鲅鱼圈港港口抛石层大口径成孔工艺

郭 斌

(冶金部第一勘察基础工程总公司,河北 三河 065201)

摘 要:结合鲅鱼圈港散粮廊道基础钻孔灌注桩的工程实践,介绍了港口抛石层大口径钻孔灌注桩的施工攻关过程以及施工效果。阐述了较成功的港口抛石层大口径成孔工艺及其复合浆液的护壁特性。此工程成功引入了2号胶凝剂,扩大了原复合浆液的适应范围。还对大口径抛石层护壁机理进行了探讨。

关键词:港口抛石层;大口径成孔;复合浆液;护壁堵漏;2号胶凝剂

中图分类号:U655.54*4.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2001)S1-0045-03

拟建营口港务局鲅鱼圈港区粮食中转设施位于鲅鱼圈港区码头前沿,整体工程由筒仓、转接塔、输送廊道及工作塔等组成。施工初期全部基础工程由辽宁地矿集团承揽。但是由于地层条件复杂,成孔速度缓慢,严重影响整体工期的实现。鉴于我公司1996年曾在大连港务局大窑湾港区成功穿越抛石层大口径成孔的经验,交通部一航一公司与营口港务局港建公司商议将本工程最难的输送廊道基础钻孔灌注桩单独划出,交由我公司负责施工。

接到施工任务之后,我公司分别组织了2台CZ-50、CZ-30型冲击钻机进入现场施工。在施工过程中,通过组织精干的技术力量组成技术攻关组针对现场地层变化情况制定了相应的泥浆护壁措施,经过2个月的紧张施工,提前15天完成了桩基施工任务。工程结束后经开挖验证及大、小应变桩检测,全部合格并达到优良水平,得到业主及甲方的一致好评。

1 工程概况

1.1 场地工程地质条件

施工场地为原海滩回填形成,回填层主要由碎石土、抛石、块石等组成,岩石硬度大、结构松散、孔隙度大、无胶结,充填细颗粒多已被海水冲刷干净,层厚8~12 m;以下为原始海相地层,主要由淤泥、亚粘土、砂砾土等组成,厚度为7~17 m不等;终孔嵌入基岩大于1倍桩径,基岩为强风化伟晶岩。

1.2 水文地质条件

地层地下水与海水贯通,水位随潮汐的变化而变化,最高水位4.5 m(距码头面1~1.5 m),最低水

位0。

1.3 工程结构及工作量

输送廊道由8个基础墩台组成,设计 $\varnothing 1300$ mm钻孔灌注桩15根,孔深17~19 m不等,预计累计桩长400 m,理论砼工作量 531 m^3 ; $\varnothing 1000$ mm钻孔灌注桩28根,孔深20~30 m不等,预计累计桩长720 m,理论砼工作量 567 m^3 ;砼设计强度C25,钢筋保护层厚度为50 mm。

1.4 工程难点

本工程的施工难点在于上部回填层中含大量抛石和块石,孔壁极不稳定。孔内水位受潮汐影响且与海水贯通,泥浆受海水浸蚀且稀释严重,不利于护壁。因此要求使用粘度较高、抗水性极强的泥浆,高粘浆液又会影响到土层冲击钻进效率,从而大大降低成孔速度。成孔速度的低下势必使孔壁裸露时间过长,不利于孔壁稳定。因此,能否快速顺利穿越抛石回填层成为本工程成败的关键。

2 现场攻关过程

根据在大窑湾港口抛石层大口径钻孔灌注桩的施工经验,选用优质泥浆配方并根据地层变化情况适当调节泥浆性能,是本工程成败的关键。大窑湾工程与此工程相比,本工程成孔直径更大。产生漏失时,补浆需求量大,同高度补浆量是大窑湾工程的3倍,施工所用锤重是原工程的2倍以上。冲程大,冲击造成的振动较大,对孔壁支护不利,因此施工难度更大,按原施工工艺显然不能满足本工程的需要。

针对这一情况,项目部根据机台设备状况及机台人员的技术素质,选择1号机台施工甲乙双方均认

收稿日期:2001-05-30

作者简介:郭斌(1958-),男(汉族),山西人,冶金部第一勘察基础工程总公司副总工程师,高级工程师,探矿工程专业,硕士,从事岩土工程技术工作,河北省三河市燕郊,(0316)3322037、13903160280。

