

房建工程中软土地基施工关键技术的研究

李向鹏

中国二冶集团有限公司 内蒙古 包头 014000

摘要：本文围绕房建工程中软土地基施工展开研究。先分析软土地基含水量高、压缩性大等特性，随后阐述深层搅拌法、排水固结法等多种关键施工技术。在此基础上，剖析施工中地质勘察不详细、施工方案不合理等常见问题，并提出加强地质勘察、优化施工方案等应对策略。研究成果对提升房建工程软土地基施工质量，保障房建工程的安全性与稳定性，具有一定的指导和借鉴意义。

关键词：房建工程；软土地基；施工关键技术；研究

引言：随着城市化进程加速，房建工程规模不断扩大，诸多工程不可避免地会在软土地基上开展。软土地基的特殊性质，给房建工程施工带来极大挑战，若处理不当，易导致建筑物沉降、倾斜甚至坍塌，严重威胁建筑安全。因此，深入研究软土地基施工技术，解决施工过程中的问题，对提高房建工程质量，推动建筑行业健康发展十分关键。旨在分析软土地基特性，探讨关键施工技术，剖析施工常见问题并提出应对策略，为房建工程软土地基施工提供参考。

1 软土地基特性分析

1.1 含水量高

软土地基的显著特征之一是含水量高。这是因为软土多形成于水流缓慢、长期浸水的环境，土颗粒周围被大量水分包围。以滨海相、湖沼相沉积的软土为例，其天然含水量常常超过液限，甚至能达到70%以上。高含水量致使软土的重度增加，在房建施工过程中，会显著降低土体的抗剪强度，极大增加施工难度。比如，在开挖基坑时，高含水量的软土极易发生坍塌，严重威胁施工人员的生命安全。

1.2 压缩性大

软土地基的压缩性大，这源于其独特的微观结构。软土颗粒细小，孔隙比大，颗粒间排列疏松。当受到外部荷载作用时，土颗粒会重新排列，孔隙中的水分被挤出，导致土体体积大幅压缩。据相关数据统计，软土的压缩系数通常在 $0.5-1.5\text{MPa}^{-1}$ 之间，远高于一般地基土。在房建工程中，这意味着建筑物在建成后会经历较长时间的沉降过程。对于高层建筑物而言，过大的沉降可能导致建筑物整体倾斜，影响建筑物的正常使用功能，还可能使建筑物与周边市政设施的连接部位出现错位，引发一系列安全隐患。

1.3 强度低

软土地基强度低，这主要由其含水量高、孔隙比大等特性决定。高含水量削弱了土颗粒间的有效应力，降低了土体的抗剪强度。而且，软土中黏粒含量较高，黏土矿物的亲水性进一步恶化了土体的强度特性。在实际房建施工中，低强度的软土地基难以承受建筑物的重量，容易产生局部剪切破坏。比如，在基础施工过程中，可能出现地基土被挤出、基础下沉等现象。

1.4 透水性差

软土地基透水性差，其颗粒细小且孔隙多为微小孔隙，水分在土体中渗流的通道狭窄，阻力较大。以淤泥质土为例，其渗透系数一般在 $10^{-8}-10^{-6}\text{cm/s}$ 之间，远低于砂性土。在房建施工过程中，这一特性会导致地基土中的水分难以快速排出，使得地基土的固结过程十分缓慢。当采用排水固结法进行地基处理时，需要花费较长时间才能达到预期的加固效果，这不仅延长了施工周期，还增加了工程成本。

1.5 触变性与流变性

软土地基具有触变性与流变性。触变性是指软土在受到扰动时，结构破坏，强度降低，而静置一段时间后，强度又能部分恢复的特性。在房建施工过程中，如打桩、挖掘等作业会对软土造成扰动，导致土体强度降低，增加施工风险。流变性则表现为软土在长期荷载作用下，会产生缓慢而持续的变形。对于大型建筑物，软土地基的流变性可能导致建筑物在使用过程中持续沉降，影响建筑物的稳定性和安全性^[1]。

2 房建工程中软土地基施工关键技术

2.1 深层搅拌法

2.1.1 深层水泥搅拌桩

深层水泥搅拌桩属于深层搅拌法的一种，它通过特制的深层搅拌机械，将水泥作为固化剂，在地基深处就将软土和水泥强制搅拌。水泥和软土之间会产生一

系列物理化学反应,水泥遇水后,迅速发生水解和水化反应,生成氢氧化钙、含水硅酸钙等水化物,这些水化物逐渐硬化,将软土颗粒胶结在一起,从而形成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体。该技术优势显著,施工过程中无振动、无噪音,对周围环境影响小,适用于城市密集建筑群中的房建项目。同时,其能有效提高软土地基的承载能力,减少地基沉降。在实际应用中,桩径、桩长和水泥掺入比需依据工程地质条件和设计要求确定。比如在淤泥质软土地层中,桩长可能需要深入到相对较硬的持力层,水泥掺入比在12%-20%之间。然而,若施工过程中搅拌不均匀,会导致桩体强度离散性大,影响地基加固效果,因此施工中需严格控制搅拌速度、提升速度等参数。

