

软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用研究

孙伟

山东省滕州市公路事业发展中心

摘要:近年来,我国高速公路、桥梁的数量越来越多,软土地基处理的方法越来越受到人们的重视。软土地基承载能力弱、抗压收缩大等特点,使其在工程建设中面临诸多技术挑战,既要对其理化性质进行深刻认识,又要对其进行高效的地基处治。文章从技术选择、应用策略方面,对软土地基处理技术在高速公路桥梁工程中的应用进行了较为系统的研究,为我国复杂环境下公路桥梁施工与优化设计提供科学依据,也将为今后相关领域的研究工作奠定地基。

关键词:软土地基; 施工技术; 公路桥梁

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.057

引言

软土地基是指具有较低强度和较大压缩率的软土层,土层还包含一些有机质。软土地基因其强度低、沉降大等特点,对道路工程存在着较大的安全风险,如不采取针对性措施,将会对其建设产生重大影响。软土地基在不同地区和不同土层之间存在很大的不确定性。在公路桥梁的建设设计和建设中,如果不小心应对,很容易发生一些质量事故,比如,由于勘测设计不当,造成了软土地基部分未进行处理,路基失稳,线外建筑物受到威胁,桥台发生变位和损伤等,这些都会对整个道路桥梁的建设产生不利的影响。所以,将软土地基处理方法应用于公路桥梁建设中具有十分重大的意义。

一、公路桥梁施工软土地基特征和施工的重要性

软土地基因其内部构造中含有大量的空隙,极易引起路基的沉降。产生道路下沉的主要因素是在建筑施工期间,地下水流动作用下,长时间侵蚀,会带走一些土壤,从而造成地基流失。另外,因为地基构造下面的软土层相对较弱,所以受到荷载作用后,会产生不稳现象,造成道路的不均匀沉降。

(一) 公路桥梁施工软土地基特征

在道路桥梁建设过程中,必须对软土地基进行适当的处置,以保证整个项目的总体质量,为后续的工程建设和奠定良好的地基。软土地基含水率高(约20%,重度可达70%),且具有较高的含水率和较高的流动性,给地基的稳定带来了许多问题。此外,由于软土的渗透性较弱,固结速率缓慢,且含有大量的有机物,导致了土体的渗漏。此外,软弱土的剪切强度相对较低,直接关系到路基的排水和整个工程的安全性。

(二) 公路桥梁施工软土地基处理重要性

为了保证公路桥梁建设的质量,必须做好软土地基的治理工作,从整个质量方面进行有效地控制,实现对公路桥梁的稳定性和可靠性的控制,提高道路桥梁工程

建设的成功性。在公路桥梁建设过程中,软土地基的治理至关重要,只要做好软土地基的治理,就能大大提高工程的服役年限。如果不进行妥善地治理,将导致道路桥梁的路基沉降、开裂等一系列问题。因此,公路桥梁施工软土地基处理非常重要。

二、软土地基技术在桥梁施工中的实际应用方法

城镇化给道路建设带来了更大的发展空间,但对道路建设的要求也越来越高。道路建设的好坏关系到人们的日常出行是否安全和方便,也关系到国家交通建设的效率和顺畅。紧紧抓住道路建设的质量,就决定了道路建设的前途。在国内某些区域,由于特殊的地质条件,出现了大量的软土地基,这一问题不仅对建设单位的建设和运营水平提出了更高的要求,同时也制约了未来道路的承载能力。

(一) 施工技术的选择与应用策略

在软土地基处理的实践中,如何选用合适的施工工艺和运用技巧,是保证该项目顺利实施的重要环节。具体措施的选取需综合考虑土体理化性质、工程规模、预算约束及工期等诸多因素,同时兼顾环保需求及对邻近构筑物的作用。例如,在城区,为避免受场地及邻近建筑物的干扰,将采取低扰动措施。为了应对复杂的地质环境,必须综合运用多种基础方法,开展多种基础加固方法的研究。比如,在靠近大桥的地方,为了保证施工过程中的稳定,可以采用化学注浆法迅速提高土体的强度;为减小地基沉降,增强地基的长期性,在桥台之间可以采取预压或土钉墙等措施。另外,在工程实施过程中,由于气候变化和地下水位变化等诸多不确定性,也需要对其进行合理的设计。在此基础上,通过实时监测土体与结构的动态反应,适时地改变施工方案,实现软土地基处理的最佳化,保证道路桥梁的安全与品质。

