

浅谈深层水泥搅拌桩

吕光明

(浙江省台州市交通工程公司,台州 317000)

摘要 从地质条件、有效桩长讨论了深层水泥搅拌桩的强度。说明表层硬壳、拌合时间等工艺对水泥桩强度的影响。从原材料、操作、检查方法等方面总结了水泥桩的质量管理。

关键词 深层水泥搅拌桩法 设计 施工 质量管理

中图分类号 TU942; **文献标识码** A

深层水泥搅拌桩是利用深层搅拌机在地基一定深度范围内钻进、搅拌,就地将软土与输入的水泥浆、水泥砂浆固化剂等充分拌合,其加固软土的作用原理主要是利用水泥矿物成份与软土地基之间产生一系列物理-化学反应,即通过水泥与土发生水解和水化反应生成水泥水化物并形成凝胶体;同时,水解水化反应生成的氢氧化钙与软土中水分和二氧化硫反应生成不溶于水的硫酸钙等,使水泥土的强度得到提高;再者就是水泥水化过程中生成的钙离子与土颗粒表面的钾离子进行吸附交换作用,使土颗粒形成较大的土团粒,进一步提高土体的强度,使其具有强度高、渗透系数小等特性^[1]。所以在大量工程项目中被广泛应用于地基加固、防渗止水。

1 设计

1.1 地质条件对水泥搅拌桩强度的影响

由于地区的工程地质条件不同,在深层水泥搅拌桩设计时,应根据不同情况考虑影响因素。

(1) 不同成因的软土基加固后的水泥土强度不同。砂性土固化后,其无侧限抗压强度大于粘性土;而含有砂粒的粉土固化后,强度又大于粉质粘土和淤泥质粉质粘土。

(2) 有机质含量高的土,其桩体无侧限抗压强度要低许多。

(3) 在固化剂种类和掺入量相同的情况下,浆液喷搅时,土的天然含水量越低,加固土的无侧限抗压强度就越高。

(4) 土的渗透性好,其试样强度就高。

1.2 深层水泥搅拌桩的有效桩长

深层水泥搅拌桩桩体抗压强度较低,当桩的断面和土性一定时,其单桩承载力随桩长的增加而提高,但当单桩承载力增加到某一值时,单桩承载力与桩体强度相等,单桩承载力就达到极限值,此时的桩长称为有效桩长。桩体的变形、轴力及侧摩阻力主要集中在这一有效桩长的深度范围内,有效桩长以下的桩长主要起减少地基沉降的作用。

1.2.1 桩长对承载力的影响

水泥掺入量 $a_w=15\%$ 时,桩长在7 m以内,复合地基承载力随桩长的增加提高最快,当桩长大于12 m时,承载力随桩长的提高不显著。

1.2.2 桩长对变形的影响

通常认为,桩越长对控制变形越有利。计算显示,对深层水泥搅拌桩来说,桩长小于13 m时,这一规律较为明显;但桩长大于此值时,这一控制作用会显著减小。

2 施工

2.1 施工工艺与桩体强度的关系

水泥加固土的无侧限抗压强度在其它条件相同时,采用复搅的办法可明显提高加固土的无侧限抗压强度;在含水量很小的松散填土中,搅拌时块状土不能破碎,易造成桩体松散;而采用注水后上

下多次预搅的办法,即可保证加固土的强度。在粘性很大的土中,可能会在搅拌头上形成土团,随搅拌头转动,使搅拌不匀,复搅亦不能奏效,只有改变搅拌头的形式才有效。

大量施工实践已充分证明深层水泥搅拌桩的复搅对桩的强度提高起很大的作用,复搅的作用在于通过充分的搅拌使水泥浆与粘土得到比较完全的接触,促使桩体充分形成。同时钻头喷出的水泥浆往往呈脉冲状,如不充分进行搅拌,水泥浆在桩中呈层状,形成一种“夹生”,对桩的强度极为不利。若桩基只承受竖向荷载作用,一般仅复搅上部1/3的桩体即可。

