

排桩内支撑基坑典型失稳原因及处理对策分析

虞利军, 王 茸, 陈敏军

(浙江省岩土基础公司, 浙江 宁波 315040)

摘要:排桩内支撑支护结构是软土地区建筑工程中常用的一种基坑支护结构型式。从设计和施工 2 方面对影响排桩内支撑支护结构稳定的因素进行了分析,并结合某基坑工程破坏实例,对排桩内支撑支护结构典型失稳原因进行了分析探讨,提出了处理对策。开挖结果表明处理措施安全有效。

关键词:深基坑;排桩内支撑支护;基坑失稳;基坑加固

中图分类号:TU476 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)06-0077-03

Analysis on Typical Instability Causes in Row Piles Internal Bracing System and Treatment Countermeasures/YU Li-jun, WANG Rong, CHEN Min-jun (Zhejiang Geotechnical & Foundation Company, Ningbo Zhejiang 315040, China)

Abstract: The row piles internal bracing system is commonly used in soft-soil area for foundation excavation retaining and protection. This paper analyzes the key factors in the design and construction, which affect the stability of this system. And based on a failure case of foundation pit engineering, the typical instability causes in row piles internal bracing are discussed with treatment countermeasures put forward. The excavation results show that the treatment is effective and safe.

Key words: deep foundation pit; row piles internal bracing system; instability of foundation pit; reinforcement of foundation pit

0 引言

在软土地区,排桩内支撑支护结构^[1-3]是常用的一种基坑开挖支护结构,该支护方式技术成熟,可以有效地控制变形。桩型可根据实际情况采用钻孔灌注桩、沉管灌注桩、SMW 工法桩等。内支撑可采用现浇钢筋砼支撑、型钢(钢管)支撑。

该种支护结构一般较安全可靠,但如果设计、施工过程中某环节出现不当,易导致基坑发生严重变形甚至失稳。本文结合浙江宁波某基坑工程实例,分析探讨排桩内支撑支护结构的典型失稳原因,并提出处理对策,供同行参考。

1 影响排桩内支撑支护结构稳定的因素

排桩内支撑支护结构主要由排桩和支撑体系 2 部分组成,影响其稳定性的主要因素有以下 2 个方面。

1.1 设计因素

排桩内支撑支护结构设计包含 2 部分,支护桩设计和支撑体系设计,在设计中常出现的问题包括:

(1) 支护桩桩长不足,桩径及配筋偏小,导致支护桩不能承受较大的土压力而产生踢脚、断桩等问题,从而引起支护体系破坏;

(2) 支撑梁截面偏小,配筋不足,导致支撑梁开裂甚至断裂,从而引起支撑与支护桩不能共同工作,

影响整个支护体系的稳定。

1.2 施工因素

在排桩内支撑支护结构施工过程中,由于施工单位未按照设计要求施工,导致支护结构失稳、破坏的事故时有发生,主要表现在以下几个方面:

(1) 支护桩长度未按照设计要求施工,灌注桩充盈度不足,钢筋笼长度不足,下放不到位,导致支护桩有效桩长不足,从而不能保证支护桩的有效嵌固深度;

(2) 支护桩主筋配筋减少,灌注砼标号降低,导致支护桩强度、刚度不足,抵抗变形的能力较差;

(3) 支撑梁配筋不足,钢筋焊接质量差,或锚固长度未按设计要求及有关规范施工。

以上从设计、施工角度出发,分析了影响排桩内支撑支护结构稳定性的因素。除此之外,坑边荷载、基坑挖土出土方向、地下水、地质条件等也是影响支护体系安全性的因素。

2 排桩内支撑支护结构典型失稳原因分析

2.1 工程概况

浙江宁波某工程为商住楼,设有一座单层地下车库,基坑平面总体呈矩形,长 126 m,宽 74 m。基坑设计挖深计算至地梁垫层底,挖深为 5.30~6.70 m。

收稿日期:2014-02-13

作者简介:虞利军(1973-),男(汉族),浙江义乌人,浙江省岩土基础公司副总工程师、高级工程师,岩土工程专业,硕士,从事岩土工程设计、施工方面的工作,浙江省宁波市江东区宁穿路 448 弄 16 号,lijun0574@163.com。

