

# 长短桩在市政道路工程软基处理中的应用探讨

林立理

达濠市政建设有限公司

**摘要：**随着城市的持续发展以及机动车数量的不断增加，现有城市道路已经无法满足城市发展与运行需要，较多城市均在积极加强市政道路工程的新建、改扩建，以提升道路质量，满足城市发展与交通要求。市政道路工程在建设中会遇到软基问题，并对整体施工质量产生影响，需要重视对软基的处理。本文主要围绕长短桩在市政道路工程软基处理中的应用展开分析，在分析市政道路工程软基危害的基础上，进一步分析市政道路工程软基处理的常用方法，根据对长短桩在市政道路工程软基处理中应用优势的分析，给出长短桩在应用期间的设计思路与要点，以更好地指导长短桩在市政道路工程软基处理中的应用，发挥长短桩的应用优势，提升软基处理效果。

**关键词：**市政道路工程；软基处理；长短桩；应用价值

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.057

在市政道路工程建设范围日益增加的情况下，市政工程中软基问题的概率更加频繁。与一般地基相比，软土地基本身空隙大，含水量高，很容易在重力以及外部剪力作用下引起局部沉降、变形。软基是市政道路工程建设中的难点，也是重点，对施工进度、施工质量、施工安全均有积极影响，也是影响市政道路工程使用寿命与试用阶段安全性的重要因素之一<sup>[1]</sup>。现阶段在市政道路工程软基处理方面可使用的方法较多，但是不同方法有着各自的适用条件，在实际软基处理过程中可借鉴工民建中软基处理技术原理与方法，灵活的将其应用到市政道路工程软基处理中，以发挥技术优势，解决更多市政道路工程软基处理问题，现就相关内容阐述如下：

## 一、市政道路工程软基的危害分析

整体概括如下：（1）软基本身具有沉降性大、容易出现不均匀沉降、承载能力较低等特点，所以在软基处理不到位的情况下，可能因为软基出现较大的沉降，造成市政道路路基、路面出现裂缝，引起路面出现高低不平，不仅影响到市政道路的行车舒适性，而且还会增加交通事故风险。软基处理不到位可能无法满足整体承载力要求，在后续车辆荷载持续碾压的情况下，同样会造成道路局部塌陷、道路平整度较差等问题，缩短市政道路的整体使用寿命。软土具有的不均匀沉降特点对市政道路的影响更大，比如市政道路中包括部分桥梁，因为不均匀沉降，造成道路与桥梁衔接位置出现错台，可出现明显的桥头跳车问题，对车辆行驶过程中人员的安

全、舒适性造成影响。除此之外，不均匀沉降过程中还会造成道路结构的破坏，较多市政道路下方或者两侧会埋设有不同的管道、管线，不均匀沉降会对管道、管线产生影响，甚至造成管道、管线的破坏<sup>[2]</sup>。（2）增加道路施工与维修成本，市政道路工程建设中，软基需要采取处理措施，必然会增加施工成本。不仅如此，在软基处理不到位的情况下，软基问题会造成道路出现频繁的损坏，形影的需要频繁维修，造成市政道路维护成本的增加。（3）对市政道路邻近建筑的影响，市政道路工程建设中的软基问题还会对邻近建筑产生影响，如引起地表沉降、地表倾斜、围护结构变形等，尤其是在市政道路出现较大的不均匀沉降后，市政道路邻近建筑物的基础可能会受到影响，并引发不利影响，可能引起建筑出现裂缝、局部沉降等。（4）市政道路软基问题还会影响道路排水，市政道路工程在建设中会根据情况考虑横向、纵向排水，以减少水对路基、路面的影响，但是在处理不到位的软基区域，会因为结构破坏、局部沉降等影响道路正常排水，引发道路中间出现积水，对市政道路的路基产生影响。

总之，市政道路工程建设中软土地基具有多方面的危害性，通过采取技术措施增强对软基的处理效果，能够较好的提高地基承载力，减少沉降，保证市政道路施工安全与后续使用安全。

