

Application Analysis of Bored Pile in Culvert Reinforcement

Zhaoqu Zhang

Guangdong Transportation Planning and Design Institute Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510440, China

Abstract

Due to the complex geology of highway engineering, especially in the distribution of soft soil, the highway subgrade stability and uneven settlement affect the safety and comfort of road use, and culvert as an important part of highway engineering, the uneven settlement during operation will lead to obvious jump phenomenon, endangering the driving safety and comfort. Due to the lack of net height and the lack of construction space, it is difficult to limit the choice of culvert reinforcement method. The bored pile has the technical characteristics of strong construction flexibility, and can be carried out under various limited conditions, and can play the role of culvert reinforcement economically and effectively.

Keywords

highway; disease treatment; culvert reinforcement; bored pile

钻孔灌注桩在涵洞加固中的应用分析

张昭区

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 中国·广东 广州 510440

摘要

由于公路工程所处地域的地质比较复杂,特别是软土分布的地区,公路路基稳定及不均匀沉降等问题影响着道路使用的安全性、舒适性,而涵洞作为公路工程中的重要组成部分,运营期间的不均匀沉降会导致明显的跳车现象等,危及行车安全及舒适性。已施工完成的涵洞往往因为净高不足、施工空间狭小,机械设备难以展开限制着涵洞加固方式的选择,而钻孔灌注桩具有施工灵活性强的工艺特点,能在各种有限条件下进行施工,能经济有效地起到加固涵洞的作用。

关键词

公路;病害处治;涵洞加固;钻孔灌注桩

1 引言

在公路工程的施工过程中,涵洞施工是最基础、最关键的一个环节。一般情况下,在桥涵工程施工中,70%~80%的施工工程都是小桥涵工程。而小桥涵工程的施工,尤以涵洞施工为主^[1]。如果公路工程位于平原地区,平均每公里的小桥涵工程数量约1~3道。如果公路工程位于山岭重丘地区,平均每公里的小桥涵数量会增加至4~6道。在桥涵工程的施工过程中,需要将50%的造价成本投入到小桥涵工程施工中。

如果以构造形式为标准,可以将涵洞分成以下四种:第一种是圆管涵,主要由钢筋混凝土预制管构成。在应用圆管涵的过程中,需要对现场的地基情况进行分析,既可以使用有底座基础,也可以直接将其放到地基上。如果涵洞直径不大,也可以选择素混凝土预制的管涵。第二种是盖板涵,主要由盖板、侧墙和底板等三部分构成。其中,侧墙和底板既可以以整体式呈现,也可以以分离式呈现。第三种是拱涵,

主要由四部分构成,即拱圈、侧墙、底板和护拱。其中,侧墙、底板和护拱可以使用素混凝土制成,而拱圈则使用钢筋混凝土制成。第四种是箱涵,主要由现场浇筑的钢筋混凝土构成。

作为一种人工构造物,涵洞的主要作用是对公路两侧的水流进行有效的排泄。涵洞的施工属于半地下工程,上部受压、两侧受挤、端部外露且中间流水。在车辆载荷的长期作用下,涵洞难免会出现损伤。为了延长涵洞的使用寿命,恢复涵洞的受力性能,为过往车辆的行驶安全提供保证,需要对涵洞的病害类型进行深入的分析,明确导致涵洞病害的原因。并在此基础上采取相应的整治预防措施。

2 公路涵洞病害类型及原因分析

2.1 涵洞病害类型

通常情况下,涵洞病害主要包含以下几种形式:①贯通涵节的纵、横向裂缝;涵节间沉降缝出现开裂或错位问题;涵顶结构与其两侧侧墙之间出现错位;底板贯通性的纵向裂缝。这类涵洞病害一旦发生,所造成的破坏性较大。②部分涵节的侧墙或者涵顶结构上或底板上出现裂缝和微小裂纹,如果不对其进行妥善的处理,经过一段时间发展,裂缝将会贯通整个涵节。③部分涵洞由于地基、基础的原因导

