

Research on Railway Roadbed Foundation Treatment Technology in Soft Soil Areas

Yandong Ma

Shenyang Railway Engineering Design and Appraisal Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract

The geological situation of the cargo line of Qianyang Station is complicated, and there are plain filling soil layer, silty clay layer and silt soil layer distributed in the engineering site, the natural foundation scheme cannot guarantee the safety and stability of the railway subgrade, so the soft soil layer is needed. In order to ensure the safety and stability of railway subgrade structure, the foundation bearing capacity and settlement are the main control indexes in the design, and the subgrade bed should meet the compaction standard of *Code for Railway Subgrade Design* After calculation and analysis, in order to save the cost and meet the requirements of railway subgrade, the final scheme of this project is to replace the foundation 2.0 meters deep, the bottom of the replacement of 0.5 meters, the combination of the two methods of foundation treatment.

Keywords

settlement after work; bearing capacity of foundation; replacement; discard and silting

软弱土地区铁路路基地基处理技术的研究

马彦东

沈阳铁路工程设计鉴定有限公司, 中国 · 辽宁 沈阳 110000

摘 要

前阳站Ⅱ场货物线地质情况复杂, 工程场地内分布有素填土层、粉质粘土层、淤泥土层, 采用天然地基方案无法保证铁路路基的安全与稳定, 因此需要对软弱土层进行地基处理。为保证铁路路基结构的安全稳定, 设计时一般采用地基承载力和工后沉降为主要控制指标, 同时路基基床要满足《铁路路基设计规范》的压实标准。经过计算分析, 为了节约造价, 又满足铁路路基的要求, 本工程最终采用的方案是地基换填2.0m深, 换填底部采用抛弃片石挤淤0.5m, 这种两种方法结合的地基处理方式。

关键词

工后沉降; 地基承载力; 换填; 抛弃片石挤淤

1 引言

东港市地区地貌类型多样, 地势北高南低, 呈阶梯状分布, 依次为: 北部低山丘陵, 中部低丘坡岗, 南部为退海平原, 沿海系潮间带滩涂。北部低山丘陵重叠, 山脉呈东西走向; 中部低丘坡岗起伏, 低丘是南北走向; 南部黄海之滨为大片退海平原、鸭绿江和大洋河冲积平原地势平坦。论文以东港市《前阳站Ⅱ场货物线改造及引起的相关工程》项目为研究背景, 对本地区的软弱土处理方法进行研究谈论, 希望能为相关类似工程的设计和施工提供依据^[1]。

2 工程概况

前阳站Ⅱ场货物线自前阳站 204# 道岔引出, 线路长度 3.582km, 其末端接引油库军专线, 军专线与货物线共用走行线(专用线长度 1.394km, 已停用近 20 年)。目前前阳站Ⅱ场货物线闲置, 钢轨、扣配件严重锈蚀, 轨枕破损、局部缺失, 道床杂草丛生, 既有线路为 43kg/m 钢轨和木枕, 其产权归辽宁港铁国际物流实业集团有限公司所有。

场地内的地质情况为: 第一层为素填土, 杂色, 主要由碎石、粘性土组成, 稍湿, 松散, 层厚 0.9~2.5m。第二层为粉质粘土, 灰褐色, 软可一软塑状态, 稍有光泽有摇振反应, 韧性、干强度中等。层厚 0.5~1.8m, 基本承载力特征值 80kPa。第三层为淤泥质粉质粘土, 灰黑色, 饱和, 流塑状态, 底部混有粉砂, 强度低, 压缩性高。层厚 2.7~4.5m, 基本承载力特征值 65kPa。第四层为粉砂, 灰色, 饱和, 稍密状态, 主要矿物成分为石英、云母、长石等, 上部夹有淤泥质土。层厚 2.6~4.0m, 基本承载力特征值 120kPa。第

【作者简介】马彦东(1983-), 男, 满族, 中国内蒙古赤峰人, 硕士, 工程师, 从事桥梁与隧道工程、建筑工程地基处理研究。

五层为细砂，灰绿色，饱和，中密状态，主要矿物成分为石英、云母、长石等。层厚 4.2~6.7m，基本承载力特征值 180kPa。

3 地基处理方案比选

本工程场地内分布有素填土层、粉质粘土层、淤泥土层，采用天然地基方案无法保证铁路路基的安全与稳定，因此需要对软弱土层进行地基处理。为保证铁路路基结构的安全稳定，设计时一般采用地基承载力和工后沉降为主要控制指标，同时路基基床要满足《铁路路基设计规范》的压实标准^[2]。

经过调查，素填土、粉质粘土及淤泥层分布广泛，厚度不均，最大深度为 6.5m，一般可采取换填、抛弃片石挤淤、堆载预压、水泥土搅拌桩复合地基等常规的地基处理方法。根据《铁路路基设计规范》工后沉降量需要小于 20cm，地基承载力不小于 120N/m²，基床表层压实系数大于 0.95，地基系数大于 150 (MPa/m)，基床底层压实系数大于 0.93，地基系数大于 100 (MPa/m)。

