

高压旋喷桩在码头龙门吊跑道地基加固中的应用

潘开湖

(厦门港务工程公司 福建 厦门 361012)

摘要 : 针对厦门港海天码头龙门吊在运营中出现跑道地基不均匀沉降的实际情况 , 论述几种跑道地基加固方案并进行比选 , 比选结果采用高压旋喷桩加固方案 . 工程实践表明 , 采用高压旋喷桩加固已建龙门吊跑道地基 , 能有效减小地基的不均匀沉降 , 且施工工艺简单 , 工期短 , 成本低 .

关键词 : 高压旋喷桩 ; 码头 ; 龙门吊跑道 ; 地基加固

中图分类号 : TU472.3+6 文献标识码 : B 文章编号 : 1006-764X(2002)07-0056-02

厦门港海天码头于 1990 年前后分批填海建筑 , 并先后投入使用 . 其中的 7 号、8 号码头为集装箱专用码头 , 且配有龙门吊 . 在集装箱堆场范围内 , 软基采用砂井处理 . 但对用于起吊集装箱且受力较大的龙门吊跑道部位 , 未做特殊处理 . 由于淤泥土层厚度变化大 , 且埋置较深 , 使排水固结过程缓慢且地基沉降不均匀 . 同时人工填土层厚而密实度不佳 , 也加大了不均匀沉降量 (1997 年测量的最大不均匀沉降量达到 0.8 m 左右) , 导致坡道起伏、跑道断裂等 , 直接影响安全使用 .

1 工程地质概况

钻探探明 , 海天码头表层为人工回填层 : 杂填土较松散 , 含块石、碎石 , 其中杂填土层厚度为 1 ~ 2 m , 砂层厚度 3 ~ 7 m ; 下部为淤泥层 : 流塑 ~ 软塑 , 厚度 5 ~ 11 m . 淤泥层以下为杂色亚粘土层 : 软塑 , 厚度 2 ~ 8 m ; 基岩为全风化 ~ 强风化粉质砂岩 .

地下水位受海潮水位顶托影响 , 一般地下水位为 6.4 ~ 5.5 m (厦门零点标高) ; 高潮位设计水位为厦零 4.67 m , 码头地面设计标高为厦零 7.50 m .

2 处理方案的选择

根据地质与工程现状 , 处理方案有两种设想 : ①对跑道表面进行加高调平 , 维持使用 , 若再有大的不均匀沉降 , 再进一步的增高调平 ; ②从根本上对下部地基进行加固 , 同时对跑道进行补强加固调平 . 前者一次性投资少 , 但间隔一段时间后又要投资进行增高调平 , 反复多次才能达到基本稳定 . 对于一个繁忙的港区而言 , 反复维修 , 势必影响正常的使用 .

可供选择的地基加固方案有三种 :

a. 灌注桩承托方案 . 该方案有两种支托方式 : 在跑道板 (断面尺寸 1 500 mm × 600 mm) 中间支承 , 或在两侧加设下部托梁支承 (图 1) . 在板中间支承 , 施工时要拆除部分跑道 , 而在两侧加托梁支承则施工较为困难 , 需将原跑道拆除 , 灌注桩施工后再重建跑道 .

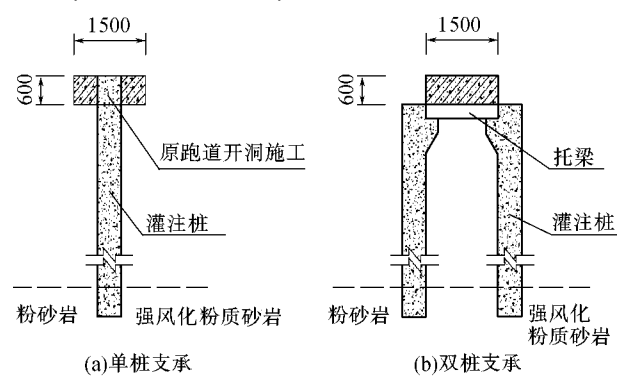


图 1 灌注桩承托方案设计 (单位 : mm)

b. 压浆方案 . 该方案在跑道板两侧及其下一定范围内对土层进行压浆 , 以提高土体的强度并减少压缩量 . 但由于下部淤泥层可灌性较差 , 上部人工填土松散不均 , 使压浆难以控制 , 效果也难以保证 .

c. 高压旋喷桩加固方案 . 高压旋喷桩是一种强制性和自控性的注浆工艺 , 适用于淤泥、黏性土、砂土、人工填土和碎石等地基^[1] . 施工方法是 : 在原基础上钻孔至设计标高 , 将带有特殊喷嘴的钻头放至桩底标高处 , 并开始泵送 20 ~ 25 MPa 的高压水泥浆射流 , 通过旋喷的空心钻杆及钻头喷嘴 , 喷射切割破碎桩孔周围的土体 , 并使土体与泥浆混合 , 在喷射浆液的同时喷嘴缓慢旋转、提升 , 使浆液与土的混合体自下而上形成圆柱体 , 待硬化后生成水泥石固结桩体 .

作者简介 : 潘开湖 (1950 —) , 男 , 福建厦门人 , 工程师 , 从事港口工程施工管理工作 .

由于喷射产生的动力和浆液冲击力等作用,会在桩体周围形成压缩层和渗透层,使桩体四周土密度增大,而形成复合地基(图2).

