

公路路基工程中深层搅拌桩施工技术的应用分析

王寅 张常飞

广信检测认证集团有限公司 山东省 济南市 250001

摘要:为明确水泥搅拌桩处理高速公路改扩建软土路基的沉降特性,本文依托茂湛高速公路改扩建工程TJ4标,基于FLAC3D数值仿真软件,建立水泥搅拌桩加固路基模型,研究水泥搅拌桩各因素对软土路基沉降特性的影响程度,结论:软土埋深较浅时可采取就地固化或换填处理,埋深较大时采用水泥搅拌桩或管桩;水泥搅拌桩对地基沉降影响最大,当桩间距为1.2m(2.4D),地基压缩模量24MPa,地基沉降量为0.6cm。

关键词:基础工程;水泥搅拌桩;数值仿真;地基沉降

1 引言

软土地基是由含有大量细微颗粒的松软土、拥有孔隙的有机质土、泥炭等土层构成的地基条件,拥有较高的地下水位,在软土地基上方的填方、构造物不具备更强的稳定性,有较大概率会出现沉降现象。我国各地均开展大规模的公路基础设施建设,需要通过处理软土路基提高在软土地基条件下建设的公路工程稳定性能,提升整体承载性能。为此,本文将从具体案例出发,结合相关文献资料,系统性分析基于软土地基条件下的公路工程施工技术。

2 软土路基的特点以及危害

2.1 特点

首先为压缩性较高,软土路基有一定的压缩性,并且稳定性较差,孔隙率也较大,承压较低,有较多的基质,在压缩的过程中相对平缓,如果超出压力的极限会在软土路基中出现沉降,如果其他条件不变会产生较为明显的后果。软土路基压缩性和塑性值有密切的关系,在实际处理时需要做好各项指标核验,在确保无误后,再进行软土路基的处理,避免由于压缩性较高而产生较为严重的破坏。与此同时,在软土地中孔隙率明显是大于普通土质的,在一般情况下由于软土路基含水量较高,各颗粒间的接触点会产生交接的情况,压实度会显著的降低,这也是在实际施工时需要特别注意的问题。其次为触变性的特点,这主要是由于软土地基有一定的敏感性,并且所包含的沉淀物较多,是以絮凝状在软土中存在的,整个结构稳定性较差,如果受到较为严重的破坏,会对结构造成较为严重的干扰,

同时强度也会显著的降低。如果在后续处理过程中,并没有科学地控制好其中的振动压力,会在软土路基中产生侧向滑动或者沉降等问题,影响工程建设的安全性。最后为透水性较差,透水性较差主要是表现在垂直层面上透水性较低,在进行排水固结过程中会受到一定的干扰,这主要是由于结构沉降的时间较长,孔隙压力会显著的提升,软土路基的抗剪程度较低,稳定性较差。在实际施工的过程中需要做好全方位的检测,必要时也可以进行现场的实验,在确认没有问题之后,才可以进行后续的施工,全面的优化当前的施工模式。

2.2 危害

软土路基危害性较大,其中也包含了诸多不可预见性的因素,在工程建设的过程中,需要科学规划不同的建设环节,并且采取有效的预防措施,灵活应对在软土路基中不可预见的因素。不可预见性主要是指在施工中会出现坍塌的情况,不仅会增加了质量问题的发生概率,还会产生诸多的返工,影响工程建设进度以及品质。

3 公路工程施工中软土路基的处理方法

3.1 桩基法

在做好前期准备工作后,接下来要进行的是具体的施工,在软土路基处理时,桩基法为常用的施工工法,在软基处理中如果存在较多较厚的软土层很难进行深层次清理,可以利用这一方法来处理。在桩基法施工中,最为重要的构件是钢筋混凝土桩,它具有较强的承载力,施工速度快等特点,不仅可以保证结构能够具备较强的稳定性,

