

Application of PHC Pipe Pile in Foundation Treatment of Track Plate Production Bench

Gang Dong

Daqin Railway Co., Ltd. Houma North Track Maintenance Division, Taiyuan, Shanxi, 030032, China

Abstract

The application of PHC pipe piles in foundation engineering is mainly to bear the vertical load, but the CRTS III type track plate production pedestal mainly bears the horizontal load, and the production of the pedestal foundation is the key and difficult point to ensure the quality of the track plate. This paper introduces the feasibility of the application of PHC pipe piles in newly backfilled landfills by introducing engineering examples. Based on this, the PHC pipe piles are used as the processing requirements for the production of track plates.

Keywords

PHC pipe pile; newly mixed soil; foundation treatment; settlement

PHC 管桩在轨道板生产台座地基处理中的应用

董刚

大秦铁路股份有限公司侯马北工务段, 中国·山西 太原 030032

摘要

PHC 管桩在基础工程中的应用主要以承受竖向荷载为主,但 CRTS III 型轨道板生产台座主要以承受水平荷载为主,生产台座地基处理是保证轨道板质量的重点和难点。本文通过引入工程实例,探讨了 PHC 管桩在新近回填杂填土地基中应用的可行性,并在此基础上提出了 PHC 管桩用作轨道板生产台座的处理要求。

关键词

PHC 管桩; 新近杂填土; 地基处理; 沉降

1 工程概况

新建某客运专线轨道板场位于中国江西省吉安市吉安县敦厚镇,主要承担 CGZQ-6 标段和 7 标段范围内的 CRTS III 型轨道板生产任务,共计 26020 块轨道板,线路里程为 DK178+755 ~ DK253+450。

CRTS III 型轨道板采用生产台座双向先张法施工,场区东侧共设 10 个生产台座,每个生产台座可一次生产 8 块 CRTS III 型轨道板,生产台座主要由地梁 DL、圈梁 QL、上部型钢结构等部分组成^[1]。

2 地质资料

据钻探揭露,按其成因类型及地层时代,拟建场地地层分为人工填土(Q_4^{ml});第四系中更新统残积层(Q_2^{el})。依

其岩土层的工程性质差异可分为:素填土、粉质粘土、强风化泥质粉砂岩、中风化泥质粉砂岩。现就各岩土分布、厚度、特征分述如下:

(1)素填土(Q_4^{ml}):褐红色,褐黄色,稍湿,松散,成份主要为碎石块及黏性土,欠压实,为新近填土,承载力特征值 $[\sigma]=50\text{kPa}$ 。拟建场区全场均有揭露,厚度:0.40 ~ 12.80m,平均厚度 6.09m;层顶标高:-2.66 ~ 0.00m,平均-0.53m。场地内各个钻孔见分布。

(2)粉质粘土(Q_3^{al}):褐黄色,可塑-硬塑状,有光泽反应,干强度中等,韧性中等,无摇振反应,局部含铁锰质结核,承载力特征值 $[\sigma]=160\text{kPa}$ 。土质较均匀,黏性较好。层顶埋深:0.40 ~ 12.88m,平均 6.09m。层顶标高:-14.96 ~ -0.41m,平均层顶标高-6.63m;厚度为 0.40 ~ 6.00m,平均厚度为 1.20m;现场标贯试验 6 次, $N=9 \sim 13$ 击,修正

后平均击数 9 击, 变异系数 $\delta=0.043$, 标准击数 $N_k=9$ 。场地内各个钻孔见分布。

(3) 强风化泥质粉砂岩 (K): 场地内所有钻孔皆有揭露该层。棕红色, 原岩结构可辨, 上部岩芯呈半岩半土状, 下部少量呈短柱状, 遇水易软化, 承载力特征值 $[\sigma]=280\text{kPa}$ 。岩芯较破碎, 属极软岩, 岩体完整程度为破碎, 岩体基本质量等级为 V 级。层顶埋深为 0.90 ~ 14.50m, 平均层顶埋深为 7.29m, 层顶标高为 -16.76 ~ -0.81m, 平均层顶标高为 -7.82m; 厚度为 1.50 ~ 4.50m, 平均厚度为 3.08m。

(4) 中风化泥质粉砂岩 (K): 棕红色, 粉砂质结构, 层状构造, 岩芯呈短柱状、长柱状, 节长 6~45cm, $RQD=88\%$, 锤击声闷, 易断, 岩石遇水或置于空气中即崩解碎裂, 承载力特征值 $[\sigma]=1500\text{kPa}$ 。层顶埋深为 4.10 ~ 16.80m, 平均层顶埋深为 10.37m, 层顶标高为 -18.26 ~ -4.01m, 平均层顶标高为 -10.91m, 各钻孔均未揭穿该层, 揭露厚度为 1.40 ~ 8.40m。场地各个钻孔见分布。岩体结构基本未破坏, 风化裂隙不发育, 岩芯较完整, 为软岩, 岩体基本质量等级 IV 级。无空洞及更软弱层存在、且无临空面、破碎岩体、软弱夹层等不良工程地质层存在^[2]。

