

公路桥梁工程施工中软土地基处理技术研究

热依汗古丽·苏拉依曼

新疆新筑路桥建设有限责任公司，新疆维吾尔自治区，830021；

摘要：随着国家“一带一路”倡议的深入实施，公路路网在不断延伸，所涉及的地方不再局限于平原，而是不断向荒漠、绿洲过渡带及山区延伸。在公路桥梁施工中，软土地基是很难避免的一类问题，尤其是在新疆地区的公路桥梁工程建设中，由于本地区有独特的内陆干旱气候，并且有各种特殊地质条件，所以遇到软土地基的概率较大。本文主要立足新疆地区特殊的地理环境特征，简要分析了这一地区软土地基的特点，罗列了软土地基对公路桥梁工程的危害，并分析了处理原则。最后探讨软土地基的处理技术，分析了换填垫层法、深层水泥桩搅拌等多种技术的应用，希望为相关施工项目的开展提供参考。

关键词：公路桥梁；软土地基；新疆地区；施工技术；质量控制

DOI：10.64216/3080-1508.26.03.017

引言

新疆地域辽阔，地形地貌复杂多样，在“丝绸之路经济带”核心区建设的推进下，这一地区的公路交通建设发展得如火如荼，不过在具体施工中，遇到不良地质情况的概率较大，尤其是软土地基^[1]。在这一地区，软土地基主要表现为河湖相沉积的软粘土、盐沼地带的盐渍化软土等。面对这些特殊的地基，若处理不当，会直接影响公路桥梁建设的质量，严重的甚至会引发桥头跳车或结构物坍塌等大型事故。基于此，深入探讨公路桥梁工程施工中软土地基处理技术有着重要的现实意义。

1 新疆地区软土地基的特点

在新疆大部分地区的蒸发量远大于降水量，所以土壤中的盐分含量较高，在地基中往往有大量的硫酸盐和氯盐，这导致其承载力低，并且有盐胀性，当遇到水时，其强度会急剧下降，若干燥时体积会膨胀。这些特点都直接影响了路基的稳定性^[2]。与此同时，在这一地区还有山前冲洪积的影响，所以软土层的分布较特殊，其在平面和剖面上的分布不规则，很可能在几十米范围内，软土的厚度发生急剧变化，这种现实情况让地基的处理变得非常困难。在新疆地区，气候对于工程的影响也十分显著，这一地区的冻融循环会极大地影响地基处理效果，所以在设计软土地基处理方案时，一定要考虑这种现实情况，例如在季节性冻土区施工时，要考虑冻胀力。

2 软土地基对公路桥梁工程的危害及处理原则

2.1 主要危害

软土地基对于公路桥梁工程所产生的影响时，引发路基不均匀沉降，桥头跳车等严重病害，当然这一切都是在未能对软土地基进行合理处理的前提下才会发生。之所以会产生如此多的危害，是因为软土有高压缩性，路堤填土有一定的荷载作用，所以在施工时会有较大的主固结沉降和次固结沉降。同时，软土层往往厚度不均匀，所以路基横向与纵向的沉降不一致，这就会导致路面出现裂缝。在公路桥梁工程中桥台通常采用桩基础，一般而言，其沉降较小，但如果衔接处处于软土区域就会有较大的沉降量^[3]。在这种情况下，车辆在通过这一路段时会产生剧烈跳动，同时桥梁的支座以及伸缩缝也会受到较大的损坏。此外，在高填土路段或桥梁基坑开挖这些作业环节中，若未能对软土区做合理处理，会导致其抗剪强度不足，导致地基整体抗剪力被破坏，很可能引发路堤滑坡或基坑坍塌。

2.2 处理原则

软土路基具有较多危害，然而在公路桥梁工程中想要完全避免软土区域很难实现，所以要科学处理，将其影响降到最低。在具体施工时应遵循因地制宜，安全经济以及综合治理等原则。在施工之前先详细勘察地质情况，了解软土的厚度、物理力学指标等，结合具体特点来选择最适合的处理方法。在满足规范要求的基础上，尽量选择造价低以及施工周期短的方案。另外，需要注意，很多软土地基的情况比较复杂，所以仅采用单一的处理方法难以满足预期效果。在处理时要有综合性治理

