

土木工程中的地基处理与加固技术研究

李亚飞

连云港市金泰公路工程有限公司 江苏 连云港 222100

摘要: 本文聚焦土木工程中的地基处理与加固技术。阐述了地基土工程性质、地基处理与加固技术的基本原理。详细介绍了换填法、排水固结法等多种地基处理技术,以及加强截面加固法、碳纤维加固法等加固技术,并分析了其优缺点。最后探讨了地基处理与加固技术的发展趋势,包括新型材料与技术应用、智能化信息化融合、绿色环保理念推广,为土木工程相关实践提供参考。

关键词: 土木工程;地基处理;地基加固;施工技术

1 土木工程中地基处理与加固技术基础理论

1.1 地基土的工程性质

地基土工程性质对建筑物稳定性、安全性及耐久性至关重要,涵盖物理、力学和水理性质。物理性质方面,颗粒组成决定土的级配,级配良好则密实度高、孔隙比低,承载能力强,如砂土粗颗粒多时渗透性好,但级配不良易不均匀沉降;密度反映紧密程度,干密度越大承载能力通常越高;含水量直接影响力学性能,过高会使抗剪强度降低、压缩性增大,致地基沉降过大。力学性质是核心,抗剪强度决定地基土在荷载下的稳定性,与土的类型、密度等因素相关;压缩性指土在压力下体积缩小,压缩性高易致建筑物沉降;变形特性描述荷载下变形过程和规律。水理性质涉及渗透性、毛细性和冻胀性,渗透性影响排水固结和地下水流动;毛细性使毛细水上升,降低土强度和稳定性,还可能致结构潮湿;冻胀性在寒冷地区可能导致建筑物基础破坏。

1.2 地基处理的基本原理

地基处理旨在改善地基土工程性质,提升承载能力,减小沉降与不均匀沉降,增强稳定性和抗渗性。改善物理性质是重要目标,换填法挖除不良土,换填砂石等优质材料,改变颗粒组成和密度,提高承载和抗变形能力;排水固结法设排水通道,加速孔隙水排出,使土体固结,减小孔隙比,提高密实度和强度^[1]。增强力学性能是关键,挤压法用挤密设备使土体颗粒重新排列,减小孔隙,提高抗剪强度和压缩模量,如强夯法强力夯实,产生动力固结;化学加固法注入化学浆液,使土颗粒胶结,形成加固体。还需考虑抗渗性,地下水位高或有特殊要求时,可用化学加固法、高压喷射注浆法形成防渗帷幕,阻止地下水渗透,保障建筑安全。

1.3 加固技术的基本原理

地基加固技术是在已有地基基础上,增加结构构件

或采用特殊材料和方法,提升整体承载能力和稳定性,增强与上部结构协同工作能力。加强截面加固法通过增大原结构构件截面面积和配筋量,提高承载能力和刚度,如在原有基础上浇筑混凝土扩大基础,适用于原结构承载能力不足但有强度储备,且增加截面尺寸对使用功能影响小的情况。碳纤维加固法利用碳纤维布或板高强度、高模量特性,粘贴在结构构件表面,与原结构形成整体共同受力,具有施工简便、重量轻、不增加结构自重、耐腐蚀等优点,适用于各种混凝土结构加固,可提高抗弯、抗剪承载能力,改善变形性能。钢筋植筋加固法在混凝土结构钻孔,注入植筋胶,插入钢筋,固化后形成可靠连接,增加新受力钢筋,增强结构整体性和承载能力,常用于结构连接、加层、改造等工程,能解决新旧结构连接问题,提高抗震性能和承载能力。

2 土木工程中的地基处理技术

2.1 换填法

换填法是一种常用的地基处理方法,适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。在施工前,需要根据地基的实际情况和设计要求,确定换填的深度和范围。然后,将换填范围内的软弱土层挖除,挖除的深度应达到设计要求的持力层。挖除过程中,要注意保护周围的土体,避免扰动。接下来,选择合适的换填材料,如砂石、灰土、粉煤灰等。换填材料应具有良好的级配、较高的强度和较低的压缩性。将换填材料分层填入挖好的基坑中,每层填筑厚度应根据压实设备的性能和换填材料的性质确定,一般不宜超过300mm。每层填筑后,采用合适的压实设备进行压实,压实度应满足设计要求。压实过程中,要注意控制压实速度和遍数,确保压实均匀。换填法的优点是施工工艺简单、工期短、造价低,能够有效地提高浅层地基的承载能力,减小地基沉降。

