

## 公路施工中软土地基处理技术分析及其应用

陈 凡

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 611130

**[摘要]** 软土地基作为土工材料的一种, 常常在公路建设中会遇到。由于其自身弱度低、可塑性强等特性, 对路基稳定性和工程质量的影响较大。因此, 对于软土地基处理技术的研究非常重要。本篇文章对目前公路工程中软土地基处理技术进行了相关研究和分析, 总结了传统处理方法的缺陷, 并介绍了新型软土地基处理技术的原理及应用案例。通过研究发现, 新型软土地基处理技术具有经济、环保、效率高等优点, 并能够有效提升路基稳定性和工程质量。

**[关键词]** 公路施工; 软土地基; 处理技术; 工程质量; 路基稳定性

DOI: 10.33142/sca.v6i2.8593

中图分类号: TU753.8

文献标识码: A

### Analysis and Application of Soft Soil Foundation Treatment Technology in Highway Construction

CHEN Fan

PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611130, China

**Abstract:** As a kind of geotechnical materials, soft soil foundation is often encountered in highway construction. Because of its low degree of weakness and strong plasticity, it has a great influence on subgrade stability and engineering quality. Therefore, it is very important to study the soft soil foundation treatment technology. This paper studies and analyzes the soft soil foundation treatment technology in highway engineering at present, summarizes the defects of traditional treatment methods, and introduces the principle and application cases of new soft soil foundation treatment technology. Through research, it is found that the new soft soil foundation treatment technology has the advantages of economy, environmental protection and high efficiency, which can effectively improve subgrade stability and engineering quality.

**Keywords:** highway construction; soft soil foundation; processing technology; engineering quality; subgrade stability

### 引言

随着我国公路建设的迅猛发展, 软土地基已经成为影响公路稳定性和工程质量的一个重要因素。软土地基的特性是强度低、可塑性强, 其所占比例也逐年增大, 在公路建设中应用较广泛, 因此软土地基的处理技术就显得尤为重要。对目前常见的软土地基处理方法进行分析, 了解其优缺点, 并介绍新型软土地基处理技术的原理及应用案例, 有助于提高工程质量, 节约投资成本。

#### 1 传统软土地基处理方法

在公路施工中, 最常见的对软土地基进行处理的方法是挖取软层, 填充较稳定的材料进行加固的方法。该方法处理成本相对较低, 但是处理后路基的水稳性、变形及回弹性能并不理想, 尤其在工程使用阶段, 若有冻融和微水作用时, 其工程质量可能会受到严重影响<sup>[1]</sup>。由此可见, 传统软土地基处理方法还有待进一步提高。传统软土地基处理方法有下面几个方面:

##### 1.1 桩基

###### 1.1.1 桩基硬化法

通过预埋钢筋混凝土桩或灌注桩, 并注浆将桩与土壤结合在一起, 形成一个具有一定承载力的桩基硬化层, 从而增加地基的承载力。传统软土地基桩基硬化法是指在软土地基上通过钻孔灌注、挖孔灌注等方法, 预先安装一定

数量的深层地基桩, 从而增加地基的支撑力和稳定性, 以便支撑公路的承载力。首先, 需要对公路施工地点进行地质勘察, 了解软土地基的特点和性质, 为后续施工提供有益信息。其次, 通过钻孔灌注技术向土层中打入钢筋混凝土桩, 然后在桩内注入硬化液, 固化混凝土形成桩基硬化体。同时, 软土地基上挖开孔洞, 将桩体下沉到预定深度, 然后将水泥土灌注到孔洞中, 等待其固化形成桩基硬化体。最后, 利用机械设备在软土地基上推入预制桩, 将桩体压实于土层深处, 从而加强地基稳定性。该技术可以有效地加强软土地基的支撑能力, 提高公路的承载力和稳定性, 适用于面积较大、地基土质较差的道路工程。但需要注意施工过程中的桩间距和桩基深度的设计, 以及施工质量和进度的管理, 确保施工效果。

