

克拉 2 气田大面积回填土打桩的监理实例

翁 波¹, 刘 卫星², 王 进³

(1. 四川华成油气工程建设监理有限公司, 四川 成都 610051;

2 中国石油塔里木油田分公司西气东输项目经理部, 新疆 库尔勒 814000

3 中国石油工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 8 度抗震设防的雅丹地貌回填土打桩, 回填面积大, 时间短, 土质为盐渍土, 土粒间强度差, 选择冲击成孔打桩工艺, 经过试桩、施工方案审查、技术交底等事前控制措施, 整个施工中成孔较好, 成功进入基岩 900mm 以上; 由于采用干孔灌注混凝土, 经大小应变检测后, 证实混凝土桩身质量好, 承载力满足设计要求; 通过对施工过程中出现问题的处理和监理旁站记录, 为类似工程积累了经验。

关键词: 回填盐渍土; 冲击灌注桩; 质量控制; 桩基检测; 质量评估

文章编号: 1006-5539(2008)03-0024-04

文献标识码: B

0 工程概况

克拉 2 气田位于新疆自治区天山南麓拜城县境内, 为西气东输工程的主力气田, 是国内最大的整装气田之一。在气田产能建设中, 中央处理厂和生活公寓共占地约 $18 \times 10^4 \text{ m}^2$, 相距 600 m 均涉及桩基工作, 本文将主要以生活公寓为例介绍整个桩基的监理过程。生活公寓总建筑面积 8 270 m^2 , 包括办公楼、公寓主楼、车库、污水处理房等, 涉及办公、起居、餐饮、娱乐健身、设备用房、后勤辅给等功能, 总占地面积 32 150 m^2 , 地形西北高东南低, 各种山峰错落其中, 场地爆破平整后, 挖方面积占 60%, 填方面积占 40%, 经过测量放线, 公寓主楼基础全部落在回填部分, 其中 $\Phi 600$ 的桩 169 根, 单桩承载力 1 000 kN, $\Phi 450$ 的设备基础桩 29 根, 单桩承载力为 700 kN, 其中根据地形的不同最长的桩约 11 m, 最短的桩约 3 m。

本工程由中国石油工程设计有限公司西南分公司设计, 桩基施工由新疆塔里木石油建设工程公司承担, 四川华成油气工程监理公司承担社会监理。

主要地质特点: a 场地回填不到 80 d 土体形成

的时间短, 土粒间摩擦力小, 土体结构不稳定, 容易出现塌孔或无法成孔的问题; b 该场地为典型的雅丹地貌, 风蚀作用强烈, 丘体切割深, 地形破碎, 包括不少风蚀的风蘑菇、风柱、鹳鹑等上下大小不适宜作为桩基持力层的地貌, 因此, 监理在爆破土石方时对这些特殊地貌做了炸毁处理的指示; c 由于地处塔里木盆地边缘, 气候干旱, 降水稀少, 地表覆盖的土质和回填土主要由粉土、粉细砂组成, 均为氯盐、亚氯盐、亚硫酸盐的中—强盐渍土, 对混凝土和钢筋具有强腐蚀作用^[1]。

桩基工程于 2004 年 3 月 6 日正式开钻, 采用 CZ22 型和 CZ30 型钻机 2~6 台, 分别配备 2.5, 3.0, 3.5 桩锤, 桩锤有一字形和圆形刀口, 至 4 月 28 日完成 192 根桩施工 (其中 4 根桩因桩长不到 3 m 取消), 历时 53 d, 5 月 12 日完成桩基大应变检测工作, 5 月 30 日完成桩基分部验收。

