

武汉某市政通道基坑工程事故险情分析处理与经验教训

唐传政¹, 彭晓秋², 王 越¹

(1. 武汉市市政工程质量监督站, 湖北 武汉 430015; 2. 武汉市建设工程设计审查办公室, 湖北 武汉 430015)

摘 要: 结合武汉市某市政通道工程所发生基坑险情的原因分析和处理情况, 总结了经验教训, 探讨了老黏性土地区基坑施工应注意的问题, 对类似基坑工程具有指导意义。

关键词: 事故险情; 分析处理; 经验教训; 基坑工程

中图分类号: TU473 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 4548(2012)S0 - 0735 - 04

作者简介: 唐传政(1966 -), 男, 安徽池州人, 教授级高级工程师, 注册岩土工程师, 长期从事岩土工程和市政工程施工技术管理研究工作。E-mail: tangcz@whjs.gov.cn。

Experience and lessons from analysis and treatment of accident risk of excavation of a municipal road in Wuhan

TANG Chuan-zheng¹, PENG Xiao-qi², WANG Yue¹

(1. Wuhan Municipal Engineering Quality Supervision Station, Wuhan 430015, China; 2. Wuhan Bureau of Civil Engineering Design

Examination, Wuhan 430015, China)

Abstract: Combined with a municipal project in Wuhan, the cause analysis and treatment of accident risk of excavation are discussed. The experience and lessons are summarized. Some aspects for construction of excavations in old clayey soils, are investigated. It will provide reference for similar projects.

Key words: accident risk; analysis and treatment; experience and lessons; excavation engineering

0 引 言

近年来, 随着中国城市建设的发展, 地铁、轻轨、泵站、地下通道、广场等地下空间的建设越来越多, 同时也涌现了大量基坑工程。这些基坑工程具有难度大、工期长、深度大、费用高及对周围环境影响大等问题, 因此, 基坑工程施工过程中, 必须确保安全。然而基坑工程事故或险情时有发生, 给市政工程建设及周围邻构筑物、建筑物和地下管线造成了较大影响。本文结合武汉市某市政通道工程所发生的基坑险情分析和处理情况, 总结了经验和教训, 探讨了老黏性土地区基坑施工中应注意的问题, 对类似基坑工程具有指导意义。

1 工程概况

武汉市某市政通道工程为二环线工程的一部分, 位于某广场附近, 全长 1326 m, 于 2010 年 10 月开工, 主通道支护桩及土方已全部完成, 部分通道主体结构工程也已完成, 仅剩某南路段 5 节通道底板及 15 节顶板未完工。

1.1 工程地质情况

本工程位于三级阶地。地面填土厚 1~4 m, 填土下局部存在厚约 1.4 m 的淤泥层; 以下为可塑状一般黏性土和老黏性土, 基坑底以下为圆砾层和基岩(强风化泥岩)。与基坑有关的土层主要指标如表 1。

表 1 与基坑有关的土层主要指标表

Table 1 Main indexes of soils

土层名称	重度 γ (kN/m ³)	黏聚力 c /kPa	内摩擦角 φ /(°)
杂填土	18.5	5	15
淤泥	18.0	10	4
粉质黏土	19.1	20	12
粉质黏土	19.5	45	15
圆砾	20.0	5	35

1.2 周边环境情况

周边环境复杂。基坑西侧有新建未投入使用的 DN1500 雨水、DN400 污水管道, 距基坑仅 2~3 m; 距基坑 2 m 有一幢财经专科学校值班房。基坑东侧距基坑仅 2~3 m 有 110 kV 电力管群。横穿基坑断面有 110 kV 电力管群、DN200 自来水管及 DN160 煤气管。

1.3 原基坑支护结构设计

本工程开挖范围内地面标高起伏较大(20~28 m),高差达8 m。基坑最大开挖深度14 m,局部达16.5 m,基坑垮塌段开挖深度12 m。基坑采用钻孔灌注桩排加内支撑支护。钻孔灌注桩桩径 $\phi 800$ mm,间距1300 mm。锁口梁顶面位于地面下2.40 m,第一层内支撑设置于锁口梁上,支撑底面比地下室一层楼板顶面高30 cm;第2层内支撑顶面位于地面下5.95 m。立柱位于基坑底面以下为 $\phi 900$ mm钻孔灌注桩,其上为550 mm \times 550 mm角钢焊接立柱,钢立柱埋入钻孔桩内长度为4.0 m。

2 险情经过

2012年2月20日晚8时许,某通道工程杨园南路以北支护桩外侧(通道第16、17节处)出现裂缝扩大迹象,至9时40分出现险情,垮塌范围通道西侧长约25 m,宽约10 m。现场虽未造成人员伤亡,但造成了4个方面的不良后果:①横穿基坑的DN200自来水管断裂,影响财专学校供水;②横穿基坑的110 kV高压管群垮塌,电力供电正常,但供电信号传输中断;③横穿基坑的DN160煤气管存在隐患,为确保安全,暂停气,影响梨园医院的供气;④道路西侧新建未投入使用的DN1500雨水、DN400污水管道及财专值班房约20平方米整体垮塌至基坑内。基坑垮塌形状及范围见图1。