为成孔难度最大的码头前沿 33 号桩 ($\Phi 1300$ mm, 钻孔深度 30 m); 其它机台先施工最里排抛石较少且漏失较轻的钻孔。这便于集中技术力量盯住 33 号孔, 通过钻进, 摸清地层情况和漏失规律, 并通过不断试验, 寻找一套适合本工程地层及桩径特点的成孔工艺, 然后推广。

2.1 试验孔成孔

按照大窑湾港区大口径成孔工艺, 选用了以优质红粘土、水泥、1 号胶凝剂配制的复合浆液作为成孔泥浆。此复合浆液具有较强的粘结性和极强的抗海水侵蚀和稀释能力, 可以在孔壁上形成坚固的泥皮以达到良好的护壁效果。当遇到孔内缝隙较大产生漏失时, 渗入缝隙的浆液会形成稳定的软塑凝固体, 达到良好的堵漏效果。正是由于浆液的高抗水稀释能力, 可以阻止由于海水潮汐引起的地下水流动对孔壁充填物的冲刷, 并阻止海水进入孔内侵蚀和破坏泥浆。相对稳定的护壁效果, 缩短了辅助作业时间, 从而提高了成孔速度。根据本工程口径大、冲锤重、行程大的特点, 在成孔过程中泥浆中加大了水泥和胶凝剂的含量, 以增加浆液的胶凝强度。

施工初期, 经过 3 天的攻关和摸索, 33 号孔顺利穿过抛石层。后续施工 3 天半顺利终孔, 终孔深度 29.6 m。本孔的顺利施工坚定了队伍的信心。本孔试钻成功后, 我们对试钻成孔全过程进行了分析总结, 编制了详细的护壁操作规程, 为工程的全面铺开奠定了基础。

2.2 特殊地层的处理

在后续施工过程中, 尽管进行了充分的技术储备, 但是由于地层的差异较大, 仍然遇到了诸多困难, 特别是小石坝、二片石和导砾层的穿越更加困难。此类地层的特点是组成相对单一, 块石粒径不大不小, 穿过后, 残留在孔壁上的石块极不稳定, 探头石较多, 当冲锤上下时, 极易将其碰落, 后果是形成的护壁破坏、漏失通道重新开启, 稍有不慎就会塌孔甚至造成井故。漏失通道开启之后, 中段漏失的封堵往往更加困难, 需用造浆材料充填起来重新造孔, 严重影响成孔效率。

本工程与大窑湾港的另一区别是抛石棱体以下的原始地层厚度较大, 淤泥层相对较厚, 穿越之后, 淤泥极易因泥浆的活动而被掏空, 形成空洞后上部抛石棱体即失稳, 最终引起上部掉块、坍塌, 造成井故的隐患极大。

针对上述难题, 就如何增加护壁层厚度和强度, 进行了现场试验研究。试验结果表明, 2 号胶凝剂

的引入可以改善浆液的固化特性, 使浆液与孔壁快速凝结且强度比较稳定, 韧性更大, 立壁性更强, 最适合于处理上述地层。

为解决固结与冲击效率的矛盾和减少 2 号胶凝剂的用量, 以降低成本, 我们又在使用方法上进行了试验。经试验验证, 当 2 号胶凝剂的加量为水泥用量的 5% 时, 采用井底投入捣浆法, 即可达到预期的效果。其使用方法是先将孔内泥浆按复合浆液比例配好, 然后将补强水泥整袋投入, 投入前将 1 号胶凝剂、2 号胶凝剂按水泥:1 号胶凝剂:2 号胶凝剂 = 1:0.1:0.01 的比例混在水泥袋中。水泥混合料投入孔内之后用钻头将成袋配料压至孔底, 轻锤冲击使之与井底泥浆混合均匀, 然后静置 30 min 再重新开始冲击成孔作业。使用这一方法治理上述特殊地层取得了理想的效果, 保证了安全快速成孔。