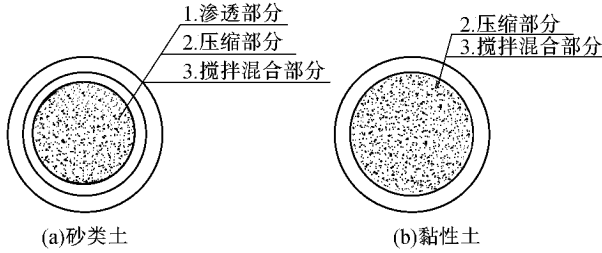


图2 复合地基示意图

针对本工程地质情况,经分析论证,决定采用旋喷桩加固方案.实施本方案,只需在原钢筋混凝土跑道上钻一直径为100 mm的小孔,便可进行旋喷桩施工,且对原跑道无影响.施工时将旋喷桩置于强风化层内,桩顶直接支承跑道板,使上部荷载直接传至下部稳定的地基上,可避免跑道的沉降.同时,对于原跑道用钢筋混凝土加高调平,使新旧钢筋混凝土结合成整体,提高跑道板的强度.

跑道地基加固按龙门吊轮压330 kN(双轮660 kN),并根据原跑道板截面钢筋和考虑最不利荷载情况来确定加固桩的位置及密度,同时考虑跑道的横向稳定,在分段连接处设双桩支承(如图3所示).在设计上,原跑道为弹性地基结构,采用旋喷桩多点承托后,形成多跨连接结构,两种结构经过验算,跑道板的强度均能满足要求.

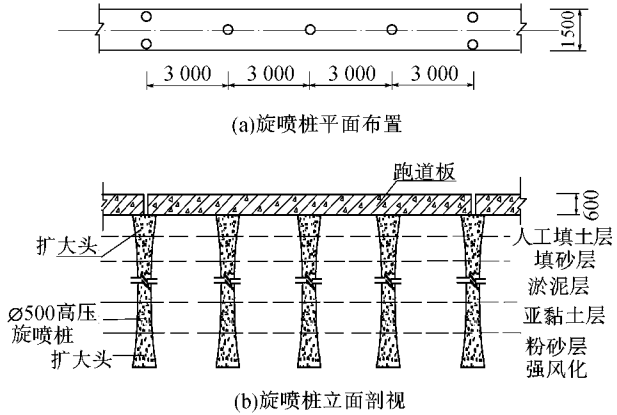


图3 旋喷桩加固设计示意图(单位:mm)

实施旋喷桩加固方案,工艺简单,技术可行,工期可缩短,成本比灌注桩可降低1/3左右.

3 高压旋喷桩施工工艺

厦门港海天码头龙门吊跑道地基采用单管高压旋喷桩加固,工程于1998年4月13日至11月20日实施,共完成8个集装箱堆场的2328.16延米跑道的补强加固及调平工作,共计完成旋喷桩1050根,旋喷桩总长为27746.20 m,最大桩深29.3 m,平均桩长约26.4 m.

a. 施工工艺流程:在跑道上钻孔→旋喷钻机将喷头钻入强风化层内1.5~2.0 m处→高压水泥车输送高压浆液(压力大于或等于20 MPa)→旋喷钻机按规定的钻旋及提升速度旋转提升→旋喷机提升达到跑道板→高压水泥车停止输送高压浆液→完成并转移到下一孔.

b. 旋喷注浆主要工艺参数及技术要求:通过现场试验确定,水泥浆液水灰比一般为1:1~1:1.2(采用425号普通水泥);钻机旋喷时的转速为15~20 r/min,钻机旋喷时的提升速度为15~25 cm/min,旋喷压力为20~25 MPa,喷嘴直径为2.2~3.0 mm,设计桩径为500 mm,设计强度为4.0 MPa,在桩底及桩顶1.5 m范围内复喷扩大桩径为750 mm.

c. 主要设备:水泥注浆车,专用旋喷钻机,浆液搅拌机及相应配套设备等.

4 加固工程质量与效果

本工程经业主委托化工部第二勘察设计院厦门分院对旋喷桩随机抽检6根桩芯,共进尺145.94 m,经厦门建筑工程检测中心芯体抗压检验和施工单位自检,结果表明:

a. 胶结情况:水泥浆与土体混合较均匀,未见离析现象,也未见夹杂的泥土,胶结性好.

b. 连续性情况:从几个钻孔抽芯观察,固结体均为连续性,未见破碎、断桩或缩颈现象,桩径及垂直度均符合设计要求.

c. 均匀性:各孔固结体均匀性较好,在填土以下均匀性尤佳,但填土层中的个别固结体夹杂有碎石.

d. 取芯率:取芯长度一般100~500 mm,芯体直径约为100 mm,取芯率一般为78%~85%.

e. 固结体抗压强度:根据外观判断,固结体强度都较高,比较均匀;根据抗压试验报告,强度为5.3~30.1 MPa,超过设计4.0 MPa的要求.

f. 桩底岩土情况:桩底已进入强风化岩内,风化残留特征明显.

工程竣工1 a后,对跑道进行高程观测,未见有明显沉降,最大沉降量为1.5 cm,在正常使用范围内.

5 结 语

采用高压旋喷桩加固已建龙门吊跑道地基,能够有效地减少地基不均匀沉降,而且与其他加固方案相比,具有施工工艺简单,工期短,成本低的明显优势.

参考文献:

[1] 徐泽中. 交通土建软土地基工程手册[M]. 北京:人民交通出版社, 2001. 573~633.

(收稿日期:2002-03-18 编辑:冯敏峰)