(二) 技术应用的挑战与解决方法

尽管采用软土地基处理工艺可以很好地解决很多实际问题,但是在实际操作中仍然存在着很多难题和应对措施。比如,在提高土体承载能力的同时,由于地下水流的存在,使得土体中化学物质的分配不均匀,降低加固的效率。针对此问题,项目拟采取更为紧密的注浆布设与监测手段,保证浆液在地层中的均匀分散,进而提升治理效率。利用低振动混合装置,利用车辆行驶时的低速行驶方式,实现对周边环境噪声的有效控制。针对真空预压法在实际工程中普遍存在的地基处理效率低问题,提出了采用竖向排水板来缓解地基的沉降速率。

(三) 性能提升与创新发展的

软土地基基础建造工艺的改进与创新一直是工程界关注的热点问题,为提高工程质量,提出了许多新型的

加固措施和新材料。其中，新材料以其高强、耐腐蚀等优点，已被广泛应用于改良土体理化性能、增强剪切力、降低渗透率等方面。同时，将微生物作为一种新型的改良材料，可以改善土体的固化性能，减少土体的压缩性，提高土体的强度，是一种环境友好、经济高效的新材料。随着信息化的不断发展，利用地表雷达、无人飞行器等先进的探测手段，可以更加精准地评价软土地基加固的效果，并根据实际情况对施工方案进行修正。模型与模拟技术的运用，使基础加固成果能够在工程实施之前得到较为精确的预报，减少工程建设风险。

三、软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用

具有科学性、合理性和适用性的软土地基处理方法，正逐步被广大高速公路从业人员所认同。因此，在建设实践中，应进一步加强对软土地基处理的关注，根据现场的地质情况，制定有效的处理方法，并加以验证。本项目将为高速公路建设的安全保障，提高道路的承载力，提高道路的真实服役年限，对保障建设企业实现经济和社会效益的双重目的具有重要意义。

（一）勘察设计

在公路建设中，必须对软土地基进行充分的调查与分析，并充分掌握工程所在地区及具体的工程地质情况。当工程地质情况较为复杂时，就需要对各单位进行合理的分区。要使工程达到合理、经济的目的，就需要在勘察资质资料的基础上，编制出合理的工程规划及施工方案。在采用软土地基处理工艺时，为了保证整个工程的质量与安全性，需要对其进行合理设计。作业应按规范及施工规范，特别是填料的掺入量，才能有效地预防松散土质公路发生塌方的状况。相关人员应进行适当进行的设计检查，以提供良好的措施应对。

（二）高压喷射注浆法

高压旋喷注浆是利用高压射流将诸如水泥、飞灰等高强耐久的物质注入易破碎的基础深处。提高整体基础的整体强度。该技术通过喷射喷头喷射出的高压射流，对土体进行剪切、冲击、挤压，将泥浆与土粒结合在一起，最后将土体硬化。用黏土做成的实心物体。目前已有的可达40MPa的高压水射流注射工艺又有两种：一种是采用高压方式，另一种是采用超高压方式。其结构层厚度可达25~40米，所受作用力的大小也十分一致。采用旋涂方式，可以更好地控制补强区域。它可以被合并为竖向、横向和折叠。有规则地堆积也是可能的。在建造各个构件时，可以增加建筑物的强度。当前，采用的是高压水射流技术，可用于较大范围内，可达30米以上；而采用高压水泥浆技术，可用于高含水率的黏性土、泥、泥等软物质。

（三）表层处理技术

软土地基处理是改善土体力学性能、改善土体内在结构稳定的一种有效手段。具体来说，可以将其划分为四大类型：一是可以在经过砂布的过程中增加水流的透水性；砂土颗粒在0.5~1.2米的范围内，其占主导地位的土体具有最佳的团聚效应。同时，沙粒还能起到对机

械设备和部件的防护作用，避免大面积破坏。第二个方面就是表面处理工艺。从原理上来说，软土是比较复杂的，如果在较大的荷载下排水速度较慢，则可以采取减小土体负压，减小变形的办法。

