

袋装砂井处理公路软土地基施工及检验方法探讨

马朝波 侯子义*

(河北省邢台市路桥建设总公司 邢台市 054001)

摘 要 介绍了袋装砂井软土地基处理方法的施工过程, 袋装砂井井深的检验方法, 用冲水拔袋法可以有效的检验井深。

关键词 软土地基; 袋装砂井; 检验方法

1 软土的定义

软土地基通常情况下指地基承载力达不到其上面的构筑物要求, 或虽在构筑物施工时能达到要求, 但在后期使用过程中由于地基本身的原因或其他原因使地基失稳, 造成构筑物沉降过大或不均匀沉降, 影响构筑物正常使用的不良地基。对软土的定义特征与成因类型目前还没有统一的标准, 不同的专业技术部门的解释也不尽相同。

文献(1)中对软土定义为: 滨海、湖沼、谷地、河滩沉积的天然含水量高、空隙比大、压缩性高和抗剪强度低的细粒土。

《公路工程名词术语》(JTJ002-87)对软土定义为: 软土主要是由天然含水量大、压缩性高、承载能力低的淤泥沉积物及少量腐殖质所组成的土。

在工程设计和施工时, 不要拘泥于它们的定义, 只要路堤或其他荷载在土基上有可能出现有害过大的变形与强度不足的问题, 都应认真进行沉降、稳定验算。凡不满足设计指标时均应进行处理, 决不能仅凭土名来确定是否需要进行处理。

在工程中, 人们对软土的含义已基本达成共识, 对软土地基的鉴别通常按照天然含水量、相对含水量、天然孔隙比、渗透系数、压缩系数和十字板剪切强度等指标综合鉴定, 见表1所列。

表1 软土鉴别指标表

特征或指标名称	天然含水量 %	相对含水量 %	天然孔隙比	渗透系数 $cm \cdot s^{-1}$	压缩系数 Mpa^{-1}	十字板剪切强度 Kpa
指标值	≥ 35	≥ 1.0	≥ 1.0	$< 10^{-6}$	$> 10^{-1}$	< 35

2 公路软土地基处理

软土地基由于土颗粒细、孔隙比大、含水量大、孔隙中的水不易排出, 所以在这类地基上建公路的主要问题是, 地基强度低、受荷后变形大, 容易引起路堤下陷, 从而造成基失稳, 因此必须进行处理, 根据文献[1]的规定进行稳定和沉降计算, 当稳定安全系数和工后沉降大于表2、表3中的数值时, 需进行软基处治。

收稿日期: 2003-6-9 马朝波 男 1970年生 助工 *河北工业大学

表 2 稳定安全系数容许值

采用的计算 方法	总应力法		有效固结应力法		准毕消普法
	快剪指标	十字板剪切强度	快剪与固结快剪指标	十字板剪切强度	有效剪切指标
稳定安全系数容许值	1.0	1.2	1.2	1.3	1.4

表 3 容许工后沉降

道路等级	桥台与路堤相邻(m)	涵洞或箱型通道(m)	一般路堤(m)
高速公路、一级公路	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.30
二级公路(高级路面)	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.50

目前,常用的公路软土地基处理的方法有抛石挤淤法、置换填土法、铺设砂垫层法、砂桩法、砂井和袋装砂井法和塑料板法、加固土桩法和碎石桩法、反压护道法、土工织物法、和综合处理法等。在这些处治方法中,袋装砂井法由于其施工简便、造价低廉等特性而被广泛采用。本文就袋装砂井的施工及检验方法进行探讨。

郑(口)——昔(阳)公路宁晋段,为平原地区二级公路,路基宽度为 15m,路面宽度为 12m,路基平均均匀填土高度为 1.0m,在 K14+000~K16+000 段,有部分路段出现软土地基,表面为 1.5m~3.0m 的粘性土硬壳,下面为淤泥质重粘土,淤泥质粘性土厚 6.0m~18.5m,再下面为第四系上更新统粘性土厚 4.0m~6.5m。淤泥层的物理性能指标天然含水量高达 80%,天然容重最小为 15.3kN/m³,天然孔隙比最大达 2.22,具有压缩性大,透水性有效期,力学强度低等特点。不能满足修建二级公路的要求,因此,必须进行处理。

袋装砂井是工程上处理软弱地基的一种常用手段。它的作用是通过排水固结,在荷载作用下,通过袋装砂井这个“通道”,辐射渗透,超静水压力较快地消散,从而可以加快软土固结速率,缩短固结时间,随着孔隙水的排出,土中有效应力逐步增加,土的抗剪强度也随之增大。起到提高地基承载力的目的。

