性较差。

2.4.3 燕山晚期大珠山-崂山脉带-煌斑岩脉

第⑱₁层:强风化煌斑岩。灰绿色,结构、构造大部分已破坏,岩心呈砂土状,风化剧烈,节理裂隙发育,主要成分为角闪石、长石、黑云母。该层在拟建场地范围内 121 号、142 号勘探点及附近揭露,层厚 0.80~1.10 m,平均 0.95 m。

第⑲₁层:中风化煌斑岩。灰绿色,隐晶质结构,块状构造,岩心呈碎块状,主要矿物成分为角闪石、长石、黑云母。该层可钻性差,钻探进尺缓慢。

3 工程勘察钻探施工技术

采用回转钻进、泥浆护壁钻进工艺,地下水位以上采用干钻,遇碎石、抛石地层先使用潜孔锤工程钻机和空气压缩机采用套管跟进、空气压缩锤冲击钻进的方式进行引孔,目的是划分地层结构、进行孔内原位测试、取样和观测地下水位,终孔直径 ≤ 91 mm,回次进尺 ≥ 1 m,并满足鉴别岩土层厚度误差 ± 5 cm 的要求。

3.1 钻探设备及器具

采用 DPP-100 型工程钻机、XY-1 型工程钻机及 GY-型潜孔锤钻车、20 m³空压机,工程物探等配套设备和土工试验相关器具。

3.2 钻探遇到问题及技术措施

(1)本工程上部地层是素填土,以人工回填整平地用的碎石、砂砾、粘性土为主的钻探复杂地层,易发生塌孔、卡钻及漏浆等问题,钻进成孔十分困难,故采用中风压空压机、钻车,利用压缩空气、偏心潜孔锤钻具跟管钻进至原始地层,先引孔然后再采用地质钻机进行取样、原位测试,有效解决钻探技术难题。

(2)在中、细砂吹填土,淤泥质土吹填土,因地层松散,以吹填的淤泥、淤泥质粉质粘土为主,局部混有少量粘土成分以及粉细砂,吹填方式为前湾港码

头航道疏浚港池而成,吹填时间约 6 年,后虽经过真空预压处理,在钻进过程中采用优质泥浆护壁,防止孔壁坍塌、缩径等现象发生。

(3)选用优质膨润土加烧碱(NaOH)配置优质泥浆,钻探泥浆主要性能参数:粘度 20~22 s,密度 1.10~1.2 g/cm³,胶体率 98%,pH 值 8~10,泥浆护壁效果好。根据地层情况及时调整泥浆性能,不仅能够成功抑制孔壁坍塌,而且携带孔内岩粉、岩屑能力强,保持孔内干净,提高钻进效率。

(4)下钻钻进时先冲洗孔底沉渣,防止沉渣过多而埋钻。遇到松散、漏浆地层,钻进困难时向孔内投入粘土球护壁。对于需进行标贯试验的砂层,必须严防涌砂现象,适当提高泥浆密度以增加孔内压力。

3.3 钻探技术要求

(1)钻孔深度和岩土分层深度的精度,不低于 ± 5 cm。

(2)严格控制钻进的回次进尺,软土回次进尺 ≥ 2.0 m,使分层精度符合要求;钻进时,准确测量钻杆、钻具尺寸。

(3)岩心采取率满足要求,应大于 80%。

(4)钻孔时注意观测地下水位,测量地下初见水位和稳定水位。钻探结束后,次日测量孔内静止水位。

(5)采用泥浆钻进,保持孔内泥浆液面等于或高于地下水位。

本次岩土工程勘察采用了野外钻探、原位测试、工程测量和室内试验相结合的手段,做到了定性与定量相结合,分析方法合理,勘察成果可靠、准确,所有工作均满足国家现行有关规范、标准及我院质量管理标准的要求。

钻探现场情况见图 1。



图 1 钻探现场

4 取得的效果

4.1 圆满完成了勘察任务

在滨海大陆架区域钻孔,因回填区域存在较多块石,成孔非常困难,传统钻探工艺回转钻进难以满足工程进度要求,故采取偏心潜孔锤引孔,跟管钻进工艺至稳定的原始地层,再采用常规钻探工艺,极大地提高了钻进效率,钻探进尺从不足 10 m/台日提高到 20 m/台日,有效地缩短了工期,满足了建设单位的进度要求。

本次勘察作业共完成钻孔 213 个,钻探进尺 5546.10 m,重型动力触探 11.9 m/12 孔,静力触探 953.2 m/53 孔,标准贯入试验 386 次/35 孔,取得了较好的经济、社会效益。

4.2 积累了在特定场地的钻探施工经验

该勘查区域原属滨海大陆架区域,后通过人工抛石筑坝围堰,再经吹填而成,我单位在这种特定的地质场地进行勘察经历不多,所以并无更多经验可供借鉴。从钻进参数的选取,到各种技术手段的运用,特殊问题的处理乃至土与岩土岩性的认定,都要靠自己在勘察过程中一点点摸索、探讨,总结积累经验。为确保勘察成果质量,从开工之初,我们就组织相关人员深入学习钻探规程,了解吹填地层的钻探方法和工艺,在钻进过程严格按照规程实地操作,地层描述一定要精准,变层尺寸要测量、记录无误,钻探过程中遇到的异常情况以及处理方法均做详细记录,组织技术人员将已有岩性描述、岩土分层等地质构造按区域分门别类地录入岩土勘察信息库,为今后类似地层岩土工程勘察积累了工作经验。

5 结语

(1)滨海大陆架吹填、回填区域在勘察钻探过程中应充分考虑到地层的复杂性,应事先搞好质量策划,制定可行的实施方案。

(2)在地质条件复杂的岩土工程勘察钻探时,工作更应细致,技术手段全面可靠。

(3)基础施工或在地基处理工程中若发现地层异常时应及时和勘察、设计单位沟通。复杂地质条件下,应注意地层和岩土工程勘察报告的一致性。

(4)本场区进行真空预压处理后上部地层满足了勘察作业的需要,岩土参数得到了有效的整治。

(5)滨海复杂地层钻进,泥浆性能至关重要,优质泥浆护壁结合跟管钻进可有效地保护孔壁稳定,提高钻进效率。

参考文献:

- [1] GB 50021—2001,岩土工程勘察规范(2009年版)[S].
- [2] 编委会. 工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [3] 谌伟,彭月英.复杂片岩地区桩基工程实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(8):21—23.
- [4] JGJ 83—2011,软土地区岩土工程勘察规程[S].
- [5] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S].
- [6] 李先经.滨海潮间带海上钻进冲孔与护壁技术措施[J].探矿工程,2001,(2):21—22.
- [7] 李先经,刘心起.滨海潮间带复杂地质条件下冲击成孔灌注桩塌孔事故的预防及处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程)2006,33(8):35—50.
- [8] 孙丙纶,陈师逊,陶士先.复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):13—24.
- [9] GB 50218—94,工程岩土分级标准[S].
- [10] JGJ/T 87—2012,建筑工程地质勘探与取样技术规程[S].