1 事前控制工作

1.1 试桩工作

土石方回填后进行了密实度检测, 设计压实度

收稿日期: 2007-10-22

作者简介: 翁 波 (1971-), 女, 四川成都人, 高级工程师, 学士, 主要从事房屋建筑监理工作。电话: (028) 86012331。

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系数不小于 0.9 要求回填的石料粒径不大于 200 mm,对爆破出的大石料进行两次破碎,但是由于施工场地大,工期紧,全部采用机械操作,虽然密实度检测全部合格,但是从来没有在如此大面积而且固结时间如此短的回填土上进行过打桩。我们面临的问题有:如何选择适当地情况的施工工艺;能否在回填土上打到持力层,会不会遇上回填的大孤石;在这种回填土上能否安全成孔,是否会遇到孔壁坍塌等情况;如何在这种没有经验的地方确定已经进入持力层;如何证明和保证桩头进入中风化基岩 900 mm。我们会同施工方技术人员对施工工艺进行了分析,根据回填有土料也有石料的实际情况排除了钻孔桩,由于桩径太小也否定了人工挖孔桩,因为可能碰到粒径较大的回填石子也否定了振冲灌注桩,虽然对冲击成孔灌注桩能否打进基岩 900 mm 也有疑问,但考虑到冲击成孔灌注桩能适应各种土层,在成桩过程中能比较好的对付回填中的漂石,并且该工艺使用时间长,技术成熟,操作工人现场经验多,最后选择冲击成孔施工工艺进行试桩。2004 年 1 月在验收合格的回填区选择了两处回填深约 8 m 打桩可能会遇到困难的位置进行了试桩。试桩时桩机采用带 3 锤重的 CZ30 桩机,桩锤一字刀口,施工后发现场地内的土质黏性大,制造的泥浆完全能够满足护壁要求,在打入土层的同时对孔周土进行了挤密,打桩时遇到小粒径的石子可以挤进四周的回填土中,对回填紧密的大粒径石子可以打碎,遇到回填不紧密的大石子被打入孔底,桩锤将其打碎后再挤入回填土中,能有效的增加桩周土的密实度。在试桩过程中出现了跑浆的现象,经过我们和施工方分析,可能是由于在回填和原始地貌的界面上存在一些抛石,打到该层位时泥浆通过石子间缝隙跑了,因此我们把跑浆作为进入持力层的一个预兆。桩机操作手告诉我们进入岩石后钢丝绳抖动的频率与回填土时大不同,同时贯入度明显减慢,因此监理方同意将这些特征作为是否进入岩层的依据。通过和回填前的原始测量资料对比,基本可以肯定进入了岩石层。经过现场测试,在回填土部分打桩能够取得平均 1 h 800~900 mm 的进尺,但进入岩层后速度大大减少,只能取得 1 h 250~300 mm 的进尺。在试桩过程中未遇到打不动的大孤石,钻速平稳,成孔质量较好,证明回填基本均匀,可以大面积在此回填土上进行桩基施工。试桩结果给我们增加了信心并为正式施工留下了宝贵的技术参数和实际经验。

1.2 施工方案审查

虽然有试桩结果做保证,但是针对该地特殊的自然条件和施工中的不可预见风险,我们仍然对施工方案进行了详细审查。其中有两个环节引起了我们的注意:一是混凝土桩的耐腐蚀处理;二是桩基的检测数量。地勘表明该场地为盐渍土,对混凝土有强腐蚀,设计采用高抗硫水泥抵抗硫酸盐离子腐蚀,采用增加保护层的做法抵抗氯离子腐蚀。虽然土壤中的硫酸盐离子和氯离子一般在地表面多,但是由于本工程是在回填土中打桩,因此硫酸盐离子和氯离子对混凝土桩的威胁不容小视,而且混凝土桩的耐久性直接关系到建筑物的使用寿命,因此我们在施工方案中明确规定不允许混凝土保护层出现负偏差,即保证桩主筋最小保护层厚度为 50 mm。施工方在方案中对桩身质量和承载力的检测数量为抽查 20% 和 1%,没有按照 GB 50202《建筑地基基础工程施工质量验收规范》中规定的按照 JGJ 106《建筑工程桩基检测规范》执行,按照该规范要求^[3],承台中小于 3 桩的桩需要全数做小应变检测,本工程结构部分均为单桩承台,结构失效的风险更大,因此监理方要求每根桩做小应变检测,并按照总数 5% 的比例做大应变检测。

1.3 参加施工方技术交底会

监理细则下发给施工单位以后,监理一般不需要参加施工方的技术交底会,因为监理细则中已经对技术要求做了明确规定。考虑到在这种大面积回填土中打桩是第一次,我们的技术要求和监理程序是否能够传达到每个施工班组并正确理解还是问题,所以我们接受了施工单位的邀请参加技术交底会。在交底会上,我们给施工班组解释了单桩承台的重要性,雅丹地貌施工的困难和特点及施工时的注意事项,解释了桩钢筋保护层厚度的重要性,明确了桩基施工全过程中停检点的检查内容和旁站监理内容。通过面对面的交流,施工方操作班组的人员对监理的工作意图、监理程序和质量要求有了清楚的认识,在后来的施工中能积极配合监理检查,基本做到质量一次检查合格,有力地推动了工期。