【作者简介】张昭区(1993-),男,中国广西玉林人,硕士,助理工程师,从事道路与桥梁工程研究。

致公路路基出现不均匀沉降,也即“跳车”现象。④部分涵洞纵向沉降不均匀,致使涵洞内汇水排水不畅。

2.2 涵洞病害原因分析

2.2.1 涵洞结构设计原因

在涵洞工程施工过程中,纵向涵节宜进行平口对接处理,缝隙宜填充以沥青麻絮等物,涵洞侧向抗剪力非常小,所以如果遇到不均匀的路基沉降问题,某些管节就容易出现侧向位移现象,并引起涵节的分离与错口,缝隙中渗水、漏水。

2.2.2 涵洞基础和地基设计原因

涵洞设计时没有对涵洞顶部存在的附加应力进行充分的考虑,所以最终计算获得的设计地基承载力值也不够准确。再加上施工人员没有做好软弱地基的处理工作,涵洞地基的承载力很难达到预期,甚至还会出现涵洞沉降变形过大,整体沉降不均匀等问题,使涵洞结构遭到严重破坏^[1]。

2.2.3 施工方面的原因

在对涵洞两侧进行填土施工的过程中,如果填土不够对称,将有可能出现涵洞偏压问题,使部分涵节发生侧向位移。这样一来,涵洞结构的稳定性就会遭到破坏。部分涵洞在上面没有覆盖足够厚的填土,也没有采取相应的保护措施的情况下直接投入运行,并使涵洞结构遭到了严重的损坏。如果施工人员没有对涵洞两侧的填土进行充分的压实,就有可能增大涵洞洞顶承受的附加压力值,并为后期涵洞的运行埋下安全隐患。如果施工人员在涵洞施工过程中,存在着违规操作行为,那么也有可能因为混凝土设计强度不足而出现涵洞裂缝问题。

2.2.4 勘察方面的原因

在正式开始涵洞设计之前,需要做好全面而细致的勘察工作。如果勘察工作不充分,勘察结果不准确,就有可能对后期的涵洞设计、涵洞基础设计等产生影响,增大涵洞病害的出现概率。

2.2.5 其他原因

在涵洞运行期间,如果交通量比较大,或者过往车辆中存在着较多超重车,超载驾驶行为严重,那么涵洞承受的荷载压力就会偏大。

3 涵洞病害处治方式

涵洞病害处治方式主要分为套衬补强及裂缝嵌补技术、地基托换技术和锚固法。

3.1 套衬补强及裂缝嵌补技术

所谓套衬补强,其实就是将一定厚度的混凝土再次灌注到原混凝土表面的技术。这一技术的应用,既可以对原混凝土裂缝的发展产生抑制,也可以与原混凝土融合在一起,形成全新的承载结构。而裂缝嵌补,则是直接将嵌补材料填充到混凝土裂缝当中的技术。

3.2 地基托换

地基托换处治方法主要包括静压注浆法、旋喷桩法、钻孔灌注桩法等几种。

3.2.1 静压注浆法

强调在液压原理、气压原理和电化学原理的指导下,将浆液注入土层或岩体结构当中,借助浆液的充填作用、渗透作用和挤密作用,将土颗粒间、岩体裂隙间的水分和空气赶出去。经人工控制一定时间后,浆液就会形成一个全新的结合体,并拥有较强的防水性能和化学稳定性。常用的静压注浆法主要包含以下几种:第一渗透注浆法,第二劈裂注浆法,第三压密注浆法,第四电动化学注浆法等。

