

紧邻既有建筑深基坑工程的常见 安全问题分析及控制要点

宋福渊 胡贺祥 郭 恒

(中国建筑股份有限公司技术中心,北京 101300)

【摘要】 对紧邻既有建筑深基坑工程常见安全问题进行了全面而深入地分析,并提出了深基坑支护施工中的安全控制要点,为类似基坑工程的安全和顺利实施提供了解决思路。

【关键词】 紧邻;既有建筑;深基坑;安全

【中图分类号】 TU 942

【文献标识码】 A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2014.06.001

The Common Security and Control Key Point of Deep Foundation Pit Proximate to Existing Buildings

Song Fuyuan Hu Hexiang Guo Heng

(China Station Construction Engineering Corporation Limited Technical Center, Beijing 101300, China)

【Abstract】 The text carries out comprehensive and in-depth analysis on the common security problems of deep foundation pit construction neighboring to the existing buildings, puts forward the deep foundation pit's safety control points during construction, provides a solution for the safety and smooth implementation of similar foundation pit engineering.

【Key words】 proximate; existing buildings; deep foundation pit; security

0 引言

随着城市建设的快速发展,毗邻既有建筑基坑工程数量越来越多。由于毗邻既有建筑的影响和地下环境的复杂性,加之很多岩土设计技术人员对毗邻既有建筑的深基坑支护作用机理不甚清晰及缺少类似的基坑支护工程经验,因此频繁引发一些基坑工程设计和施工的问题或事故。为减少此类基坑工程事故的发生,本文对紧邻既有建筑深基坑工程的常见安全问题进行了归类分析,并提出了针对性的控制措施。

1 紧邻既有建筑深基坑常见安全问题分析

根据紧邻既有建筑深基坑工程问题或事故发生的原因,此类深基坑常见的问题和事故主要存在如下几个方面:

1)既有建筑的基础型式及埋深对拟建建筑基坑边坡的影响

既有建筑的基础型式主要有无筋扩展基础、柱下钢筋混凝土独立基础、墙下钢筋混凝土条形基础、柱下条形基础、高层建筑筏形基础、桩基础等。相对

来说,无筋扩展基础、柱下钢筋混凝土独立基础对基坑边坡的安全最不利,墙下钢筋混凝土条形基础、柱下条形基础则次之。这些类型的基础对边坡变形非常敏感,稍大的变形则有可能危及到既有建筑的安全和稳定。

既有建筑的基础埋深及其与拟建建筑基坑的相对深度是影响拟建建筑基坑支护方案的非常重要的两个因素。既有建筑的基础埋深包括:无地下室、一层地下室、二层地下室、三层地下室、四层地下室,等等。对于拟建建筑,现基础埋深多为三层以下地下室,二层地下室以上深度的已愈来愈少。从拟建建筑基坑支护的设计和施工角度看,对于槽深小于既有建筑基坑的拟建基坑,基坑边坡后的土压力较小,既有建筑结构对基坑边坡产生的侧压力几乎为零,从侧压力的角度看,边坡是趋于安全的。但从另一个角度看,由于既有建筑基础埋置相对较深,则在基坑边坡支护设计和施工时,由于有限土体宽度较小,土钉和锚杆的设置受到了很大限制,边坡支护选型受限,坡顶水平位移较难控制,边坡安全较难保证。

对于槽深大于既有建筑基坑的拟建基坑,因既有建筑结构对基坑边坡产生的侧压力较大,故基坑边坡后的土压力很大,从侧压力的角度看,边坡是趋于不安全的。但从另一个角度看,由于既有建筑基础埋置相对较浅,则在基坑边坡支护设计和施工时,土钉和锚杆可设置在既有建筑基础底板之下,边坡安全则较容易得到保证。

