

软土地基中道桥工程的不均匀沉降成因与防控研究

宁 和

河北信泽建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要: 软土地基由于具有较低的地基承载能力与抗剪强度、较高的压缩性,道桥工程建设在软土地基上一般容易产生不均匀沉降现象。作为重要基础设施建设的道路桥梁工程,对于交通运输事业、出行安全及经济快速发展都具有十分重要的作用。因此,为不断提高道桥工程施工建设质量,使道桥工程在实际应用中提高安全性并延长使用寿命,就应该深入分析研究软土地基产生不均匀沉降的具体原因及影响因素,进而确定较为有效的对策及可行性措施,以确保道桥工程施工建设的质量,为道桥运输安全提供重要保障。

关键词: 地基承载力; 道桥工程; 沉降因素

引言

近年来我国高等级公路发展很快,高等级公路的发展也带来了诸多技术问题,在我国南方及东南沿海地区,由于分布着大量的软土地基,因而软土地基上修筑高等级公路首先面临的问题是:软土地基将发生固结和次固结沉降,而且这种沉降往往是不均匀的,显然这种不均匀沉降的发生将会在路面结构内部产生附加应力,一旦这种附加应力与车轮荷载产生的荷载应力值之和超过路面结构材料本身的容许强度,路面便会产生结构性破坏,因此,为保证软土地基上的路面能正常使用,确保软土地基不发生超过某一限值的不均匀沉降值是极为重要的。然而由于种种原因,目前国内外尚没有统一的软土地基容许工后不均匀沉降指标限值。为此,本文建立了软土地基上路面结构应力分析模型,并采用平面八节点等参元编制了计算程序,利用该程序分析不均匀沉降值对路面附加应力的响应。并结合高速公路软基处理工程进行分析,最后提出了软土地基容许工后不均匀沉降指标值供工程及进一步深入研究之用。

一、处治方案选择及设计参数确定

处治方案选择

为减少对高速公路交通量的影响,缩短施工工期,在制定路基处治方案时,需要对各种常用软基处治技术进行综合比选,确定最优方案。高速公路软土地基处治方案对比情况见表1。

由表1对比可知,三种方案的处治原理相同,但方法不同。钻孔灌注桩通过泡沫混凝土桩与土体的摩擦力及群桩的联合作用控制不均匀沉降;旋喷桩通过钻孔及水泥-土混合浆液,对四周土有压密作用,提高软弱土层的承载力^[1];小导管注浆法通过小导管的自身强度及

注浆对土体的渗透起到加固土体的作用。钻孔灌注桩具有较大的孔径,由于先钻孔后灌浆,施工过程中会有较大的塌孔风险;旋喷桩为钻孔压浆一体成型,施工过程中对路面污染较严重,由于施工成孔过程中压力较大,已造成路面结构破坏;小导管注浆法具有成孔直径较小,所用施工仪器轻便,对路面扰动影响较小,封闭占用车道维修时间较短,对路面交通量的影响也较小。

表1 高速公路软土地基处治方案对比表

处治措施	钻孔灌注桩	旋喷桩	小导管注浆法
成桩机理	复合地基	复合地基	复合地基
处治材料	泡沫混凝土	水泥浆或高聚物	水泥浆或高聚物
孔径大小/mm	150	100	50
对路面结构的影响	较大	适中	较小
施工工期/d	10-12	12-15	12-15
对周围环境的影响	较小	较大	较小

二、软土地基产生不均匀沉降的原因

1、地质结构勘查结果不精准

在开展道路、大桥的建设之前,相关人员需对建设场地的地形地貌实施勘察。随后,施工单位的设计人员依照勘查后的结果开展工程地基的判断,进而对建设提供相应可行性强的建议。因此,施工开始前的地质勘察结果的真实可靠性和建设完成后的沉降状况存在非常紧密的关联性。在道路桥梁工程施工建设期,一般情况下,都要详细勘测施工现场的地质条件及结构。再由专门工程设计部门结合实际勘测数据评价工程地基情况,进而为道桥工程设

计施工提出具有可行性及操作性的建议。因此,地质机构在前期对数据勘测的准确程度与后期道桥工程施工产生的沉降情况之间存在十分密切的关系。

2、工程本身设计不科学

在开展工程建设时,项目整体架构设计的不科学,尤其是桥梁的施工,其单体设计太大,整体的架构较为

繁杂,亦或在软土范围内建筑物之间的距离缺乏适宜的
科学性,这些问题都会造成后续软土地基的性能不佳,
进而导致不同程度的下沉情况产生,最终使得工程的品
质和安全降低。在建设施工道桥工程过程中,若没有选
取适宜的台背填料,或没有压实,都将造成路基产生程
度不同的不均匀沉降现象。在道桥工程的后期整个施
工与使用过程中,台背填料工程的施工质量对其具有十
分重要的影响。所以,台背填料应特别注意需达到一定
的压实度。但在道桥工程实际施工中,一般情况下如施
工原料、顺序及施工现场环境等很多因素都会影响到
台背填料压实度。

