

# 公路工程施工中软土地基处理技术措施分析

张绍民

重庆市公路养护管理段 重庆 410000

**摘要:** 在公路工程施工中,软土地基处理方法的选择将直接关系到建设进度、工程质量、工程造价及使用效果。本文通过分析软土地基的特性与危害,阐述公路工程软土地基处理技术选择应用,以便科学合理制定施工方案,保证公路工程建设质量。

**关键词:** 公路工程;软土地基;技术措施

## Analysis of technical measures for soft soil foundation treatment in highway engineering construction

Shaomin Zhang

Chongqing Highway Maintenance Management Section, Chongqing 410000

**Abstract:** In highway engineering construction, the choice of soft soil foundation treatment method will be directly related to the construction progress, project quality, project cost and use effect. Through analyzing the characteristics and harm of soft soil foundation, this paper expounds the selection and application of soft soil foundation treatment technology in highway engineering, so as to formulate the construction plan scientifically and rationally and ensure the quality of highway engineering construction.

**Keywords:** Highway engineering; Soft soil foundation; Technical measures

近年来,我国公路建设发展日新月异,截至2020年底,全国公路总里程达519.8万公里、公路密度达54.15公里每百平方公里。公路建设对线形指标的选用也随之提高,从而不可避免地带来公路路基穿过软土地区的情况。软土地基是公路工程施工中一种常见的不良地质状况,其稳定性非常差、强度较低、压缩性较高、具有显著的流变特性、沉降量也很大。在未采取针对性加固措施的情况下,软土地区的路基存在整体稳定性不良以及后期沉降变形较大等一系列实际问题。对于软土地基处理方法的选择以及施工质量的控制将直接关系到公路工程建设进度、工程质量、工程造价及其建成投入使用的实际效果。

### 一、软土的工程特性与危害

#### (一) 软土的工程特性

软土的性质与地基土的成层构造、沉积年代、成因类型有密切关系。不同年代和成因的软土,其物理性质指标尽管可能相近,但作为地基,工程性质却可能相差

很大。

1.含水量较高。因为软土的成分主要是由粘土粒组和粉土粒组组成,并含少量的有机质。粘粒的矿物万分之一为蒙脱石、高岭石和伊利石。这些矿物晶粒很细,呈薄片状,表面带负电荷,与周围介质的水和阳离子相互作用,形成偶极水分子,并吸附于表面形成水膜,在不同的地质环境下沉积形成各种絮状结构。因此这类土的含水量比较高。

2.透水性差。当地基中有机质含量较大时,土中可能产生气泡,堵塞渗流通道而降低其透水性。所以在软土层上的构筑物基础需要很长时间才能稳定,同样在荷载作用下地基土的强度增长也很缓慢。在加荷的初期,孔隙水压力迅速升高,导致地基整体强度受到显著影响。

3.压缩性较高。天然状态的软土层大多数属于正常固结状态,但也有部分是属于超固结状态,海岸滩涂沉积为欠固结状态。欠固结状态土在荷重作用下产生较大

沉降。超固结状态土，当应力未超过先期固结压力时，地基的沉降很小。

4.流变性。在荷载的作用下，软土承受剪应力的作用产生缓慢的剪切变形，并可能导致抗剪强度的衰减，在固结沉降完毕之后还可能继续产生可观的次固结沉降。

## (二) 软土的工程危害

根据上述软土的特点，以软土作为公路的地基是十分不利的，可能产生路堤侧向整体滑动，边坡外侧土体隆起，路面开裂破坏，严重影响行车安全。

1.剪切拉裂。当地基土质为软基时，由于软土的抗剪强度不足以承受路堤及路面外荷载，在振动荷载或自重作用下，强度下降，表现出很强的流性，地基可能会产生局部或整体的剪切破坏，导致软土层侧向滑动挤出，造成路堤沉降、塌方、失稳或构造物出现裂缝，主要表现为临空面一侧或两侧的车道发生沉降，道路出现隆起现象。在剪切和拉裂作用下，路面形成裂缝，裂缝不断贯通，最终导致公路破坏。

2、浸水沉降。在排水不畅的路段，水很容易浸入路基，在土体自重、行车荷载及水温变化等因素作用下，路基会发生过大的沉降变形，影响道路的正常行驶，当路基产生过大的不均匀沉降时，会引起路面开裂破坏，水渗入裂缝后常导致路面“翻浆”，形成常说的“橡皮路”，常表现为路面局部凹陷、积水、行车震颤、颠簸及桥头错台跳车等现象。

