

公路桥梁施工中软土地基施工技术的应用分析

王福良

中铁三局集团有限公司运输工程分公司 山西晋中 030600

摘要: 随着社会的进步和经济的发展,公路桥梁建设在推动地区交流和经济发展中起到了举足轻重的作用。然而,在实际施工中,地基条件对公路桥梁的稳定性和安全性具有决定性影响,特别是软土地基的处理问题,更是施工中的一大技术难题。软土地基由于其含水量高、压缩性大、透水性差等特性,给公路桥梁施工带来了诸多挑战。因此,深入研究和探讨公路桥梁施工中软土地基施工技术的应用,对于提高工程质量,确保公路桥梁的安全性和稳定性具有十分重要的现实意义。本文旨在分析公路桥梁施工中软土地基施工技术的应用,通过探讨不同的软土地基处理方法及其优缺点,希望为实际工程施工提供有益的参考。

关键词: 公路桥梁;软土地基;施工技术;施工应用

引言

软土是指强度相对较低且压缩性相对较高的软弱土层。软土含有一定量的有机物质,沉稳量相对较大,会对公路工程建设产生直接影响。在进行路基施工时,较为常见的软土主要以流塑状态黏性土或软塑状态黏性土为主,此种路基含水量相对较大,土质孔隙相对较为明显,具有较强的流动性。在具体施工时需要科学地处理软土部分,以免对后期地基施工造成不良干扰,影响公路桥梁工程正常使用。

一、软土地基的特点

软土地基是指强度低、压缩量高、沉降量大、透水性较差、土层状分布复杂、多数含有有机物质的软弱土层,由于软土地基承载力低、容易发生不均匀沉降,通常会加大公路桥梁工程施工难度,给公路桥梁后续的施工及使用带来负面影响。软土地基的特点主要体现在以下方面:①压缩量较大,软土地基的孔隙比一般超过1,土层内水分含量较高,容重较小,软弱土层内包含大量有机物质、微生物及气体,在其他条件相同的情况下,软土地基塑限值大,长时间难以达到稳定状态;②透水性较差,软弱土层的垂直层面几乎没有透水性,土层内水分不能有效排除,导致路基沉降延续时间较长,且在公路桥梁工程建设并投入使用后,因路基透水性较低,会出现较高的孔隙水压力,降低路基强度,容易引发路面塌陷、开裂等问题;③触变性,软弱土层在不经扰动的情况下会保持一定的结构强度,但一旦受到外界因素

的干扰,尤其是在公路桥梁施工、使用中,因施工荷载、车辆动荷载的作用会导致土层结构破坏,软土地基失去原本的结构强度,使得路基出现侧向位移;④流变性,即在荷载的持续作用下,路基沉降差、变形量等会随着时间的推移而加大,降低路基稳固性及安全性。

二、软土地基施工原则

为保证软土地基施工质量,在施工时需要严格遵循以下几项原则。

(一) 系统性

整体施工需要对施工条件与地基条件等各项内容进行充分分析,需要掌握软土地基生成与排水条件等各项信息,明确填土形状和土质常熟等各项资料,掌握公路桥梁工程技术和等级等相关知识,通过系统性分析,确定最佳施工方。

(二) 适宜性

在进行软土地基施工过程中,需要按照适宜性原则,对原有公路桥梁地基基础进行充分分析,选择和地基密实度要求相对较为符合的回填材料进行填土处理,并且保证完成填土施工之后的沉降率能够被控制在允许范围之内。采取适合的处理方法,对软土地基施工后所存在各种问题进行妥善处置,确保地基稳定性以及承载能力均能够达到预期目标。

(三) 综合性

做好稳定性与沉降等各种问题的处理,选择两种及以上施工技术,通过组合处理的方式,利用综合处理手段高质量完成软土地基强度提升以及排水固结等一系列

操作。通过先在地基上施加静荷载，再利用旋转、翻松等处理方法进行地基局部软土改良，配合高强度土工格编织物进行加筋路堤修建，以便达到提升软土地基强度的目标。

三、软土地基施工技术

(一) 换填法在公路桥梁施工中的应用

公路桥梁软土地基处理中，换填垫层施工技术适用于软弱土层厚度较小的情况，其技术原理为全部挖除或局部挖除路基面以下、软土地基处理范围内的软弱土层，由渗水性较好、稳定性较高、承载力较大且无侵蚀性材料替代原有的路基土，以此达到加固地基的施工处理效果。换填法所处理的软弱土层厚度一般为2~3 m，若超出该范围便会加大施工技术难度并增加施工成本。

