

水域工程钻孔桩施工常见问题及对策

蒋丹阳

(浙江省岩土基础公司,浙江 宁波 315040)

摘要:通过工程实例(超厚抛石层、大口径嵌岩桩、多束嵌岩锚固桩、漏浆),介绍了水域工程钻孔桩施工常见问题及注意事项,阐明了一些常见事故及处理措施。

关键词:水域工程钻孔桩;超厚抛石层;大口径嵌岩桩;多束嵌岩锚固桩;漏浆

中图分类号:U443.15⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)02-0048-03

1 超厚抛石层的成孔措施

堤岸边的抛石填压层是水域工程桩基础施工经常碰到的,其厚度多在 10 m 以内,也有 10 m 以上甚至超过 20 m 的。钻孔桩要穿过此层困难较大,效率低,成本高。

1.1 工程概况

宁波大榭 PTA 专用码头工程引桥 8 m 宽,长 100 m,靠近新大堤 3 个排架采用 $\varnothing 1200$ mm 钻孔灌注桩基础,桩长 60 m,共计 6 根。设计要求在抛石层采用全护筒护壁。护筒必须穿过整个抛石层进入粘土层内部将抛石隔开,便于回旋钻机成孔。

1.2 施工难点

(1)为新近抛填的块石,且块石与块石间空隙较大,细粒充填物,结构松散,孔隙间水与海水直接连通;

(2)抛石层厚度大,平均每孔厚约为 25 m;

(3)抛石块径较大,最大达 2 m 以上。

1.3 施工方案

根据试成孔情况本工程采用三套护筒进行施工。

(1)安放外层钢护筒,人工配合机械清除浅部障碍物后,下入外层钢护筒。外层钢护筒 $\varnothing 1500$ mm,护筒长度为 2 m。

(2)冲击成孔进入抛石层一定深度后,安放第一层内钢护筒($\varnothing 1350$ mm),边冲击边跟进,至下不去为止。

(3)下入第二层内钢护筒($\varnothing 1250$ mm),边冲击跟进,穿过抛石层至原状土层。

1.4 护筒下放

利用钻机分节下放,边冲击成孔边下放护筒。

为确保护筒的垂直度,焊接时采用吊垂线并设置定位钢板的方法对称焊接。为确保护筒安放稳固,需在内外层护筒间隙回填粘土。为避免护筒底部反卷,下放必须注意如下几个方面。

1.4.1 钢护筒壁厚选择

根据实际需要,确定施工方案中护筒壁厚,太厚造成浪费,太薄易反卷。为防止护筒跟进过程中护筒底部变形过大,内护筒底部 4 m 范围内壁厚 14 mm,上部 8 mm。在安放钢护筒过程中,焊缝采用双面满焊,以确保护筒连接牢固和密封性。

1.4.2 合理掌握冲击时间及冲头(冲击、冲抓)互换时间

遇到抛石个体较大的部位,加长冲击时间将块石击碎,再冲抓,既保证了冲击速度,也保证了孔内干净,提高成孔效率。技术人员 24 h 轮流值班,在施工现场及时判断抛石个体大小情况,确定冲击时间及冲头(冲击、冲抓)互换时间,一般情况下每冲击 3 h 后进行冲抓一次。

1.4.3 控制钢护筒跟进速度

准确丈量孔深,保证钢护筒跟进,护筒下部有足够的悬空。每次安放钢护筒前准确丈量钢护筒长度、成孔孔深并记录在案,根据成孔孔深、护筒长度计算出钢护筒底部净悬空,确保护筒跟进前护筒底部有 30~80 cm 悬空。悬空高度大于 80 cm 时钢护筒必须跟进,防止塌孔。

2 大口径嵌岩桩的成孔措施

根据水工、港工工程基础的受力特点,桩底部“生根”很重要,单把桩放在稳定的基岩上或嵌岩深度过浅都不能满足工程需要。

收稿日期:2007-06-04

作者简介:蒋丹阳(1966-),男(汉族),浙江东阳人,浙江省岩土基础公司高级工程师,探矿工程专业,从事岩土设计、治理、施工工作,浙江省宁波市宁穿路 448 弄 16 号, jdy66@sohu.com。

2.1 工程概况

宝钢马迹山矿石码头二期工程设计,嵌岩桩钢套筒直径均采用 2800 mm,长度 40~57 m,嵌岩部分直径设计为 2600 mm,嵌岩深度均为 6.5 m。嵌岩灌注桩所在区域基岩直接裸露海底或其上覆盖层较薄(凝灰岩,岩石饱和单轴抗压强度 f_{rc} 最大值 114 MPa,平均值取 62 MPa,其中最小值反映 40.1 MPa),作为无覆盖层情况下的支撑桩基,桩尖作嵌岩处理。鉴于钢套筒沉放施工后稳定性不够,故在施工前,结合本工程特点,通过详细的稳桩方案比选,最后确定采用抛填人工基床并结合上部钢平台共同来保证钢套筒沉放后的稳定性。