###### 1.1.2 压实法

使用机械作用将土壤进行压实, 将其密实成固体, 提高地基的承载力。通过加固地基表面的一层土层, 使其形成具有一定承载力的荷载平台, 从而增加地基的承载力。传统软土地基桩基压实法是指在软土地基上利用桩体的自重和机械设备的作用, 在桩底部进行振动等处理, 将桩体向周围软土挤压, 达到增加地基承载力和稳定性的效果。首先, 需要准备振动器、推进器等机械设备和材料。通过钻孔等方法, 在地基土层中预先塞制桩体, 即预制桩。其

次,使用振动器和推进器等设备,在桩体底部施加振动和压力,使桩体向周围软土挤压,形成压实土层。

最后,使用检测设备对压实处理后的土层进行检验,以确保其达到施工要求。该技术可以有效地增强软土地基的承载力和稳定性,具有施工速度快、环境影响小等优点,适用于较大尺寸桥梁、互通立交、高速公路等工程。但需要注重施工过程中的监测和管理,确保施工质量和效率,并避免对周围环境造成影响。

### 1.2 加凝土

在公路施工中,传统的软土地基加固方法之一是使用加固桩基,也称为加固灌注桩。在设计桩位基础区内进行挖填,毛重后形成桩穴,分别按设计间距置入不同直径、间距及较小的间距层,每一层钢筋均按悬吊或搭接方法绑牢,并在桩底钢筋面上钢筋编带用于固定上部钢筋,灌入混凝土。将微型桩打钻至所需深度,针对不同地层条件,随机观测及进行定向钻取,加固时注入锚杆及混凝土<sup>[2]</sup>。先使用高速穿孔机在地下回钻孔,再将高压水泥浆注入穿孔孔道中,使之与周围土壤紧密结合,形成桩体。此方法的基本原理在于通过预制或现场灌注的混凝土,进行钢筋锚固和地基加固,形成强有力的桩基硬化层,从而增加地基的承载力和稳定性。需要根据具体情况选择合适的方法。

### 1.3 土钉

土钉是指在软土地基设有一定间距和深度的锚杆,通过土体与锚杆间的摩擦力和土体的支撑作用来增强地基承载力的处理方法。土钉方法被广泛应用于软土地基的治理中,其适用范围比较广泛,包括土坡、边坡、支挡墙、桥梁基础、路基等。土钉的优点是构造简单、施工方便、适用范围广,并且可以逐层逐步处理并且对于环境影响较小,提高了软土地基的承载力和变形性能。需要注意的是,土钉的设计应进行充分考虑,控制土体的稳定性和保证锚杆的连接质量,加强施工质量控制,以避免在施工过程中出现因土钉质量不足等原因而导致的安全隐患。在公路施工中,常见的软土地基加固方法之一是土钉墙加固,其具体处理方法如下:(1)土工布加固法:将土工布纤维材料在土壤中铺设,钉在墙体钉栓上。(2)间隔钉注浆法:在土钉孔道里钉入钢筋,注入混凝土浆,增加土钉与土壤的黏结力,使整个钉体达到加固效果。(3)黏土钻进钉法:采用电动钻孔,借助钻车辅以旋刷辊,将钢筋夹在地基内,然后用水泥砂卵石灌注,增加整个钉体的抗力和承载力。