2.2 表层硬壳对深层水泥搅拌桩承载力的影响

深层水泥搅拌桩必须有周围土体提供侧向约束才能承受荷载,深层水泥搅拌桩在任一受荷阶段都处于桩体中应力和桩周土体的约束平衡状态,一旦平衡达到极限,深层水泥搅拌桩也就达到了极限状态。很明显,桩体强度一定时,桩周土体的强度越高,深层水泥搅拌桩所能承担的荷载也就越大。

现有的搅拌机械的技术性能及施工工艺流程主要是针对淤泥土质而定的,因而在采用常规施工工艺时,容易出现成桩质量问题。其次是地层表层的粘土层粘性较强,不易粉碎;或是搅拌时在搅拌头上形成很大的土团随搅拌头转动,使搅拌头失去了将水泥与土体搅拌均匀的作用。桩机在地表层施工时,喷浆压力与土层压力之间的压力差比较大,容易造成桩顶头部喷浆大量外溢,使桩体部分喷浆减少。

2.3 拌合时间的影响

固化剂与土的拌合程度对水泥土强度影响很大。因此,搅拌拌合是水泥土桩的关键工序。影响拌合程度的因素主要有固化剂的供给方式,搅拌叶片的形状、数量和布置,搅拌时间的长短等。一般可以定性分析拌合时间与加固土强度的影响,在拌合的开始阶段,延长拌合时间会使水泥土强度增加很快,到了某一限度时,强度上升速度逐渐减缓。

3 质量管理

3.1 施工质量管理要点

施工质量管理目标是使成桩质量全面符合设计要求^[2]。

天然地基土性质、水泥浆配合比、搅拌机性能与工艺等几方面将综合影响成桩质量(强度与均匀性)。关键在于每根桩都有足够的喷浆(粉)量以及喷浆(粉)与搅拌的均匀程度。这就要求使用合格的机具,严格按照规定施工,其中水泥浆制备与送浆(粉)尤为重要。作为复合地基承受上部垂直荷载时,依据基底附加应力分布曲线图,其桩身轴向压力自桩顶向下逐渐减小,最大压力位于桩顶以下2倍~3倍桩径范围内。因此,要求桩顶以下4倍~6倍桩径内采用变掺量工艺来增加水泥掺量。

作为基坑围护挡土结构承受侧向荷载时,桩身不可呈“层状”,不可有断裂,且在坑底附近等受力较大处要适当增大水泥掺量。相邻桩应搭接良好,保证其整体性。作为地下连续墙防渗时,必须保证单桩垂直和相邻桩搭接宽度,避免出现桩身分叉。

总之,水泥搅拌桩的施工应根据不同的工程用途体现其工程作用、加固原理和设计意图。这是保证施工质量的前提,也是施工单位技术管理的重点。

3.2 成桩操作质量管理

(1)水泥质量(品种和强度等级)应符合设计要求。水泥是成桩质量的基础。凡品种与强度等级不符合设计要求者不得使用,过期水泥或受潮结块水泥不得使用,不同水泥不得混用,每批进场水泥均应进行检验。

(2)水泥浆制备应以单储为单位按设计配合比计量投料,并充分拌和均匀。要求单储水泥浆在单桩成桩结束时用完,贮浆筒内水泥浆应经常搅动,防止送浆浓度不均,以保证单桩成型质量,同时也可以保证所有工程桩之间的质量均匀,减少群桩质量的离散性。

