

Lime Soil Compaction Pile To Treat Collapsible Loess Subgrade

Ming Ji¹

¹Civil and Architectural Engineering University, Chongqing Jiaotong University, 400074, CHINA

Abstract: Combined with the engineering example, the lime soil squeezed dense pile in treatment of collapsible loess foundation design method and construction technology, and verified by experiments in the wet subsidence of loess foundation with lime soil compaction pile method of foundation treatment effect, not only can effectively eliminate the collapsibility of collapsible loess roadbed, but also can improve the bearing capacity of the foundation.

Keywords: Lime soil compaction pile; Collapsible loess; Foundation treatment; Bearing capacity of foundation

灰土挤密桩处理湿陷性黄土路基

吉明¹

¹重庆交通大学土木工程学院, 重庆, 中国, 400074

摘要: 结合工程实例, 介绍灰土挤密桩处理湿陷性黄土地基中的设计方法及施工工艺, 并通过试验验证在湿陷性黄土地基中采用灰土挤密桩法进行地基处理的效果, 不但能有效地消除湿陷性黄土路基的湿陷性, 而且可提高地基承载力。

关键词: 灰土挤密桩; 湿陷性黄土; 地基处理; 地基承载力

1 引言

G309 国道固原-西吉段项目起点位于正在建设的固原市区北环路和省道 101 线交叉处, 路线由此经固原六盘山机场南侧向西延伸, 设置枢纽互通立交与福银高速公路相接, 之后线路折向西南至硝口, 再沿原国道 309 线向西, 经西吉县偏城、下堡子, 终点止于原国道 309 线夏寨路口处, 与省道 202 线相接, 道路全长 46.525km, 全线按 4 车道高速公路标准建设, 设计速度 80 公里/小时, 沥青混凝土路面其中路线第一标段有大量湿陷性黄土, 湿陷等级从 I~IV 不等, 需要对其专门进行设计。

2 路基处理

G309 国道固西段 0+000~K6+000 段分布大量的湿陷性黄土, 主要为第四系冲积红积黄土, 土质较均, 伴有针孔及少量虫孔。吸现象黄土层厚 1.0~15m 不等, 实现类型及失陷等级基本为非自重湿陷性黄土 I 级(弱)~自重湿陷性黄土 IV 级(很严重)。

湿陷性黄土处理的目的: 消除地基湿陷、提高地基承载力、降低土的压缩性。湿陷性黄土的处理应根

据公路等级、黄土失陷等级、处理深度要求、施工条件及材料来源, 并经技术经济比较后确定。

对于湿陷性黄土的处理, 目前我国普遍采用的处理方法有重锤强夯法、翻压回填、素土挤密桩、灰土挤密桩等措施。从经济比较的结果看, 重锤强夯法最经济, 翻压回填次之, 素土挤密桩较高, 灰土挤密桩最高。虽然重锤强夯法因为具有经济、处理效果直观等优点而得到了广泛采用, 但是, 重锤强夯法对周围场地的要求较高, 对周围建筑物影响较大[1], 结合本项目的实际情况, 本合同段路线均距离当地民房较近, 因此地基处理时需采用对周边区域影响较小的处理措施, 强夯法不完全合适, 因此, 本合同段黄土地基处理时, 不再考虑重锤强夯方案。

本工程 K3+420~K4+320 路基土为自重湿陷性黄土 IV 级(很严重)路段, 综合比较路基处理方法后决定采用灰土挤密桩处理, 灰土桩桩长 6m。

灰土挤密桩是用石灰和土根据工程需要按一定比例(12%质量比)拌和, 并在桩孔内夯实加密后形成的桩, 灰土挤密桩有以下几个特点: 灰土挤密桩成桩时为横向挤密, 能达到所要求加密处理后的最大干密度要求, 可小粗地基的湿陷性, 提高承载力, 降低压