3、工程结构不科学

该方面的问题关键在于前期设计阶段问题的延续,
详尽的说就是在进行工程设计时,因为设计人员对工程
的整体了解不够,致使相关的构件运用及承重配备不
匀称。另一方面,设计人员对工程的根本设计硬度考虑
不够,使得建筑物在后续运用的时候产生本身对地基承
重力不匀称,最终出现相应的不同程度的下沉情况。

4、工程施工工序的不科学

在开展道桥工程的具体建设时,对地基的解决不妥
善和建设步骤不科学的监控,均能诱导软土地基的下
沉。假设在开展该工程的建设过程中,建设者并没依据
相关的设计标准及具体施工的需要,采用适宜的方法
及时对地基开展特定的处置,这对后来的下沉情况发
生埋下了伏笔。另一方面,在开展建设的时候,建设
人员不能遵守相关的建设步骤来建设,尤其是那些承
重量大的桥梁结构,建设的步骤拖得越久,后续的下
沉情况就会越严重。在一般情况下,道桥工程建设都
容易产生桥头沉降现象,而产生该现象的主要原因是
由于地基没有良好土质。桥涵通常都处在沟壑地段,
其土体一般都常年在水中浸泡。所以,这类土质都具
有较大的含水量,并具有较高的压缩性、较低的抗剪
强度。因此,填筑于此类软土路基,易产生不均匀沉
降现象。而且在通常情况下,桥头路基都需要较大的
填筑高度,所以,其基底一般也需要承受较大的附加
应力,同时受车辆荷载作用的影响,都将导致地基产
生沉陷现象,并持续相对较长的时间。

三、针对软土地基导致道桥不均匀沉降的有效防控措施

1、桥梁结构的设置应合理

为了保障道桥工程的建设品质,通常在开展工程
结构设计时使用质地比较轻的建材,这样做的目的是
减少其整体承重量。因为底端的额外应力是构成其
下沉的关

键成因,再加上额外的承重量就会使得下沉的情况
更加难以掌控。为预防该情况出现,减少整体的承
重量是比较适宜的方法。所以,在开展该工程建设
的时候需注重建材的选择。其必须是轻质建材,且
运用特别的设计方法实施结构的创建,以此减少承
重量。另一方面,借助结构调控的形式让该工程的
硬度提升,进而预防不均匀下沉情况出现。透过调
查众多的实际例子能看出,假如该工程的整体性能
佳,且硬度达标,其出现问题的概率就比较小。因
此,在实践中,需从这两方面进行实施。

2、深入研究桥台软基处治方法

分析导致不同程度的沉降情况形成的原因。透
过调查及深入的探究发现,比较关键的成因是桥台
桩基的建设。在开展该部分建设的时候,假设在桩
基建筑竣工以前,相关建设人员没有解决好软土
地基的问题,将会在后期的填筑作业时,给桩基带
来相应的不良影响,最终形成下沉的问题。现阶段,
我们国家已经有了很多科学的方案来面对这一问
题的发生。可是在具体的施工建设过程中,由于受
到各种因素的干扰,使得种种方法的实施都有一
定的制约性。因此,为了提高降低软土地基原
因导致的相关下沉问题发生的概率,需积极开展
针对桥台软基问题的适宜方案。首先,在开展工
程建设的过程中,把该部分的建设时间尽量提前,
特别是桥台区域。这样就能够让它的碾压期限得
以增加,促使建筑后区域内的沉降度符合最少
的下降标准。其次,整合工程建设过程中建设路
段的不同情况,运用适宜的方法。对桥梁两端
的施工范围,需将它的间距实施适宜的缩减,由
此满足设计标准。

3、确定注浆参数

注浆参数主要包括孔径、布孔方式、注浆压力、
孔距、注浆量、注浆影响半径等^[4],由于这些参
数之间紧密关联,受地基土质情况、渗透性能等
指标的影响,通过计算的方法确定注浆参数不易
实现,因此在注浆大规模实施前应采用试注的
小规模试验进行相应注浆参数的确定。(1)路面
成孔孔径:本次试验段施工处治对象为运营期
的高速公路,采用小导管注浆时应对路面进行
钻孔以保证路基注浆的可行性,通过使用较小
管径的小导管减少对路面结构的损坏,该试验
段路面成孔孔径大小至少是10cm,成孔直径
为110mm。(2)注浆压力:根据注浆工程中
常用的压力范围,本次试验段注浆压力选用
1MPa、3MPa、5MPa、7MPa,4个等级。本
次试验段的注浆压力控制标准为达到设计注
浆压力,且在5min内无

