

双排桩支护结构在深基坑工程中的应用研究

王立然 栗学杰

中国电子系统工程第四建设有限公司 河北 保定 074200

摘要: 双排桩支护结构是近些年兴起的一种支护形式,越来越多地应用于深基坑工程中。本文从文献分析、实证分析和对比分析等角度出发,对双排桩支护结构用于深基坑工程方面进行了详细分析,得出双排桩支护结构在多种地质条件下及不同周围环境中应用效果良好,包括对基坑变形的控制、周边建筑物及地下管线的保护等优势;同时针对双排桩支护结构存在的问题提出相应的改进措施,并针对实际应用中遇到的问题,结合力学计算,对存在难点的部分给出了具体参考做法。此外,也在更大范围内推广了双排桩支护结构的应用,为后续深基坑支护提供了更加先进的方案。

关键词: 双排桩支护结构;深基坑工程;应用研究;变形控制;发展趋势

引言

选择深基坑支护结构需适配地质与周边环境,深基坑工程关键,需加强支护技术研究。双排桩支护结构属排桩支护,侧向刚度大,能限制变形,保障场地受限或变形控制严的工程安全。施工时,桩间土可弥补不利地质影响,发挥支护效果,降低对周围环境影响,保护既有建筑和管线。本文结合力学知识、结构组成等,分析不同工况下双排桩支护结构的应用与受力,对比不同地质和环境条件下的应用状况,探析实际难题,分析其他支护结构后总结其优缺点,为双排桩支护结构与新技术融合指明方向。

1 双排桩支护结构工作原理

1.1 力学原理分析

双排桩支护结构用于深基坑工程,受土压力和水压力等周边荷载作用^{[6][8]}。基坑开挖时,土体被分隔产生侧向土压力,地下水正常水压力也作用于结构上,这是其主要受力形式。排桩承压比例为63:37,前排桩主承压,经连梁给后排桩施压。连梁是前后排桩传力连接结构,后排桩依入土深度和桩周土体摩阻力,与前排桩共同抵抗侧向荷载。整个支护体系协同工作,发挥力学特性,抵御土、水压力,保基坑侧壁安全稳定。

1.2 结构组成与相互作用

双排桩支护结构主要包括前排桩、后排桩和连梁等部分。前排桩处于基坑内侧,支挡作用主要依靠土体和水对前排桩的侧向压力,首先抵抗土体侧向变形,起到阻碍土体位移的作用。后排桩位于前排桩后面,在其向后位移的同时,推动前排桩向后移动,增大了支挡土体的范围,增加支护结构的有效工作面,使整个结构稳定可靠。连梁是连接前后排桩之间的纽带,通过连梁把前

排桩受到的侧向荷载传给后排桩,使前后排桩形成一个整体空间结构支撑体系,保证了基坑侧壁整体的受力和变形的合理分布。

1.3 影响支护效果的因素

双排桩支护结构的支护效果和影响因素有很多,诸如选用的桩型是灌注桩还是预制桩、桩距的大小、桩长的选择及连梁刚度的大小都会影响到支护结构的整体效果。桩型选择:不同桩型(如灌注桩和预制桩)自身强度、刚度、与土体的相互作用不同,会对支护结构整体产生不同影响。桩距选择:桩距过小,前后排桩无法充分发挥各自的优点;桩距过大,后排桩对前排桩的牵拉能力就弱了。桩长选定:选择合适的桩长使桩体有足够深的嵌固深度并提供足够大的抵抗力去抵消侧向荷载。连梁刚度太大,则会导致支护结构局部压力过大,破坏支护结构。所以如何取舍这些因素是非常重要的,为了提高双排桩支护结构的支护效果应当慎重选择这些因素。

2 双排桩支护结构在不同场景下的应用

2.1 不同地质条件应用

就软土地质中双排桩支护而言,面临许多问题,比如软土自重大、强度低、压缩性高、透水性差,会导致桩身侧向位移大、沉降不均等问题^[1]。为了克服上述问题,在设计上可以增加桩长,加大桩的锚固深度,增大双排桩支护的抗侧移能力;同时调整好桩距、优化双排桩的空间分布,增强整体支护的刚度。在施工方法上可以采取预钻孔、高压旋喷桩等方式来改善软土的物理力学性质,提高桩体成桩的质量。通过以上设计施工措施,对于软土地质中的双排桩支护能够很好地起到控制基坑变形的作用,并且可使周围环境保持稳定^[3]。

2.2 不同周边环境应用

深基坑工程临近既有建筑及周边分布着各种复杂地下管线的情况下,采用双排桩支护更有利于发挥保护作用。施工前应对周围地下管线进行探测了解,在保证周边既有建筑和管线安全的前提下再按现场情况确定最优方案,并根据各桩型特点进行合理选型、布置桩距和设计连梁刚度,控制基坑开挖过程土体位移。实际检测结果表明,住宅楼沉降量和倾斜率都处于安全范围内,因此双排桩支护能够很好保护紧邻建筑物。

