

东海大桥海上钻孔灌注桩施工技术

曾定帮^{1,2}, 彭文祥¹

(1. 中南大学 地学与环境工程学院 湖南 长沙 410083 ; 2. 中南大学 后勤处 湖南 长沙 410083)

摘 要 :介绍了东海大桥钻孔灌注桩基础的施工技术 ,对一些关键技术做了详细说明 ,同时也介绍了海上钻孔灌注桩施工成孔设备的选择及所用淡水泥浆的配制。

关键词 :东海大桥 ;钻孔灌注桩 ;设备 ;泥浆 ;施工技术

中图分类号 :U443.15⁺4 文献标识码 :B 文章编号 :1672-7428(2005)05-0031-02

Elementary Introduce to the Construction Technology of Bored Pile Offshore/ZENG Ding-bang , PENG Wen-xiang
(Central South University , Changsha Hunan 410083 , China)

Abstract :The paper introduces the construction technology of bored pile on Donghai Bridge. It explains some key technology in detail. Meanwhile ,the bored equipment is introduced ,and it also introduces how to compound fresh slurry used.

Key words :Donghai Bridge ;bored pile ;equipment ;slurry ;construction technology

1 工程概况

东海大桥工程是上海国际航运中心集装箱深水港必不可少的配套工程 ,长约 32.7 km ,跨越杭州湾北部海域。东海大桥海上段桥梁设 1 个主通航孔 ,3 座辅通航孔。主、辅通航孔主墩基础采用 Ø2.5 m 大直径钻孔灌注桩 ,桩长约 110 m。由于本工程位于杭州湾海域 ,风、浪、流等自然条件十分复杂 ,给海上钻孔灌注桩的施工带来较多困难 ,且海水中 Cl^- 含量高 ,对桩基钢筋有腐蚀作用 ,必须采用优质淡水泥浆。针对具体的环境条件 ,我们对海上钻孔灌注桩的施工技术进行了一些探索 ,取得了较好的效果。

2 工程地质条件

本桥位区域的地层条件由上至下分别为 :

①灰褐色淤泥 ,海底淤积物 ,夹较多的粉性土 ,高压缩性 ,分布于表面 ,层厚 5.5 ~ 7.0 m ;

②灰色淤泥质土 ,夹少量薄层粉砂 ,含云母及贝壳屑 ,流塑状 ,高压缩性 ,层厚 8.0 ~ 13.0 m ;

③灰色粉质粘土 ,含少量腐植质及钙质结核 ,夹薄层粉砂 ,软塑状 ,高压缩性 ,层厚 2 ~ 3.5 m ;

④绿色粉质粘土 ,含氧化铁斑点及少量灰色条纹 ,可塑 ~ 硬塑状 ,中等压缩性 ,厚度为 3 ~ 5.6 m ;

⑤₋₁ 草黄色砂质粉土 ,含氧化铁斑点、云母等 ,夹薄层粘性土 ,层厚 7.5 ~ 7.9 m ;

⑤₋₂ 草黄 ~ 灰黄色粉砂 ,含氧化铁斑点、云母

等 ,局部含少量粘性土 ,密实状 ,低压缩性 ,层厚 13.5 m。

⑤₋₃ 灰黄色粉砂 ,含氧化铁斑点、云母 ,局部砂性较纯 ,颗粒较细 ,以细砂为主 ,低压缩性 ,层厚 18 m ;

⑤₋₄ 灰色粉砂 ,含云母 ,土质不太均匀 ,局部夹薄层粘性土较多 ,密实状 ,低压缩性 ,层厚 9.5 ~ 13.5 m ;

⑥ 灰色含砾粉细砂 ,含云母及砾石 ,砂颗粒较粗 ,以粉细砂为主 ,夹较多的中粗砂及砾石 ,局部以中粗砂为主 ,密实状 ,低压缩性 ,层厚 34.5 ~ 38.5 m ;

⑦ 兰灰 ~ 草黄色粘土 ,含铁锰质结构和钙质胶结物 ,硬塑状 ,中 ~ 低压缩性。

3 施工设备

根据本工程钻孔灌注桩桩径大、钻孔深及钻孔内地质情况的特点 ,选择中升 ZSD300/210 型全液压钻机 ,并配备英格索兰 VHP750E 空气压缩机 ,双腰带笼式钻头。

中升 ZSD300/210 型全液压钻机是国内目前最先进的钻孔灌注成孔设备之一 ,一经就位平整固定后 ,具有相对平稳性 ,这样保证了在钻进过程中不产生移位现象 ,确保桩的中心位置不发生偏位和钻孔的倾斜。

收稿日期 2004-11-20

作者简介 :曾定帮 (1969-) ,男 (汉族) ,湖南沅江人 ,中南大学工程师 ,硕士在读 ,地质工程专业 ,从事岩土工程设计与施工工作 ,湖南省长沙市 ,hezhangming43@126.com。