2 桩基施工中的质量控制

监理采取的是过程控制,桩基工程作为重要的隐蔽工程,我们在监理细则中针对工艺特点对停检

点做了布置:放线定桩位后;进入持力层时;完孔时;钢筋笼完成后放钢筋笼前;混凝土灌注时旁站。根据这些停检点的设置我们专门设计了桩基施工的旁站检查记录表,对每根桩进行了全程记录,以此为依据检查施工方的竣工资料,为类似工程积累了宝贵的经验数据。

2.1 桩位检查

按照 GB 50202《建筑地基基础工程施工质量验收规范》要求,桩位偏差是检验批必须检查的项目,不能大于 $1/6$ 桩径,或者 70 mm ^[3]。因此放轴线、放桩位和定桩位都十分重要,施工方采用全站仪放桩位,虽然比较准确,但是由于外墙轴线偏心,我们要求施工方拉通线对轴线尺寸做了闭合检查。3月5日桩机进场后主要进行定桩位埋护筒的工作,在护筒外四角埋设钢筋,拉十字线,交叉点必须落在桩位上,然后固定钢筋,调整桩锤对准交叉点后开打。桩位验收时,桩位偏差最大只有 60 mm , 100%合格。

2.2 进入基岩的控制

本工程为承受水平荷载的端承桩,要保证单桩的承载力达到设计要求,保证建筑物的安全承重,必须保证桩头完全进入中风化基岩,因此是否进入中风化基岩是监理控制的重中之重。按照试桩经验,我们要求施工单位到达中风化基岩时对桩孔测量并报告监理,然后我们根据地勘资料和设计单位提供的参考桩长来确认是否进入基岩。参考桩长由设计单位直接交给我们,施工方操作工人按照试桩时的经验来确认,经过实际检查验证,地勘资料与施工方报告的长度和实际情况基本吻合。

2.3 成孔后的验收

由于本工程位于 8 度设防地区,将承受较大的水平地震力,设计要求桩头进入基岩 900 mm ,因此成孔后我们主要对入基岩的长度和 GB 50202 中混凝土灌注桩质量检验标准的内容进行检查。在施工过程中我们意外的发现由于泥浆护壁效果良好,而且南疆地区降水少没有地表水,也没有地下水的侧压力影响,可以干孔检查深度、直径、垂直度、沉渣厚度等,而且还能清楚地看见基岩和回填土的分界线,准确直观地看出进入基岩的深度。对基岩斜面上深度小于 900 mm 的桩要求继续施工,直到全桩进入基岩 900 mm 验收合格的桩孔才能安放钢筋笼,浇

筑混凝土。

2.4 钢筋笼质量控制

每根桩的长度不一致,每个钢筋笼长度也不一致,给钢筋制作和混凝土浇筑速度带来了影响。为避免钢筋锈蚀,钢筋笼底距孔底 100 mm 间距,并要求施工方按照每个护筒标高算出桩长后再截断钢筋笼主筋。为避免钢筋笼在运输和安放时出错,钢筋班组长对每个钢筋笼做了编号并写上长度,放钢筋笼前由专人检查,核对无误后才进孔。为控制好钢筋笼的顶标高,避免浇筑混凝土时上浮或移位,采用附加钢筋和护筒焊接定位。经过平行检查,在整个施工过程中,钢筋笼规格、几何尺寸、保护层厚度均符合规范要求,100 多根桩没有出现钢筋笼错放返工的情况。施工现场反映的问题是在大面积场地打桩,由于事前不能知道钢筋笼的长度,使钢筋笼的制作和运输成为制约施工速度的主要问题。

2.5 混凝土浇筑的质量控制

水下混凝土灌注一直是冲击成孔灌注桩的难点,由于我们采用干孔进行混凝土浇筑,对提高混凝土的密实度,减少钢筋锈蚀,提高混凝土的成桩质量,减少桩身缺陷起了很好的作用。因此,我们要求施工方对原水下灌注混凝土配合比进行了调整,在混凝土浇筑时进行振捣,按照规范要求做了同条件养护和标准养护混凝土试块并对试块进行了见证取样。由于采用干孔浇筑,经过和设计单位洽商,将原设计的 500 mm 高混凝土超灌长度改为 300 mm 。根据我们的监理经验,桩顶标高十分重要也容易被忽视,特别是承受水平力的桩,因此我们要求施工方对桩顶标高进行操平检查,对其中两个低于设计标高的桩做了处理,保证桩与承台的协调受力。

