

高速公路施工中的软土路基施工技术分析

陈博文

湖北亿豪建设工程有限公司 湖北襄阳 441104

摘要: 在全国基础设施建设飞速发展的今天,高速公路是联系区域间经济与文化的主要通道,建设规模越来越大,速度也越来越快。高速公路建设中,由于软土含水量高,强度低,压缩性大,若处理不当,软土路基处理问题是至关重要的环节,它将引起路基沉降,变形等病害,对高速公路使用寿命以及行车安全产生严重的影响。所以对软土路基施工技术进行深入的研究与分析对提高高速公路施工质量、确保行车安全有着十分重要的实际意义。文章将着重对高速公路建设中软土路基施工技术进行分析,希望能够对相关项目起到有益的借鉴与参考作用。

关键词: 高速公路;软土地基;施工技术

引言

软土路基因其显著的流变性和不稳定性特点,其建设过程充满了挑战和复杂性。如果施工中没有妥善处理,很容易导致沉降和变形等严重问题。当前,我国的高速公路建设正在经历一个飞速的发展时期。在这一过程中,对软土路基的处理质量提出了更为严格的标准。因此,如何在施工阶段有效地降低软土路基处理的复杂性,已经成为当前急需解决的关键问题之一。因此,对于软土路基的处理技术,我们需要进行深入的探讨和分析,明确其应用的关键点,以确保软土路基的施工品质能够得到显著的提高。

一、软土路基的特征及危害

1. 特征

(1) 流变性偏高

软土路基的土层决定该路基结构的抗剪性能不足,在遭遇较强的剪应力后,极有可能发生变形、沉降等严重病害。而软土路基的变形过程与水流形式类似,因此,软土路基这一特性被称为流变性特征。在工程建设过程中,软土路基与外界应力影响发生变形后,该路基结构的抗剪性能便会随之下降,导致高速公路的路基结构性能不足,无法满足工程建设要求。软土路基的沉降问题,主要因为其路基结构中含有大量粉土颗粒以及黏土颗粒,土与土之间的空隙较大,存在土质疏松、抗剪强度差等问题,从而引发路基沉降。

(2) 稳定性不足

由于软土路基中土壤结构的特征,其流变性或压缩性等特征,都会导致软土路基的稳定性降低。另外,软土路基内部往往存在各类絮凝结构,絮凝结构的稳定性

并不足,在受到外力影响下便会导致路基强度被大幅削弱。此外,在工程建设期间或工程投入使用后,部分外界作用力还可能会导致软土路基内部的絮凝结构变为稀释状态,从而出现流变现象,会严重威胁高速公路的安全性。

(3) 压缩性较强

软土路基的强压缩性,是路基结构含水量较高、路基结构松软等问题造成。一般而言,软土路基的压缩量在4Pa以下,而压缩系数则高于0.3。随着软土路基内部水分含量持续上升,与之成正比的压缩系数也会渐渐上涨,从而影响软土路基结构的稳定性与承载力,或受客观因素影响,引起路基的变形、沉降等问题,导致高速公路无法正常使用,或存在安全隐患。

(4) 含水量偏高

软土路基中含有大量淤泥以及各类黏土颗粒。整体而言,其含水量较高,路基吸水性极强,大部分软土路基内部含水量均高于常规标准。普通路基结构土壤虽然也含有水分,但含水量相对可控,处于合理范围内,而软土路基结构含水量超标严重,大多在35%以上,严重时含水量可超过70%,较高的含水量会导致路基结构承载性能变弱,也会严重影响高速公路正常建设,甚至可能造成严重的安全事故。

2. 危害

(1) 路基下沉

如果采用的软土路基处理技术不合适,或者处理工艺和流程不规范,将会降低软土路基的处理效果,从而导致路基下沉,路基下沉量的增加将对高速公路的正常使用产生负面影响。

(2) 路基滑坡

软土路基因其结构的不稳定性、高度的压缩性以及高含水量等特点,容易出现路基滑坡的情况。因此,必须要做好公路施工期间的地基处理工作,从而为后期路面的铺设奠定良好的基础条件。尤其在处理软土路基的过程中,如果所采用的技术手段不能满足实际的需求,这可能会增加路基发生滑坡的风险,从而对高速公路的总体建设品质带来负面效果。

(3) 不均匀沉降

若对软土路基的勘察不够精确或缺乏细节,而忽略了本应进行软土路基修复的施工区域,那么地基的稳定性可能会受到威胁。在实际工程中,由于各种原因导致软土路基出现不同程度的破坏现象。主要问题在于软土路基具有较高的压缩性,这可能导致建筑物发生不均匀的沉降,从而引发公路工程开裂和损坏。