综上所述，软土地基的性质较差，不可预见性大，在设计、施工过程中，稍有疏忽就会出现质量事故。对于软土地基，如果堆料不当，未按标准分层填筑，填土过快，碾压不当，就会造成的路堤失稳。在施工过程中，未做地基处理的路堤容易发生滑塌，通车后整个路段易出现不均匀沉降。再者，如果所用的填料其中含有较大块石，运料没有做到均匀卸土，合理分层，而是堆成厚层并使用强振碾压不当，从而使强度很低、灵敏度很高的软土地基受到破坏。

所以，工程实践中必须采取正确的设计方法，精心的施工工艺，合理地做好软土地基的处理工作，克服软土路基产生的不利影响，以保证软土地基路基的长期稳定性及后期的正常使用。

## 二、公路工程软土地基处理技术

软土地基具有很大的危害性，一般不能直接作为天然地基使用，需经过加固处理以减小道路路基在荷载作用下引起的沉降或不均匀沉降。公路工程施工中软土地基主要通过以下几种技术进行处理。

### (一) 表层排水法

表层排水法是在路基填筑前，在地面开挖水沟，以排除地表水，同时降低地基表层的含水量，确保施工机械的作业条件，为了使开挖水沟在施工中发挥盲沟作用，常用透水性良好的砂砾回填。水沟布设应全面考虑地形与土质情况，使排水畅通。水沟断面尺寸一般取宽0.5m，深0.5 ~ 1.0m，路堤填筑前，宜用砂砾回填成盲沟，若埋设孔管，必须用良好的过滤材料保护。

### (二) 强夯法

强夯法是反复将重锤提到高处使其自由落下夯击地基，从而使地基的强度提高、压缩性得到降低的方法。强夯法适用于处理碎石土、砂土、粉土、粘性土、杂填土和素填土等地基，它不仅能提高地基的强度，降低其压缩性，还能改善其抗振动液化的能力和消除土的湿陷性，所以还常用于处理可液化砂土地基和湿陷性黄土地基等。强夯法对于饱和度较高的粘性土，一般来说处理效果不显著，尤其是淤泥和淤泥质土地基，处理效果更差。因此在强夯时，为了取得更好的效果，根据软土的物理力学性质，可以采用综合加固方法进行，但是此种方法费用较高，对路基大面积并不推荐采用。

### (三) 换填法

软基中分布的软质土层厚度较小时，选择换填法处理具有较好的应用效果，有助于提高土层的综合性能，使其具有优良的抗剪强度。换填法施工以分段的方式开挖软土，再通过动力触探测试技术掌握其强度情况，无误后方可回填石渣等性质良好的材料。换填法施工中又以抛石挤淤法较为典型，其在软土深度较小、软土性质较差的施工环境中具有良好应用效果。施工中片块石是重要材料，将其铺设在软基底部可有效挤出淤泥，提高公路路基的整体性能。

### (四) 灌浆法

灌浆的关键要点在于固化剂的使用，利用该材料从而达到土层结硬的效果，但与深层搅拌法存在明显区别的是，灌浆法施工需得到高压的支持，确保固化剂可被有效挤入土层中。由于外界压力的支持，固化剂的性质能得到充分的发挥，大幅减小土体的粘滞阻力，从而沿着剪切面进入并到达深层土体中，此时剪切面周边的土体性质发生变化，达到硬化状态并具有较高的强度，软土压缩性过高的问题得到有效的缓解。

### (五) 水泥搅拌桩

水泥搅拌桩加固软土地基的机理主要是通过水泥的水解和水化反应及水泥水化物与黏土的化学反应及碳酸

化作用，而形成强度相对较高的桩体与桩周软土一起形成复合地基，以起到提高地基承载力、增强路基稳定性及减少路基沉降的作用。水泥搅拌桩目前有喷浆法（湿法）和喷粉法（干法）之分，均通过深层搅拌机械将软土和固化剂强制搅拌，固化剂采用水泥浆液时，称为水泥浆搅拌桩法或湿法，固化剂采用水泥粉时，称为粉体搅拌桩法或干法。一般认为湿法水泥剂量容易控制，搅拌均匀，成桩质量较为可靠。

#### （六）刚性桩

刚性桩适用于处理深厚软土地基上荷载较大、变形要求较严格的高路堤段、桥头或涵洞、通道路段。公路软土地基处理可采用预应力混凝土薄壁管桩（PTC）、预制混凝土方桩、钻孔灌注桩、现浇混凝土大直径管桩（PCC桩）等刚性桩。预应力混凝土薄壁管桩宜工厂预制、现场焊接接长，外径宜为300~500mm，壁厚宜为60~100mm，常见的桩型为外径400mm的管桩。