3 单桩承载力特征值计算

1# ~ 6# 生产台座下各土层分布平均厚度及参数见表 1、表 2:

表 1 1# ~ 6# 生产台座各工点处各土层分布平均厚度(单位: m)

土层编号	土层名称	1# 台座	2# 台座	3# 台座	4# 台座	5# 台座	6# 台座	平均厚度 (m)
1	杂填土 (从桩顶算起)	9.3	8.2	4.7	4.2	3.5	2.9	5.5
2	粉质粘土	1.6	0.5	1.4	1.5	1.1	1.0	1.2
3	强风化泥质粉砂岩	2.2	2.8	3.8	3.6	3.2	3.4	3.2
4	强风化泥质粉砂岩	/	/	/	/	/	/	/

表 2 各土层设计参数表

土层编号	土层名称	桩极限侧阻力标准值 $q_{sik}(\text{kPa})$	桩极限端阻力标准值 $q_{pk}(\text{kPa})$
1	杂填土	20	/
2	粉质粘土	50	/
3	强风化泥质粉砂岩	120	3500
4	中风化泥质粉砂岩	/	6100

根据表 1、表 2 内容分别对 1# 台座与 6# 台座单桩竖向承载力标准值进行计算。

3.1 1# 台座预应力管桩计算

设定桩顶标高 -2.76m, 桩端持力层为强风化泥质粉砂岩, 结合现场情况, 选用预应力管桩 PHC 400AB 95-11。

单桩竖向极限承载力标准值:

$$Q_{uk}=u\sum q_{sik}l_i+q_{pk}A_p$$

公式中: u —桩身周长 (m)

q_{sik} —桩周第 i 层土的极限侧阻力 (kPa)

l_i —桩周第 i 层土的厚度 (m)

q_{pk} —桩极限端阻力标准值 (kPa)

A_p —桩端面积 (m^2)

$$1\# \text{ 台座 } Q_{uk}=3.14\times 0.4\times (20\times 9.3+50\times 1.6+120\times 1.0)+3500\times 3.14\times 0.22=924.4\text{kN}$$

3.2 6# 台座预应力管桩计算

设定桩顶标高 -2.76m, 桩端持力层为强风化泥质粉砂岩, 结合现场情况, 选用预应力管桩 PHC 400AB 95-5。

单桩竖向极限承载力标准值:

$$6\# \text{ 台座 } Q_{uk}=u\sum q_{sik}l_i+q_{pk}A_p=3.14\times 0.4\times (20\times 2.9+50\times 1.0+120\times 1.0)+3500\times 3.14\times 0.22=726\text{kN}$$

3.3 根据现场静压预应力管桩静压力值计算

根据《吉安板场管桩进入强风化层深度分析》文件与现场《静力压桩施工记录》分别对 1# 台座、6# 台座周围已施工的预应力管桩进行分析。见表 3、表 4。

表 3 1# 台座周边静压管桩静压力值与入土深度

桩号	静压桩总荷载 (kN)	入土深度 (m)	进入强风化层深度 (m)	参照勘测点位
277	2000	14.6	1.1	ZK12
279	2000	14.7	1.2	
270	1800	13.6	-0.5	ZK13
272	2000	14.6	0.5	
235	2000	11.8	0.5	ZK15
236	2000	12.1	0.8	
230	2400	13.6	1.4	ZK14
229	2000	13.6	1.4	

表4 6#台座周边静压管桩静压力值与入土深度

桩号	静压桩总荷载 (kN)	入土深度 (m)	进入强风化层深度 (m)	参照勘测点位
126	2400	5	0	ZK20
127	2400	5	0	
112	2400	9	1.9	ZK 25
113	2400	9	1.9	
130	2400	9	1.9	ZK 20
138	2400	9	1.9	

3.4 数据分析结论

根据以上内容与表格中的数据可得出:

(1) 当管桩静压荷载值达到 2400kN 时, 所有管桩均未进入中风化层, 但基本均已进入强风化层, 平均进入深度 0.8 ~ 1.3 米。

(2) 通过分析对比, 1#、6# 台座现场管桩静压桩力均已超过了使用地勘报告参数计算所得的管桩设计承载力标准值, 说明现场实际地质情况要好于地勘报告中所提供的参数情况。

(3) 根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011) 中单桩竖向静载荷试验要点, 结合现场实际静压桩数据, 取单桩竖向承载力特征值 R_a 为 PHC400AB 预应力管桩桩身轴心受压承载力设计值 $[R]=2288kN$ 。