场地地貌属滨海淤积平原,地质条件差。基坑开挖影响范围内地层结构见图1,土层物理力学参数见表1。

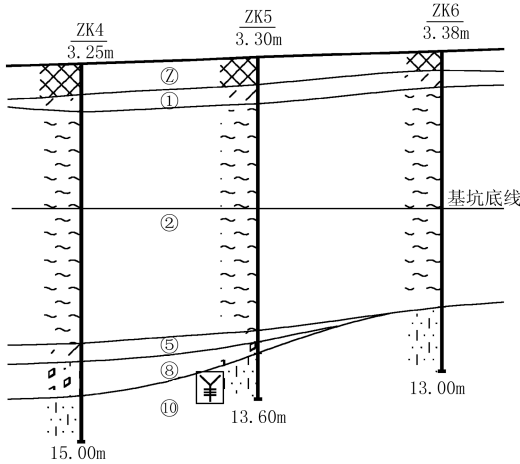


图1 工程地质剖面图

表1 土层物理力学参数表

| 层号 | 岩土名称 | 层厚 /m | 重度 /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$) | 抗剪强度指标 | |
|----|--------|----------|--|----------------|----------------------|
| | | | | c/kPa | $\varphi/(\text{°})$ |
| ② | 杂填土 | 0.3~1.5 | 18.0* | 5.0* | 15.0* |
| ① | 粉质粘土 | 0.5~3.2 | 18.1 | 25.6 | 13.6 |
| ② | 淤泥 | 1.1~16.0 | 16.4 | 11.9 | 7.0 |
| ⑤ | 粉质粘土 | 1.3~5.5 | 18.8 | 32.3 | 19.7 |
| ⑧ | 含粘性土角砾 | 0.8~19.8 | 20.0* | 10.0* | 25.0* |
| ⑩ | 强风化凝灰岩 | 0.3~2.1 | 23.0* | 20.0* | 40.0* |

注:(1)带*的为经验值;(2)抗剪强度指标取用直剪固快峰值标准值的80%^[4]。

2.2 支护设计方案

支护型式采用钻孔灌注桩加一道现浇钢筋砼水平内支撑支护结构^[5,6],支护桩外侧辅以水泥搅拌桩挡土止水,基坑支护平面布置见图2。

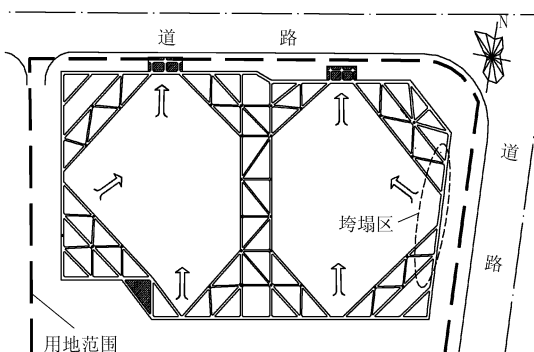


图2 基坑平面布置图

(1) 支护桩选用 $\text{Ø}600@900$ 、 $\text{Ø}650@900$ 和 $\text{Ø}700@1000$ 三种桩型,桩身砼强度 C25。典型剖面支护桩采用 $\text{Ø}700@1000$ 钻孔灌注桩,有效桩长 12 m(由于下部地层起伏较大,支护桩有效桩长采用双指标控制,即有效桩长满足设计桩长并同时要求进

入⑧层土以下深度 $<1.5\text{ m}$)。

(2) 支撑体系采用角撑结合双臂对撑的平面布置形式。支撑梁砼强度 C30。冠梁尺寸 $900\text{ mm}\times 600\text{ mm}$,主支撑尺寸 $700\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 。

(3) 支护桩外侧采用 $\text{Ø}600@1000$ 水泥搅拌桩作止水帷幕,桩长至基坑底以下 3.5 m。

2.3 基坑破坏过程

施工单位进场施工后,基坑挖土至底板底时,监测数据反应,前一日上午 10 时深层土体位移较一天前突增 30 mm,累计位移量达到 90 mm,施工单位未及时采取加固措施,当日凌晨东侧开挖部位发生突发性严重垮塌,支护桩上部往坑内位移达 1.5 m,环梁与支撑梁连接处,梁完全断裂并错位,坑内土体严重隆起,基坑外侧相邻道路慢车道下土体塌空,迫使道路临时封闭。基坑垮塌现场见图3。



图3 基坑垮塌现场照片

2.4 失稳原因分析

基坑倒塌后,相关部门马上召开处理会议,检查相关的施工记录,调查事故原因。经调查,发现工程施工质量存在较多问题,主要表现在支护桩桩长不符合设计要求。实际施工桩长 10.1~11.5 m,嵌固深度仅为开挖深度的 0.87~1.09 倍,桩端仅位于淤泥与粉质粘土交界处。由于嵌固深度严重不足,造成支护体系被动区土压力不能平衡主动土压力,支护桩产生严重踢脚变形,并令支撑体系发生扭曲、剪切破坏,最后导致基坑严重坍塌。