二、高速公路软土路基处治方法分析

1. 换填处理法

换填法常用于各类粉砂土或腐殖土的路基处理工作中。另外,部分北方高速公路工程中,如遇冻土土层也会采取换填法处理路基。换填法需要工作人员分析软土层的厚度,再将软土结构全部挖出,利用质量更好、更符合工程建设标准的材料,替换路基中的软土,从本质上改变路基的结构及其性能。通常,工作人员需要使用专业性挖掘机以及各类大型机械设备挖掘软土层,再将回填材料填充至地基中,并进行碾压密实处理。在使用换填法时,要求施工人员认真选择回填材料,保证回填材料的质量符合建设标准的基础。另外,回填后碾压施工时,施工人员需要考虑到软土结构的深度,若该结构的软土深度较大,则需按照分层填筑、层层碾压的原则进行碾压施工。

2. 压夯实法

在高速公路施工中,碾压夯实法是常用的软土路基处理方法之一,主要是利用机械对软土进行碾压,提高其密实度。压实机械中振动压实机主要包括轮胎式、履带式 and 振动轮式三种类型;液压夯实机主要包括履带式和轮胎式两种类型。主要采用以下两种施工方法。

一是强夯法,该方法利用强夯机械,对地基的软土部分进行碾压,使地基强度增加。强夯法施工工艺相对较简单,能够有效提高软土路基的承载力,降低其压缩性。二是静力压实法,是指对软土路基进行静压处理,使软土路基的强度和抗压缩性得到有效提升。

3. 级配碎石换填法

级配碎石换填法是指将软土层或表层以下一定范围内的软弱土挖除,并以级配碎石进行分层回填并压实。其优点是工程造价较低、能有效解决地基沉降问题、可

以充分利用原有路面材料、能有效减少工后沉降问题。但该方法也存在一定缺点:路堤高度较低时,换填材料的选择范围小,且易造成材料浪费;如果路基填料为透水性较差的砂类土或天然土质,则需要选择级配碎石中粒径较大的部分作为换填材料,且必须严格控制其级配,否则难以保证压实度。

4. 强夯法

强夯法是以强夯机械设备夯击地面,使地基土受到压力而产生竖向压缩和侧向变形,从而提高地基土的强度、密度以及承载力,减少地基沉降。强夯法具有施工方便、造价低廉、效率高、效果好等特点。强夯法处理软土路基的准备工作包括:首先,在强夯施工前需要对作业场地进行平整处理,并根据场地面积进行施工设计;其次,在完成场地平整后,需要将场地内的杂物清理干净;最后,在强夯之前需要对施工设备进行检查。强夯施工时需要使用夯锤和起吊设备来完成作业:首先要确定夯实区域;其次按照设计要求将夯锤提升到设计高度;最后使夯锤自由下落在夯实区域内完成夯击操作。在对软土路基进行处理时还需要注意以下四点:首先要避免出现超沉现象;其次要避免出现过大的振动,否则会影响强夯质量;再次要避免出现“白点”现象;最后要控制好夯击遍数。但是,在使用强夯法处理软土路基时会产生粉尘、噪声等环境污染因素,因此需要对其进行有效控制。

5. 冻结处理法

冻结处理技术可以有效处理稳定性较差且含水量过高的软土路基。该技术的核心原理是使用干冰等材料,借助其冰点低的特征,使用这类材料对路基结构进行冷冻处理,以急速冷冻达到提高硬度目的。从这一角度来看,冻结处理法是典型的物理处理技术。在实际应用中,高速公路需处理的软土路基范围较大,且此类冰点材料成本较高、设备昂贵,需要投入大量的资金。但该技术的处理效果极佳、适应性较强。因此,在高速公路工程中的应用相对普遍。通常而言,高速公路的建筑标准远远高于普通公路的建设。所以,施工人员需要结合该工程的特征,分析各类软土路基施工技术的优点及缺点,综合考虑其适用性、可行性以及成本等多项因素,才能选择出最适合的软土路基处理技术。

三、高速公路施工中软土路基施工技术的应用要点

1. 工程概况

本工程为某高速公路建设工程,全线为双向六车道设计,设计速度120km/h,平均路基宽度34.0m。在K20+354m ~ K20+775m标段,存在软土路基,对该范围内地质情况进行勘查,通过分析地质勘查结果并结合施

工现场实际情况,该软土路基标段含水率最大为95%,最小为65%。压缩系数在2.2~3.7MPa之间,土层孔隙比最大2.6,最小为1.5。综合分析该标段为深厚软土路基,应进行软基加固处理,且需综合土层特点合理选择软土地基施工技术。

2. 清理软土路基表面及路基排水

在K20+354m~K20+775m软土地基标段内规范施工范围,并对路面进行清理,挖除表土后利用中粗砂换填。对路面进行平整处理,保证路面干净整洁,晾晒处理后回填砂。在路面边桩外侧2m位置挖设排水沟和围堰,强化路面排水效果,对路基浅层的地表水和地下水进行清理,保证作业路面干燥。