2.2 排水固结法

排水固结法适用于处理饱和软黏土地基,其基本原理是通过设置排水通道,加速地基土中孔隙水的排出,使土体在荷载作用下逐渐固结,从而提高地基的承载能力和减小沉降。排水固结法主要包括堆载预压法、真空预压法和电渗排水法等。堆载预压法是在地基表面堆放重物,如土石方、砂袋等,对地基施加预压荷载,使地基土产生固结变形。在堆载过程中,要分级加载,控制加载速度,避免地基土产生过大的剪切破坏。同时要设置排水系统,如砂井、塑料排水板等,以加速孔隙水的排出。真空预压法是在地基表面铺设密封膜,通过抽真空装置在膜下形成负压,使地基土中的孔隙水向排水通道排出,实现地基的固结。真空预压法不需要堆载,对周围环境影响较小,适用于大面积软土地基的处理。电渗排水法是利用电场作用,使土中的水分子向阴极移动,从而加速孔隙水的排出。电渗排水法通常与其他排水固结方法结合使用,以提高地基处理效果。

2.3 挤压法

挤压法是通过挤密设备对地基土进行挤压,使土体颗粒重新排列,孔隙减小,从而提高地基的承载能力和压缩模量。强夯法是利用重锤自由下落对地基土进行强力夯实,使土体产生瞬时的动力固结。强夯法的施工工艺包括场地平整、测量放样、夯点布置、夯击施工等步骤。在夯击过程中,要根据地基土的性质和设计要求,确定夯击能、夯击次数和夯击间距等参数^[2]。强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土地基。其优点是施工速度快、效果好、造价低,但强夯产生的振动和噪声较大,对周围环境有一定影响。振冲法是利用振冲器的振动和水冲作用,在软弱地基中成孔,然后填入碎石等粗粒料,形成振冲桩,与周围土体组成复合地基。振冲法适用于处理砂土、粉土、粉质黏土、素填土和杂填土地基。振冲法可以提高地基的承载能力,减小地基沉降,同时还能改善地基的抗震性能。挤密砂桩法是通过振动或锤击等方法将钢管打入地基中,然后边拔管边向管内灌入砂石等材料,形成砂桩。砂桩与周围土体共同作用,形成复合地基,提高地基的承载能力和稳定性。挤密砂桩法适用于处理松散砂土、粉土、人工填土和杂填土地基。

2.4 化学加固法

化学强化地基技术是通过向土体注入化学溶液,凭借化学反应促使土粒相互粘结,生成具有足够强度及稳定性的结构体,进而增强地基的机械性能。该技术的主要实现方式有注浆强化与高压喷射注浆等。注浆强化

技术涉及钻孔作业,以便将溶液注入地基土壤,溶液在土壤孔隙间扩散、充填并固化,从而提升土壤的强度和稳固性。该技术广泛应用于砂土、粉土、粘土及人工填土等地基处理。依据溶液性质及注浆工艺的差异,注浆强化技术可细分为渗透注浆、劈裂注浆及压实注浆等类别:渗透注浆适用于高渗透性土壤,溶液在压力下渗透至土壤孔隙;劈裂注浆则适用于低渗透性土壤,溶液在高压作用下劈裂土壤,形成浆液通道;压实注浆通过注浆压力压实土壤,同时溶液填充孔隙。高压喷射注浆技术运用钻机携带特制喷嘴的注浆管深入预定土层,利用高压设备驱动溶液以约20MPa的压力从喷嘴喷出,高速冲击并分解土壤,同时注浆管以恒定速率上升,强制混合溶液与土粒,待溶液凝固后,在土中形成圆柱状固化体,即旋喷桩。该技术可有效处理淤泥、淤泥质土、粘土、粉土、砂土、人工填土及碎石土等多种地基。

3 土木工程中的地基加固技术

3.1 加强截面加固法

加强截面加固法是通过增大原结构构件的截面面积和配筋量,提高构件的承载能力和刚度。加大基础底面积法适用于原有基础承载能力不足,但基础埋深较浅的情况。施工时,先在原有基础两侧开挖至设计深度,然后绑扎钢筋,浇筑混凝土,扩大基础的底面积。在施工过程中,要注意新旧混凝土之间的结合,可采用凿毛、涂刷界面剂等方法,确保新旧混凝土共同工作。增设钢筋混凝土套加固法是在原有基础外侧增设钢筋混凝土套,通过钢筋的连接和混凝土的浇筑,使新旧基础形成一个整体,共同承受荷载。该方法适用于基础承载能力不足且基础埋深较大的情况。增设钢筋混凝土套时,要保证钢筋的锚固长度和连接质量,混凝土的浇筑要密实,避免出现蜂窝、麻面等缺陷。

3.2 碳纤维加固法

碳纤维加固法是利用碳纤维布或碳纤维板的高强度、高模量特性,将其粘贴在结构构件表面,通过环氧树脂等胶粘剂与原结构形成整体,共同承受荷载。碳纤维加固法的施工工艺主要包括表面处理、涂刷底胶、修补找平、粘贴碳纤维布或板、表面防护等步骤。在施工前,要对结构构件表面进行清理,去除油污、灰尘等杂质,对裂缝等缺陷进行修补。然后,涂刷底胶,底胶的作用是增强碳纤维与混凝土之间的粘结力。接着,对表面不平整处进行修补找平,确保碳纤维粘贴平整。将调配好的环氧树脂胶均匀涂抹在混凝土表面和碳纤维布或板上,然后将碳纤维布或板粘贴在预定位置,用滚筒或刮板反复碾压,排出气泡,使胶液充分渗透。最后,在