图1 基坑垮塌形状及范围

Fig. 1 Collapse shape and scope of excavation

3 主要原因分析

本基坑工程施工险情发生后,组织了多次专家咨询,对事故险情发生的主要原因进行了分析,除建设单位和施工单位安全质量意识淡薄、现场组织管理不力外,主要从工程地质条件、设计变更、施工管理不到位等方面进行了分析。主要原因分析如下:

(1)对复杂的地层和地下管线调查重视程度不够

基坑坍塌段地质条件复杂,坑壁存在较厚的杂填土及软土;且基坑两侧地下管线复杂,在基坑施工中没有完全调查清楚地下管线情况。险情发生后发现有一废弃管道,且管道内有不明水源。

(2)对武汉地区老黏性土的性质了解不够

基坑坍塌段坑底为老黏性土,事故发生前遇到强降雨,而老黏性土裂隙较发育,天然状态下强度高,但是开挖暴露后,其裂隙张开,由于应力释放和管网破损的渗水、生活用水以及其它来源的地表水和大气降水等迅速浸入裂隙中,使裂隙急剧扩大,土的整体性质急剧破坏,使得土体强度急剧降低^[1]。地下水以及废弃管道内大量水流浸泡土层,加大了主动土压力。

(3)没有按通过论证的基坑设计图纸进行严格施工

基坑西侧第1层内支撑及第2层内支撑在长约20 m的范围内没有严格按照通过论证的设计图纸及时加设支撑,属于严重超挖,造成12 m基坑实际悬臂的情况,严重违背了先撑后挖的原则及设计要求。经计算,该悬臂段稳定性安全系数只有0.78。

(4)施工单位与设计单位沟通不够

基坑坍塌范围内有一组高压电缆等管群横穿基坑,导致基坑东、西两侧支护桩无法实施,各缺失4根,从而影响了支护结构受力状态,影响整体稳定性。然而出现与设计工况不相符时,没有及时进行设计变更。从而导致支护桩不连续,整体稳定性受到影响。

(5)没有真正做到信息化施工

该段基坑支护结构无测斜等变形监测内容,基坑滑移前,没有这方面反映基坑不同深度内水平位移监测资料,没有真正做到信息化施工。施工单位虽然进行了监测,在事故段附近的监测点监测值反映该附近地段位移较大,超过了报警值,但是没有引起重视,没有及时架设支撑,还一味地抢工期,进行土方开挖,从而最终导致基坑失稳垮塌。

4 险情加固

4.1 西侧塌方段处理

(1)沿西侧塌方滑动面自上而下清除已塌方的松软土方,并进行喷锚支护,第一层锚杆距地面约3 m左右,水平间距1.5 m,锚杆长10 m,倾角15°内置 $\phi 28$ 钢筋一根,以下三层锚杆长度分别为12 m、12 m、10 m。土体稳定后再在坡脚折断的支护桩处设一道宽2 m、高2~3 m的砼挡墙,挡墙与东侧支护桩间增设一道水平钢管内支撑。砼挡墙的施工顺序自南向北分段开挖施工。基坑垮塌处理方案见图2。

(2) 南端垂直基坑补打一排钢板桩, 保护原来已施工的钢板桩处的被动土体, 补打钢板桩与已打钢板桩采用型钢拉结。

(3) 北端边坡采用土(砂)袋堆码, 必要时加设锚杆。

(4) 在邻近坍塌段的南北侧加密基坑顶部第一道钢管支撑, 防止坍塌段扩展。

(5) 悬吊横跨基坑高压电缆。在西侧冠梁上固定两捆 40 工字钢, 并安装型钢斜撑作悬吊电缆主梁的西侧支点, 工字钢挑出长度应根据电缆位置确定并留有余地。悬吊电缆的主梁可运用现有桁架或钢管内支撑, 在主梁两侧应搭设钢管脚承架, 便于施工操作。