2.2 工程特点

- (1) 桩径大;
- (2) 桩较长且嵌岩深度大;
- (3) 基岩直接裸露海底或其上覆盖层较薄;
- (4) 抛填人工基床。

2.3 嵌岩起始面确认和钻机成孔故障处理

根据本工程特点,码头嵌岩桩施工钻机选择 CJK 型单程冲击钻机为主。采用泥浆悬浮正循环排渣工艺。针对地质情况、稳桩措施条件下的嵌岩桩成孔工艺制定详细的措施,并将对所有桩位沉放后钢套筒底与岩面间关系,详细地构画每个排架的地质断面图,以确定不同部位具体的钻机及成孔工艺,并在本次方案中制定可能遇到的故障处理预案。在此主要介绍嵌岩起始面确认和钻机成孔故障处理。

2.3.1 嵌岩起始面确认

嵌岩起始面的确定由嵌岩桩钻机班提供岩渣样,由项目部技术人员初审后,提交并会同监理进行确定。进入中微化岩层的根据是:(1)地质勘探报告描述的中微化岩层标高处;(2)钻机钻进速度的明显减弱(以记录为准);(3)反循环排渣中收集或泥浆悬浮携带上来的钻渣物明显变化(指在确定起始面时间的现场,任意抓一把中含有 70% 以上中微风化岩渣)。

在钻头入岩初期应坚持每隔 10 cm 取一袋渣样(每袋渣样量约有 5 cm × 5 cm × 5 cm,保持 8 袋以上(必要时保持 10 袋以上),即 80~100 cm 深度的岩渣样。起始面确认后的钻进施工中,仍应每隔 30~50 cm 提取并保留渣样至终孔。

2.3.2 钻机成孔故障处理

由于地质原因及稳桩措施(人工基床)的特殊构造,钢套筒底以下的成孔施工存在着许多不利情况。嵌岩试桩过程中,通过潜水探摸和施工实践,详

细地了解和掌握了海底裸岩区表层的情况,并综合了这次编制方案前组织对施工区域的海底航测、潜水探摸的情况,经过了综合性分析、研究,在选择基床抛填物和沉桩工艺、钻机及成孔工艺时已融合了这些问题,但我们仍然认为还会有一些不确定因素的存在,还应加以预防和确定故障排除工艺。个别孔位钻进过程中,必要时下长 2~2.5 m、外径 2730 mm、厚度 16~18 mm 的内衬套管。对于个别钢套筒底以下岩层孔壁存在严重的裂缝、渗漏情况,采取注压化学水泥浆液、静压渗透固结封堵的工艺。

2.3.2.1 孔壁坍塌和渗漏故障

钢套筒底至岩面之间,因岩面上的礁石块、凹凸状或沟道裂缝、岩面斜坡筒底与岩面一侧开口等情况,在施工中如孔壁不能完整形成或形成后发生坍塌和孔壁渗漏时,采取以下工艺处理:

及时提起钻头(严防埋钻)→向孔内分层抛填块石(块石粒径应选择 20~50 cm)、粘土(粘土要求成块或袋装成团)、必要时抛填部分袋装水泥→冲击挤压,造壁(或固壁)→坚持分层抛填、分层冲击的造壁、固壁施工措施(每次抛填厚度控制在 1 m 左右)。

在施工中,防止急于求成、图快等不利于冲击挤压固壁造壁操作。

2.3.2.2 卡钻故障

施工中一般应采取正确的操作工艺进行作业,避免因盲目操作等人为因素造成卡钻、憋钻故障产生。同时加强作业平台面的施工管理力度,严防铁件、铁器掉入孔内造成卡钻故障。无论何种钻机都必须针对不同地质层采用不同的冲程,防止斜孔或梅花孔故障的产生(甚至发生卡钻现象)。

施工中一旦发生了卡钻、憋钻现象时,首先应查明原因、钻头所在位置及标高,判断卡钻起因和被卡程度,分析被卡部位在排除过程中的各种可能发生的变化(包括有无可能埋钻故障的出现),做到卡钻情况明了,排除方案确定,预防故障扩大有措施。