4 生产台座荷载计算

4.1 荷载取值

(1) 台座自重: 单个张拉台座混凝土 $214.3m^3$, 混凝土容重取 $26kN/m^3$, 则混凝土重量 = 557.2t;

(2) 台座预埋型钢与其上部钢结构重量 = 28.23t;

(3) 蒸养管道及空气管道重量约 1t;

(4) 台座内模具安装地面地坪混凝土约 $48m^3$, 混凝土重量为 124.8t;

(5) 单个 P5600 型轨道板模具重量为 6.5t, 一个张拉台座内模具总重 $6.5 \times 8=52t$;

(6) 单个台座内轨道板的重量: P5600 型轨道板每块需要 $2.97m^3$ 混凝土, 容重取 $26kN/m^3$, 一个台座内设置八块板, 总重约 61.8t;

(7) 布料机自重约 12t;

布料机轨道支承 H 型钢 (300×300) 一侧重量 1.814 t, 双侧为 3.628 t; 布料机料斗 ($3m^3$) 混凝土重量 7.8t; 移动横

梁轨道重量 0.15t。

故将以上重量加起来作为地基所受竖向荷载为 848.61t。

4.2 荷载工况

结合 CRTS III 型轨道板实际生产情况, 将台座受力分析划分为 2 个工况 (见表 5):

表5 荷载工况

工况名称	荷载组合	备注
工况 1	① + ② + ③ + ④ + ⑤	台座结构与钢结构施工完成, 8 座轨道板模具安装完成。
工况 2	① + ② + ③ + ④ + ⑤	台座内轨道板预应力钢筋张拉, 轨道板混凝土浇筑。

5 生产台座受力计算及结果对比分析

表6 预应力管桩布置方案受力分析比较

方案编号	方案名称	工况一最大反力 (kN)	工况二最大反力 (kN)
1	24 根桩	1386.0	2113.8
2	28 根桩	1422.1	2146.8
3	32 根桩	937.9	1406.1
4	36 根桩	928.3	1385.6

由表 6 可知, 方案 1 与方案 2 中的预应力管桩最大反力均已接近桩基承载力特征值 $R_a=2288kN$, 较不安全; 方案 3 与方案 4 预应力管桩最大反力值均考虑到台座地梁 DL 布置并不对称, 同时考虑到受力的均匀和稳定性, 采用方案 4 较合理, 布置方式见图 1。

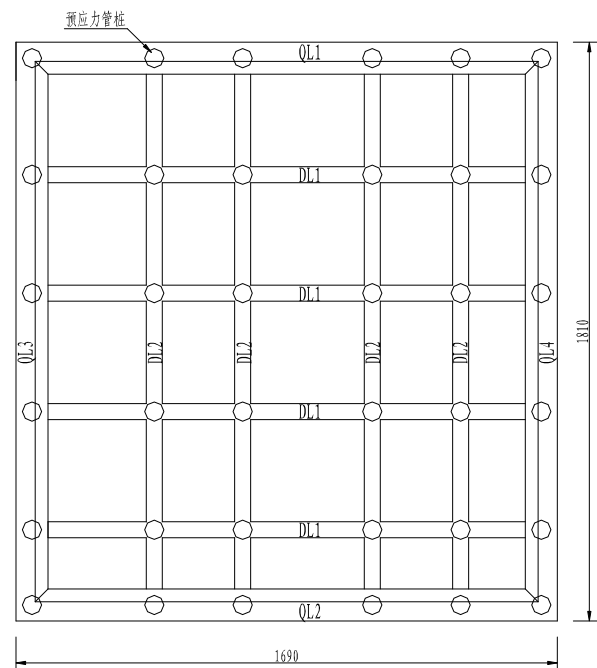


图1 CRTSIII 型轨道板生产台座预应力管桩布置图 (方案四)

6 造价分析

吉安轨道板场共设 10 个 CRTS III 型轨道板生产台座, 其中 6 个台座进行了预应力管桩地基处理, 每个台座下设 36 根桩, PHC 管桩有效总桩长 2664m, 工程总造价 39 万元。

7 结语

采用 PHC 管桩对 CRTS III 型轨道板先张法生产台座进行地基处理, 既满足了施工要求, 且费用较低, 该处理方法经

吉安轨道板场实践证明完全可以达到地基的承载力要求, 经现场对生产台座进行沉降观测未发现台座不均匀沉降, 该处理方法可以作为类似工程地基处理的一种参考方式。

参考文献

- [1] 彭人玮 .PHC 工程管桩水平断裂问题的研讨 [J]. 施工技术, 1999,28(9):30231.
- [2] 苏振明 .PHC 管桩水平承载力试验研究 [J]. 福建建设科技, 2005,(1):20223.