## 二、市政道路工程软基处理常用方法分析

鉴于市政道路工程软基具有较多的危害性，需要在前期根据地质勘察资料，重点加强对软基区域的处理，保证其技术指标满足市政道路工程建设需要。当前在市政道路工程软基处理方面可使用的技术方法较多，而不同技术的适用条件有所不同，现对常用的市政道路工程软基技术应用特点予以分析：（1）排水固结法的加固深度不超过25m，主要用于淤泥、冲填土、淤泥质土等。需要注意的是针对承载力较高的黏性土、表层存在超过5m厚度的回填土不宜采取排水固结法；（2）水泥搅拌桩，主要用于单向 $\leq 15\text{m}$ 或者双向 $\leq 20\text{m}$ 的加固情况，在有机质含量超过10.00%的软土地基、十字板剪切强度 $\geq 10\text{Kpa}$ 的软土地基。需要注意的是在有机质土、泥炭土、 $\text{pH} < 4$ 的酸性土、塑性指数超过22的黏土等不宜使用水泥搅拌桩<sup>[3]</sup>；（3）高压旋喷桩，其加固深度 $\leq 25\text{m}$ ，主要适用于有机质含量超过10.00%的软土地基、十字板剪切强度 $\geq 10\text{Kpa}$ 的软土地基，需要注意的是在动水压力、出现涌水的市政道路工程中应避免使用；（4）CFG桩/素混凝土桩，其加固深度 $\leq 25\text{m}$ ，适用

于十字板剪切强度 $\geq 20\text{Kpa}$ 的软土地基,需要注意的是在含水量超过65.00%的软基、有较高承压水存在的软土应避免使用;(5)预应力管桩,其加固深度 $\leq 40\text{m}$ ,主要用于软土深度超过20m的深厚软土地基,不能用于剖视地基;(6)加芯水泥搅拌桩,其加固深度 $\leq 35\text{m}$ ,主要用于有机质含量 $\leq 10.00\%$ 的深厚软土地基、十字板剪切强度 $\geq 10\text{Kpa}$ 的软土地基。需要注意的是在 $\text{pH} < 4$ 的酸性土、有机质土、泥炭土、塑性指数超过22.00%的黏土以及腐蚀性土中不适宜使用加芯水泥搅拌桩<sup>[4]</sup>。(6)换填处理技术,在市政道路工程软基处理中,针对小于3m的软弱土层,同时软土分布较均匀的情况可采用换填处理技术。通过换填处理技术的应用提高地基承载能力、改善软基的变形特性,尤其是在需要填方的路段,换填处理技术的应用较多。由此可见,市政道路工程建设中可使用的软基处理技术较多,而不同处理技术有着各自的应用范围,需要结合市政道路工程建设的实际情况合理选择。

### 三、长短桩在市政道路工程软基处理中的应用原理与优势

#### (一) 应用原理

长短桩在市政道路工程软基处理过程中,结合实际软基情况,通过合理的长桩与短桩相结合,更好地适应不同区域软基的深浅情况,能够在平面以及空间层面形成合理的刚度梯度,实现了对软基区域内整体地基承载力的提升。长短桩在应用过程中还能借助软基中已有土体的作用,让土体具有三维应力状态,有效提高土体强度,满足路基、路面以及后续行车荷载等要求。长短桩地基中能够实现竖向刚度的优化,并形成了三层地基,通过土体、短桩、长桩的共同作用,能够提升稳定性,减少地基沉降。长短桩形成的复合地基可在多种软土区域得到应用,包括淤泥质土、膨胀土、大孔隙土、杂填土、湿陷性黄土、松散状粉砂土等,除了在现代建筑物施工中有应用外,在市政道路工程软基处理领域也有应用<sup>[5]</sup>。

#### (二) 应用优势

长短桩在市政道路工程软基处理中有明显的应用优势。长短桩在施工过程中,通过长桩的使用,能够依靠长桩提供较大的竖向承载力,实现对道路上部荷载的有效传递,进而到达深层稳定土层。通过长桩的使用还能更好地控制地基出现的整体沉降,对预防可能出现的地基不均匀沉降有显著效果。短桩在使用过程中,借助短桩可实现对浅层软弱土层的有效处理,保证软基区域内浅层地基相关力学性能的提升,短桩在使用中还能与长桩发挥协同作用机制,共同完成对路基上部荷载的承担与传递,促进整个地基稳定性的提升。