缩性[2];处理深度可达15m,可就地取材,降低工程造价,机具简单,施工方便,功效高。

3 设计方案

(1) 桩的平面布置,桩位采用正三角形布置。

(2) 桩径:灰土挤密桩的直径根据地基土质情况,成孔方法及成孔设备等因素确定,一般在30~60cm,本次设计桩径 $d=40\text{cm}$ 。

(3) 桩长:主要取决于处理图层的厚度,桩长一般应在穿透湿陷土层,根据专控资料,路基于路基的强度要求和变形条件,平均桩长选用4~6m,桥梁台背地基处理灰土长度采用6m,涵洞台背地基处理素土挤密桩长采用5m。

(4) 桩间距的计算:桩的平面布置是正三角形,间距可按下式计算即:式中 s 为桩间距, d 为桩孔直径,为地基挤密后平均压实系数,桩间土的最大密度;地基挤密前土的平均密度,设计桩间距为80cm,按等边三角形布置。

(5) 填料和压实系数,本次设计采用灰土回填夯实,用压实系数控制夯实质量,压实系数不应小于0.90(重型标准)。

(6) 垫层:灰土桩施工完毕后,桩头碾压使其密实,其上在铺垫50cm厚的土层,为保护灰土层不受破坏,等灰土层施工完成后,需尽快在灰土层上面填筑30cm厚的土层。

4 灰土挤密桩施工方案

(1) 挤密桩施工前,应在现场进行成孔,夯填工艺和挤密效果试验,以确定分层填料厚度、夯击次数和夯实后干密度等要求,安装设计要求对桩间土和桩心土进行干密度测定,如达不到设计要求,应会同设计人员调整桩距,或由施工单位对分层填料厚度、夯击次数进行调整[3]。

(2) 在设计处理范围内首先用机械或人工清除杂草及表土,然后准确定出桩孔位置并编号,目前主要有沉管成孔和冲击成孔,沉管成孔方法是利用打桩机,将带有桩尖的桩管打入处理土层的设计标高位置,然后取出桩管,形成桩孔[4],沉管成孔质量较好,挤密效果较好,施工工艺简单且易于掌握,但成孔深度受桩架高度限制,冲击成桩是采用冲击机反复冲击土层使土层成孔,成孔深度可达15m以上,孔径为50~60cm,适用于湿陷性黄土厚度较大的情

况。

(3) 成孔完成后,应立即检查空位,垂直度,孔径和深度等,桩孔中心点的偏差不应超过桩径设计值的5%,且不大于5cm,桩孔垂直度偏差应小于1.5%,对沉管法,其桩孔直径误差为 $\pm 5\text{cm}$,深度误差为 $\pm 10\text{cm}$,对冲击法成爆扩法,桩孔直径误差不得超过设计值的+10cm, -5cm,桩孔深度不应小于设计深度的30cm,检查合格后应及时回填,以防雨水侵蚀。

(4) 桩孔填料时应夯实,夯实次数不小于8次,然后用灰土在最佳含水率(一般范围在15~25%内,按经验总结为手握成团,落地开花,的鉴定方法)状态下分层回填夯实,每层回填厚度30~40cm,压实系数不应小于0.90(重型标准),填料的含水量如超出最佳含水率的5%时,应晒干后洒水润湿,雨雪天不宜施工。

(5) 桩孔内填料灰与土的质量比为12%,其中石灰用III级以上新鲜的生石灰,块径不得大于5cm,含石量不得大于5%,土采用塑性指数大于7的粉土,将灰土过筛(粒径控制在15mm以内)。

(6) 夯锤质量一般选用100~300kg,夯锤最大直径应较桩直径小10~15cm,以便填料能顺利通过夯锤四周,夯锤形状下端应为抛物线形锥体或尖锥形锥体,上段呈圆弧。