双腰带笼式钻头适用于粘土、粉砂、细砂、中粗砂和含少量砾石的土层,应用最为广泛。该钻头由中心管、翼板、上下导正圈、立柱、横支杆、斜支杆和超前小钻头等组成。它具有钻孔垂直精度较高、钻头工作平稳、摆动小、扩孔率也小等优点。在双腰带笼式钻头上镶焊众多高强度硬质合金块,以保证在钻进过程中钻头不被磨损而使孔径变小,设置双腰带外径为2520 mm。

其它机械设备还有50 t履带吊车,200 t浮吊,4PN泥浆泵,108 m³/h旋流除渣器,120 m³/h拌合船,250 m³泥驳,1000 t供水船,100 m³/h泵车,1000 t货驳,高压注浆泵。

4 施工工艺

4.1 工艺流程

根据钻孔灌注桩的施工规程^[1]并结合本工程特点,采用如图1的工艺流程。

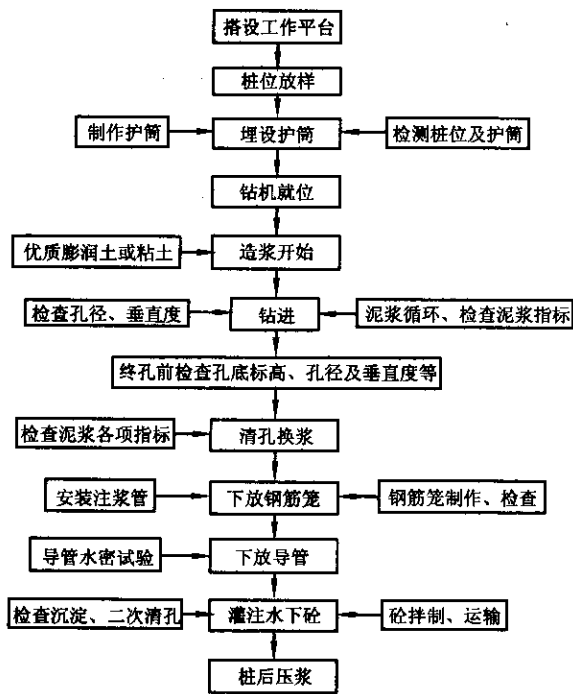


图1 海上钻孔灌注桩施工工艺流程图

4.2 关键技术

4.2.1 泥浆配制

由于海水中Cl⁻含量高,对桩基钢筋有腐蚀作用,因此在成孔的全过程应使用淡水来配制泥浆,泥浆的配合比为:淡水:膨润土:聚丙烯酰胺:纯碱=100:8:0.003:0.03。

4.2.2 泥浆循环

根据本工程地质情况的特殊性,⑤层以上为淤

泥或淤泥质粘土,采用正循环方式,⑤层及以下为粉砂、细砂,采用反循环方式。施工时,先用泥浆泵将护筒内的海水、淤泥抽净,然后在钻孔内加入一定量淡水、膨润土、聚丙烯酰胺及纯碱,启动钻机,进行造浆不进尺操作。当泥浆量及各项检测指标达到技术要求后开始钻进。钻进过程中,及时补充泥浆,确保泥浆面始终高于海水面1.5~2 m。

4.2.3 钻进操作

海上钻孔作业采用减压钻进。在淤泥质土层及砂层,采用低挡慢速、大泵量、稠泥浆钻进;在亚粘土层,采用低挡慢速、优质泥浆、大泵量钻进;在粘土层,采用中等钻速、大泵量、稀泥浆钻进;在砂砾石层,采用轻压、低挡慢速、优质浓泥浆钻进。

4.2.4 钻渣排除

气举反循环钻进时,利用空压机将压缩空气经供气管路送至孔内气水混合室,在混合室内空气膨胀、液气混合,形成一种密度小于液体的液气混合物,并在钻杆内外重度差和压气动量的联合作用下,沿钻杆内孔上升,带动孔内的泥浆和钻渣一起向上流动,通过钻头、钻杆、高压泥浆管排到过滤网到达沉淀池,经泥浆泵、旋流器、泥浆池返回钻孔。在泥浆循环过程中,一方面沉淀池将泥浆中大颗粒钻渣过滤出来,另一方面,经旋流除渣器将钻渣分离并排到泥驳上,这样,保证了泥浆质量,提高了钻进效率。泥浆经旋流除渣器处理后,其密度下降0.06 kg/L左右,粘度下降1 s左右,含砂率下降2%;后期加大旋流除渣器的除渣口直径,泥浆经旋流除渣器处理后,其密度下降0.1 kg/L左右,粘度下降3 s左右,含砂率下降4%,但存在泥浆中膨润土流失严重的现象。