换填法在公路桥梁软土地基处理中的应用，首先需要做好测量放线工作，明确软土地基处理范围、标高及宽度，在此基础上进行基坑开挖。在开挖至距坑底标高5 cm时停止机械施工作业，改为人工挖土作业，避免超挖影响基坑稳定性。同时，在基坑开挖施工的同时要在基坑内设置排水设施，有效排除基坑内积水，以此提高坑底土的稳固性与承载力。基坑开挖施工结束后，一般采用18 t压路机进行碾压，确保压实度达到设计标准，在碾压好的坑底铺设防渗土工织物，距离基坑底部2 cm时做好整体无搭接处理。

公路桥梁软土地基换填垫层施工技术方法中，模板可以采用厚度为12 mm的竹胶板，以木方与钢筋作为支护结构，即在坑底打固定钢筋，利用木方进行横向与斜向支撑，木方间的距离以60 cm为宜。模板施工完成后对其平整度、安装位置、强度等进行检验，避免填筑施工中模板出现变形问题。为提升软土地基处理效果，建议采用泡沫混凝土进行填筑，主要方法为采用物理方法令发泡剂产生泡沫并添加至搅拌均匀的水泥砂浆中，按照由中心到四周的顺序，采用分层浇筑法将泡沫混凝土填筑至基坑内，运输泡沫混凝土的泵送管需要插入至已浇筑混凝土内10 cm，每层浇筑厚度控制为0.3~0.8 m。浇筑施工完成后在距离混凝土底面0.5 m的位置铺设钢丝网，横向搭接宽度为30 cm，纵向搭接宽度为20 cm。泡沫混凝土达到设计强度后在上方修筑碎石隔离层，厚度为30 cm，铺设时采用分层碾压施工方式，并且在施工后检验压实度，要求不低于90%。

(二) 密实法在公路桥梁施工中的应用

① 堆载预压法

堆载预压法是指在公路桥梁工程建设前利用超过或等于设计荷载的填土荷载，促使地基固结沉降，以此提高地基强度，施工后路基沉降量明显降低。当各项施工指标达到设计标准后再卸去荷载，完成后续路基填筑、路面铺筑等施工作业。堆载预压法具有操作简单、成本低廉的优势，尤其是以路堤填土作为堆载可以有效缩短施工流程、减少施工作业环节并压缩施工成本，但该方法施工周期较长，若施工时间较短需要与排水固结等施工技术联合使用，以此提高软土地基施工效率。

堆载预压法适用于深厚饱和软土地基施工中，其工艺简单、加固效果优良。在应用堆载预压法之前需要分析路基土层的宏观特性，将地基土层划分为不同的结构层次并把握好不同层次的深度与特点，如地表层深度一般为5 m以下；浅部层深度为2~10 m，土层结构松散，土质不均匀。在从宏观上了解地基土层结构特点的基础上要结合相关资料计算瞬时沉降、固结沉降及次固结沉降，绘制工程荷载作用下地基土层的沉降变形曲线，包括未经处理的天然地基总沉降量、工后沉降持续时间。若在工程荷载作用下地基沉降量较大且持续时间较长，则适宜采用超载60%的方式，堆载时间为18个月，在堆载施工后需要在堆载体内设置多个监测点，全过程检测地基沉降量及其与周边建筑物、构筑物之间的沉降差，对各项数据进行统计分析，以此确保软土地基处理方式满足公路桥梁路基沉降控制要求。

② 真空预压法

真空预压法是指在软土地基内设置砂井或排水板，在软土地基表面覆盖不透气薄膜，用真空装置由软土地基内设置的吸水管中抽取空气，软土地基在不透气薄膜的作用下会与外界产生气压差，所产生的气压差便是加在软土地基上的荷载。真空预压法不会对软土地基产生剪切破坏，省去了堆载与卸载工序，因此施工周期较短，施工操作便捷，并且在施工中无需借助大型机械设备，施工成本较低。

在应用真空预压法之前需要准备好施工材料，主要包括塑料排水板、土工布、砂垫层及施工机械设备。其中塑料排水板垂直度偏差要低于1.5%，板距误差不宜超过5 cm；砂垫层厚度以2 cm为宜，压实度要超过90%。砂垫层施工中采用分层铺筑方法，每层铺筑厚度为15 cm，第一次铺筑完成后打排水板，再进行第二层铺筑施工。因软土地基承载力较低，所以在施工中要尽量避免对软弱土层产生扰动，最好将材料堆放在软土地基处理