意识,可结合多种手段综合处置,确保地基稳定、坚固。

3 常用软土地基处理技术及其应用

3.1 换填垫层法

当软土区域的表层软土厚度小于3m时,适合采用换填垫层法来处理^[4]。在新疆地区,平原区的小型涵洞基础或低路堤路段,就可以采用这一技术。换填垫层法是先挖出此区域内一定范围的软弱土层,在其中填入强度较高且无侵蚀性的材料,例如砂砾石,接着分层夯实,直至其密实度满足设计要求。对于浅基础的地基而言,其承载力主要取决于持力层的抗剪强度,软土地基的抗剪强度本身就很低,但是砂石垫层的抗剪强度则高。通过这种换填,让基底变为高强度的垫层,其承载力自然能够大幅提升。与此同时,软土压缩性较高,所以很容易产生固结沉降。但是砂石垫层,则压缩性低,通过换填,能够减少地基在基础持力层范围内的压缩沉降量。在新疆地区,沙砾石资源丰富,并且透水性强,因此是首选的换填材料。不过在具体应用时,当遇到盐渍土路段时,必须选用非盐渍化的砂砾石。同时,换填深度要结合施工区域内盐渍土临界冻结深度来确定,这是为了防止路基发生次生盐渍化问题。在具体施工时,还要严格控制分层压实厚度和含水率,确保其坚固度符合要求。

3.2 深层水泥搅拌桩

当处理淤泥或淤泥质土等含水量较高的软土地基时,适合采用深层水泥装搅拌技术。例如桥头过渡段、涵洞基础,在这些施工场景中适合采用这一技术。这一技术的原理是利用深层搅拌机将水泥浆(或粉体)与地基土原位强制搅拌,通过水泥的水解和水化反应,将软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的水泥加固土桩。在应用这一技术时,需重点关注的是固化剂的选择。常规地区可以依据基础需求来选择,若在特殊地区,例如新疆部分地区存在硫酸盐侵蚀的情况,就要加入抗硫酸盐的外加剂,这样才能保证桩体在长时间内有较高的强度^[5]。同时在施工时要考虑气候因素的影响,例如在低温时,当气温低于5℃时,要停止施工。当遇到春秋季节时,早晚温差较大,要注意解决水泥浆在低温环境下凝结慢的问题。具体施工时可以在浆液中加入早强剂,或提高水泥标号来解决。应用这一技术时,需严格

控制钻杆下沉与提升的速度,不应大于1.0m/min,同时要注意匀速进行。在软土层变化处,必须进行复搅,防止出现桩体夹泥、断层问题。

3.3 高压旋喷桩

在处理淤泥、粘性土、粉土等多种软基时,均可采用高压旋喷装技术。在公路桥梁工程中,桥台的基础加固、既有桥梁墩台防护等场景的施工都可以使用这一技术、另外若场地较为狭窄,大型机械无法正常进场施工,也可以采用这一技术处理地基。这一技术是利用钻机将带有特殊喷嘴的注浆管钻进至土层预定位置后,用高压射流冲击破坏土体。与此同时,将水泥浆液注入土层,与其搅拌均匀,最终形成圆柱状固结体。这一技术的特点是适用多种施工场景,与上文提到的深层水泥搅拌桩相比,这一技术能够应对的问题更多,例如在一些地基中,搅拌桩难以钻进,而这一技术则拥有高压射流,可以冲破阻碍,顺利施工。另外,当软土路基段的地下水位比较高时,进行基坑开挖环节的工作,也可以应用这一技术形成连续的止水帷幕,对于很多要跨越河流的桥梁主墩基坑施工而言,采用这种技术非常合适。不过在具体施工时,一定要根据地层的实际情况动态调整各项参数。例如在密实的砂卵石层,需要提高喷射压力并减慢提升速度,这样才能保证最终施工质量。

3.4 气泡混合轻质土

气泡混合轻质土在拓宽路桥以及桥台背回填等施工环节中的应用非常广泛,这一技术主要依靠所制备的气泡群起作用,将其按照一定比例加入制作好的浆料中,经过混合搅拌,得到微孔类轻质材料。一些山区陡峭落地或软土路段的减载处理中,这一技术能够发挥重要作用。这一技术的主要特点是容重小,同时强度和变形特性可控。例如在公路桥梁施工中,在桥台背后回填这种轻质土,可减少地基需要承载的力,避免出现桥头跳车问题。而且,可以减少地基沉降问题发生的概率。在应用这一技术时主要采用泵送施工,因此无需大型碾压机械,对于一些狭窄的山谷地区比较友好,施工方便,也不会对既有交通产生干扰。另外这一类土内部有大量气泡,导热系数低,所以有一定的保温作用,对于季节性冻土地区而言,应用这种材料无疑可以减少冻结深度向

