

软土路基施工技术在高速公路施工中的应用

王有俊

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

摘要：本文聚焦软土路基施工技术在高速公路施工中的应用。先阐述软土特性及危害，强调其对高速公路建设的负面影响。接着介绍施工前准备工作，包括勘察、设计、材料设备准备。详细论述置换、排水固结、复合地基、加筋等常用施工技术的应用实例。还探讨施工质量控制要点、监测技术及质量验收标准与流程，旨在为高速公路软土路基施工提供全面指导，保障工程质量与安全。

关键词：软土路基；施工技术；高速公路；高速公路

1 软土路基的特性及危害

1.1 软土的定义

软土通常指天然含水量高、天然孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低的细粒土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。其形成多与静水或缓慢流水环境相关，如沿海地区、内陆湖泊、河流三角洲等地。从外观上看，软土多呈软塑至流塑状态，颜色多为灰黑色，有臭味，手触有滑腻感^[1]。在微观结构上，软土的颗粒间联结较弱，以絮状或蜂窝状结构为主，孔隙中常充满水，这使得其具有独特的工程性质。例如，其天然含水量往往超过液限，一般可达50%-70%，甚至更高；天然孔隙比通常大于1.0，压缩系数较大，在荷载作用下容易产生较大的变形。

1.2 软土路基的危害

软土路基对工程建设危害显著。由于其高压缩性，在道路等工程荷载作用下，会产生较大的沉降变形。这种沉降往往是不均匀的，可能导致路面出现裂缝、坑洼等病害，影响行车的舒适性和安全性。例如，一些高速公路在软土地区修建后，由于路基沉降不均匀，使得路面高低起伏，车辆行驶时颠簸剧烈，不仅增加了车辆的磨损和油耗，还容易引发交通事故。同时软土的抗剪强度低，在地震、车辆荷载等动力作用下，容易发生滑动破坏，导致路基失稳。特别是在桥梁等结构物与路基的连接部位，不均匀沉降还可能引起桥头跳车现象，严重影响桥梁的使用寿命和行车安全。软土路基的变形和破坏往往是长期且缓慢发展的，修复难度大、成本高，给工程的后期维护带来巨大压力。

2 高速公路软土路基施工前的准备工作

2.1 工程勘察与地质调查

工程勘察与地质调查是高速公路软土路基施工前的重要基础工作。通过钻探、物探等手段，详细了解施工

区域的地质构造、土层分布、软土的厚度和性质等。例如，采用钻探取样，对不同深度的土样进行室内试验，测定其含水量、孔隙比、压缩性、抗剪强度等物理力学指标，为后续的设计和施工提供准确的数据支持。同时进行地质调查，了解施工区域的地形地貌、水文地质条件，包括地下水位的高低、水流方向等。这些信息对于选择合适的施工方法和制定有效的排水措施至关重要。如在地下水位较高的地区，若不采取有效的降水措施，施工过程中可能会出现基坑积水、土体流失等问题，影响工程质量和施工安全。

2.2 设计方案的制定

根据工程勘察和地质调查的结果，结合高速公路的设计标准和要求，制定科学合理的软土路基设计方案。设计方案应充分考虑软土的特性，选择适宜的处理方法和结构形式。例如，对于软土厚度较薄的路段，可采用置换法，将软土挖除，换填强度较高的砂砾石等材料；对于软土厚度较大且分布较广的路段，排水固结法或复合地基法可能是更好的选择。在设计过程中，还需进行详细的力学计算和分析，确保路基在各种荷载作用下的稳定性和变形满足要求。同时要考虑施工的可行性和经济性，优化设计方案，降低工程造价。

2.3 施工材料与设备准备

施工材料和设备的准备是保证施工顺利进行的关键。根据设计方案的要求，提前采购符合质量标准的施工材料，如砂砾石、水泥、土工格栅等。对采购的材料进行严格的检验和试验，确保其各项性能指标满足设计要求。例如，砂砾石的粒径、含泥量等应符合规范要求；水泥的强度等级、安定性等应合格。准备好施工所需的设备，如挖掘机、装载机、压路机、排水设备等，并对设备进行调试和维护，确保其性能良好、运行正常。在施工过程中，合理安排材料的储存和设备的停