将各种软土地基的处理范围比较分析以及相关的注意事项如表2-1所示：

表2-1 软基处理方式的处理深度和使用范围

软基处理方法	最大处理深度	技术上的适用情况及注意事项
表层排水法	1m	适用土质较好因含水量过大而导致的软土地基。
强夯法	5~8m	功效高，工艺简单，节约原材料，但应充分考虑扰民及对周围建筑物和构造物的影响。
换填法	3m	适用于软土很浅的路段。
灌浆法	6-10m	避免了开挖重新换填施工，减少了开挖废弃物对环境的污染，缩短处理时间。
水泥搅拌桩	8~15m	无振动、无噪音、无污染，对周围环境影响小；承载力较高，工后沉降较小，可用于不同结构物之间的过渡段。
刚性桩	30m	适合于深厚软土地基、承载力要求高、沉降要求严格的结构物基础，如挡土墙基础。

### 三、公路软土地基施工要点分析

#### （一）从思想上重视沉降现象

软土地基施工时，沉降主要是由于地基结构的稳定性遭到破坏所导致，因此，如果在公路工程中出现沉降，施工部门应及时分析、制定合理的应对措施。如果不能及时处理或者处理方式存在缺陷，可能会导致整个公路路面出现塌陷，对工期造成一定的影响，还会增加工程

成本。

#### （二）构建完善的排水系统

在软土地基处理中，不仅要选择合适的施工方式，而且还要依据实际情况构建完善的排水系统，确保软土基可以正常排水。如果排水性能较差，会导致排水缓慢，不能在较短时间内完成排水，十分容易对地基结构的稳定性造成影响。

#### （三）确保材料配比的合理性

在公路工程软土地基施工处理中，经常需要使用到碎石、沙子、混凝土等一些施工材料，需要注意的是应该及时设计其配比的科学性，从根本上提高加固质量。在配比确定中，施工人员应及时从施工现场的综合情况出发，反复试验对比，选择合适的数据，保证各项工作的顺利开展。

#### （四）做好施工人员及设备的管理

高素质的施工人员及良好的施工设备，是施工软土基施工质量的根本保证。因此，施工单位应该从实际情况出发，选择合适的设备，做好对设备的检查工作，确保设备的各项性能。另外，还要加强对施工人员的培训和技术交底，提高施工人员综合素质；同时还要针对工程中可能存在的突发情况采取合理的措施，确保各项工作的顺利开展。

### 四、软土地基加固处理应考虑的因素

#### （一）路基状况

针对土质条件的影响，如果是黏性土，则可以采用压实方法进行处理，以降低对周围地基造成的扰动；如果是砂性土，可以采用挤实砂桩的方法来改善土质条件。为保证软土地基处理效果，还要提前分析地基的实际组成情况，针对浅层软土地基，可采用表层处理技术，通过换填法即可满足实际要求；对于比较深的软土地基可采用配合表层处理法，以提升路基强度，满足公路工程施工对路基强度和承载力的需求。

#### （二）道路等级性质

公路等级性质越高，针对平整的效果要求越高，就需要采取强度比较大的处理方法。如果道路等级比较低，只需要采用先铺设简易公路路面的方法，即可满足要求。当地基沉降之后，再进行常规道路铺设。此外，还要按照公路的布线形状进行合理处理。比如对于路堤的设计宽度，要保证路堤符合设计要求，主要处理方法为换填法。如果宽度比较小，则极易发生局部破坏问题。如果路堤稳定性不足，可采用压重法进行处理。因此，在进行道路设计必须合理控制路堤宽度，如果太宽对路基

形成的压力在底部就会越深,会增加深处黏土层沉降量,不利于保证公路施工质量。

### (三) 施工现场环境

周围环境是影响公路施工质量的主要因素,全面掌握周边环境,可有效降低外界因素对施工质量造成的影响。比如在软土路基处理中,会形成较大的振动和噪声,并对地下水环境造成不同程度的破坏。因此,软土路基处理中,必须充分考虑周边环境,并对周围地基进行特殊处理,以免发生隆起或者沉降。严格控制剪切变形,保护好公路周围建筑物,进行隔振处理,避免发生倒塌倾覆。

### 五、结语

综上所述,随着交通强国建设加快推进,公路交通网络建设覆盖范围的不断扩大,道路等级性质及质量要

求不断提高,软土地基区域施工越来越广泛。在软土地基处理中,应从实际情况出发,制定科学合理的施工方案,采用合理处理技术,制定配套的保障措施,提升软土地基处理效果,才能保证公路工程施工质量,以促进交通事业高质量发展。

### 参考文献:

[1]李敏.公路工程施工中的软土地基处理技术分析[J].居舍,2021(07).

[2]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(09).

[3]陶玉明.公路工程施工中软土地基处理技术措施[J].住宅与房地产,2019(30).

[4]张柱国.浅谈公路软土地基的危害及处治措施[J].建筑工程技术与设计,2014(09).