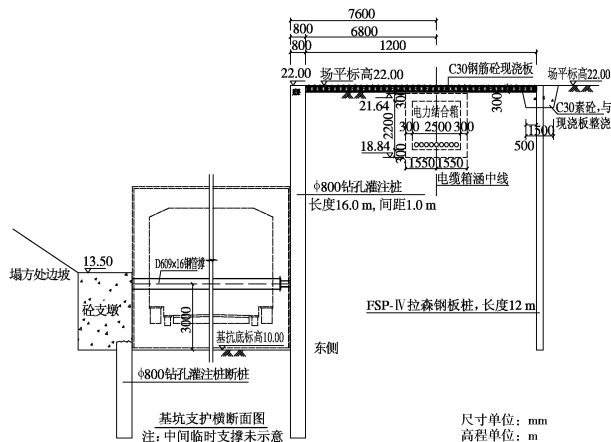


图 2 基坑坍塌处理断面

Fig. 2 Collapse section of excavation

4.2 东侧险情段

(1) 东侧电缆处基坑支护桩缺失段, 在基坑外侧打钢板桩围护已塌方的沟槽, 沟槽内填土面应采用砼硬化并预留集水井, 防止坑外水流入基坑。

(2) 支护结构上部拉杆改为整浇钢筋砼板, 连接冠梁及后排拉森钢板桩, 钢筋砼板厚 300 mm, 沿后排钢板桩顶设一道纵向连续的砼锚锭。

5 实施效果

根据加固设计方案进行施工, 目前已经施工了基坑结构底板, 实施效果很好。基坑坍塌处理实施效果见图 3。



图 3 基坑坍塌处理实施效果

Fig. 3 Effect of collapse treatment of excavation

6 经验教训

本基坑由于局部垮塌, 造成通道通车延期 2 个月, 给社会造成了不良影响。通过本基坑工程垮塌事故, 总结出以下 6 点经验教训。

(1) 详细调查基坑周边环境条件。对基坑周边环境条件一定要调查清楚, 尤其是周边建筑物结构、基础类型和埋深, 地下管线的分布、埋深, 道路及地下障碍的形状等。调查有无电缆沟、管道沟、旧的甚至已被废弃的排水管道以及上下水管道。周边环境调查对于基坑工程很重要, 环境调查的详细与否直接关系到基坑工程的安全^[2]。

(2) 重视水对基坑的危害。对于基坑边坡失稳, 绝大多数与水直接或间接有关, 尤其是老黏性土基坑。多数老黏性土场地上都覆盖有人工填土或第四纪全新世(Q₄)的堆积物, 它们多是含水的。这些含水层的补给来源十分复杂, 除大气降水外, 对城市居住来说, 管网破损的渗水、居民生活污水、其他来源的地表水等等都是补给源, 使它们长年处于饱水状态, 使下伏老黏性土接触面上的土含水率增高, 物理—力学性质恶化。更重要的是在基坑开挖后, 老黏性土被暴露, 裂隙张开, 这些水迅速浸入裂隙中, 使裂隙急剧扩大。土的整体性急剧破坏, 土的强度急剧降低。

(3) 严格按照设计方案组织基坑施工。基坑施工是否严格按照设计方案实施是基坑成败的关键。基坑施工必须严格按照设计和规范要求进行, 对于有支撑系统的基坑工程, 土方开挖过程中要认真组织和协调, 处理好挖土与内支撑之间的关系, 一定要坚持“先撑后挖、分层开挖”的原则, 严禁超挖。同时, 支撑的时间要及时、空间要对称; 施工中还要高度重视内支撑节点的施工质量, 与围檩要密贴、正交。

(4) 信息化施工是基坑工程顺利进行的保证。信息化施工是基坑工程施工的一个重要原则, 用信息法进行设计施工是基坑问题的关键问题, 按设计进行施工, 在施工过程中不断观测获得各种相关信息, 对设计进行调整修改, 再按新的设计进行施工, 以此循环往复直至工程的完成。设计人员应根据基坑工程的具体情况出现场监测的要求, 包括监测项目、测点布置、监测精度、监测次数和变形报警值等。

(5) 正确处理好设计与施工、监理和监测的关系。由于基坑工程属岩土工程, 是一个技术性很强、不确定性因素很多、风险很大的系统工程。一个好的设计方案, 如果施工单位组织不力, 施工管理不严, 监理工作不到位, 也会造成基坑事故。施工中遇到与设计工况不相符时, 要及时进行设计变更, 必要时组织专

家进行论证。施工监测一定要到位,尤其是一级基坑,对周边环境影响严重的基坑,如遇暴雨期间一定要加密观测,监测数据及时反馈给设计单位,信息能及时反馈不仅可以提前预告异常情况的发生,也可以为正常施工提供信息保护。

(6) 充分发挥专家在事故分析处理中作用。在基坑事故处理中要充分发挥专家作用基坑事故发生后,首要的处理对策是反压回填,防止事故影响的进一步扩大。然后进行原因分析,提出有针对性的加固方案。同时,要发挥专家作用,依靠专家的技术力量,对事故抢险、原因分析、加固方案的论证进行全过程的技术把关,确保抢险和事故处理工作落实到实处。该工程先后组织 8 次专家咨询会,为事故险情处理进行技术支撑,很好地发挥了专家作用。

参考文献:

- [1] 唐传政. 武汉地区老黏性土基坑工程事故分析与处理对策[C]// 第八次全国岩石力学与工程学术大会论文集. 北京: 科学出版社, 2004. (TANG Chuan-zheng. Failure analysis and Improving methods for the deep foundation engineering excavated in old clay in Wuhan region[C]// Proceedings of the eighth national symposium of rock mechanics and engineering. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese))
- [2] 唐传政, 熊秋梅. 浅议武汉地区地下空间建设中的施工技术问题[C]// 中国城市地下空间开发高峰论坛论文集. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2011. (TANG Chuan-zheng, XIONG Qiu-mei. Discussion on construction of technical problems in construction of underground space in Wuhan region[C]// Proceedings of the Summit Forum on urban underground space development in China. Wuhan: Wuhan University of Technology Press. 2011. (in Chinese))

(本文责编 孙振远)