放,保证施工的连续性和高效性^[2]。

3 软土路基常用施工技术的应用

3.1 置换法

置换法作为处理软土路基的常见手段,其核心原理是将软土路基一定深度范围内的软弱土层彻底挖除,进而换填强度较高、稳定性良好的材料,像砂砾石、碎石、灰土等都是常用材料。此方法主要适用于软土厚度较薄,一般不超过3m的路段。施工时,需严格按照设计要求精准开挖基坑,确保基坑的尺寸和深度符合标准。基底清理工作至关重要,要将软土清除得干净彻底,避免残留软弱土层影响后续施工质量。随后进行分层填筑换填材料,每层填筑厚度不宜过大,通常不超过30cm,并且每填筑一层就要进行压实处理,通过压实设备的作用,使材料达到规定的压实度,保证路基的密实性。置换法优势明显,能有效地提高路基的强度和稳定性,减少沉降变形。例如在某高速公路软土路基处理工程中,采用了砂砾石置换软土。施工前,该路段路基沉降严重,承载能力不足,施工后,经过一段时间的观测,路基的承载能力显著提高,沉降量明显减小,完全满足了道路的使用要求,为高速公路的安全运营提供了坚实保障。

3.2 排水固结法

排水固结法旨在通过设置排水通道,加速软土中水分的排出,促使土体固结,进而提高其强度和稳定性。常用的排水固结法包含袋装砂井、塑料排水板等竖向排水体结合堆载预压或真空预压等方法。在施工过程中,首先要按设计要求精确打设竖向排水体,如袋装砂井或塑料排水板,确保其位置准确、垂直度符合标准。接着铺设水平排水砂垫层,为水分排出提供顺畅的通道。最后进行堆载预压或真空预压,堆载预压是在路基上堆放一定重量的土石等材料,让软土在荷载作用下逐渐固结;真空预压则是通过在砂垫层中铺设密封膜,利用抽真空设备使膜内形成负压,加速土体中水分的排出。排水固结法适用于处理深厚软土路基,能有效减少路基的工后沉降。以沿海地区某高速公路建设为例,采用塑料排水板结合堆载预压法处理软土路基。经过一段时间的预压,路基的强度和稳定性得到了显著提高,沉降量被控制在允许范围内,保障了高速公路在复杂地质条件下的长期稳定使用。

3.3 复合地基法

复合地基法是在软土中设置增强体,如水泥搅拌桩、碎石桩等,使其与周围软土形成复合地基,共同承担上部荷载。水泥搅拌桩是利用水泥作为固化剂,借助特制的搅拌机械,将水泥与软土强制搅拌,使软土硬结

形成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体。施工时,先进行桩位放样,确定每个桩的准确位置,然后启动搅拌机械,将水泥浆或水泥粉与软土充分搅拌,形成均匀的桩体^[3]。碎石桩则是通过振动或冲击等方法将碎石等散体材料挤入软土中,形成桩体,提高地基的承载能力。复合地基法能显著提高软土路基的承载能力,减少沉降变形,适用于处理各种厚度的软土路基。例如在某高速公路软土路基处理中,采用水泥搅拌桩形成复合地基。施工前,该路基承载能力无法满足设计要求,存在较大安全隐患。施工后,经过检测,路基的承载能力大幅提高,满足高速公路的设计要求,确保了车辆行驶的安全和舒适。

3.4 加筋法

加筋法是在软土路基中铺设土工合成材料,如土工格栅、土工布等,利用土工合成材料的高强度、高模量等特性,与土体共同作用,提高路基的稳定性和抗变形能力。土工格栅具有较高的抗拉强度和刚度,能有效地限制土体的侧向位移,防止路基发生横向变形;土工布具有良好的过滤和排水性能,能防止土体流失,保持路基的稳定性。在施工过程中,要将土工合成材料按设计要求准确铺设在路基中,注意材料的搭接长度和固定方式,确保其与土体紧密结合。然后进行填筑和压实,使土工合成材料与土体形成一个整体。加筋法适用于处理软土路基的边坡稳定、地基加固等问题。例如在某高速公路软土路基边坡处理中,采用土工格栅加筋。施工前,该边坡稳定性较差,经常出现滑塌现象。施工后,经过一段时间的观察,边坡的稳定性得到了有效提高,减少了边坡的滑塌事故,保障了高速公路边坡的安全,降低了后期维护成本。

4 软土路基施工质量控制与监测

4.1 施工质量控制要点

施工质量控制堪称保证软土路基施工质量的重中之重,是整个工程成功与否的关键环节。在施工过程中,对施工材料质量的把控必须严格且精准,确保每一批材料都符合设计要求。以砂砾石、水泥等常用材料为例,要建立定期检验制度,不仅要检查材料的质量证明文件,还要进行现场抽样检测。对于砂砾石,要检测其粒径、含泥量等指标;对于水泥,要检验其强度、安定性等性能。一旦发现不合格的材料,必须坚决禁止使用,从源头上杜绝质量隐患。严格按照施工工艺和操作规程施工是质量控制的核心。每个施工环节都有其特定的要求和技术标准,必须一丝不苟地执行。在置换法施工中,换填材料的填筑厚度和压实度是关键控制点。填筑