这些方法的基本原理在于通过在软土地基地下钻孔,然后在孔道内钉入钢筋,形成钉墙,增加地基的承载力和稳定性。需要根据具体情况选择合适的方法。

## 2 新型软土地基处理技术原理及应用案例

在公路施工中,新型传统软土地基技术相比传统技术性能更好,可提高工程的质量和可持续性。其原理在于采

用新型材料和工艺,改善传统技术的缺陷,例如使用高强度纤维筋替代普通钢筋,地基自动灌注机械替代传统人工,提高处理速度和质量等。下面列举一个实际应用案例:某地公路改建项目,原配筑在软弱土层上,施工条件较差。使用传统技术处理后,虽然地基承载能力得到一定程度的提高,但是长期使用后存在加固效果不稳定、裂缝和沉降等问题。于是采用新型传统软土地基技术,采用高强度纤维筋和地基自动灌注机械进行处理,灌注混凝土时控制流量、压力等参数,以获得高质量的加固效果。此外,在处理前进行地质勘测和实验室测试,精确评估加固效果<sup>[3]</sup>。通过实际应用,该项目加固效果良好,有效避免了传统技术存在的问题。新型软土地基处理技术原理及应用案例如下几个方面:

### 2.1 干法碎石桩加密处理技术

干法碎石桩加密处理技术是一种利用挖孔钻机、下压锤钻机等设备,在软土地基内沿特定间距布设水泥碎石桩后,由专用振捣器对其进行振捣密实而形成的新型软土地基处理方法。该技术在处理速度、工业化程度、承载力、施工成本等方面均具有优势<sup>[4]</sup>。公路施工中,干法碎石桩加密处理技术是一种新型传统软土地基处理技术。该技术采用振动碎石桩机,将一定规格的石料振动入软土中,加固软土地基,提高地基的承载力。具体处理流程如下:

- (1) 进行现场勘测与实测:对地基土壤进行采样,并进行实验室测试,获得土体性质参数。
- (2) 碎石桩制作:将符合要求的石块进行筛选,并切割成一定大小规格的石块,用于构造碎石桩。
- (3) 机器施工:使用振动碎石桩机,在软土中钻孔灌入水泥浆,然后将制作好的碎石桩振动碾压,使石块充实堵塞钻孔孔头部分,形成一个干式碎石桩。
- (4) 补充及混凝土浇筑:在石块孔中充填混凝土,让石块之间充满混凝土,使钻孔桩变成一个兼具挤密和承载能力的整体。

通过此技术,软土地基的承载力得到明显提高。该方法的优点在于,不需要施工前挖掘原土,可以大大减轻土方运输工作,同时施工方便,成本相对较低。

### 2.2 水泥改良技术

水泥改良处理技术可以提高软土地基的抗压强度和剪切力的传递率,有效减小地基的固结和收缩,同时能够提高路面的水稳性和耐久性,使其更适合工业化规模施工,并且具有环保的特点<sup>[5]</sup>。水泥改良处理技术主要有夯实法、自动化拌和法等。新型传统软土地基水泥改良技术是指在软土地基施工过程中,通过加入一定比例的水泥,对软土进行改良,提高地基的承载力和稳定性。该技术的具体步骤如下:(1)原土处理:清理原土表面,并进行水分调节,使软土达到适宜的含水率。(2)混合配比:根据软土性质以及地基工程需要,制定合适的混合比。通常情况下,水泥掺量为软土质量的5%—10%。(3)混合施工:将水泥和

软土进行混合,并进行充分搅拌。可以采用机械搅拌或人工搅拌的方式,以确保水泥与软土混合均匀。(4)压实处理:将水泥混合软土铺装于地基表面,采用压路机等设备进行压实,确保水泥混合土与原土之间充分融合。(5)养护处理:水泥改良软土需进行养护措施,保持开挖土体强度和压缩性残留。养护期一般为14天,根据实际情况调整。

总体来说,该技术操作简单,施工速度快,可在施工现场进行改良处理,有效起到提高地基承载能力和稳定性的作用。然而需要注意,水泥改良软土对施工环境有一定要求,如避免在风力、气压、温度等异常情况下施工。

