

文章编号:1003-1995(2005)09-0004-02

深层水泥搅拌桩加固桥台后软基施工及质量控制技术

刘相东^{1,2}, 詹慧鸿²

(1. 上海交通大学 船舶海洋及建筑工程学院, 上海 200030; 2. 中铁十六局 经营部, 北京 100018)

摘要:文章介绍黄万铁路采用深层水泥搅拌桩解决桥梁台后滨海相软土地基与桥台之间因刚度不同产生的沉降差异所造成的轨道不平顺问题, 提出桥台后过渡段范围内进行地基处理的加固措施。

关键词:水泥搅拌桩 桥台后软基 施工技术

中图分类号:U443.15 **文献标识码:**B

1 工程概况

新建铁路黄骅南至天津地方铁路万家码头工程, 南起朔黄铁路黄骅南站(不含)北至天津地方铁路李港铁路万家码头站(不含), 全长 67.807 km。沿线穿越海河水系和滨海冲击平原, 河流水塘盐碱荒地众多, 沟渠发达, 大部分为盐渍土和软土, 主要地层为第四系全新统人工堆积层、冲海积层、海相沉积层、冲积层和上新统冲积层。

为避免软基地段桥梁台后及锥体沉降过大, 位于软土地基上的台后路基及桥梁锥体底部采用 $\phi 60$ cm 深层水泥搅拌桩进行加固处理。水泥搅拌桩是由水泥颗粒和软土间的水、土颗粒充分作用生成纤维状胶凝和网状结构物, 从而产生与原状土不同的结构特征, 形成整体性好的并具有一定强度的水泥浆与土的混和物。水泥搅拌桩成桩是利用工程钻机将旋喷注浆管埋置于预定的加固深度, 通过钻杆旋转, 徐徐上升, 将预先配好的水泥浆以一定的压力从喷嘴喷出, 冲击土体, 使土和水泥浆搅拌成混合体, 形成具有一定强度的水泥搅拌桩复合地基。水泥搅拌桩桩体的强度是由水泥加入量和搅拌均匀程度来决定的。一般掺入量控制在加固土体的 15 % 左右, 桩长、复搅深度由设计要求来确定。

2 深层搅拌桩的设计

深层搅拌桩作为复合地基的一种形式, 施工时通过搅拌机械将胶结材料水泥浆与地基土搅拌成桩柱体, 桩柱体与四周软土组成复合地基来提高地基承载力、地基的强度、地基变形模量和地基的稳定性。深层搅拌桩实际施工中, 由于软土地质情况复杂, 施工中无法准确保证水泥用量的均匀程度, 工艺参数有时难以达到设计规范的要求, 因此在复合地基强度设计中一

般按单桩承载力与桩间土承载力的叠加作为计算基准。

2.1 复合地基承载力估算

$$f_q = mf_k/A_d + (1 - m)f_i$$

式中 f_q ——复合地基承载力(kPa);

f_k ——单桩承载力, $f_k = K(U_p \sum_{i=1}^n f_i L_i + A_p f_p)$ (kN), 其中 K 为安全系数, U_p 为桩身周长(m), f_i 为桩周第 i 层土的极限摩阻力(kN), L_i 为第 i 层土的厚度(m), A_p 为桩端截面积(m^2), f_p 为桩端处天然土的承载力(kPa);

A_d ——单桩截面积(m^2);

m ——面积置换率, $m = nA_d/A$, 其中 n 是处理区的桩数, A 是处理区的面积;

f_i ——桩间天然土地基承载力(kPa)。

2.2 深层搅拌桩加固地基

1) 置换作用 由于加固处理后, 复合地基中桩体的强度和模量比桩间土大, 在荷载作用下, 桩顶应力比桩土表面应力大, 桩可将承受的荷载向较深的土层中传递并相应减少了桩周土承担的荷载, 由于桩的作用使复合地基承载力提高, 变形减小。

2) 桩对土的约束作用 在群桩复合地基中, 桩对桩周土具有阻止侧向变形的作用。在荷载相同的条件下, 无侧向约束时因土的侧向变形大, 垂直变形也随之变大, 反之则垂直变形变小, 使复合地基抵抗垂直变形的能力有所加强。

2.3 主要设计参数

搅拌桩设计直径 600 mm, 桩长 7 m, 采用梅花形布桩, 桩距为 1.5 m \times 1.5 m。

3 深层搅拌桩施工

本段路基施工时, 首先安排桥台、桥台后、锥体处

理范围水泥土搅拌桩的施工,不留台后填土缺口,确保台后软基的预压固结时间。根据土质各项物理性能指标,采用2次搅拌重复喷浆施工工艺。搅拌桩施工时采用跳孔作业,按先外围后内部并顺序推进的原则施工。

3.1 施工工艺流程(见图1)