2.3 循环排渣, 提高成孔效率

2 号胶凝剂的加入改善了复合浆液的护壁强度, 为进入原始土层后采用低密度、低粘度泥浆循环钻进创造了条件。当穿越抛石棱体和淤泥层后, 为提高冲击效率和减少淘渣等辅助时间, 在下部冲击钻进中采用了加泵管井底送浆循环钻进工艺。这一工艺的引入大大提高了成孔速度, 减少了清孔时间, 改善了清孔效果, 为砼灌注和提高桩基基础质量创造了条件, 节约了造浆材料的用量。

3 工艺效果评价

3.1 施工效果

由于在施工过程中针对地层特点, 采用了优质复合泥浆和有效合理的工艺措施, 成功解决了本工程抛石层大口径成孔难题, 保证了工程的顺利进行。经过 2 个月的紧张施工, 提前 15 天圆满完成了全部廊道基础的桩基施工任务。工程完成情况详见表 1。

表 1 工程完成情况

孔径 /mm	孔数 /个	总进尺 /m	成孔时间 /h	平均效率		砼工作量 /m ³	充盈 系数
				h/孔	m/天		
1000	28	689.00	3105	110.89	5.326	641.60	1.299
1300	15	363.60	1676.50	111.77	5.205	516.50	1.189
合计	43	1052.60	4781.50	111.20	5.281	1158.10	1.247

由表 1 可见, 由于在成孔过程中使用了优质泥浆, 注意了孔内泥浆的上下一致, 抑制了孔壁垮塌超径, 成桩桩径比较稳定, 特别是在抛石及淤泥地层中砼灌注呈均匀速度上升, 创以往在类似地层施工的最好水平。同时在本工程中进行基础施工的有 3 个

单位,尽管我们处于平均地层最复杂部位,砼方量控制水平居于首位。

3.2 工程质量评价

工程结束后,于2001年3月基础开挖并分别进行了大、小应变桩基抽检,廊道共抽检2根大应变、10根小应变。检测结果表明一类桩率100%。通过检测结果还可反映出桩身直径很均匀,仅有3根桩局部有轻微扩径,这与砼灌注过程相吻合。从开挖情况看,虽然周围地层均为块石,缝隙很大,但桩身圆整度很好,这也反映出成孔过程中良好的护壁效果。

此外,桩位偏差、桩顶标高、原材料检验和砼强度等均满足桩基规范和设计要求,各项指标均达到优质工程水平。

4 机理探讨

港口抛石层大口径钻孔灌注桩是桩基施工中较为困难的工程类型之一,其地层特点及所处地理环境决定成孔护壁是工程的关键。以下结合本工程的实践,对港口抛石层大口径成孔中的护壁机理作些探讨。

港口抛石层多处于码头前沿,地层均由大小不等的块石组成,无充填和胶结,缝隙大,地层与海水贯通,属极不稳定地层。在成孔过程中,泥浆一方面会因漏失通道的打开而流失;另一方面,泥浆与海水混合,使泥浆稀释变性。当产生漏失且处于涨潮时,

海水瞬时水位高于孔内,海水大量涌入孔内补充水位差,表面上未发生漏失,但孔内泥浆因海水与泥浆在孔壁内形成的微循环已基本被海水置换,一旦落潮,孔内补浆需投入大量材料,干料投放时溅起的清水便冲刷孔壁,最终造成塌孔。

我公司研究的复合浆液以红土、水泥和胶凝剂组成,这种浆液具有较高的粘度,属憎水性浆液,只有在强力搅拌条件下才能将水与之混合,这就限制了海水对泥浆的稀释破坏作用。当发生漏失时,进入石缝的泥浆即形成塑性固体将漏失通道堵死,阻止进一步漏失。在液面降低后,由于本浆液不与海水混合,进入的海水量较小,孔内仍有性能优良的泥浆存在,补充浆液所需投入材料较少,减少了补浆时间,溅起的浆液依靠其粘性形成泥皮也起到了良好的护壁作用。

这种复合浆液形成的泥皮具有较高的强度,因此,在清孔过程中不必担心护壁的破坏,有利于砼的灌注。浆液良好的修复井壁功能也使形成的井壁较为光滑,从而使此类地层大口径钻孔灌注桩的砼超灌量得到了有效控制。

5 结语

通过本工程的验证,复合浆液是对付港口抛石层的理想泥浆,2号胶凝剂的引入扩大了复合浆液的适用范围。此工艺在港口建设中具有较强的适应性,它将在港口建设及旧码头改造中发挥重要作用。