3 双排桩支护结构应用案例分析

3.1 工程概况

某项目位于紧邻城市道路,拟建项目主要为厂房及地下车库,地块长约230m,宽约115m。本项目+0.00 = 36.00/35.60m,基底最大相对标高约为-11.30m,勘察地面平均标高约34.15m,基坑开挖深度约3.9至8.5m。

基坑周边环境极为敏感,西侧紧邻一条城市主干道,道路下埋设有众多市政管线,包括供水、排水、燃气、电力等管线,距离基坑边最近处仅8米多。

西侧复杂的地质条件和敏感的周边环境,无法采用锚杆+支护桩等传统的支护方式难以满足要求,根据现场实际情况及双排支护桩的优势,最终决定采用丁字型双排桩支护结构进行基坑支护,成桩工艺采用长螺旋钻孔灌注桩。内排桩间距1400mm,外排桩间距4200mm,内外排间距为3200mm,桩径选用直径800mm长螺旋钻孔灌注桩。桩长分别为16.5m和15.4m。

3.2 双排桩支护结构的应用效果

该项目深基坑支护使用双排桩支护方案实施后达到了预期的效果。

在变形控制上,通过对基坑开挖时桩体水平位移的实时监测,将桩体最大水平位移控制在9mm内,满足设计允许的30mm内的变形量要求;对于周边道路的最大沉降量控制在15mm内,满足规范及设计要求,不会影响正常道路使用及下方管线设施。

从安全方面来看,整个基坑开挖及支护过程中,基坑周边均未发现有裂缝或断裂等破坏情况;冠梁、连梁无开裂、无变形情况发生;周边土体稳定,可满足地下结构施工时的安全防护要求。

4 双排桩支护结构应用中的问题与解决策略

桩双排桩施工中,桩身偏斜是常见问题。地质复杂、施工操作差异易致桩身垂直度偏差、桩径不均,影响承载力和稳定性。防治措施包括:施工前详细勘察地质,制定针对性成桩工艺;平整压实地面,确保钻机平稳水平,钻杆顺直且接头紧固;遇障碍物及时调整钻进方向或清除;土层软硬不均时控制钻进速度。采用先进

导向设备监控桩身垂直度,严格监控钻进参数。

若已偏斜,可在偏斜处桩体补强或局部注浆加固,或用导向装置防止继续偏斜,改跳挖方式。这些措施有效防治桩身偏斜,确保施工质量与安全。复杂地层和周边环境下施工,需提前做好地质勘探与周边环境调查,制定详细施工计划,及时发现问题并处理,同时增加全过程监测次数,杜绝安全隐患。

5 双排桩支护结构与其他支护结构对比

5.1 与悬臂式支护结构对比

悬臂式支护结构依靠桩体自身的抗弯刚度来抵土体等抗侧向压力,在支护结构深度较浅的基坑工程中应用较多。与之相比,双排桩支护结构具有更大的侧向刚度,在支护结构深度上优于悬臂式支护结构。在变形控制方面,双排桩支护结构能够有效控制支护结构的侧向变形,对基坑变形控制更为有利。从适用范围来看,悬臂式支护结构适用于土质较好、开挖深度较浅且对变形要求不高的基坑工程;双排桩支护结构则更适用于场地条件限制小、对变形有严格要求、支护深度较大的深基坑工程^{[7][10]}。

5.2 与桩锚支护结构对比

桩锚支护结构用锚杆把桩锚入稳定土层中为桩体提供锚固力平衡土压力,则场地应有足够的锚杆施工空间,并且锚杆锚固区内的土层应有良好锚固性能;而双排桩支护结构由于桩距较小,所需场地面积较小,只需保证能够满足两排桩的距离即可;从施工复杂程度来说,桩锚支护结构中有许多钻孔、注浆、张拉锁定等工艺比较繁琐,对锚杆施工质量的要求也很高,而双排桩支护结构仅需进行桩和连梁的施工,难度较小;从经济性上看,桩锚支护结构因使用锚杆、施工机械等原因成本相对偏高,但由于双排桩使用的桩体量较大,在一些不适合锚杆施工的场地,它相对更具有经济优势^{[3][8]}。

5.3 适用场景总结

综合比较可知:双排桩支护结构适用于基坑开挖较深,支护位移控制较严,场地较为狭窄,无法使用桩锚支护结构及悬臂式支护结构等情况;土质条件较差(如软土),经合理的设计与施工方法也可以达到很好的效果;对于基坑周边环境复杂的,对建筑物或地下管线等有保护要求的深基坑工程,双排桩支护结构因较好地实现了基坑变形控制,具有较好的适用性^{[3][7]}。