一般卡钻可采用冲击震动、外加辅助力起拔、千斤顶起拔、小药量爆炸松动等手段排除(包括必要时派潜水员下潜探明情况,掌握较直观的一手资料)。

如经分析判断是因钢套管底变形等原因造成的卡钻,在故障排除后,不能盲目继续施工,应去探明证实后再作处理。

3 预制桩内多束嵌岩锚固桩施工措施

多束水下斜孔嵌岩锚固技术系指采用锚体将斜

桩锚固在基岩体内并承受一定抗拔力的施工技术。在大、中型港口码头基础工程建设中,因直桩、斜桩共用,常采用钢桩或预制管桩基础。预制桩施工时的优点是穿入软、松散第四系地层和强风化岩层较顺利,解决复杂地层成孔时护壁问题;缺点是无法进入岩层“生根”,往往由于工程所处位置、水文条件、覆盖层较薄、中等风化岩面起伏较大使桩受力无法满足设计需要,制约其应用。若对基桩的压桩承载力要求不大,而拉桩承载力要求高时,选择多束斜孔嵌岩锚固桩往往是一种很好的解决方法。

3.1 施工应解决的问题

3.1.1 斜钻塔的设计和制造

(1)其自身强度必须抗拉、抗扭和稳定性必须满足施工要求;(2)既能施工大孔,又能施工斜度 8:1~4:1 的锚孔。

3.1.2 导正架的设计

根据设计要求,锚孔有 8:1~4:1 的斜度,几只锚孔在桩内均布,而桩内是空的,所以成孔时必须要有定位导向装置,即导正架,使得钻孔方向和斜度满足设计要求。

3.1.3 一整套完善的施工工艺

用三翼钻头在桩内钻进成孔;采用气举反循环工艺清孔;下入并封固导向架;用硬质合金钻头取心钻进或用牙轮钻头全面破碎钻进锚孔;清孔;下锚束;注浆 M40;提导向架后在管桩内水下灌注 C30 砼。

施工工艺流程为:

钻机就位→桩内成孔→清孔→导向架封固→候凝→锚孔(1)成孔→下锚束→注浆→候凝→锚孔(2)成孔→下锚束→注浆→候凝→锚孔(3)成孔→下锚束→注浆→卸导向架→灌砼。

3.2 孔内常见事故处理

3.2.1 桩管靴反卷

如果钻孔深度与管桩靴位置相吻合,而数分钟内看不出明显进尺,或有蹩车现象,这很大可能是钻头遇到了反卷的桩靴,建议设计、业主方大胆终孔,下导向架封固,进行锚孔成孔,采用硬合金钻头慢速切割钢桩靴。

3.2.2 孔内异物

由于施工不慎或意外情况,一些小铁件、小五金工具之类异物会落入锚孔,当水路正常而牙轮钻头不进尺、钻头中的硬质合金崩断及钻机跳动剧烈,都反映孔内有异物。此时应下入取心钻头,轻压慢转,套取异物进入岩心管继续钻进,取心时带取异物到

孔外。

3.2.3 断钻杆的预防与处理

钻杆过度磨损或弯曲度较大,操作不当导致扭矩过大便会扭断钻杆。一旦断钻杆,提起断头上部,用捞钩打捞或用母锥套取断头下部。

3.2.4 烧结、卡钻事故的预防与处理

孔内岩粉多,冲洗液流路不畅,钻头摩擦产生热量不能及时排出,则易烧钻或卡钻。一旦产生此类事故,不能关车,必须迅速将钻具顶离孔底,如果钻头已与岩石烧牢,则先返上钻杆和粗经钻具,再用大一级钻孔套取处理。

3.2.5 基岩面倾斜的预防

锚孔施工时,钻孔直径小,钻头与岩面接触面小,对一般起伏的基岩面可不采取措施就可正常钻进通合,对基岩面与钻孔轴线小于 60°夹角的施工孔位,采取硬质合金取心钻头成孔,小钻压、低钻速的施工工艺。

3.3 工程实例

宁波港北仑港区五期集装箱码头工程,共设计 144 根钢管桩锚杆嵌岩桩。每根 $\varnothing 1200$ mm 钢管桩底在 $\varnothing 800$ mm 圆周上钻 3 个孔径为 170 mm 的锚孔,要求锚孔嵌入中风化岩 6 m;锚孔内安放规格为 3 $\varnothing 40$ 钢筋作锚束;用 M40 微膨胀水泥净浆灌满孔内;大管桩底部 6.5 m 灌注 C30 微膨胀混凝土。锚杆试验至最大荷载 903 kN 时,拉伸量为 31.62 mm,符合规范规定合格标准。

4 漏浆处理

由于涨退潮引起桩孔内静水压力的变化、抛石层穿越(如前所述)以及施工地层和施工工艺的原因等都可能造成浆液漏失。

4.1 成孔时漏浆

舟山连岛响礁门大桥工程桩径 1.60 m,护筒顶标高 +4.50 m,护筒底标高 -48.65 m,泥面标高 -25.68 m,中风化面标高 -55.10 m,终孔标高 -66.00 m。