3 桩基施工中问题的处理

3.1 稳定土体强度

由于回填时间短,虽然经过了冬季雪水的滋润,但是土颗粒间的吸附力仍然很弱,在公寓主楼的桩基中最小的桩距只有 2.1 m 最大桩距 3.6 m 为避免桩基施工中对相邻土的扰动造成孔壁坍塌,建议施工方采用隔桩跳打,及时浇筑混凝土的方法,起到

了良好效果。

3.2 确定钢筋笼长度

开始施工时,由于钢筋班组内部对图纸和标高理解不同产生了两种计算长度,互相争执不下,使混凝土浇筑工作滞后了 2 d 为此,我们进行了协调,统一以护筒顶标高为基数来计算钢筋笼长度,并列出了算式,消除了分歧,恢复了正常施工。

3.3 对斜桩的处理

因为原始地貌群山起伏,高差变化大,和回填土交界面上形成斜面,桩锤靠自重找垂直,遇到桩锤重量偏小并且斜面坡度大的情况,容易打斜。在成孔检查时共发现 2 个斜桩,清孔后可以明显看出是入基岩后倾斜,为保证单桩承载力,要求施工方整改。施工方采取人工井下修正,由于这种方法比较危险,监理按照 HSE 要求和以人为本的精神,要求施工方必须派专人进行地面监护,并戴好安全带等紧急救援设施,监理人员也全程旁站监督指挥,防止意外情况发生。经过小应变检测,修整的 2 根桩全部达到一级桩质量。

3.4 坍塌处理

施工中大多数桩成孔质量较好,但是仍有约半数的桩孔因为回填石料的原因存在不同程度的扩径、爆肚等现象。虽然从试桩情况看,回填基本均匀,但是由于回填面积大,全部采用机械施工,施工时间紧,如果粒径较大的石料集中在一处,就会在打桩中出现孔壁坍塌,无法成孔的现象。本工程中遇到 2 根相邻桩无法成孔,正是邻近回填的位置,就是由于上述原因引起。为此,施工方在坍塌处进行开挖,清理出该范围内不合格的回填料,重新运细料进行人工夯填处理。经过处理后成孔正常,混凝土灌注正常。在回填土中打桩由于扩径、爆肚的出现,混凝土实际灌注量比正常情况大,部分地方甚至超出了定额的充盈系数。

4 桩基检测

桩基施工完成后,按照 GB 50202《建筑地基基础工程施工质量验收规范》必须对混凝土灌注桩进行桩身质量检测 and 单桩承载力检测^[3]。工程委托巴州建设工程质量检测中心对桩基进行大小应变检测,小应变检测数量为 100%,大应变检测数量为总数的 5%,大应变检测的桩号由监理和设计共同确定。检测结果:小应变检测 191 根桩,其中一级桩 174 根,二级桩 17 根,其中 13 根扩径,1 根在 2.78 m 处离析,3 根桩头强度偏低;大应变检测 10 根桩,包括有离析现象的 17 号桩,极限承载力为 2 200 ~ 2 400 kN 满足设计单桩承载力要求。

5 结束语

a 采用冲击成孔灌注桩工艺在回填土地基上成孔质量好,选用干孔浇筑混凝土使桩身强度好,该工艺满足设计要求。

b 在复杂的雅丹地貌上回填打桩,应做成嵌岩桩,监理必须确认桩头深入中风化岩石 900 mm 以上,对保证建筑物的承载能力非常重要。

c 对于一柱一桩的情况,必须按照规范要求做 100% 的小应变检测,确保桩身质量。

d 由于回填土的固结程度不高,孔隙较大,灌注桩的混凝土充盈系数普遍比定额中高。

e 对于施工过程中出现的斜孔、塌孔等意外情况,经过认真分析和处理,都能达到规范要求和设计承载力。

参考文献:

- [1] JGJ 106—2003 建筑工程桩基检测规范[S].
- [2] JGJ/T 93—95 基桩低应变动力检测规程[S].
- [3] GB 50202—2002 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].