袋装砂井是郑——昔公路宁晋段软土地基处理的主要方法之一。袋装砂井是垂直排水法的一种,适用于淤泥质粘性土,淤泥质重粘土等超软土地基处理,也适用于郑——昔二级公路软土处理,其方法是先准备装满砂的袋子,然后用机械设备在软土层内按规定距离施打垂直孔,并把预先准备好的砂袋放入孔内,上铺一层透水性的中粗砂或砂砾石垫层,砂袋必须埋入垫层中不小于 50cm,袋口最好弯盘起来,在外加荷载预压下(高填方地段路基填土本身就是最好的预压),地基内的水通过砂井,砂或砂砾石垫层引向路基坡脚外排走,来达到改善软土的透水性能,使软土提前固结,提高地基承载能力,以满足设计要求。

由软土的固结理论可知,对于粘性土,固结时间与渗径的平方成正比,在受荷载影响范围内,软土层越厚,渗径就越长,则排水固结所需时间就越长,所以缩短排水距离是缩短固结所需时间的最好方法。显然袋装砂井是大大地缩短了渗径,有效地加速了软土层的固结。

郑——昔二级公路袋装砂井直径为 7cm,井深一般为 15m~20m;袋装砂井间距主要根据软土层厚度、填方高度、沉降和固结时间等因素确定,试验路段袋装砂井间距采用 1.0m 和 1.5m 两种,大面积施工中袋装砂井间距采用 1.2m,正方形排列,袋装砂井上面铺一层 50cm 厚的中粗砂垫层作透水层,上面再按设计要求填筑路基(这时既要保证路基质量,又要控制填土速率)在路基土的预压下,地基内的水通过砂井、砂垫层流到路基外,软土就能固结。

袋装砂井施工方便,管理简单,在现场可立即判断施工质量。这里袋装井施工是采用履带式振动沉管设备(一次可打两桶袋装砂井),钢管端头设有开启式活动盖子,钢管长度可根据井深调整。砂袋是采用透水性好、韧性高的聚丙烯为原料编织而成的,向袋中灌砂是采用人工灌砂。振动沉管施工

袋装砂井,有设备简单,施工速度快,工期短,工效高,质量好,价格便宜等优点。另外,饱满的砂袋具有柔性,可随地基沉降而变形,不致扭断,不失连续性,这是袋装砂井具有直径小效果好的独特优点。

袋装砂井质量的好坏,关系到软基处理的效果。砂料、编织袋、灌砂量及井距可以通过试验室及现场抽查来检验质量,但是成井后的质量检验,特别是深度是很难抽验的。《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071-99)砂井的检验项目“井长度规定值或允许偏差是不小于设计,检查方法和频率是查施工记录”。如果施工队伍弄虚作假,就无法判断质量是否合格。笔者在工程实践中,就深度检测采用几种不同的检测方法进行比较,推荐一种简单、经济、效果良好的方法,取得了比较好的效果。

卷一昔公路宁晋段由于工程量大,由承包单位及分包队伍、业主推荐单位联合,按段落划分施工。编织袋有出厂合格证并经业主中心试验室抽验合格,砂为中粗砂,含泥量小于3%,灌砂量经监理工程师现场抽查,在95%以上。施工后经监理工程师检查井距合格。施工过程中,监理工程师全过程旁站。2002年3月,监理工程师与业主有关人员在例行的质量抽查中发现有砂井只有1m多深(砂袋底有打结)。说明有的施工人员弄虚作假,为验证所施工的砂井质量,决定重点检查该班组所完成的砂井并抽查其它单位施工的砂井,主要是井深,以决定该段是否要处理。

3 检测方法

以往对袋装砂井深度的检测均未有比较简单实用、经济的好方法,所推荐的不外是拔井、挖验等。但在本段,井深在15m~20m之间,这两种方法不适用。开始,我们试拔过几根,均出现断井现象。挖验也是很难的,因为软土层含水量大,最大挖深仅8m左右,且在开挖过程中要采取防护措施,费时费力,效果不好。这两种方法均不可取,经过研究、讨论,决定采用下列方法进行比较。

3.1 工程钻探法

工程钻探法的原理是利用钻机钻进,套管取芯样以判断井深。

具体操作步骤如下:用工程100型钻机,对着袋装砂井钻进,下套筒取芯样,当取至6m时已切断砂袋,至9m时,所取的芯样仍可见砂袋残渣,说明钻杆已偏离砂井,无法确定砂井实际深度。

《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071-99)允许砂井竖直度偏差1.5%,井长为20m时井底偏离砂井的口30cm,钻杆本身在钻进过程中允许竖直偏差1%,砂井直径只有7cm,钻头很难钻到砂井底,故本方法不可取。