3 处理对策及效果

3.1 处理对策

根据失稳原因,结合现场实际情况,拟定了如下加固方案(典型加固剖面见图4)。

(1) 对垮塌区桩后一定范围内进行卸土,并采用 6 m 长木桩对人行道塌陷边坡坡脚进行加固,并在塌空区采用 C20 素砼进行回填,以防垮塌范围

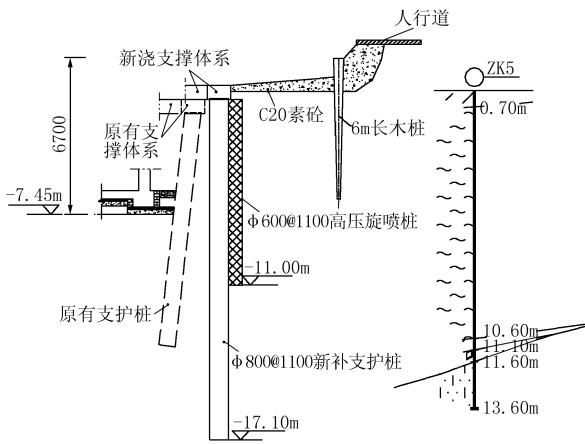
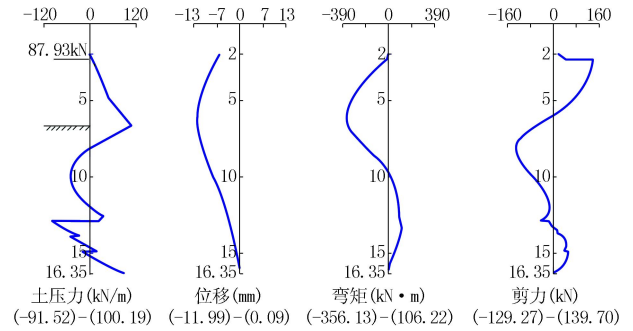


图4 基坑典型加固剖面

图5 弹性地基梁模型计算结果
(开挖6.70 m)

进一步扩大。

(2)对垮塌段及附近区域进行地质补勘,加密勘察孔,探明相关地层的埋深情况,为后续设计、施工提供准确的地质依据。

(3)在垮塌段原有支护桩外侧增补 $\Phi 800@1100$ 冲击成孔灌注桩,要求支护桩全断面嵌固进入强风化岩层深度 ≤ 1.5 m(补勘资料表明局部含粘性土角砾层较薄或者缺失,要求支护桩进入强风化岩,若强风化岩层缺失,要求支护桩全断面嵌固进入中风化岩层深度 ≤ 1 m),且新增补桩桩顶标高抬升至原冠梁顶标高。

(4)为保证需保留的相邻两侧支护结构不因凿除已破坏的支护桩、支撑梁而受影响,原有支护桩与支撑体系暂保持原状,新浇筑支撑体系底标高同原支撑顶标高。

(5)基坑外侧设 $\Phi 600@1100$ 高压旋喷桩止水帷幕,水泥掺入量不少于土重的20%。

(6)基坑挖到设计标高后,迅速在靠近围护桩边10 m范围内满铺30 cm厚C20砼垫层,并要求采用砂袋反压。并分段分区域进行底板、基础施工,分段距离 ≥ 10 m。

3.2 加固验算

验算用地层厚度参照补勘后查明的地质剖面。淤泥土的灵敏度一般在3~4之间,甚至可达8~9^[7],垮塌段及附近影响区域土体被严重扰动后,土性变差,重新设计计算时,土体的抗剪强度指标按原值60%取用。

为检验加固后支护结构的可靠性,采用弹性地基梁模型进行验算,计算结果详见图5。

根据计算结果分析,经加固后,支护体系受力可靠、体系稳定。

3.3 加固效果

支护结构补强后,在基坑外侧重新设置了位移监测孔。后续开挖期间桩顶水平位移的监测数据与计算的顶部位移基本吻合,桩顶没有产生过大水平位移。深层土体位移^[8]累计最大为15.71 mm,桩间土护壁面层表面未有异常裂纹出现,支撑体系未发生明显开裂,基坑周边地表沉降仅1.2 cm,表明加固措施合理有效。

4 结论

(1)从该基坑倒塌破坏原因分析,支护桩桩身并未发生断裂,说明桩身强度满足设计规范要求。事故原因主要是施工桩长过短,造成支护桩嵌固深度不足,支护桩踢脚后导致基坑垮塌破坏。

(2)软土地区,由于土的物理力学性质较差,当采用排桩内支撑支护结构时,支护桩桩长务必要严格按照规范设计,嵌固深度一般需达到基坑开挖深度的1.5~2倍;如有较好的地层,嵌固深度可适当减短。

(3)对已变形较大的支护体系,务必加强重视,一旦发生险情,及时采取补救措施。对已破坏尚且需要加固处理的工程,应查明原因,根据破坏原因有针对性地进行加固补强,在保证安全的前提下,从施工难易程度、造价、工期等方面综合考虑加固措施。

参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] GB 50010-2001,混凝土结构设计规范[S].
- [3] DB 33/1008-2000,建筑基坑支护技术规程[S].
- [4] 高大钊.岩土工程勘察与设计[M].北京:人民交通出版社,2010.567.
- [5] 夏明耀,曾进伦.地下工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.273-274.
- [6] 龚晓南,等.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.275-285.
- [7] 编委会.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [8] GB 50497-2009,建筑基坑工程监测技术规范[S].