土层中的压力越小，土层中的有效应力越大，土体的剪切强度越大。抗土能力强的土也逐步成型，能使下沉提早终止，或使下沉速率加快，土体的构造也已成形。第三种方法为以排液加加压为主的排水法。利用自然土层的渗透特性，设置竖向排水滤网（如：沙袋法、卵石沙袋法、塑胶排水管等），可增加渗水能力。第四个办法就是增压。目前常用的处理技术有：地表堆积法、负压预压法、井点法等。在一定的情况下，可以采用电渗法对弱土进行补强。

（四）粉喷桩加固法

针对公路、桥梁等特定情况，采用粉喷桩对软土地基进行加固。这种方式可以提高电梯的中性度，降低噪声。在开挖初期，必须将软弱土层中的泥沙与软土清理干净，换上透水性的砂与砾石，然后筛查以确定土质的紧实程度。当建筑机器启动后，要先铺上一层砾石，以保证机器的运转。替代的材料应该在开工前就已经做好，包括所用设备资料、粉喷桩布局图、地质试验报告、选用高质量的原料：水泥、石灰、飞尘等。为保证公路及桥梁的建造达到职业水准，检测建筑设备以保证其达到公路及桥梁建造规范。

（五）换填垫层技术

其基本思想就是以土代土，用低水分含量的土壤代替高水分含量的土壤代替，提高其稳定性。在高速公路工程中采用这种方法，既能解决软土路基引起的安全问题，又能保证公路桥梁工程的质量。在应用该技术时，应充分考虑工程场地内软土地基的物性及周边环境特点，结合现场实测资料，提出合理的设计方案。其次，在选用其他替代品时，要仔细鉴别。建设单位要结合自身实际建设需要，选用科学、合理的代用土壤。第三，必须在建造期间对基础的替换进行严密监控，使建造商能使用其他的材料来发展较佳的基础，同时也能合理运用机器设备的强度，使基础的密实度有所提高。而良好的基础密实度又是高速公路桥梁施工的重要保障。

（六）挤密桩法

采用压实地基桩工法已被普遍应用于软弱边坡地区。当把原泥土、石灰、砂、砾石等物倒进坑里，把它们折起来，然后使劲夯实。最简便的增强地基的办法就是采用气压法，当地基深厚时，采用这种方法具有就地处理和深层压实等优势。将石灰与泥土按照一定的配比进行拌和、拌匀、振捣、捣实、炉渣、灰岩砖。经过拌和，具备水、气两种硬度，因此，气体扩张将引起地基的收缩。碎石桩是一种以碎石为填料的地基处理方法，它能有效地避免震动，改善软土地基的整体稳定性能。

（七）加载法

新型的填筑法，其目的是预防路基沉陷，防止路面因沉陷而产生裂缝，同时提高原有软土的抗压能力及总

体强度。一般来说,最常见的荷载方式有减少地下水位和填土等。在进行回填土时,可以对基础的总荷载进行调节,并能精确检测出道路平面的标高。

目前已有的减容措施只适合于填砂时,即填砂与疏松土层间,并在完工后对残余沉降进行妥善处置。因为有必要对建筑物进行详细地观测,所以对建筑物进行检验是可能的,同时也避免了对基础的破坏。在公路、大桥等交通设施中,存在着对土体进行置换的作用。在减小沉降效果的同时,对下部建筑物的承载力及稳定性也有一定的改善作用。

最简单的方法是替换不符合施工要求的软土,并用固体支撑物回填土。该地块的用地配置很简单,以手工挖掘和爆破作业为主。然而,若要置换地基,则要加大工程量,造成建设周期较长,且投资费用较高,故中国大部分公路及桥梁均未采用此项措施。

(八) 竖向排水同结法

竖向排水孔布置于土体基础上,可以减少排水沟的长度,加快排水孔的形成,增强土体的剪切强度。在竖向排水系统中,其内部物质以砂芯及波浪形排水沟为主。沙井按其建造方式,可将其排出方式分成:喷水式、钻式、驱式、振式及袋式沙井。在土层厚度比较大的情况下,其作用最大。