众所周知,我国幅员辽阔,不同地区地质条件存在明显不同,同时同一区域不同范围内的软土地基情况也有所不同,如果全部按照长桩进行施工,虽然能够达到

提高承载力,降低不均匀沉降等目的,但是会明显增加施工成本,造成资源的浪费。考虑到实际施工区域内软基的深度存在差别,在软基处理中可使用长短桩,对于软基深度较大的区域使用长桩,而针对软基深度较浅的范围则可使用短桩,进而更好地适应不同区域内不同深度范围内软土地基的处理。依据不同施工区域的地质勘察资料,通过合理的设计,确定出不同区域内长桩与短桩的长度、长短桩的布置方式、长短桩的间距等,有利于全面实现对软土地基的加固。市政工程道路软基处理中通过长短桩的应用,能够更加灵活的应对软基问题,能够有效提高市政道路工程稳定性、减少沉降,从而保证市政道路使用安全,降低市政道路后续软基处理不到位而引发其他病害风险。

### 四、长短桩在市政道路工程软基处理中的应用设计研究

市政道路工程软基在使用长短桩施工工艺处理前需要完成长短桩的设计,通过有效设计满足实际市政道路工程软基处理要求。

#### (一) 合理选择桩型

长短桩在应用过程中需要保证桩型选择的合理性,桩型的选择应考虑市政道路工程软土区域的特点,包括软土地基的性质、土层分布、工程要求、工程技术标准等,保证所设计的长桩、短桩都能满足实际要求。针对承载力较低、沉降变性大、软土层厚度较深的区域需要使用长桩,对于浅层软土或者在桩土应力分布调节方面可使用短桩。

根据市政道路工程软基处理长短桩的应用经验,长桩尽可能选择刚性桩,有利于实现市政道路上部荷载的有效传递,便于实现提高软基承载力、减少变形的目的。除此之外,刚性的长桩还能对短桩发挥保护作用,降低长短桩中可能出现的土体隆起问题。在选择短桩的时候,要求短桩材料为半刚性或柔性,短桩能够在浅层软土中发挥作用,提高桩尖土体的压缩模量,减小浅层土体的沉降量,增强地基的承载能力,更好地协助长桩,并促进长桩应力的提升。

#### (二) 长短桩主要参数的设计分析

在长短桩桩长设计方面要保证长桩、短桩的长度趋于合理,要求长桩的长度能够达到持力层位置,保证上部荷载可顺利传递到下部持力层,满足市政道路工程的承载力要求。短桩长度设计过程中,主要考虑浅层软土的厚度情况,同时也需要考虑整体软基处理技术要求。

在确定长短桩不同桩长度的同时还需要确定出长短桩的桩径,桩径的设计同样需要考虑承载力要求以及现场的施工条件,便于确定出合适的桩径,虽然大的桩径能够提高整体承载力,但是会增加施工难度,所以需要合理确定桩径大小,以保证在具有较高承载力的同时降低施工难度<sup>[6]</sup>。

长短桩在确定出不同桩长、桩径后,还需要合理布置长短桩不同桩之间的距离。结合长短桩的施工经验,通常情况下长桩之间的距离应较大,而短桩之间的距离也较小,即在长桩的基础上融入短桩,通过短桩发挥加密作用,从而长短桩与土体共同存在的复合地基。桩距在确定过程中同样需要考虑桩间土体承载能力以及桩基与桩之间的相互作用。

总之,长短桩主要桩基参数设计过程中需要以具体的工程为例,考虑软土区域的土层性质与土层分布特点,整体承载力要求、沉降控制要求,此外,还需要考虑施工的合理性、可行性以及施工的经济性,通过长短桩参数的合理选择以及有效组合,满足市政道路工程软基处理的各方面技术要求。

### (三) 褥垫层设计

为了更好地将长短桩、土体有效的结合到一起,在完成长短桩主要参数设计的基础上,还需要完成桩顶褥垫层的设计,通过合理设计褥垫层,不仅可以实现对桩土应力分布的有效调整,同时可让长短桩、土体形成一个整体,提高地基的整体性能。同样的结合不同市政道路工程的建设需要,合理确定褥垫层的材料、厚度等。根据长短桩在市政道路工程软基处理中的应用,褥垫层设计中主要使用的是土工等织物,并在土工织物中加筋,保证长短桩成为一个整体,避免桩尖、短桩在承受荷载过程中发生变形,增强复合地基的整体使用效果。