还有助于全面地提高工程的建设品质。在进行施工的过程中,要采用机械配合人工的方式来进行成孔操作,之后再混凝土注入到软土路基中,当混凝土放热或者是离子交换之后,附近的软土性质会发生一定的改变,在这一背景下会形成复合型的路基。路基的强度会显著的提高,能够有效避免沉降问题。另外,由于混凝土承载力较高,整个操作过程非常地简单,有利于满足整体的施工要求,减少诸多因素对工程稳定性所产生的影响。有序地实施这一施工方案,全面地保证路基工程的抗压能力以及稳定性,符合当前的施工要求。

3.2 加载预压法

在这一方法利用的过程中,主要是在基础工程开展之前,采取加载预压的方式来对软土地进行科学的处理,适当地控制好路基的强度,等到工作结束之后需要有序地推动其他施工的顺利进行,以此来保证整体的施工效果。在完工之后,如果软土路基没有任何的变化,承载力较强,预压负载能够在自重的条件下有效地起到良好的维护效果,如果施工地区的路基渗透性较大,并且排水距离较大时需要采取这一施工方案能起到良好的固结效果,适当地优化当前的施工方案,提高整体的施工水平。如果软土路基稳固性较差,也可以在土层的中间挖出一些排水通道以此来保证整体的施工效率。

3.3 换填法

这是在软土路基处理中较为常见的施工工法,在实际施工时需要选择和原土质相符的土进行处理,能够满足路基的使用要求。在选择该方法时要先挖出不符合要求的原土,之后再换填合适的土质进行碾压以及夯实工作,使各项施工环节可以更顺利进行,常见的材料包含碎石和鹅卵石。为保证整体施工安全性及稳定性,可以采取分层填筑的方法,全面保证整体的建设效果。例如在实际工作中可以先在第1层中铺设矿渣碎石,全面保障软土路基的透水性,同时也可以全面强化整体的建设效果,第2层为灰土层,这一层次能够维护路基的平衡受力,使路基稳定性能得到充分强化。最后一层为砂垫层,主要是去除软土中的

水分,达到良好的固结效果,同时也保证路基本身的承载力。

4 深层水泥搅拌桩施工技术

4.1 工艺原理

关于水泥加固原理探讨,主要为以水化反应、水泥水解等方式利用,会有水泥水化物生成,并且会和土颗粒产生团粒化、离子交换、碳酸化反应等,从而构成具有一定水稳性及其强度的“水泥加固土”。而水泥加固土强度则与被加固性质,如有机质、含水量等息息相关,此外还会受到如外加剂、掺入量、硅酸盐水泥等级等的影响。水泥加固土抗压强度会伴随水泥掺入量提升而加大,在常规情况下,一般水泥等级会大于45.2、水灰比会在0.43~0.55之间、掺入比一般是12%~20%,关于强度标准值的确定,适宜取同配比的室内试块90天龄期的立方体抗压强度平均值和现场成桩28天的无侧限抗压强度,一般可达0.5~3.0MPa。

4.2 工艺工法特点

所选工艺主要以“深层水泥搅拌桩加固”为主,该工艺具备施工噪声小、无振动、技术可靠合理且不会污染环境等优势。其本身属于就地搅拌并加固地基的一种形式,在具体施工中软土会发生不同侧向挤压现象,因此,不会对已有邻近建筑产生过大影响,加固效果十分显著、所投入成本也较低。基于多测研究、检测与试验证明,想要提升地基承载力,需将深层水泥搅拌桩加固软基这种方式进行充分利用,该方式经济、科学、合理且行之有效。但是也需注意,当前阶段领域研究中,该技术还处于初步研发阶段,在检测技术、施工工艺等方面的研究尚不完善,这就使得施工质量难以做到全方位把控,这就需要注重终端验收、过程控制等工作的强化,以保证施工过程原始资料的不断累积,以完善该工艺技术的应用与研究。

4.3 适用范围剖析

深层搅拌工艺在常规情况下,其使用范围主要在粉土、黏性土、正常固结淤泥、饱和黄土等地基处理中,也可适用于竖向承载的复合地基、基坑的止水帷幕、基坑工程围

护结构等。

5 工程概况

5.1 工程简介

茂湛高速公路改扩建工程 TJ4 标,项目全线沿旧路两侧拼接加宽方式对原路基进行改扩建,同时对原有路面及桥梁采取维修加固措施。

5.2 工程地质条件

茂湛高速扩建 TJ4 标软土地基地带呈带状或点状分布,主要分布在地势洼地、河流冲积阶地及鱼塘软土。大部分为浅层软基,个别埋深高达 15.9m,厚度不均,最大达 10.6m 厚,物理力学性质差。