3.2.2 旋喷桩法

指的是利用旋喷钻机、高压脉冲泵、钻杆等工具将预先配置好的水泥浆液加工成具有一定直径的柱状固结体。这种施工方法可以在软弱土层中形成水泥固结体,并与桩间土融合在一起形成复合地基,以增强地基的抗剪强度,优化土的变形性质和地基的承载能力,使地基的沉降变形得到控制。与其他施工方法相比,旋喷桩法的应用优势,是克服了静压化学或水泥注浆法等注入法的缺点(仅适用于砂类土和粘性土),几乎适用于所有的土质。

3.2.3 钻孔灌注桩法

强调根据套管的导向进行旋转钻进,穿越建筑物基础后,直接进入地基土中至设计标高。清孔后再将钢筋进行下放,钢筋的下放数量需要根据桩孔直径确定,然后再通过压力进行水泥浆、水泥砂浆、细石混凝土等材料的灌注。在灌注的同时,进行振动、拔管,直至成桩。这种施工方法的应用优势,是可以保证结构物与地基之间的平衡不被破坏,并在地基得到加固的同时,确保地基土对结构物的支撑作用不会遭到破坏。这种施工方法涉及的三维结构,更是增强了地基的刚度,使地基的沉降量得到控制。整个施工过程中,不会产生振动,也不会使用到笨重型设备。由于其成桩后的形状如同“树根”,通常也称为树根桩^[3,4]。

3.3 锚固法

锚固法的加固原理是将受拉杆件的两端,分别与岩体、工程结构物相连,然后借助土体或者其他外力作用到结构物上的推力和岩体内的抗力,提升结构物的稳定性。

在施工过程中,如果遇到天然地层,通常将钻孔灌浆作为锚固方法。这就是灌浆锚杆。灌浆锚杆涉及的受拉杆件类型和施工工艺比较多。其中,受拉杆件主要包含以下三种:第一,粗钢筋型;第二,高强钢丝型;第三,钢绞线型。而施工工艺则主要包含以下四种:第一,常压与高压灌浆;第二,预压灌浆;第三,化学灌浆;第四,比较特殊的专利锚固灌浆。

4 涵洞病害处治方式的选择

由于涵洞病害发生时往往已是公路通车运营多年之后,处治方式的选择需要考虑施工过程中对其上通行车辆的影响,同时,涵洞内施工空间有限对施工设备的选择有很大的限制。因此,根据涵洞病害的类型特征合理选择有效的处治方式至关重要。综合对比以上几种涵洞病害处治方式,钻孔灌注桩基本上是摩擦桩,可认为其在施工过程中不起作用,而当涵

洞出现沉降现象的时候,桩就会在第一时间承担部分荷载,使原来基础基底的压力减小。如果涵洞继续沉降,那么桩还会继续承担荷载,直至整个涵洞的荷载全部转移到灌注桩上。钻孔灌注桩法的特点使其更适合运营期间涵洞的加固:

- ①使用小型钻机,适应各种施工场地,可在净空高度2m的涵洞内施工。
- ②施工过程产生的噪音和震动不大,不会对涵洞产生较大的影响。
- ③桩孔较小,不会对基础和地基产生明显的应力。
- ④不存在开挖基础的风险,不需要对临时支撑结构进行改建和恢复。
- ⑤桩、承台和墙身连成一体,桩结构具有较强的整体性。
- ⑥不会对涵洞的原貌产生破坏。

5 工程实例

某高速公路建设区域为第四系海陆交互平原,地形较平坦,主要分布为水田,少量为旱地,路基未见断裂构造痕迹,属稳定地块。平原区内地下水位埋深较浅,根据地勘钻孔,表层耕植土厚约0.5m,土黄色,稍湿,可塑,由人工填土组成;淤泥层厚6m,呈灰黑色,饱和,流塑,含贝壳、腐木碎屑,有腐臭味,局部含少量粉砂;淤泥质粉质粘土层