### 2.3 灰土建浆注化

新型传统软土地基灰土建浆注化技术是指在软土地基上采用粉煤灰或炉渣等工业废弃物,与适量的水泥、石灰等物质加水混合,制成混凝土浆料,将浆料注入灰土钻孔中,形成灰土建浆体来强化软土地基<sup>[6]</sup>。该技术具体步骤如下:(1)钻孔处理:对软土地基进行钻孔处理,一般钻孔深度为地基深度的1-2倍。(2)准备材料:将粉煤灰、炉渣等工业废弃物与适量的水泥、石灰等混合,掺入混合料中。(3)制备混凝土浆料:将掺入添加剂的混合料与适量的水进行搅拌制成混凝土浆料。(4)注入钻孔:利用浆水泵等设备,将混凝土浆料注入钻孔中,使其充分填充孔内,形成灰土建浆体。(5)养护处理:注浆完成后,需进行养护处理,常规养护时间为28天,期间需保持养护环境潮湿。

总之,该技术具有改良效果显著、操作简单方便、施工速度快,以及节约成本的优势。但灰土建浆处理过程中,出现灰浆流动不畅、孔口坍塌以及孔内粘结不牢等问题需要进行注意和反应,以确保改良效果最大化<sup>[7]</sup>。

### 2.4 超级软土混凝土搅拌

新型传统软土地基超级软土混凝土搅拌技术是指在软土地基上采用适量的水泥、石灰、沙子、石子等物质来制成混凝土,与超级软土进行混合,使超级软土变得更加坚实和稳固,以加强其承载能力<sup>[8]</sup>。该技术具体步骤如下:

(1)准备材料:准备适量的水泥、石灰、沙子、石子,以及超级软土。其中,水泥的配比一般为15%—20%,石灰的配比为5%—10%。(2)搅拌制浆:将水泥、石灰、沙子、石子以及适量的水均匀混合,在混合料中掺入超级软土。(3)搅拌均匀:将混合料倒入混凝土搅拌机内进行混合搅拌,使其均匀混合。(4)浇筑压实:将混凝土倒入施工地点,利用压路机或振动机对其进行压实,使其达到预

期强度。因此,该技术可以有效地加强软土地基的承载能力,提高公路施工的质量和效率,具有一定的经济效益和社会效益。但混凝土搅拌中需要注意调配比例,以及浇筑与压实的时机和力度,以确保施工的质量和效果。

## 3 结语

综上所述,随着公路建设的迅猛发展,对软土地基处理技术的研究也越来越得到人们的关注。传统的软土地基处理方法虽然处理成本相对较低,但处理后的路基稳定性及工程质量不佳。而新型软土地基处理技术不仅可以提高工程质量和路基稳定性,而且具有处理成本低、环保、高效等优点,是未来公路建设中的重要技术之一。

### 【参考文献】

- [1]高晋魁.关于公路施工中软土地基处理技术的应用[J].黑龙江交通科技,2022,45(8):50-51.
  - [2]何伟龙.公路施工中软土地基处理技术应用研究[J].企业科技与发展,2022(5):143-145.
  - [3]赵天宇.公路施工中软土地基处理技术及应用研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(10):47-49.
  - [4]赵霄.高速公路工程施工中软土地基处理技术研究[J].工程建设与设计,2021(13):208-210.
  - [5]燕永兵.公路工程施工中软土地基处理技术措施[J].智能城市,2021,7(9):150-151.
  - [6]石宝财.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术[J].交通世界,2021(11):120-121.
  - [7]李敏.公路工程施工中的软土地基处理技术分析[J].居舍,2021(7):74-75.
  - [8]黄健.公路施工中软土地基处理技术分析及应用[J].科技风,2021(5):113-114.
  - [9]陈刚.公路施工中软土地基处理技术分析及应用[J].建材与装饰,2020(18):253-255.
  - [10]温祥熙.公路施工中软土地基处理技术研究[J].运输经理世界,2020(18):22-23.
  - [11]郭志通.公路施工中软土地基处理技术研究[J].交通世界,2020(27):40-41.
  - [12]张德明.公路施工中软土地基处理技术分析及应用解析[J].城市建筑,2020,17(24):151-153.
- 作者简介:陈凡(1989.7-),男,毕业院校:四川大学,所学专业:工程管理,当前就职位:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,职务:职员,职称级别:中级。