

关于灌注桩结合三轴止水及内支撑的基坑围护设计研究

胡重宜

广东瑞东勘察基础工程有限公司, 广东 东莞 523808

[摘要]深基坑施工风险较大,在基坑支撑围护施工中,容易出现支撑体系失稳、基坑位移和变形及坍塌等现象,工程单位高度重视基坑围护方案设计,旨在提升深基坑施工效果,提升建筑工程结构的稳定性,基于此,文中重点就某围护工程(灌注桩结合三轴止水及内支撑的基坑围护)成功案例,展开深入的研究,通过对比分析总结,选取更为科学合理的基坑围护方案,保证工程施工建设质量。

[关键词]灌注桩;三轴止水;内支撑;基坑围护设计

DOI: 10.33142/aem.v3i7.4581

中图分类号: TU472.3

文献标识码: A

Study on Foundation Pit Retaining Design of Cast-in-place Pile Combined with Triaxial Water Stop and Internal Support

HU Chongyi

Luonan Borun Industrial Co., Ltd., Shangluo, Shaanxi, 726102, China

Abstract: The construction risk of deep foundation pit is high. In the construction of foundation pit support, it is easy to appear the instability of support system, foundation pit displacement, deformation and collapse. The engineering unit attaches great importance to the design of foundation pit support scheme, in order to improve the construction effect of deep foundation pit and the stability of building engineering structure. Based on this, this paper focuses on a certain support project (cast in place pile combined with triaxial water stop and internal support foundation pit support) successful cases, conduct in-depth research, and select a more scientific and reasonable foundation pit support scheme through comparative analysis and summary to ensure the construction quality of the project.

Keywords: cast in place pile; triaxial water stop; internal support; foundation pit retaining design

引言

基坑围护结构逐渐向着综合性方向发展,基于基坑开挖本身属于系统性工程,涉及工程地质和水文地质、周边环境等方面内容,需要大量的人力、物力、财力投入,因此,工程单位结合实际情况进行基坑围护专项设计,创造良好的基坑围护施工环境,推动施工计划落实和执行,保证施工进度,缩短工期同时,提升工程项目的经济效益。

1 工程概况

1.1 工程地质简介

某项目建设规模为地下室3层,地下结构高度15m,钢筋混凝土剪力墙结构,项目周边分布零星多层砖混结构民房。根据岩土勘察报告显示,场区位于河流冲积地貌,地势平缓,岩土层从上至下依次为:①素填土(Q_4),层厚0.50~1.40m,平均厚度0.90m,场区均有分布,灰褐色,松散,主要由粘性土组成,上部含较多植物根茎,局部含少量圆砾,土质不均匀,近期混乱堆填,未完成固结;②淤泥质粉质黏土(Q_4^{al+pl}):层厚0.90~6.30m,平均厚度约为3.51m,全场地均有分布,灰色,饱和,流塑状,含少量黑色腐植物及白色螺壳,具臭味,絮状结构,干强度中等,韧性中等,摇震反应一般,属高压缩性;③-1粉质黏土(Q_4^{al+pl}):层厚0.50~8.80m,平均厚度约为3.95m,全场地均有分布,很湿,灰色、黄灰色,可塑状态,物质成分主要包含粘粒、粉粒,无摇震反应,切面稍有光滑,干强度和韧性中等,属中压缩性土;③-2粉质黏土(Q_3^{al+pl})层厚4.40~14.20m,平均厚度约为10.04m,全场地均有分布,稍湿,灰黄色、褐黄色,硬塑状态,主要由粉粒和粘粒组成,局部含有少量的灰白色条带和铁锰质结核,无摇震反应,切面稍有光滑,干强度和韧性中等,属中压缩性土;④-1粉质黏土夹粉砂(Q_3^{al+pl}),层厚0.50~3.60m,平均厚度约为1.52m,场地部分地段有分布,褐灰色,饱和,主要包含粘粒和粉粒,黏性土为可塑状态,局部夹粉砂、少量云母片,属中压缩性;④-2粉砂(Q_3^{al+pl}),揭露层厚10.50~22.90m,未揭穿,全场地均有分布,灰色,饱和,稍密,主要成份为石英、云母、长石等,单粒结构,分选性较好,颗粒级配不良,局部含粘性土较多。

1.2 水文地质简介

(1) 地表水

拟建场地北距长江约 3.2 公里, 位于长江一级到二级阶地过度地段。该段勘察期间实测长江水位为 37.95m, 历史最高洪水水位 40.194m (1998、8、17), 枯水期一般为每年 10 月底至翌年 4 月初。本场区地面标高在 32.60~33.53m 之间, 低于长江最高洪水水位 6.664~7.594m, 由于三峡大坝建成投入能有效抵御洪峰, 同时又有荆江防洪大堤的保护, 本工程场地受洪水威胁小。