厚1m,呈灰黑色,湿,软塑,局部含少量细砂,合计软土层深约7m。

高速公路在其中一软基路段中设置(2~4)×4m的钢筋砼箱涵(过水),涵洞顶填筑高度约4.0m,涵底基础采用直径40cm素混凝土桩处理,素混凝土桩布设间距1.6m,桩长20m。涵洞在施工完成后,发现不同涵节之间出现不同程度的差异沉降,涵洞按浇筑顺序共分8节,根据沉降监测数据,其中最大沉降位于第4节段,达到23cm;第3、5节段累计最大沉降次之,达到16cm;其余涵节沉降相对较小,呈现中间沉降大两边沉降小的规律,不同涵节间错台明显。不同涵节沉降数据如表1所示。

为了减少通车运营期涵洞的差异沉降,确保路面行车安全,采用直径40cm的钻孔灌注桩对该涵洞进行加固处理,根据涵洞各节的不同沉降程度分别进行布桩,加固桩布设时错开已施工的素混凝土桩。图1为钻孔灌注桩布桩。

施工过程:钻机钻穿涵洞底板—采用钻机成孔(循环泥浆护壁)—放置模袋(充盈系数大于1.5时)—下插注浆管—插钢筋—投放碎石—注浆。

根据后续的沉降监测,采用钻孔灌注桩对涵洞进行加固完成后,该涵洞的沉降明显减少,月沉降量小于5mm,沉降趋于收敛,加固效果明显。

表1 不同涵节沉降数据

涵节	第1节	第2节	第3节	第4节	第5节	第6节	第7节	第8节
平均沉降	5cm	5cm	16cm	23cm	16cm	9cm	4cm	2cm

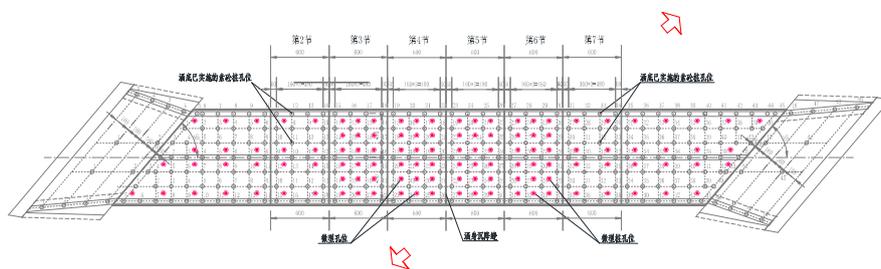


图1 钻孔灌注桩布桩图

6 结论

- ①钻孔灌注桩涵洞加固法能适应各种施工场地受限的情况,采用钻孔灌注桩对涵洞进行加固能经济有效地减少涵洞的不均匀沉降。
- ②钻孔灌注桩施工中,为了更好地适应土层的变化,需要对钻机动力头输出的转速进行合理的调整,使钻进过程中机身平稳。钻孔过程中,钻杆长度应当与钻孔深度相协调。
- ③为防止塌孔,保证碎石投入量,需要在施工现场准备充足的泥浆池配置泥浆。在钻进过程中,由钻杆充入,进行泥浆护壁。钻机达到设计深度后,将钻杆提起200mm左右,注入泥浆开动钻机空钻,进行清孔作业,到孔中流出的泥浆

比重小于1.2为止,从而完成置换泥浆清孔的目的。

- ④钻孔灌注桩应隔開箱涵节段进行跳打,每施工完一根桩后应及时回填修复,不应在同一节段内同步进行两根或以上灌注桩施工。

参考文献

[1] 戴铁丁.公路涵洞病害处治技术研究[D].西安:长安大学,2005.
 [2] 章齐鹏.改建公路涵洞加宽加固设计思路[J].交通世界,2021(20):129-130.
 [3] 孙友良.树根桩在涵洞地基加固中的应用[J].江苏水利,2000(5):21-22.
 [4] 施维军,毛大明,曹锺.“树根桩”法在河堤涵洞工程地基加固中的应用[J].江苏水利,2012(8):13-14.