(3)在工程桩施工前,应进行成桩操作试验,确定各种成桩技术参数,特别是水泥变掺量工艺参数。

4 施工注意事项

(1)应及时、准确地做好施工原始记录,以作为桩质量检验的可靠依据。

(2)制桩时应一次完成,不得在喷粉(喷浆)过程中间歇或中断,若临时停电等必须停歇时,应在停歇处重新钻进500 mm后再继续进行施工。

(3)打桩前开挖土方时,应预留900 mm左右土,作为打桩工作面,以确保桩头强度和减少环境污染。

(4)为了避免桩头突然停灰(停浆)出现桩散段,在设计无要求时,每根桩的上部1 m范围内,应重新钻进复搅一次。

(5)凿桩头时不能用重锤直接砸桩身,须人工沿桩周围凿槽,然后切断,标高不能低于设计标高,否则要用1:2~1:3的水泥砂浆将桩顶抹至设计标高。

特别重要的是现场施工技术人员和成桩操作人员应有较高的技术素质和责任心,保证各项具体措施得以落实。

5 质量检验

根据施工记录对每根桩进行质量评定。质检的重点是水泥用量、喷浆搅拌的提升时间、复搅次数及施工机具参数。

基坑开挖检验其桩位偏差、桩径、桩数与桩顶外观质量。

当怀疑成桩质量存在问题,或工程场地地质条件复杂、工程重要时,可钻取桩身芯样,制取试块,测定桩身强度;也可进行单桩静载荷试验或复合地基静载荷试验,检验复合地基承载力^[3]。

5.1 复合地基静载荷试验

可做单桩或多桩的复合地基试验,直接测试复合地基承载力。试验点数量不应少于3点。一般要求桩身水泥土两个月龄期后方可进行。静载荷试验时,桩顶标高、桩头与桩间土处理、面积置换率和荷载条件均应模拟实际工程情况。

5.2 单桩静载荷试验

设计时对桩间土天然地基承载力已经确认时,可根据单桩静载荷试验确定的承载力和荷载来推断复合地基的承载力。这是间接地检验复合地基承载力的方法^[4]。

水泥搅拌桩通常认为是一种半刚半柔性桩。规范没有提供相应的试验方法。采用一般混凝土桩(刚性桩)试验方法,可能是不适宜的,建议对此加以研究,找出合适的静载荷试验方法。即使有一个合适的试桩方法,最终得到的复合地基承载力仍然是间

接推断出来的。与其费时费资进行单桩静载荷试验,不如直接进行复合地基静载荷试验。

5.3 动态测试

规范没有规定可采用动态法测试搅拌桩单桩承载力和检验桩身缺陷。但由于动态测试快速无损,颇受建设单位欢迎而常被采用。

在地区性工程地质条件大致相同,又有测试工程经验时,动测单桩承载力是有某种参考作用的。但它取决于测试人员的经验与判断能力。由于搅拌桩成桩特点,在水泥掺量变化处或土层层面交界处,动测结果反映的桩身缺陷可能与实际不符。动测提供的桩长一般较准确,这是有利的。

总之,对水泥搅拌桩进行动测是一项新的质检手段,有待于不断积累经验和资料,进一步论证其可靠性。

5.4 建筑物原形观测

作为加固质量的最终体现是建筑物的沉降量和不均匀沉降差。在上部结构施工过程中和竣工后使用期间进行沉降观测是非常必要的。它是评价复合地基加固质量最有说服力的依据,同时也是作为使用和维护的有力依据。对原形观测资料加以研究,将有助于提高设计质量,对完善设计理论有极大的价值。

6 结语

深层水泥搅拌桩加固软土地基在工程中的应用的成败,不仅取决于上述几个方面的问题,还取决于试验、施工、检查等各方面的因素,更不能简单地在图上画上桩位,提一些简单的要求了事,还要综合考虑各种因素,合理采用各种物理参数,使之既合理又经济,以利于处理好软土地基。

参 考 文 献

- 1 徐新跃,黄凌云. 深层水泥搅拌桩的若干问题. 建筑结构, 2000; (5): 11—13, 16
- 2 张凤鹏. 深层水泥搅拌桩法施工的质量管理. 山西建筑, 2003; (12): 37—38
- 3 郝鑫. 2.5 m厚梁式转换层施工. 建筑技术, 2004; 35(12): 916—917
- 4 薛振睿. 预应力管桩在基础工程中的应用. 建筑技术, 2004; 35(9): 689—690

Introduction about Agitative Concrete Stake in Underground

LÜ Guanming

(Taizhou Traffic Engineering Company, Taizhou 317000)

[Abstract] From geological Structure and useful strength of concrete stake used as underground deeply is discussed. The effects of the technology, as mixed time, thickness of surface concrete shell, stake etc, are expressed. From selection of raw materials, technological methods, examination methods, *etc*, the quality management on concrete stake is summarized.

[Key words] method of agitative concrete stahe in underoground design production qualitative management