(7) 桩施工顺序应先外排后里排,同排内应间隔1~2孔进行,一面应震动挤压造成相邻孔缩孔或坍孔。

(8) 灰土挤密桩加固宽度范围随路基宽度而渐变,尤其在两端接茬处要注意过渡顺畅,不能破台,桩顶标高不一定在同一水平面上,但桩底必须在同一倾斜平面上。

(9) 成桩完成后对桩头的碾压用一般压路机碾压压实。

灰土挤密桩处理后挤密系数表如表1所示。

表1. 灰土挤密桩处理后挤密系数表

编号	位置	深度 m	挤密系数
1	桩间土	1	0.93
		2	0.91
		3	0.90
		4	0.95
		5	0.91
	桩心土	1	0.99
		2	0.97

		3	0.96		
		4	0.95		
		5	0.99		
		2	桩间土	1	0.92
				2	0.89
3	0.91				
4	0.92				
5	0.93				
	桩心土	1	0.97		
		2	0.95		
		3	0.99		
		4	0.97		
		5	0.96		
3	桩间土	1	0.94		
		2	0.91		
		3	0.92		
		4	0.90		
		5	0.91		
	桩心土	1	0.97		
		2	0.98		
		3	0.96		
		4	0.95		
		5	0.94		
4	桩间土	1	0.93		
		2	0.93		
		3	0.92		
		4	0.90		
		5	0.91		
	桩心土	1	0.96		
		2	0.97		
		3	0.96		
		4	0.95		
		5	0.96		

灰土挤密桩地基承载力是由地基土承载力和桩承载力两部分组成，地基由桩和地基土共同承担荷载作用，这就比土基承担荷载时的承载力有显著提高。表二为挤密前后地基的轻便触探试验结果，由表二可知，挤密后地基的锤击数提高了 3.0~5.0 倍，这表明地基承载力明显提高。此外在加上灰土挤密桩复合地基上铺设的 50cm 厚的灰土垫层，将单个桩连成整体增强地基的整体性，有效地保证了路基的安全。触探试验表如表 2 所示。

表 2. 触探试验表

位置	深度 m	天然地基 N0	挤密地基 N1		
			0.2m	0.3m	0.4m
灰土挤密桩试验区	1	22	101	92	90
	2	26	102	93	94
	3	27	105	95	96
	4	32	107	98	98
	5	35	104	94	96

注：0.2m、0.3m 和 0.4m 为触探位置桩心距离

5 地基处理效果分析

(1) 桩间土及桩身灰土的挤密效果检测灰土挤密桩挤密效果的检测，检测方法是在试坑内采用探井取样的方式，对桩间土各项性质指标，其测试结果见表一所示。对桩间土和桩心土分别取原状土样进行室内试验[5]，取土间距 10 米。分别测定桩间土和桩心土的从结果表明，桩间土的挤密系数均大于 0.90，灰土桩压实系数均大于 0.95，满足设计要求。

(2) 承载力分析

6 结论

(1)湿陷性黄土地区，采用灰土挤密桩进行地基处理可有效消除桩间土的湿陷性，提高地基承载力，达到了地基处理的目的。

(2)试验结果表明，灰土挤密桩处理地基后，原地基承载力比有了显著提高，灰土挤密桩处理湿陷性黄土地基的一种比较有效的措施。

References (参考文献)

- [1] 李刚. 灰土挤密桩法在湿陷性黄土地基中的应用[J]. 路基工程, 2010, 27(4): 87-89.
- [2] 段羊阳. 浅谈湿陷性黄土地区路基施工控制要点及处理方法[J]. 价值工程, 2013, 31(20): 120-121.
- [3] 杨秀宽. 灰土挤密桩法施工工艺分析[J]. 内蒙古电力技术, 2009, 26(5):95-97.
- [4] 梅刚. 浅谈公路路基工程施工中的常见问题[J]. 价值工程, 2013, 31(10): 121-122.
- [5] 李玉华, 彭彦彬. 灰土挤密桩法在湿陷性黄土地基中的应用[J]. 石家庄铁路工程职业技术学院学报, 2004, 3(2): 41-45.