①堆载预压对处理深厚的软土层，时间较长，且加固深度有限，造价较高。本工程工期较紧，预算有限，所以排除这种地基处理方案。

②水泥土搅拌桩处理深厚的软土层，用时短，效果好，但是造价较高。由于本工程的预算有限，所以排除了这种地基处理方案。

③换填法处理软土层，由于软土层较深，单独采用换填法进行地基处理，也会产生较高的工程造价。

经过与建设单位沟通，结合本工程的特点，为了节约造价，又满足铁路路基的要求，设计最终采用的方案是地基换填 2.0m 深，换填底部采用抛弃片石挤淤 0.5m，这种两种方法结合的地基处理方式^[3]。

4 地基处理方案的计算分析

4.1 土层层数

土层层数有 4 层；地下水埋深为 2.0m；压缩层底深度为 6.7m。具体如表 1 所示。

4.2 垫层参数

垫层采用中砂、粗砂、矿渣等组合填料^[4]。

换填垫层的各项参数为：压缩模量 10.0kPa；承载力 200kPa；厚度 2.0m；压力扩散角 20°。

基础参数：基础类型为矩形基础；基础埋深为 0.3m；基础宽度为 2.72m；基础长度为 6.4m；基础覆土容重为 19kN/m³；基底压力平均值为 135.0kPa；基底压力最大值为 150.0kPa。

4.2.1 承载力验算

计算公式：

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - b_0) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

①垫层表层承载力验算：

基底平均压力 p_k ：135.0 (kPa)；基底最大压力 p_{kmax} ：150.0 (kPa)。

基底自重压力 p_{cz} ：5.4 (kPa)；垫层承载力特征值 f_z ：200.0 (kPa)。

$p_k < = f_z$ ，满足。 $p_{kmax} < = 1.2 \times f_z$ ，满足。因此，换土垫层承载力满足要求。

②换填垫层底部面承载力验算：

垫层应力扩散角 θ ：20.0 (°)；垫层底附加应力 p_z ：68.8 (kPa)。

垫层底自重应力 p_{cz} ：38.7 (kPa)；垫层底 $p_z + p_{cz}$ ：107.5 (kPa)。

垫层底地基土承载力特征值：110.3 (kPa)。

$p_z + p_{cz} < = f_z$ ，垫层地面地基土的承载力满足要求。

③下卧层承载力验算，如表 2 所示。

表 1 土层数据表

序号	土类型	土层厚度	容重	饱和容重	压缩模量	承载力	η_b	η_d
1	粘性土	3m	18kN/m ³	19kN/m ³	2.83MPa	80kPa	0	1
2	淤泥质土	5m	18.4kN/m ³	18.5kN/m ³	2.26MPa	65kPa	0	1
3	粉砂	4m	17kN/m ³	19kN/m ³	9.6MPa	120kPa	0	1.5
4	粗砂	5m	17.2kN/m ³	19kN/m ³	11.7MPa	180kPa	0	1.6

表 2 土层承载力计算表

土层号	深度 (m)	θ (度)	p_z (kPa)	p_{cz} (kPa)	$p_z + p_{cz}$ (kPa)	f_z (kPa)	是否满足
2	3.0	23.0	56	45	101	102.5	满足
3	8.0	23.0	19.7	87.5	107.2	243	满足
4	12.0	23.0	11.3	123.5	134.8	369.4	满足
5	17.0	23.0	6.7	168.5	175.2	441.7	满足

4.2.2. 沉降计算

沉降计算如表 3 所示。

压缩模量的当量值：4.051 (MPa)；沉降计算经验系数为 1.0。

总沉降量： $1.0 \times 103.38 = 103.38$ (mm)。

总沉降量为 103.38 (mm) 小于 200 (mm)，满足规范要求。

表 3 沉降计算表

层号	厚度 (m)	压缩模量 (MPa)	Z_1 (m)	Z_2 (m)	压缩量 (mm)
1	2	10.0	0	2	22.57
2	0.7	2.83	2	2.7	18.43
3	3.7	2.26	2.7	6.4	62.38

5 结语

换填路基填料与抛弃片石挤淤的结合处理，更好改善了铁路路基的承载力，减小了路基的整体沉降，满足了规范的要求。同时，铁路路基经过处理后，进行现场试验，基床的压实系数和地基系数均能满足规范的相应要求^[5]。这种地基处理方法工程造价低，施工时间短，施工难度小，处理效果好，设计合理。所以，在铁路工程修建过程中，遇到类似的软土地基，可以采用相近的地基处理方法，进行铁路路基的地基处理，已到达成本低、效率高、安全度高的目标。

参考文献

- [1] 李成军. 软弱土地区轨道交通站场路基施工技术[J]. 工程建设与设计, 2023(2):136-138.
- [2] 袁林. 水泥土搅拌桩在软土地基中的应用研究[J]. 房舍, 2023(7):163-166.
- [3] 李琦. 水泥土搅拌桩施工的质量控制要点[J]. 铁道建筑, 2023(10):72-74.
- [4] 成警万, 石振. 铁路路基地基处理施工技术与质控分析[J]. 运输经理世界, 2021(26):7-9.
- [5] 魏明禄. 铁路软土路基基底处理与加固技术探索与分析[J]. 青海交通科技, 2018(3):79-80.