下的传递,在最大限度上保护下卧的软土层不发生冻胀融沉。虽然传统的素土回填也能起到相同的作用,但是在这一工作中需要大量洒水,然而轻质土却无需这一环节,所以在新疆这一干旱节水地区应用这一技术来处理软基十分合适。

4 新疆特殊地质条件下的施工控制与优化策略

正如上文所探讨的,软土地基对公路桥梁工程施工有非常大的危害,在新疆地区,本身地质条件特殊,施工时就更要注意这一类问题。

4.1 优化盐渍土软基处理

在新疆地区,盐渍土分布区较多,若采用单纯的软基处理方式往往难以收获良好的成效,在具体处理时必须结合治盐措施,方能满足需求。具体操作时,可以采用设置隔断层的方法,例如在换填垫层顶部或路基中部设置土工部隔断层,这一措施可以有效防止盐分向路基顶部聚集。另外,要注意提高各项工作的标准,例如进行换填时,在这些路段要全部清除并换填透水性材料。与此同时,关注这些区域的地表排水系统的建设,避免出现路基周围有过多积水而导致盐溶解的问题。

4.2 控制季节性冻土区的施工环节

季节性冻土区的施工是又一个需要关注的要点,面对这一类情况,要合理安排工期,尽量将软基处理工作安排在温暖季节。冻土层未完全融化时不能施工,否则极容易出现处理不彻底,影响整体路基的建设效果。同时要关注防冻胀保护,在桩基础的桩头周围换填保温性材料,加强保护,防止桩体被破坏。

4.3 在缺水地区及时调整施工技术

在新疆地区,缺水是一个非常现实的问题,尤其是在戈壁荒滩区。在这一类区域施工时,若采用水泥搅拌桩技术,难以较大,需调整施工技术。可采用粉喷桩技术,其对于水的需求量不大,符合荒漠地区的施工需求。不过,需要注意,这一技术在应用时会产生大量粉尘,因此要做好环保措施。除此之外,在处理软土中的粉砂地层时,可以采用干振碎石桩,这一技术不需要泥浆护壁,

对水的需求量不大。

5 结语

软土地基处理是所有公路桥梁建设工作中难以避免的一项内容,具体处理时需结合实际情况详细分析,了解施工区域的地质环境,气候特点等多方面的因素,灵活应用各种软土地基处理技术。若是浅层软土,可以采用换填垫层法,若是深厚软土,可采用深层搅拌桩技术。若施工区域地形较复杂,限制条件多,可采用新型泡沫轻质土技术。在施工过程中一定要注意地区的特殊性。以新疆地区为例,去关注盐渍土和季节性冻土,采取针对性措施解决问题,进而保证工程的耐久性。无论哪一种技术,要充分发挥作用,都需要严格控制施工过程,这是施工管理人员需重点把控的。当前科技在不断发展,处理软土地基的技术也在不断增加,不断完善,在未来的发展中,智能化检测将会是一个热点,在使用过程中引入技术关注地基处理的每一个环节,及时发现问题并解决。另外,也会有更多新材料被应用在路桥施工的软基处理中,例如生物酶固化土,既提高软土地基处理的效率以及质量,又保证绿色环保,践行绿色施工的理念。路桥建设者需要不断总结经验,积极创新,并因地制宜选择合适的技术,提升工程质量。

参考文献

- [1]肖云雷.不均匀沉降的公路桥梁工程中软土地基施工技术研究[J].工程机械与维修,2024,(07):60-62.
- [2]陈浩.桥梁工程中软土地基施工存在问题及处理技术分析[J].运输经理世界,2023,(33):61-63.
- [3]赵业伟.软土地基处理技术在公路工程施工中的应用[J].运输经理世界,2023,(18):7-9.
- [4]朱向云.道路桥梁工程中软土地基的施工处理技术应用分析[J].建材与装饰,2019,(04):250-251.
- [5]李康,束瑞.市政公路桥梁施工中软土地基处理技术应用实践[J].江苏建材,2016,(01):44-46.

作者简介:热依汗古丽·苏拉依曼(1982.04.20-),女,维吾尔族,工程师,研究方向:公路工程。