6 双排桩支护结构发展趋势展望

6.1 与新技术结合

伴随着科技的发展,双排桩支护结构与新技术相结合有着广泛的应用前景,智能化监测技术的应用可实现

对双排桩支护结构施工和使用过程中变形、应力等情况的实时、精准掌握,以对支护结构的状态进行动态监测和预警,以便于及时调整施工方案,提高了施工安全性和可靠性^[9]。

6.2 优化设计方法

当前,虽然双排桩支护结构设计方法已有一定的成果,但是依然还存在很多问题,传统的计算方法都较复杂,忽视了很多诸如土一桩间的作用和结构各个构件间的协同工作等重要因素,无法准确地表示支护结构在实际工程条件下的力学表现,未来需要往精细数值模拟方向发展,在此基础上建立更加精确的数值模型,充分考虑各种实际情况因素,例如,考虑土体的非线性特点、地下水的影响等因素,以达到真实反映支护结构的受力及变形状态的目的。此外,还需要完善多因素耦合设计方法,结合桩型、桩距、桩长以及连梁刚度等多种因素之间的相互作用来综合考虑整体支护结构的最优方案,从而使得设计出的支护结构更加经济、安全^{[5][7]}。

6.3 应用范围拓展

双排桩支护结构在传统的深基坑工程当中已经得到了广泛的应用,在新的领域还有很大的发展空间,在超深基坑的范围内,随着城市地下空间向深层发展,对支护结构的要求更高,由于双排桩支护结构具备比较大的侧向刚度,如果将它进一步的进行优化和改造,那么就有可能在超深基坑里面发挥更大的作用;对于处于一些特殊地质条件下的一些地区来说,比如高寒地区或者是地震多发地区等地方,在这里双排桩支护结构也要充分考虑到当地的地质特点,并且还要研发出适用于这些特殊地质条件下的双排桩支护结构以及适用这些特殊地质条件下的施工工艺^[9]。

7 结论

7.1 研究成果总结

双排桩支护结构在深基坑工程研究上有突破,获重要成果。原理上,其通过前排桩、后排桩和连梁联动,抵抗多种作用力,确保力学稳定,增加整体刚度,桩间土也助力维持稳定。应用效果良好,设计施工得当,能在各种地质条件下控制基坑变形,保证安全,还适用于紧邻建筑、地下管线复杂等环境。针对施工难题,制定措施、

优化方案,提高质量效率;从多方面把控成本,降低造价,并做好对施工造成的周边环境问题的防治^{[1][2]}。

结束语

本文虽较全面阐述了双排桩支护结构在深基坑工程的应用,但仍存不足:复杂地层(如超深基坑、特殊地质)资料少,缺乏研究,对其长期稳定性和变形机理认识不足;与新技术(如智能化检测、新型材料)结合的研究虽已探索,但实际工程案例和详细研究较少。未来可加强复杂环境下受力机理等研究,加快与新技术融合,开展智能化监测应用研究,同时研究新型材料,提升性能和寿命,扩大应用范围,适应更复杂工程需求。

参考文献

- [1]张京;李大华;王鑫;张自光.双排桩在深基坑工程中的应用与分析[J].齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2021,37(4):76-84.
- [2]邱朗.深基坑双排桩支护结构设计研究[J].工程技术研究,2021,6(11):187-188.
- [3]卢仲鑫;耿鹏超.双排桩支护结构在紧邻建筑地下室深基坑工程中的应用[J].建筑施工,2023,45(10):1950-1952.
- [4]蒋宏鸣;刘春林.深基坑双排桩支护的设计与变形监测研究[J].岩土工程技术,2022,36(2):87-92.
- [5]欧孝奇;谭智杰;罗方正;江杰;梁亚华.设计参数对深基坑双排桩支护结构影响的数值分析[J].科学技术与工程,2021,21(7):2873-2878.
- [6]马乾天.深基坑双排桩支护结构的计算与应用[J].水利水电施工,2018,0(5):65-68.
- [7]丁小彬;施钰;刘叔灼.深基坑双排桩支护结构变形特性的颗粒流模拟研究[J].中华建设,2020,0(1):108-109.
- [8]马郎;徐光黎.深基坑双排桩支护结构计算方法及工程应用[J].人民长江,2012,43(10):20-23.
- [9]陈成.双排桩基坑支护发展研究[J].建材与装饰,2018,14(35):27-27.
- [10]黄春燕.深基坑双排桩支护结构抗震设计及工程应用[J].电力勘测设计,2018,30(7):4-9.
- [11]朱隆奇;马闯;安广强;杨冰颖;杨犇.双排长短桩前后排桩配比组合的支护效果[J].工程建设,2023,55(8):22-28.