3.2 挖、拔结合法

挖、拔结合法的原理是通过挖去软土层粘土,减小土体对砂井的握裹力,拔出砂井。具体操作步骤如下:先挖去顶面的砂垫层,再开挖砂井周围的粘土,当挖至一定深度,转动袋装砂井,如无法松动,继续挖土,边挖边松,待砂井松动,注意慢慢转动,直到砂井能完全松动,再予拔起,丈量即可知井深。

此方法只适用于埋置较浅或明显未达到设计深度的砂井。抽验过程中要细心,不可太急,不色会断井。由于是粘土,含水量大,对袋装砂井的握裹力很大,如果强行拔井,会在应力集中的地方断井,造在检测失败。另外,对基坑需要防护。故本方法对于埋置较深的砂井不适用。

3.3 冲水拔袋法

冲水拔袋法的原理是用高压水冲袋装砂井内的砂,砂在高压水作用下,泛出地面,造成空井,减小土对砂井的握裹力,拔出砂袋,确定井深。

具体操作步骤如下:清除一定范围内砂垫层,割去露出地面的砂井,在排水沟挖坑,放一台泥浆抽水机,皮管 $\varnothing 2.5\text{cm} \sim 3.8\text{cm}$,对着砂袋内的砂冲水。在冲水过程中,皮管沿砂袋下插,随着水的冲击,井口有砂泛出,说明砂井内有的砂已被冲出井外。随着井内砂量的减少,皮管也跟着往井内下插,以防冲水冲击太多,造成土体崩塌。最好是边剖边用力往袋内下插,直到井口没有泛砂,说明砂袋内已没有砂。这时可以轻轻拔出皮管及砂袋,丈量袋长即可确定井深。如砂袋拔断,可丈量皮管长

度,单位判定砂井长度。一般抽验一根袋装砂井需 $20\text{min}\sim 40\text{min}$ 。

用冲水拔袋法冲砂井直至井口上没有泛砂,造成空井,拔出砂袋即可知井深,如果砂袋质量差或用力过大,中途拔断,则量皮管长度,可粗略判定井深。因为皮管虽在冲水过程中边冲边下插,但井底难免有沉渣,而沉渣将影响到砂井深度丈量的准确度。要选用合格的砂袋,检测时要小心,避免扯断砂袋。本方法适用于各种深度的砂井,简单、经济、效果良好。

4 实测结果

本次共抽验 23 根砂井,其中用工程钻探法抽验两根,在 $6\sim 9\text{m}$ 处,取出的芯样为砂袋残渣,无法钻至井底,说明此方法失败。用挖、拔结合法抽验两根,一根无法拔动,另一根在 7.5m 处拔断,仍见砂袋,后用冲水拔袋法检验,泛砂深度 9m ,总长为 16.5m ,设计为 18.7m 。其余 19 根均采用冲水拔袋法抽验,其中明显小于设计长度 18.7m 的有 4 根,经查施工记录是承包单位的分包队伍在深夜施工的。对漏段进行补打,尚不致对软基处理造成严重影响,可允许下道工序施工。

以上说明冲水拔袋法不失为一种效果良好的方法。

上述三种方法对比见表 4

表 4 三种检测方法对比

检测方法	机具设备	适用范围	工作难度	工作效率	工作效果
工程钻探法	100 型钻机	工程勘探	设备搬迁难,钻进慢	低	差
挖、拔法	简单机具	深度 8m 以内	开挖工作量大,防护费用高,进度慢	低	一般
冲水拔袋法	泥浆抽水机	各种深度	设备小,搬迁方便,进度快	高	良好

5 体会与建议

本文结合郑一昔二级公路施工及检验体会提出以下几点建议,供参考。

- 5.1 郑一昔二级公路软土处理取得较显著的效果。可供设计、施工参考。
- 5.2 在软基处理段填土时,应控制填土速率,最好每隔一定间距埋设沉降标等观测仪器,以做到边施工,边观察、边分析。根据试验资料以沉降速度每天不大于 5mm 为宜,边桩水平位移一般控制在每天 2mm 以内。并建议作跟踪观察。
- 5.3 软土路基稳定分析和研究,在软土路基高填方中具有很重要的地位。经验表明,随着路基填土高度的增大,除处理地基外,还可以用轻质材料来碰轻填筑荷载,或用反压护道来保证路基的稳定,或用较大的护坡(土护坡、干砌石护坡等类型)以增加路基和软土的接触面积,增大地基的承载能力;或综合考虑,综合利用,但不宜设计挡土墙。
- 5.4 软土地段路基的不均匀沉降也是施工中不可忽视的一个环节。必须引起施工单位高度重视;应采取有效措施来减少或避免人为的不均匀沉降。
- 5.5 冲水拔袋法是检验袋装砂井井深的一种有效的方法。

参考文献

- 1 《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTJ017-96)。北京:人民交通出版社,1996