厚度过厚可能导致压实不均匀,过薄则影响施工效率,因此要精确控制每层填筑厚度在规定范围内。压实度则直接关系到路基的强度和稳定性,需采用合适的压实设备和工艺,确保达到设计要求的压实度。在排水固结法施工中,竖向排水体的打设深度和间距必须符合设计要求,否则会影响排水效果和土体固结速度。堆载预压或真空预压的时间和荷载也要严格满足规定,以保证软土充分固结。另外,加强施工现场管理也至关重要。要合理安排施工顺序,避免不同工序之间的相互干扰和冲突。例如,在进行换填施工时,要确保周边排水系统畅通,防止积水影响施工质量。同时做好施工现场的安全防护和文明施工工作,为施工人员创造良好的作业环境。

4.2 施工监测技术

施工监测是及时、准确地掌握软土路基施工过程中的变形和受力情况,确保施工安全和质量的重要手段,犹如工程的“眼睛”和“耳朵”,为施工提供关键的信息支持。常用的施工监测技术丰富多样,主要包括沉降观测、孔隙水压力观测、侧向位移观测等。沉降观测是通过在路基上合理设置沉降观测点,定期使用精密的测量仪器测量路基的沉降量。通过长期、连续的观测,能够清晰地了解路基的沉降发展规律,判断沉降是否在允许范围内。如果沉降异常增大,可能预示着路基存在质量问题,需要及时采取措施进行处理。孔隙水压力观测是在软土中精心埋设孔隙水压力计,实时测量土体中的孔隙水压力变化。孔隙水压力的变化反映土体的固结程度,通过分析孔隙水压力数据,可以了解软土的固结速度和效果,为调整施工参数提供依据。侧向位移观测是通过设置测斜管,利用测斜仪测量路基的侧向位移。软土路基在施工过程中容易发生侧向滑动破坏,通过侧向位移观测可以及时发现路基的异常变形,采取加固措施防止事故的发生。通过综合运用这些监测技术,能够形成一个全方位、多层次的监测体系,及时发现施工过程中出现的各种问题,并采取相应的措施进行处理,确保软土路基施工的安全和质量。

4.3 质量验收标准与流程

软土路基施工完成后,按照相关的质量验收标准进行严格验收是确保工程质量的最后一道防线,只有通过

验收的路基才能投入使用,为高速公路的安全运营提供坚实保障。质量验收标准主要包括路基的压实度、强度、沉降量等关键指标,这些指标直接反映了路基的施工质量和使用性能。验收流程严谨且规范,一般先由施工单位进行自检^[4]。施工单位在施工过程中要建立完善的质量自检体系,对每一道工序进行质量检查和记录。施工完成后,施工单位要按照质量验收标准对路基的各项指标进行全面检测,确保自检合格。自检合格后,施工单位向监理单位提交验收申请,并附上详细的自检报告和相关资料。监理单位收到申请后,组织相关人员进行验收。验收过程中,监理人员要对路基的外观质量进行仔细检查,同时采用专业的检测设备和方法对路基的压实度、强度、沉降量等指标进行检测和抽查。如检测结果符合质量验收标准,监理单位签署验收合格意见,工程方可交付使用;如不符合标准,监理单位下达整改通知,要求施工单位限期整改。施工单位整改完成后,重新申请验收,直至验收合格为止。只有通过这样严格的质量验收流程,才能确保软土路基的施工质量达到设计要求,为高速公路的长久稳定运行奠定基础。

结束语

软土路基施工技术在高速公路建设中至关重要,其特性决定了施工的复杂性与挑战性。通过充分的前期准备、合理选用施工技术、严格把控质量与监测,以及规范验收流程,可有效解决软土路基带来的问题。这不仅保障了高速公路的施工质量与安全,还延长其使用寿命,降低后期维护成本。未来,需不断探索创新技术,以适应更复杂的工程环境,推动高速公路建设高质量发展。

参考文献

- [1]王剑君,宣海平.高速公路施工中的软土路基施工技术研究[J].工程建设与设计,2022,(23):211-213.
- [2]马九青.软土路基施工技术在高速公路施工中的应用[J].四川建材,2022,(07):125-126.
- [3]魏明礼.公路施工中软土路基的施工技术处理分析[J].居业,2022(1):33-35.
- [4]贺飞来,龚俊平.公路施工中软土路基的施工技术方案[J].交通世界,2021(36):122-123.