(2) 地下水类型、埋藏情况、水位及其变化

根据场地岩土层的分布及地下水的赋存条件, 第①层素填土为强透土层; 第②层淤泥质粉质黏土、第③-1 和③-2 层粉质黏土、第④-1 层粉质黏土夹粉砂为相对隔水层; ④-2 粉砂为强透土层。根据场地的地形地貌及岩土层空间分布情况分析, 场区内地下水类型主要为上层滞水和孔隙承压水, 上层滞水赋存于第①层素填土中, 勘察期间, 测得场区上层滞水稳定水位埋深在地表以下 0.20m~0.60m 之间, 相当于标高 32.30m~33.26m 之间, 主要由大气降水补给, 以蒸发形式排泄, 无统一水位, 水量较小; 孔隙承压水赋存于④-2 层粉砂中, 该层含水丰富, 勘察期间实测长江水位为 37.95m, 测得承压水位标高为 18.10~18.20m, 埋深 14.43~15.43m, 该类地下水与长江有很强水力联系, 主要由降雨和长江水补给, 向低地势的含水水体排泄, 与长江水互为补给关系, 枯水季节向长江方向排泄, 洪水季节亦接受长江的补给。

2 灌注桩施工方案设计

钻孔灌注桩是基坑围护施工中的重要支护形式, 当前广泛应用在基坑工程项目中, 加强对支护桩关键点的把握, 可优化施工工艺, 并根据相关验算结果分析, 控制施工偏差, 减少施工错误, 实现设计和实际施工的吻合度, 并起到环境保护的作用。基于本案例经验, 在基坑围护结构设计上, 可使用灌注桩技术, 此种围护形式, 具有相对成熟的工艺技术, 施工流程简单, 便于人员操作, 经济成本较低, 均衡了工程效益和社会效益及生态效益; 同时, 旋挖灌注桩施工速度快, 优势较比其他传统施工工艺更具优越性。

钻孔灌注桩的桩型穿透能力较强, 可保证桩体顺利进入到持力层, 与设计标高达到一致, 基于灌注桩的桩径较大, 具备较高的单桩水平承载力, 抗变形能力较强。钻孔灌注桩施工质量与水平承载力关系密切, 在实际设计施工中需要结合工程实际情况, 做好施工前的岩土勘察设计工作, 加强工程地质和水文地质资料收集和掌握, 并根据具体工况, 拟定施工方案和文明施工措施, 本案例勘察情况可知, 覆盖层较厚, 上部岩土层以粘性土为主, 土质状态较软弱, 因此, 在灌注桩施工设计方案中, 增加了护筒的长度, 将上部填土和软弱土隔离起来, 同时调整泥浆配比和多少, 保障孔壁稳定, 防止颈缩, 钻孔至设计深度后, 严格按照孔深、孔径和孔壁垂直度进行检查, 并做好清孔工作, 进而保证钻孔灌注桩成桩质量^[1]。由于旋挖机重量大, 对地基要求较高, 建议旋挖机行走和工作面地坪采用钢板铺设或砖渣铺填, 以保证旋挖机平稳运行和成孔质量。在清孔过程中, 使用平底刮砂专用的工具, 进行清渣, 确保满足孔底沉渣标准要求, 清孔后孔底沉渣厚度 < 50mm。

3 止水桩施工设计

结合工程地质和水文地质情况, 加强对止水桩的选型, 本案例存在上层滞水和孔隙承压水, 基坑开挖中宜存在积水, 对施工不利, 且上层滞水无规律, 水量不宜控制, 需设置止水帷幕, 将坑内与外部地下水联系断开, 因此, 工程单位进行止水帷幕施工设计, 拟采用水泥土搅拌桩施工机械设备辅助开展施工作业, 并严格控制最大施工深度, 保证止水桩端在粘性土内。三轴搅拌机施工过程中, 其中的两轴保持同向旋转进行喷浆操作, 保证土拌合效果; 其中的中轴逆向高压喷气, 在孔内与水泥土充分的翻搅和拌合, 同时, 中轴高压喷出的气体在孔内与水泥土充分的搅拌, 并在中轴逆向翻转作用下, 保证了土体拌合的均匀性, 能够提升成桩质量, 起到稳定加固的作用^[3]。本项目中对双轴水泥土搅拌桩止水效果与三轴水泥土搅拌桩止水效果进行对比分析, 发现三轴搅拌机施工效率更高, 可缩短工期, 提高止水桩垂直度, 保证止水桩有效搭接, 提高桩体搅拌均匀性, 提高施工效率。基于上述施工设计对比分析, 同类型工程更加倾向于使用三轴水泥土搅拌桩止水方式。

4 混凝土内支撑施工设计

钢筋混凝土支撑施工, 在深基坑施工支护施工中广泛应用, 在钢筋混凝土支撑力作用下, 大大提高了整个平面结构的整体刚度, 有效控制了基坑围护体顶部位移情况, 有利于保护周边的施工环境, 灵活程度更高, 在基坑围护施工中, 内支撑受基坑形状影响较大, 可根据基坑具体规模和形状采用不同内撑方式, 实现基坑分块协同施工作业。同时,