5.3 深层搅拌桩施工分析

软基处理总长 2182m,其中换填处理长度 1085m,就地固化 92m,水泥搅拌桩 866m,PHC 预应力管桩处理长度 40m,约占线路总长的 7.5%。

5.3.1 换填处理

为有效避免软土路基后期出现不均匀沉降,当软土深度 $H \leq 3\text{m}$ 时可采取换填处理,换填高度大于地下水位 0.5m 即可。采用换填处理时,换填材料一般选用石屑。路堤临水侧设置浆砌片石护坡,砌石采用当地不易风化开山片石,用 M7.5 等级砂浆砌筑,墙基应埋入非软基土 0.5~1.2m,砌筑片石应丁顺相间,砂浆饱满,砌筑坡面时应先修整、夯实坡面。

5.3.2 就地固化处理

为提高软土地基的强度,满足施工机械及施工阶段承载力需求,可采用固化剂对软弱地基进行就地固化处理。该方案适用于填土高度大于 5m,软土埋深 $2\text{m} < H < 3\text{m}$,且外侧为鱼塘的路段或开挖支护困难路段,处理范围应从坡脚延伸 2.6m。同时,固化剂配比应结合软土地基的含水率合理配置。

5.3.3 PHC 预应力管桩处理

当淤泥、淤泥质土层底埋深 $H \geq 10\text{m}$ 时,软土性质较差、搅拌桩无法形成,应采用 PHC 预应力管桩对软土路基实施处理。为减轻 PHC 预应力管桩施工对已有构筑

物及路基边坡稳定产生的不利影响,采用静压法对 PHC 预应力混凝土管桩施工。在沉桩施工过程中,PHC 预应力管桩产生的挤土方向与桩体前进方向相一致。随着桩体向前推进,软土的孔隙水压力增大,土体位移随之增加。因此,打桩施工时应先施工靠近已有构筑物的桩,使其形成一道屏障,然后沿着远离构筑物的方向依次施工。

5.3.4 水泥搅拌桩处理

若地基下软土土层埋深介于 3~10m 之间,采取新型的双向水泥搅拌桩处理措施,其他类型的软土路基采取普通的水泥搅拌桩。在桩顶设置 60cm 厚的碎石垫层,且垫层中均加设 2 层土工格栅。土工格栅采用双向焊接聚酯或聚乙烯土工格栅,拉紧后用 U 型钉固定。U 型钉采用 $\phi 6\text{mm}$ 钢筋制作,正方形布置,间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$,桩体呈正三角形布置。桩径 0.5m,软基处理施工由外而内。水泥掺量为 15%~25%,下沉速度为 0.5~0.8m/min,提升速度为 0.7~1.0m/min,外钻杆转速 $\geq 70\text{r/min}$,喷浆压力为 0.3~0.5MPa。

结语

本文就高速公路软基处理工程中的水泥搅拌桩施工技术应用进行研究,结合实际高速公路路基工程,围绕水泥搅拌桩的工程特性、施工质量影响因素以及施工技术要点展开,并提出水泥搅拌桩施工质量检测标准。研究表明,采用水泥搅拌桩施工技术可有效提高路基的结构强度和稳定性,改善软土路基不均匀沉降问题。

参考文献:

- [1]符传邦,吴育麒,吴月磊.水泥搅拌桩各项参数对软土路基沉降的影响[J].市政技术,2023,41(2):73-77.
- [2]蔡威.菲律宾 C5 高速公路南部软基处理工程中的水泥搅拌桩施工技术研究[J].工程技术研究,2022,7(21):28-30.
- [3]赵青华.深层水泥搅拌桩在软土路基加固处理中的应用[J].交通世界,2022(29):115-117.
- [4]蔡英龙.水泥搅拌桩在控制软土路基沉降处治中的应用[J].黑龙江交通科技,2022,45(8):40-42.