范围之外，且在铺筑施工后对其进行整平。

材料准备完成后进行桩位放样，一般按照正三角形进行桩位布置，每排桩的轴线应当垂直于路线中心线，并结合计算出的排数、列数绘制好布桩图。接下来按照布桩图做出标记。在塑料排水板施工中需要将排水板的插入杆对准桩位，通过振动的方式将排水板压入地基内，达到设计深度后拔出插入杆，剪断排水板多余部分，确保排水板露出地基层长度为30 cm左右。插入杆拔出后会在地基上留下孔洞，对于此类孔洞需要以砂回填。土工布铺设施工中需要按照填料方向确定铺筑方向，相邻土工布间的搭接宽度为30 cm。为确保真空预压法使用的有效性，需要在软土地基处理范围内埋设沉降板，确保沉降板与路基底部间的距离在5 ~ 10 cm，在预压期间进行连续观测，发现问题后及时解决。

③强夯处理技术

强夯处理技术适用于含水量较高的黏性土、湿性黄土软土地基处理，其技术原理为利用重锤在瞬时内对土层产生巨大冲击力，在冲击力的作用下土层内部压力明显增加，所产生的冲击波会压缩土体的孔隙，排除土层孔隙内的水与空气，使土层迅速固结，采用强夯处理技术可以达到良好的软土地基加固效果，大幅度降低软土地基的压缩量。

强夯处理技术对于机械设备性能有着较高的要求，所选择的履带式起重机应当行走方便、性能优良、稳定性较强，高度以10 ~ 14 m为宜。因履带式起重机在运行时夯锤与落击点之间距离较大，受到反作用力的影响可能会导致臂杆回弹，为避免该现象的发生，需要在履带式起重机上增设安全防护措施，如增加钢管支撑桅杆。在选择夯锤时，需要根土质确定夯锤的底面积与直径，通常情况下夯锤直径为2 m，底面积为3 ~ 4 m²，且夯锤上要设置多个直径适宜的气孔，以减小夯锤下落时的空气阻力。

强夯处理技术应用前需要结合实际施工条件及要求确定好强夯处理的范围，通常情况下，强夯处理范围要略大于软土地基处理范围，一般为设计深度的1/2 ~ 2/3。强夯处理施工中，为避免侧面隆起，夯点之间的距离一般较大，因此，需要采用分遍夯实方法，在夯击点之间

设置适宜数量的夯击点，首次强夯处理采用高能量、大间距的方法以夯实深层土层，再逐个夯击夯点。夯击点之间的距离为5 ~ 9 m，第一遍夯击时选择大间距，随后缩小间距。在完成第一遍夯击后，用推土机填平夯坑，再采用低能量进行满夯，若在强夯处理后发现厚度较大的表层土密实度较差，则需要才用小夯锤进行夯击，适度提升夯击的频次，以此确保强夯处理施工质量。

(三) 搅拌桩法在公路桥梁施工中的应用

搅拌桩法是指利用深层搅拌机械将固化剂与软土地基内的软弱土层拌和均匀，使软弱土层固结后达到设计强度的软土地基处理方法。该技术方法适用于淤泥、砂土、泥炭土等地基处理，具有施工效率高、机械设备操作便捷、方法简单等优势。处理后形成的复合地基沉降量明显降低，承载力显著提升，可以满足公路桥梁施工要求。

结束语

综上所述，道路与桥梁工程是促进社会经济实现快速发展的重要基础设施，也是改善民生的重要路径之一。由于软土地基在我国有着广泛分布，在实际开展道路与桥梁施工作业时很容易遇到此问题，为提高道路与桥梁工程建设质量，有关单位应积极了解和掌握各类软土地基施工技术，并结合工程实际情况，合理地选用最为适宜的施工技术手段，从而提高软土地基处理成效，确保道路与桥梁工程能够高质量完成。

参考文献

- [1] 李景宏. 软土地基施工技术在道路桥梁施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2022(2): 184-186.
- [2] 林学丽. 软土地基加固技术在市政道路路基施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2023(12): 49-51.
- [3] 段亚蕊. 浅谈软土地基施工技术在公路桥梁施工中的运用[J]. 四川建材, 2023(6): 81-83.
- [4] 韦锋. 道路桥梁施工中软土地基施工技术处理研究[J]. 运输经理世界, 2023(3): 119-121.
- [5] 戚洪连, 张建才. 道路桥梁施工中软土地基施工技术处理分析[J]. 城市建设理论研究, 2022(29): 121-123.