2.1.2 深层石灰搅拌桩

深层石灰搅拌桩同样是深层搅拌法的重要分支,它利用搅拌机械将石灰粉与软土在地基深处进行充分搅拌。石灰在水化过程中会吸收软土中的水分,减少土的含水量,同时,石灰与土颗粒间会发生离子交换、团粒化作用,以及硬凝反应,从而改善软土的物理力学性质,形成具有较高强度的桩体。深层石灰搅拌桩适用于含水量高、孔隙比大的软土地基,并且由于石灰来源广泛、价格低廉,相比其他地基处理方法,能有效降低工程成本。在实际操作时,石灰的质量至关重要,一般要求氧化钙含量不低于70%。以某沿海房建项目为例,通过使用深层石灰搅拌桩处理软土地基,地基承载力提高了约80%,有效控制了建筑物的沉降。但该方法不适用于地下水位较低的土层,因为石灰水化需要一定水分,且在施工过程中会产生粉尘污染,需采取有效的降尘措施,减少对环境和施工人员健康的影响。

2.2 排水固结法

2.2.1 砂井排水法

砂井排水法是排水固结法的经典工艺,旨在加速软土地基排水固结,提升地基强度。施工时,先在软土地基中按一定间距打孔,随后将砂填入孔内形成砂井。砂井就像一条条竖向排水通道,与砂垫层相互配合,构成高效排水系统。当软土地基承受上部荷载时,孔隙水通过砂井流向砂垫层,再由砂垫层排出。该方法适用性强,在各类深厚软土地基的房建项目中应用广泛。以某大型住宅建设为例,在处理大面积深厚软土地基时,砂井排水法显著缩短了地基固结时间,大幅降低了后期沉降量。设计砂井时,其直径、间距、深度需依据地基土的性质、建筑物荷载及工期要求确定。通常,砂井直径在300-500mm,间距为1.5-4m。然而,砂井施工对砂的质

量要求高,若砂中含泥量超标,会堵塞排水通道,降低排水效果。

2.2.2 塑料排水板法

塑料排水板法作为新兴的排水固结技术,凭借独特的排水设计,在软土地基处理中备受青睐。塑料排水板由芯板和滤膜组成,芯板提供排水通道,滤膜防止土颗粒进入排水通道,确保排水畅通。施工时,利用插板机将塑料排水板插入软土地基中,替代砂井形成竖向排水通道。相较于砂井排水法,塑料排水板法施工速度快、排水效果稳定,还能降低材料运输和施工成本。在沿海地区的房建工程中,塑料排水板法被大量应用,成功解决了高含水量软土地基的排水问题。在实际应用中,塑料排水板的型号和间距需根据地基土的特性和工程要求确定。一般来说,排水板宽度为100mm左右,厚度为3-4mm,间距在0.8-1.5m。不过,塑料排水板长期受地下水侵蚀,滤膜可能出现老化破损,影响排水效果,所以在材料选择和施工后监测环节,需严格把控,保障排水系统的长期稳定运行。

2.3 强夯法

强夯法通过起吊设备将重锤提升至一定高度,然后使其自由落下,利用重锤产生的强大冲击能,迫使软土地基土体颗粒重新排列,从而加固地基。在重锤冲击作用下,软土地基的孔隙体积减小,密实度显著提高,进而提升地基的承载能力,有效减少地基的后期沉降。强夯法具有适用范围广、施工速度快、加固效果显著等优势,常用于处理大面积的软土地基。在某工业厂房建设项目中,由于场地地基为高压缩性软土,采用强夯法进行地基处理后,地基承载力大幅提升,满足了大型设备对地基承载能力的要求。在实施强夯法时,需依据地基土的性质、土层厚度以及建筑物对地基的要求,合理确定夯击能量、夯击次数和夯击间距等参数。一般而言,夯击能量在1000-8000kN·m之间。但强夯法施工时会产生较大的振动和噪音,可能对周边建筑物和居民生活造成影响,因此在人口密集的区域需谨慎使用。

2.4 换填垫层法

换填垫层法是将基础底面以下一定范围内的软土层挖除,然后分层回填强度较高、压缩性较低且无侵蚀性的材料,并夯实至设计要求的密实度,以此来改善地基的受力性能。常用的换填材料有砂石、灰土、素土等。这些材料经过分层夯实后,形成具有较高承载能力的垫层,能够有效扩散基础传递的荷载,降低软土地基所承受的压力。换填垫层法施工工艺简单、技术成熟,在小型建筑和浅层软土地基处理中应用广泛。以某多层住宅