显著变化。(3) 注浆量的确定: 本次试验段单孔注浆液的有效影响半径取0.5m, 注浆孔注浆长度约3m, 该段地基的土体空隙率为0.02, 浆液有效填充率取0.5, 浆液损耗系数取1.1, 经计算单孔注浆量为 0.025m^3 , 以注浆量达到设计单孔注浆值为控制标准进行本次试验段的注浆。(4) 注浆浆液影响半径: 由于注浆压力的影响, 注浆浆液会在地层周围一定范围内进行扩散, 通过确定注浆浆液的影响半径可对注浆打孔数量、打孔间距、布控方式进行合理的调整, 实际注浆施工中可采用探地雷达的检测方法来确定注浆影响半径。(5) 注浆孔布置方式: 从理论上讲, 当确定注浆压力和注浆浆液影响半径后, 注浆孔距可在 $R \leq L \leq 2R$ 范围内进行取值^[4]。结合其他注浆工程经验并考虑本次高速公路路基压密性, 当注浆浆液影响半径取0.5 ~ 1m时, 注浆孔距可取值范围为0.5 ~ 2m。本次设计中采用等腰三角形的梅花状布孔方式进行多排注浆孔进行注浆, 其中注浆孔的排距应与孔间距保持一致。

4、深入研究桥台软基处治方法

针对导致道桥工程产生不均匀沉降现象的众多影响因素进行分析可知, 影响最大的因素就是桥台桩基施工。在桥台桩基的施工过程中, 若在桩基成桩完成之前, 施工人员不能有效处理好软土地基, 就容易在向桥头填土过程中, 对桩基造成比较严重的影响, 进而产生不均匀沉降现象。目前, 国内有很多方法可以对道桥工程中软土地基产生的不均匀沉降现象进行妥善处理, 但在实际应用过程中采用这些方法也存在不同程度的局限性。所以, 有效避免由于软土地基而产生的不均匀沉降现象, 还应不断深入研究处治桥台软基的有效方法。一是在道桥工程中, 将软土地基路段施工时间尽最大可能提前, 尤其是对桥台地段的施工时间, 进而使其预压时间得到明显延长, 使施工后软土地基的沉降量达到降低最大程度。二是可结合道桥工程中施工地段的软土地基土质及填筑路堤高度等具体情况, 有针对性地采取不同施打密度与长度, 而针对桥头附近路段, 可对其间距进行相应的加密, 以达到设计要求。

总结

综上所述, 对比软土路基不均匀沉降的三种处治方案, 由于钻孔灌注桩和旋喷桩对路面结构的破坏性较大, 导致施工风险高, 且两者施工工期较长, 对交通影响较大, 最终确定采用小导管注浆法为本次试验段路基处治方法; 结合工程经验及理论计算确定了试验段路面成孔孔径、注浆压力、注浆量、浆液影响半径及注浆布孔方式; 确定了试验段处治效果的评价方法, 针对施工现场采用注浆现场记录法及探地雷达检测法, 针对工后效果采用水准仪进行每月一次的人工观测, 并与未处治前的观测数据进行对比, 以沉降速率及总沉降量等指标分析处治效果。

参考文献:

- [1] 王佩珩, 郑徐因. 高速公路地基沉降处理方法[J]. 河南科技, 2011(10): 91.
- [2] 樊文彪. 高速公路软土路基的施工处理技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016(10): 4005.
- [3] 韩立涛. 高速公路软土地基注浆加固方法研究[J]. 黑龙江交通科技, 2014(11): 48-49.
- [4] 刘海潮, 郑红涛, 刘高企. 压力注浆加固软土地基注浆参数的确定[J]. 黑龙江交通科技, 2011, 34(1): 23-24.
- [5] 郎志伟. 东港高速公路软土地基处理技术与综合评判研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2017.
- [6] 朱军标, 莫永军. 桥头路基不均匀沉降的成因与控制措施[J]. 城市建设理论研究, 2014(11).
- [7] 李永旭. 路桥过渡段不均匀沉降处治措施研究[J]. 城市建设理论研究, 2013(10).
- [8] 吕辉. 浅析公路桥梁引道不均匀沉降的防治措施[J]. 中国新技术新产品, 2014(18).
- [9] 李娟. 浅析路桥施工中路基不均匀沉降的处理[J]. 城市建设理论研究, 2013(20).
- [10] 张楠. 道桥工程施工存在的问题与维护的探析[J]. 民营科技, 2013(10).
- [11] 黄志军. 浅析道桥工程中的裂缝防治措施[J]. 黑龙江科技信息, 2013(18).