在钢筋混凝土支撑作用下，预留出了较大的出土空间，为后续土方开挖施工作业提供了便利条件，促使工程项目在预期施工工期内完工建设。

钢筋混凝土支撑结构刚度大，整体性能好，在基坑围护施工作业中常用的支撑布设形式有圆环支撑、对撑及角撑的布置方式，因此，在本环节方案设计上，要具体结合施工实际情况选择钢筋混凝土内支撑设计方式。

4.1 圆环支撑设计

圆环支撑设计中，由于受角处形状差异及转角处两边长度不同等相关因素的影响，降低了基坑支撑稳定性能，此种施工工艺方式，更适用于基坑形状近似正方形或面积较小的基坑施工中。

4.2 对撑及角撑设计

对撑和角撑结合方式，展现了支撑体系较好的受力情况，各个结构之间的支撑力相对均匀，一定程度上缩短了施工及土方分块开挖施工工期，保证了施工作业效果，在本工程项目施工中，在基坑内支撑设计方案上，采用了对撑和角撑结合的方式搭建桁架，进一步扩大了支撑面积，增加了出土空间，加快推进了土方出土速度，保证基坑围护施工品质。较比传统的土钉墙支护方式，内支撑受周边建构筑物影响小，在止水帷幕前提下受地下水影响较小，且控制变形更好。

就工程项目施工实际情况看，混凝土内支撑设计方案更符合本案例实际情况，考虑了基坑边长因素，结合边长特点，设置施工栈桥，并使用对撑和角撑结合的钢筋混凝土支撑系统开展施工作业，进而为施工提供便利条件，控制施工造价，提升项目的经济效益。与其他内支撑设计方案比较，混凝土内支撑方式经济效果显著，能够均衡项目的经济效益和社会效益。基于此，在具体的工程项目设计中，需要制定多种设计方案进行对比研究，考虑项目的综合效益，遴选最佳的设计方案，实现经济效益最大化目标。

5 基坑排水施工设计

岩土工程基坑围护设计过程中，重点考虑地下水对基坑开挖的影响，本案例基坑分层开挖可采取坑底集水明排、坑顶截水等方式，保证地下水位于坑底开挖面下不少于 0.50m，顺利推进土方开挖工作；同时考虑到悬臂式止水帷幕不能完全隔绝地下水与坑内联系，建议冬春季施工；若洪水季节遇地下承压水压力超过基坑底土自重时情况，可采用坑内深挖集水井抽排或井点降水措施，待开挖到地下室底板时采用速凝砼封底止水，也可采用坑底注浆搅拌桩措施将坑底面与承压含水层顶面间的粘性土固结硬化隔水，必要时也可采用管井降水。

6 基坑开挖设计

基坑工程开挖过程中，由于土方开挖，坑内水位下降，坑内土体释放后，土体容易出现应力不平衡的情况，进而需要对周边土体应力进行调整，设计方案中，重点对土体应力进行计算分析，确保达到应力平衡的状态，为避免基坑围护施工对周边环境产生不利的影 响，加强对基坑变形的控制和设计；在基坑开挖过程中，要遵循土体时空效应规律，按照分块开挖的方式，按照施工设计方案开挖，遵循分段分层开挖和分小段分层开挖的方式，实行先支撑后挖的方式，避免出现超挖现象，并在规定的时限内，做好开挖工作和施工支撑工作，并按照规定的时间开展底板钢筋混凝土作业，严格控制裸露土在空气中的暴露时间。同时，加强施工监测设计，掌握支护结构以及基坑周边土体位移情况和应力变化情况，密切监测坑内地下水位变化情况，工程单位需要基坑周边布设监测点，做好信息化施工作业，最大程度上提升基坑施工质量，保证施工安全性。

在基坑开挖中的深层承压水问题，工程单位科学设计基坑的开挖深度，保证开挖面以上的土层重量符合施工设计标准，结合施工实践经验看，当基坑开挖至基底时，基坑开挖面以下至承压水层顶的覆盖土自重压力 > 承压水水头压力时，无需进行降水处理，若洪水季节遇地下承压水压力超过基坑底土自重时，应采取相关措施，保证坑内安全稳定情况方可施工。最后根据地下结构完成情况分层均衡回填密实，宜采用隔水性能较好的粘性土。

7 结论

综上所述，在深厚软弱土和地下水丰富的基坑支护工程中，采用灌注桩结合三轴止水及内支撑措施较适宜，应因地制宜科学进行勘察设计施工作业，提高钻灌注桩结合三轴止水帷幕及内支撑施工质量，保证基坑围护效果，满足基坑开挖作业要求，保护周边环境，同时做好施工监测及预警工作，力争优质高效的完成深基坑支护工程。

[参考文献]

- [1]姚萍,赵升峰,章新.灌注桩结合三轴止水及内支撑的基坑围护设计[J].岩土工程技术,2012,26(4):173-176.
- [2]周京.基坑围护结构设计与围护桩施工要求[J].住宅与房地产,2021(12):115-116.
- [3]王慧峰.环形内支撑的深基坑工程设计与施工探究[J].中国建筑金属结构,2021(4):132-134.

作者简介：胡重宜（1989.10-），男，汉，湖北省宜昌市人，本科，中级工程师，岩土工程。