为例,在基础施工前,对浅层软土采用换填砂石垫层的方法进行处理,不仅解决了地基承载力不足的问题,而且有效控制了地基沉降。在施工过程中,换填材料的选择和压实质量是关键。换填材料应具备良好的级配,压实系数需达到设计标准。一般砂石垫层的压实系数不低于0.94,灰土垫层的压实系数不低于0.95。然而,换填垫层法仅适用于浅层软土地基处理,对于深层软土,由于开挖深度大,施工难度和成本都会显著增加^[2]。

3 房建工程软土地基施工常见问题及应对策略

3.1 施工常见问题分析

3.1.1 地质勘察不详细

地质勘察对房建软土地基施工至关重要,然而不少项目的勘察工作存在漏洞。部分勘察人员未严格按规范布点,导致采集的数据缺乏代表性。此外,对勘察数据的分析不够深入,未能精准掌握软土地基的分布范围、土层特性以及地下水情况。这些问题使得后续施工缺乏可靠依据,施工时一旦遭遇复杂地质条件,无法提前制定应对方案,极易造成施工延误,增加工程成本,甚至影响建筑质量。

3.1.2 施工方案不合理

部分房建项目在制定软土地基施工方案时,未全面考虑工程实际情况。比如,对软土地基特性认识不足,选择的施工技术与地基条件不匹配,不仅难以达到预期的加固效果,还可能造成资源浪费。此外,施工方案的规划缺乏前瞻性,未充分考虑施工顺序和工期安排,各施工环节衔接不畅,导致窝工、返工等问题频发,严重影响施工进度与工程质量。

3.1.3 施工过程质量控制不到位

施工过程中,质量控制的缺失是导致软土地基施工问题的重要原因。一方面,施工人员的质量意识淡薄,未严格按操作规程施工,如搅拌桩施工时搅拌不均匀、排水板插入深度不足等。另一方面,现场监管力度不够,对施工过程的检查流于形式,无法及时发现和纠正质量问题。而且,对施工材料的质量把控不严,使用不合格材料,进一步降低了地基的稳定性与承载能力。

3.2 应对策略

3.2.1 加强地质勘察工作

为了给房建软土地基施工提供详实可靠的依据,需组建专业且经验丰富的地质勘察团队,严格按照相关规范开展勘察工作。一方面,在布点时,根据场地地形、地貌及地质条件,科学合理设置勘探点,保证采集的

数据能够全面、准确地反映软土地基的实际情况。另一方面,运用先进的分析技术,对勘察数据进行深入挖掘,不仅要明确软土地基的分布范围、土层特性,还要精准掌握地下水的动态变化。完成勘察后,编写内容详实、数据准确的勘察报告,为后续施工方案的制定提供可靠参考。

3.2.2 优化施工方案设计

在设计施工方案时,组织设计人员深入了解工程现场实际情况,全面分析软土地基的特性。根据地基条件、建筑物类型及工程要求,选择最为匹配的施工技术,确保施工技术的可行性与有效性。同时,在规划施工方案时要有前瞻性,充分考虑施工顺序、工期安排以及各施工环节的衔接,合理安排施工流程,避免出现窝工、返工等情况。此外,建立施工方案会审制度,邀请各方专家对方案进行论证,确保施工方案的科学性与合理性。

3.2.3 强化施工过程质量控制

为保障软土地基施工质量,要双管齐下,提高施工人员质量意识的同时,强化现场监管力度。一方面,定期组织施工人员参加专业培训,提高其业务水平,增强质量意识,确保施工人员严格按照操作规程施工。另一方面,建立健全施工现场质量监管体系,安排专人负责施工过程的监督检查,对搅拌桩搅拌均匀度、排水板插入深度等关键环节进行重点监控,及时发现并纠正质量问题。此外,加强对施工材料的质量把控,严格执行材料进场检验制度,杜绝不合格材料进入施工现场^[3]。

结束语

综上所述,软土地基的妥善处理对房建工程的质量与安全起着决定性作用。本文深入剖析了软土地基的特性,系统介绍了深层搅拌法、排水固结法等关键施工技术,并对施工中常见问题及应对策略展开探讨。然而,随着建筑技术的持续革新,以及房建工程向高难度、复杂地质区域的推进,软土地基施工技术仍需持续探索与创新。

参考文献

- [1]赵久敏,郑桔庆.道路桥梁施工中软土地基施工技术处理措施探讨[J].建材发展导向,2024,22(12):173-175.
- [2]陈多峰.地基与基础工程中的新技术及其施工方法[J].工程与建设,2024,38(03):580-582.
- [3]张晓靖.土体加固技术在软土地基处理中的应用研究[J].陶瓷,2024,(06):145-146+178.