4.2.5 清孔

钻孔到位后,进行第一次清孔,采用气举反循环换浆清孔,利用优质泥浆充分将孔内悬浮的钻渣转换出来,经旋流器分离排放到泥驳上,最后孔内泥浆密度为1.13 kg/L,粘度为21 s,含砂率2%,此时已满足灌注砼的要求,钢筋笼安装到位后,进行第二次清孔。二次清孔采用灌注混凝土的导管配Φ5 cm直径的无缝钢管为高压气管,通过空压机输送压缩空气气举法,排除孔底高浓度泥浆及安装钢筋笼时脱落的泥皮,冲散孔底沉淀层,使之呈悬浮状态,保证沉淀层厚度<20 cm。第二次清孔后,应满足泥浆密度为1.1 kg/L,粘度为21 s,含砂率为1%的要求。

(下转第36页)

挡土墙施工总是处于时停时砌状态,未能保证工程连续作业。

4.2.2 施工组织设计不合理

(1)施工单位为抢进度,几乎是采取三排、四座挡土墙同时开挖施工,且每次开挖过长(12 m),这种同时对滑坡体多处进行大开挖(尤其是膨胀土地区)的施工,极易扰动滑坡体,引起次生地质灾害。最后工期不但没有保证,反而严重拖延工期,造成欲速则不达的后果。

(2)膨胀土地区的工程施工顺序应遵循:先排水,后主体;快速开挖,及时支挡;自上而下,分层逐级施工的原则。同时还应注意施工从两端开始,跳槽开挖,边挖边砌边回填,及时恢复力的平衡状态。

5 结论

兴岭滑坡治理工程事故的直接诱因是7月5日的强降雨(12 h降雨量达155 mm),但正是设计考虑不全面、施工组织安排不合理这些人为因素,才导致了此次工程事故,造成了经济损失。本次事故虽然没有造成人员伤亡、没有给当地人民造成直接经济损失,但工程发生事故后,重新修复工程花费了4.5万元,采取工程处理措施(在D2挡土墙前设置20根人工挖孔抗滑桩)花费106万元(原治理工程含征地移民费总价才178万元)。同时,事故影响了整个治理工程的竣工工期。由此可见,地质灾害治理工程设计、施工必须坚持因地制宜的科学原则。

(上接第32页)

5 质量检测

成孔完毕后,项目部组织技术人员对成孔质量进行了检测。检测结果表明,成孔深度为118.75 m,孔径>2500 mm,孔斜率为0.65%,孔中心平面位置偏差<5 cm,各项指标均满足设计技术要求。

6 结语

(1)本工程采用中升ZSD300/210型全液压钻机进行海上作业,该设备运行平稳,对孔壁周围的土体扰动小,取得了较好的效果。

通过对兴岭滑坡治理工程事故的分析得到以下经验教训。

(1)地质灾害治理工程设计应全面考虑工程所处的水文地质环境,充分利用工程地质资料,设计应针对工程点的具体工程地质条件采取与之相适应的设计形式。尤其应注意特殊地质条件(如本工程膨胀土)确保工程安全可靠。

(2)地质灾害治理工程施工应考虑当地气候情况。根据工程类型及地质情况合理确定施工时间,有些工程项目(如本工程位于膨胀土地区)施工尽可能安排在旱季施工,并且应连续作业,不能随意停工,以利于滑坡体的稳定。

(3)地质灾害治理工程施工应科学安排施工顺序,切不可对治理同一滑坡体的几处工程项目同时大面积施工,也不可随意对相互有影响的几个滑坡体同时施工,否则,极可能由于对滑坡的较大扰动,导致次生地质灾害。

参考文献:

- [1] 陈忠达.公路挡土墙设计[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 胡玉银.挡土墙抗倾覆稳定性分析[J].同济大学学报,1995,(3) 321-325.
- [3] Ian. K. Lee, Weeks White, Owen G. Ingles. Geotechnical Engineering[M]. U. S. A Pitman Publishing Inc, 1983.
- [4] 廖世文.膨胀土与铁路工程[M].北京:中国铁道出版社,1984.
- [5] 顾慰慈.挡土墙土压力计算[M].北京:中国建材工业出版社,2001.

(2)在泥浆循环系统中,为了提高泥浆的利用率,采用了旋流除渣器对泥浆进行分离,取得了预期的效果。

(3)海上钻孔使用优质淡水泥浆有效地避免了海水对桩基钢筋的腐蚀。根据施工地质条件而制定的钻进规程,取得了良好的效果,说明施工工艺是合理的。

参考文献:

- [1] 段新胜,顾湘.桩基工程[M].武汉:中国地质大学出版社,1995.
- [2] 李世忠.钻探工艺学(中册)[M].北京:地质出版社,1992.