### (四) 施工工艺设计

长短桩设计中不仅需要确定具体的参数,而且还需要保证施工工艺流程的科学性与合理性。施工工艺设计中需要根据不同长短桩设计的参数,确定出科学的施工方法,保证长短桩的施工符合设计要求。如结合不同长短桩的参数特点,可采取预制桩,也可使用灌注桩。

### (五) 长短桩相关参数的设计依据分析

长短桩在市政道路工程软基处理中需要考虑地质水文条件、工程要求、施工设备、施工工艺技术等诸多因素,并根据确定的具体参数完成设计,兼顾设计的科学性、安全性、可靠性。前述分析中已经提及,长短桩设计期间保证不同参数满足承载力要求,所以在设计过程中需要分别计算桩与土体的荷载分担情况,计算出不同桩基的承载力,计算出市政道路工程设计荷载条件下的沉降量情况,最后还需要完成土工织物拉荷载情况,上述计算是长短桩主要参数设计的依据,同时也是长短桩主要参数设计完成后予以验证的参考。需要注意的是,因为长短桩以及土工织物的综合受力较复杂,设计以及验证中需要灵活的完成验证。

### (六) 设计参数的验证与调整

长短桩在完成设计后,还需要验证设计参数,此时可借助专业的软件完成建模,建模完成后需要通过模拟完成加载分析,分析整体设计方案的合理性。建立模型

并加载后,重点分析地基表面变形情况、填筑过程中地基的水平位移变化,需要验证在不同工况条件下路基表面的沉降情况,保证长桩、短桩能够互补,共同发挥作用,满足承载力、变形沉降等要求。

## 五、案例分析

某地区城市拟新建一条市政道路,道路全长6Km,道路宽度16m,根据道路建设勘察资料,施工区域内存在软土地基,无法满足具体施工要求,应对软土地基予以处理。按照地质勘查结果,软土施工区域内分布着3m-4m厚的淤泥质土,存在4m-5m厚的软黏土,存在5m-6m的碎石土,最底层为灰岩,硬度较高。

综合勘察资料与调查研究资料分析,对软土地基拟采取长短桩技术。整体设计方案如下:长桩的桩径为550mm,桩平均长度为14.0m,要求桩端进入持力层1m,采用CFG桩施工工艺。短桩的桩长为8m,桩径为500mm,按照水泥搅拌桩的施工工艺完成施工。长短桩之间的间距为1.5m,在整个长短桩的顶部需要铺设级配碎石褥垫层,厚度为0.4m。按照上述方案完成市政道路工程施工,后续经过监测与监测,软土区域内的承载力、变形等均满足要求,整体市政道路工程施工质量较好,在运行至今5年期间软土区域未出现相关病害,整体建设质量可靠。

## 结束语

市政道路工程中遇到的软基问题,如果不能得到有效处理,可对市政道路工程建设以及后续使用产生诸多危害。通过在市政道路工程软基处理中,根据具体工程特点加强长短桩主要参数的设计,保证设计的合理性,通过灵活应用长短桩较好地发挥长短桩应用优势,实现复合地基性能的提升,解决了市政道路工程建设中的软基问题。当然,长短桩在市政道路工程软基处理过程中,需要重视实际受力情况的分析与简化,并借助现代力学分析软件,保证有可靠的计算结果去指导市政道路工程长短桩的设计与应用。

## 参考文献

- [1]王健强.公路施工中软土路基处理技术分析及应用[J].居业,2024,(02):40-42.
- [2]肖芳华.公路施工中的软土路基施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(36):38-40.
- [3]姚正鹏.公路施工中软土路基的施工技术分析[J].运输经理世界,2023,(34):25-27.
- [4]徐铭闰.公路工程软土路基施工技术分析[J].运输经理世界,2023,(33):31-33.
- [5]菅蕾.公路软土路基施工技术及其质量控制分析[J].运输经理世界,2023,(33):37-39.
- [6]亢秀山,曾赛堂,廖科,等.深层水泥土搅拌桩在城市规划区道路淤泥质土处理中的应用[J].工程技术研究,2020,5(17):58-59.