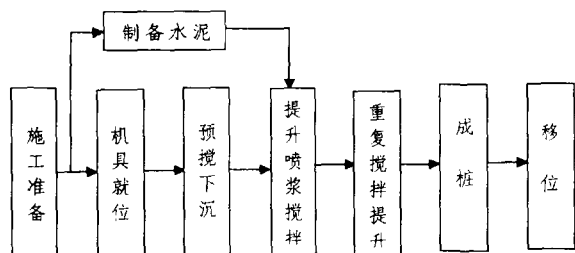


图1 水泥搅拌桩施工工艺流程图

3.2 浆液配置与运输

浆液以水泥为主配制而成,并适当考虑当地水质的侵蚀作用。水泥采用32.5级普通硅酸盐水泥,用量为湿土(密度为 $1\,800\text{ kg/m}^3$)重的12%~15%,水灰比0.45~0.50,外掺剂主要为木质素碳酸钙水剂,掺量为水泥重量的0.20%~0.25%或符合设计标准,硫酸钠的掺量为水泥重量的1%,石膏掺量为水泥重量的2%。配置时,先放水,然后按水泥、减水剂、石膏顺序上料,搅拌均匀,搅拌时间 $\leq 2\text{ min}$,经过滤筛倒入集料斗(集料斗容量为 0.4 m^3),确保供浆施工不断桩,也不会因浆液过多而沉淀。拌好的水泥浆液由挤压式灰浆泵经过 $\phi 32\text{ mm}$ 胶管输入到深层搅拌机的钻杆中,并从搅拌叶的出浆口喷射出来。

3.3 机械定位

按设计图纸要求,测放出搅拌桩群的轴线位置,沿轴线设置龙门桩。

3.4 搅拌下沉

将深层搅拌机用钢丝绳吊挂在起重机上,用输浆胶管将贮料泵与深层搅拌机接通,启动搅拌机,使搅拌机借设备自重沿导向架均匀切土下沉,下沉速度一般为 0.8 m/min ,工作电流 $\geq 10\text{ A}$ 。

3.5 浆液制备

待搅拌机下沉到一定深度时,即开始按设计确定的配合比拌制注浆浆液,压浆前将浆液倒入集料斗中。

3.6 喷浆搅拌

在搅拌机下沉到设计深度后,开启灰浆泵,将浆液压入地基,边喷浆边搅拌,同时按 $\geq 0.8\text{ m/min}$ 的提升速度提升搅拌机,喷浆压力为 $0.4\sim 0.6\text{ MPa}$,在搅拌机提升过程完成70%~80%的喷浆量。

3.7 重复上、下搅拌

深层搅拌机提升至设计加固深度的顶面标高时,集料斗中的水泥应正好排空。为使土和浆液搅拌均匀,再次将搅拌机边旋转边下沉,直至设计深度,这时电流发生明显变化,说明复搅阻力已达到深层搅拌桩的设计能力,再进行重复搅拌提升作业,并将剩余20%~30%的浆液灌入,以填充钻具撤出时所留下的空隙。

3.8 清洗

搅拌机提升出地面后,向已排空的集料斗中注入适量清水,开启灰浆泵,清洗全部管路中残存的浆液。

3.9 移位至下一根桩

重复上述步骤,进行下一根的施工。搅拌桩施工工艺见图2。考虑到搅拌桩顶部与结构的基础或承台接触部分受力较大,为提高强度一般对桩顶 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ 范围再增加一次输浆。

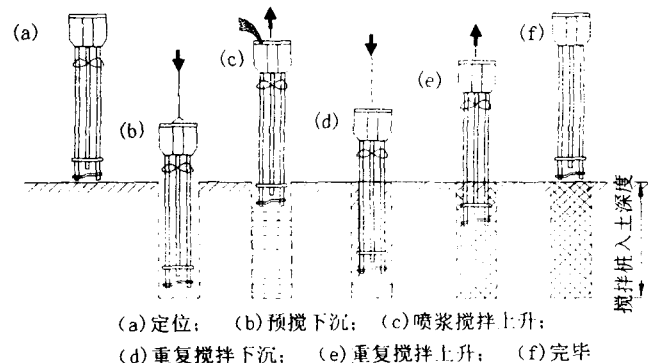


图2 搅拌桩施工工艺流程图

3.10 成桩检验

开挖检验:根据工程设计要求,选取一定数量的桩体进行开挖,检查加固桩体成形情况

取样检验:成桩养护9d后,从开挖外露桩桩体中凿取试块或采用岩心钻孔取样制成试件,与室内制作的试块进行硬度状态、抗压强度和标贯击数的比较。

4 结语

深层搅拌桩具有施工速度快,工期较短,工程造价低,质量容易控制等特点,为确保工程质量达到软弱地层处理的最终效果,应尽量安排在旱季施工。深层搅拌桩复合地基技术在房屋建筑工程、高速公路及铁路建设中的地基处理上,已有众多的成功实例,建议在今后修建的客运专线及高速铁路软弱地基和桥台背后过渡段地基处理时推广使用。