采用 GPS-20 型钻机配牙轮钻头反循环作业。根据勘察报告估计嵌入中风化岩(凝灰岩)10 m 左右。当 10-8 号桩成孔至 -64 m 时发生穿孔现象,停待。

分析原因:(1)由于附近施工的钻机震动较大,造成平台晃动,引起塌孔;(2)泥浆性能不够好。

处理过程如下:采用粘土、碎石、水泥的混合物

(下转第 53 页)

4.2.4 浆液材料及配合比

材料为普通硅酸盐水泥、粉煤灰、水玻璃。

注浆配合比:水:水泥:细砂:水玻璃=500:

833:416:66(每立方米材料用量,kg)

4.2.5 注浆压力及流量控制

第一次注浆采用 0.1~0.2 MPa 的孔口压力,砂浆流量 80 L/min,水玻璃(加水 50% 稀释)6 L/min;第二次注浆采用 0.2~0.4 MPa 的孔口压力。

4.2.6 注浆结束标准

第一次注浆以每孔注浆量达到试验结果要求的浆液接顶面积 10 m³ 的注浆量;第二次注浆以达到临近注浆孔返浆后,将返浆孔用阀门闭孔或木塞临时封堵,继续注浆 3~5 min 即可结束注浆,移至下一孔位进行注浆。

第二次注浆过程中,灌注底板周边孔时,可能遇到冒浆到周边基坑现象,可根据具体情况采用封堵、浓浆、低压、间歇、限量、掺加速凝剂等措施进行处理。

4.3 混凝土结构补强

针对不同损坏的混凝土采用不同方案进行混凝土裂缝加固处理。

(1) 产生了裂缝的梁柱,如果对其结构产生了影响则对裂缝灌注环氧树脂,外部粘钢或包裹碳纤维布加固处理。

(2) 地下室楼板出现裂缝则根据地下室防水要

求进行裂缝加固防水处理。

4.4 抗浮处理

(1) 将与基础地板同标高位置护壁桩部位的钢筋保护层凿除,用钢筋将各护壁桩焊接相连成一个整体,然后将基础底板与护壁桩连接起来。

(2) 因基础为反梁梁板式筏型基础,所以先用粗石料将底板充填平整,然后浇注 300 mm 厚混凝土;顶板按原设计要求的防水、800 mm 覆土、道路等工程抢先施工,周边用粘土夯实。

5 结语

在实际施工中,我们只关注车库在正常使用状态下的抗浮力是否足够,而忽视施工中可能出现抗浮力不足的情况,特别是突发暴雨时,没有及时有效的应对措施。这次车库上浮事故的教训极其深刻,不仅拖延了车库交付使用的时间,而且复位施工也花费了巨大的财力物力。

本地下车库的复位纠偏处理完成后即投入使用,已按要求做了 15 次沉降观测,从观测数据来看,地下室是稳定的;从地下室外观检查,没有发现结构出现异常现象和渗水现象,表明纠偏加固效果良好;从复位效果来看,车库顶板基本达到水平状态,且回落到接近原来标高位置(经测量,顶板最高处距原来位置仅 350 mm,在允许范围内),达到了预定的目的。

(上接第 50 页)

投入孔内,用冲头捣实挤压,静待一天,重复 2 次,还是不能解决漏浆问题。考虑到进度问题,通过打桩船把护筒重新往下打 7 m,才堵住漏浆。施工时,同时也配制性能良好泥浆。10-8 号桩实际嵌岩 10.9 m。

4.2 灌砵时砵漏失

宁波港镇海港区 18 号泊位码头工程桩径 1.00 m,护筒顶标高 +3.90 m,护筒底标高 -9.50 m,泥面标高 -5.50 m,桩顶标高 +3.19 m,终孔标高 -48.80 m,0~23 m 为淤泥质粉质粘土。

Y5-4 号桩成孔、下笼较顺利。在砵灌注中,当砵面上升至标高 -2.00 m 时,尽管砵连续灌进,发现砵面不再上升,而在桩周围水面有气泡产生,估计砵从护筒底漏出。

采取措施:(1) 减少导管埋深,中途暂停 20 min,断断续续灌注成功;(2) 为保证灌砵的连续性,

与设计联系,同意先灌砵至标高 -3.00 m,待强度达到要求后,接桩至设计标高。

施工中首先应调节好泥浆浓度,控制进尺,减少震动,并避免相邻钻机相互影响。桩顶标高与泥面标高(或水面标高)相差较大时,建议接桩处理。

5 结语

总之,水域工程钻孔桩施工必须要认真编制施工方案,包括适当的施工工艺和合理有效的技术措施,才有可能使项目顺利完成。

参考文献:

- [1] 高大钊. 岩土工程标准规范实施手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [2] 蒋丹阳, 薛征. 多束水下斜孔嵌岩锚固技术[J]. 探矿工程, 1997, (S1).