3. 铺设砂垫层并设置竖向排水体

在铺设砂垫层前对砂的质量进行检验,本次砂垫层施工中所选砂为粗砂,其渗透系数为 $1.2 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 、含泥量为2.8%、细度模数为2.9,质量符合施工标准要求。砂垫层铺设完成后设置排水通道,随后打入竖向排水体,在施工中严格把控各项环节施工质量,确保工程预压加固排水效果。

施工所采用的排水板为塑料材质,其各项技术参数均符合设计要求。砂垫层铺设碾压分两层实施,将砂垫层厚度控制在50cm,控制砂垫层压实度在93%以上。首先,铺设碾压20cm厚度砂垫层,测定压实度在93%后,打入排水插板,铺设第二层砂垫层,此次砂垫层厚度为30cm,检测压实度在93%以上则符合施工标准。施工中所铺设的两层砂垫层均多出边桩,在外侧留出1.50m距离。同时在顶部横向设定2%坡度的,提升砂垫层的排水效果。

本次施工所使用的排水插板为C型塑料排水板,板芯为不可再生塑料。在布设排水板时,板与板间的距离控制在1.50m且呈现正方形分布。砂垫层铺设完成后方可打入套管,在这一环节下,需严密控制套管的打入深度及垂直度,且避免破坏塑料排水板的滤膜。为确保施工质量,塑料排水板高出砂垫层的高度控制在25cm。

4. 安装真空管网及密封系统

施工中真空排水管道选择应用高强度PVC管。综合分析高速公路长条形路基形状,因此高强度PVC管选择 $\phi 75 \text{mm}$ 主管,主管壁厚3.5~4.0mm间;滤管选用高强度柔性塑料管,规格为 $\phi 60$,壁厚为3.5~4.0mm。在滤管中打孔并包裹 200g/m^2 的渗水土工布。纵向选取 $\phi 75 \text{mm}$ 主管,沿着高速公路方向每隔25m埋设 $\phi 75 \text{mm}$ 主管,主管的两端分别连接于公路密封沟一侧的真空射流泵和 $\phi 60 \text{mm}$ 滤管与变径三通。横向真空管网中,沿河高速公路方向每隔5m埋设 $\phi 60 \text{mm}$ 滤管。横向管网呈

现鱼骨状,利用钢丝软管对主管和滤管进行连接,在砂垫层上方铺设管网并通过钻孔的方法将滤网埋设在软土地基的砂垫层中,利用接头将滤网连接起来。确保横向管网和纵向管网的连接质量,在管网设计位置预留出膜口,为避免后续施工损坏出膜口,使用无纺土工布对出膜口位置进行包裹。在堆载场地外挖设比场地大1.5m的密封沟,并以1:1的比例进行放坡,密封沟内密封膜采用聚氯乙烯薄膜。

5. 抽气堆载及真空泄压施工

此次软基施工中共计使用真空射流泵共计10台,用来抽真空施工,每台设备负责 900m^2 范围。在施工中高度关注高速公路路基位置、薄膜、边沟以及接头位置是否存在漏气位置,影响真空效果。根据以往施工经验,在抽真空后11d左右能够对真空度进行检测,检查是否达到80kPa的真空度标准,在抽真空的第11~15d对真空度进行检验,查看其是否处于稳定的真空状态,确定稳定后方能进行堆载。堆载标高达到土路床顶标准后,对沉降速率进行检测,若每天沉降量均在2mm以内且该水平能够维持1周以上则停止抽真空工序。在案例工程中,抽真空连续80d方达到施工标准。观察停止抽真空后的沉降曲线变化,路基固结度能够达到90%以上,软基施工宣告结束。

结语

综上所述,高速公路建设具有跨度大、范围广的特征,施工时不可避免地会遇到软土路基,施工单位要充分意识到软土路基的危害性,结合软土路基特点及高速公路建设实际情况,科学选择软土路基施工技术,掌握软土路基施工技术要点,妥善处治软土路基,保证软土路基施工质量,降低软土路基对高速公路整体质量的影响,提升高速公路使用性能,延长其使用寿命,使其更好地促进经济发展。

参考文献

- [1] 王剑君, 宣海平. 高速公路施工中的软土路基施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2022, (23): 211-213.
- [2] 马九青. 软土路基施工技术在高速公路施工中的应用[J]. 四川建材, 2022, (07): 125-126.
- [3] 邹军建. 高速公路工程中软土路基施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2022, (12): 28-30.
- [4] 王跃. 高速公路施工中的软土路基施工技术研究[J]. 交通世界, 2021, (32): 91-92.
- [5] 李兴春. 高速公路施工中的软土路基施工技术的研究[J]. 黑龙江交通科技, 2021, (04): 6+9.