(九) 固结排水处理技术

对于含水量较高且疏松的土质,一般采用排水加固方法。固化污水的治理技术包括竖向排污与横向排沙床两种。一般来说,横沙的铺沙深度要超过50cm,沙的选择以粗沙为主。由于路堤的宽度要大于在横向砂带中的宽度,所以也要小心沟槽的光滑。竖向排水以塑胶管为主。当一个横向的砂垫与一个竖向的排水板相连时,可以在上面铺一层砂垫,形成一个横向的斜坡,然后在这个平台上建造一个深坑。同时也使基础更加致密。此外,在公路桥梁建设中,应用固结一排水法对工程机械要求相对较低,故通常将其作为一种常规的加固措施。

(十) 水泥土搅拌法

在搅拌桩施工中,水泥作为一种重要的胶凝材料,可以通过与土体发生不同的物理化学作用,使其具有良好的力学性能和稳定性能。水泥搅拌法提高土体的强度主要靠水泥水化硬化。其中,前两者为化学范畴,后两者为物质结构的改变。由于这两种改变,增强后的土体与原来的土体有着显著的差异,其力学性质也发生了较大的改变(如:强度、变形系数等)。水泥浆拌和,又叫“深度拌和”,它是把水和其他柔软的基层物质与土进行拌和,以降低含水量,改善地基的承载力。

(十一) 安装桩基技术

设置桩基础是对含淤泥质黏土的软弱地层进行加固处理的一种新方法。在灌注时,在灌注混凝土时,会产生灰尘,影响灌注桩的质量。同时,要保证桩基础的稳定,需在坚硬的土壤中插入牢固的桩,以保证桩的稳

定。首先进行了桩柱的补强,以保证各构件的表面平整、无粉尘。

粉煤灰、碎石和水泥等各种材料组成,添加适量的水泥、粉煤灰和石屑,并经过充分的搅拌,形成一种具有很高黏附性的桩基,通过桩的作用,将地基的荷载转移到深层土体中,达到减小桩间土的作用。水泥一粉煤灰混合桩具有原材料丰富、不需钢筋、成本低廉、补强性能好等优点,在各种软土地基处理中得到了越来越多的应用。在制备水泥一粉煤灰混合料的过程中,必须根据土壤和环境条件,采用适当的添加剂,如石膏,氯化钠,硫酸钠等。在工程中应注意对掺入物进行适当的控制,掺入量为12%—13%。为确保施工质量,提高路基软土地基处理的效果,采用了普通硅酸盐水泥和0.45—0.5的水泥。

在低层房屋中,可采用填土的办法。适当的方法是必需的。采用动力压实方法提高土体的承载力,利用土体的柔性构造和超引力机理,使得损伤土体内部相互挤压。强夯能够有效地改善软土地基的力学性质,在高速公路、桥梁等工程中具有广阔的应用前景。

结语

通过上述的分析可知,软土地基基础体的稳定性比较弱,加之在道路建设和运营过程中,由于受到了长时间的降雨侵蚀和侵蚀,并且受到了很大的载荷作用,这样的话,就会对道路的结构和道路的整体性能造成很大的影响。当前,国内建筑企业在进行道路工程建设时普遍采用的是沥青混凝土或水泥混凝土,若其选用不合理,将对其性能产生较大的不利影响。在这一点上,科技工作者要对道路工程的具体要求和建筑特征进行综合分析,对建筑材料和施工工艺进行灵活地选用,保证道路的质量。综上所述,在修建道路桥梁过程中,若碰到软土地基,就需要建设单位对其有较为完整的认识,以保证其建设的安全性及道路桥梁的建设质量,提高其承载能力与强度,使其建设的安全性与品质得到更好保障,使国家建设事业可持续发展。

参考文献

- [1]谭波儿.软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用分析[J].运输经理世界,2022(10):115-117.
- [2]黎霞.软土地基施工技术分析及其在公路桥梁施工中的应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):12+14.
- [3]曾进.软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].工程技术研究,2021,6(03)56-57.
- [4]熊国林,谢忠良.试析软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):91-92.
- [5]黄立虎,吴欣刚.软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用分析[J].黑龙江交通科技,2020,43(11):112+115.