碳纤维表面进行防护处理,如涂刷防火涂料等,以提高碳纤维的耐久性。

3.3 钢筋植筋加固法

钢筋植筋加固法是在混凝土结构中钻孔,然后注入植筋胶,将钢筋插入孔中,待胶固化后,钢筋与混凝土形成可靠的连接。通过植筋,可以在原有结构中增加新的受力钢筋,增强结构的整体性和承载能力。钢筋植筋加固法的施工工艺包括定位放线、钻孔、清孔、注胶、植筋、养护等步骤。首先,根据设计要求,在混凝土结构上确定植筋的位置,并进行放线标记^[3]。然后,采用合适的钻机进行钻孔,钻孔的直径和深度应符合设计要求。钻孔完成后,要用压缩空气或清水将孔内的灰尘和杂物清理干净。接着,将植筋胶注入孔中,注入量一般为孔深的2/3左右。将钢筋插入孔中,旋转钢筋,使胶液充分填充钢筋与孔壁之间的间隙。最后,对植筋进行养护,在胶液固化前,避免钢筋受到扰动。钢筋植筋加固法具有施工灵活、对原结构损伤小、连接可靠等优点,常用于结构的连接、加层、改造等工程中。

4 地基处理与加固技术的发展趋势

4.1 新型材料与技术的研发与应用

随着科技的不断进步,新型材料和技术在地基处理与加固领域得到了广泛的应用。高性能混凝土具有高强度、高耐久性等优点,可用于制作高性能的基础构件;纤维增强复合材料如碳纤维、玻璃纤维等,具有轻质、高强、耐腐蚀等特点,在结构加固中发挥着重要作用。新型化学浆液如聚氨酯浆液、丙烯酸盐浆液等,具有固化时间短、强度高、渗透性好等优点,能够提高化学加固的效果。同时,一些新的地基处理与加固技术也不断涌现,如微生物诱导碳酸钙沉淀(MICP)技术、真空预压联合电渗加固技术等。MICP技术利用微生物的代谢活动,在土体中诱导产生碳酸钙沉淀,填充土体孔隙,提高土体的强度和稳定性。该技术具有环保、节能等优点,具有广阔的应用前景。真空预压联合电渗加固技术将真空预压和电渗排水相结合,能够更有效地加速软土地基的固结,提高地基处理效率。

4.2 智能化与信息化技术的融合

智能化与信息化技术在土木工程中的应用越来越广

泛,地基处理与加固领域也不例外。通过传感器、物联网、大数据、人工智能等技术,可以实现对地基处理与加固过程的实时监测和智能控制。通过物联网技术,将传感器采集的数据传输到监控中心,利用大数据和人工智能技术对数据进行分析和处理,及时发现地基处理过程中出现的问题,并采取相应的措施进行调整^[4]。在结构加固工程中,可以利用无人机、三维激光扫描等技术对加固结构进行检测和监测,评估加固效果,为后续的维护和管理提供依据。

4.3 绿色环保与可持续发展理念的推广

在当今社会,绿色环保与可持续发展已成为土木工程领域的重要发展方向。地基处理与加固工程也应遵循这一理念,采用环保型的材料和技术,减少对环境的影响。例如,在地基处理中,应优先选用可回收、可再生的材料,减少建筑垃圾的产生。在化学加固过程中,应选择环保型的化学浆液,避免对土壤和地下水造成污染。同时应优化施工工艺,降低能源消耗和噪声、粉尘等污染物的排放。另外,还应注重地基处理与加固工程的长期效益,提高工程的使用寿命,减少后期的维护和加固成本,实现土木工程的可持续发展。

结束语

土木工程中的地基处理与加固技术对保障建筑物的稳定性、安全性和耐久性至关重要。本文对多种地基处理与加固技术进行全面阐述,并展望了其发展趋势。随着科技的不断进步,新型材料与技术、智能化信息化手段以及绿色环保理念将不断融入地基处理与加固领域。未来,应持续加强相关技术创新,以更好地满足土木工程建设的需要,推动行业的可持续发展。

参考文献

- [1]封坤.探析土木工程建设中结构与地基加固技术的运用[J].陶瓷,2024,(08):221-223.
- [2]胡谦.地基加固结构技术在土木工程中的应用创新[J].中国建筑金属结构,2024,23(06):135-137+165.
- [3]牛中元.土木工程结构设计与地基加固施工技术实践[J].石材,2023(11):47-49.
- [4]张小红.土木工程施工中地基加固结构技术的研究[J].砖瓦,2021(07):94-95.