2)既有建筑结构对地下水扩散的影响

远离基坑边坡的既有建筑,对基坑边坡后土体中水的扩散影响较小。二者距离较近时,因既有建筑结构的阻挡,土体中水的扩散受到很大限制,当土体中水量增加较快时,作用于边坡的水土压力会有明显提高。

3)既有建筑基坑土钉边坡对水土压力的影响^[1]

作为既有建筑的基坑土钉支护边坡,其面层一般为80~100 mm厚的C20混凝土,其隔水能力很强,渗透系数极小。当肥槽中回填土有水时,很难通过边壁渗透到拟建建筑基坑边坡后的土体中,故无法通过降水井将其排出。当肥槽中的水较多时,其对边坡产生的水土压力很大,从而使边坡发生较大变形。土钉墙隔水图见图1。



图1 土钉墙护壁隔水图

4)既有建筑基坑边坡的土钉或锚杆对拟建边坡的影响

拟建建筑基坑边坡若距离既有建筑较近,则既有建筑边坡的锚杆或土钉有可能深入到了拟建基坑中。若围护采用护坡桩或地下连续墙,则在施工中必然会碰到锚杆或土钉杆体。在采用护坡桩方案遇到锚杆或土钉杆体时,可以考虑采用人工挖孔的方式将其切断。而围护墙采用地下连续墙时,锚杆或土钉杆体则较难切断,导致成槽困难;即使采用其它机器或设备将其强行切断,也会由于锚杆、土钉杆体对槽壁的多次撞击致使塌

陷,最终导致在混凝土浇筑后墙体断面呈现糖葫芦状,后期对占据肥槽的多余混凝土的踢凿将是一个非常大的量。

5)既有建筑结构边坡对锚杆拉力的影响

有些既有建筑基坑围护采用的是护坡桩,当新建建筑距离既有建筑较近时,由于缺少放坡空间,很多拟建基坑工程围护亦采用护坡桩。锚杆端部从既有建筑基坑桩间穿过,锚杆端部伸入到既有建筑底板下。如此设计从表面上看并无不妥,但在实际施工中,锚杆穿越桩间难度较大。再者,锚杆的竖向投影面很难保证与边坡垂直,锚杆左右偏移的情况极易发生,有时角度相差较大,锚杆成孔时钻头有时打至桩上,从而不得不重新成孔。锚杆从既有建筑护坡桩间穿过见图2。

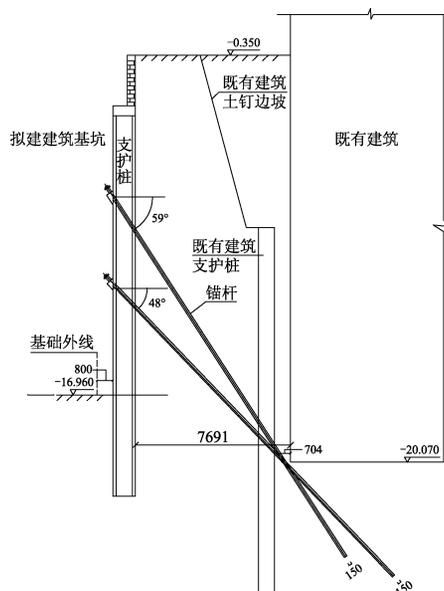


图2 锚杆从既有建筑护坡桩间穿过

6)既有建筑基坑肥槽回填土对拟建基坑边坡的影响

只要紧邻既有建筑物,则肯定存在回填土;只要地下埋有管线,则亦必然存在回填土。回填土遇水容易发生下沉,因基坑开挖而产生的边坡变形也会造成回填土下沉,回填土下沉必然会引起地面发生沉降。回填土下沉后,雨水和污水等管道的渗漏会逐渐加大。当回填土下沉到一定程度时,给排水管道等有压水管则会出现爆裂。再者,回填土不密实,抗剪强度较低,对锚杆和土钉提供的锚固力非常有限。回填土下沉见图3。

7)对有限土体的土压力缺少准确认识而引发的深基坑问题或事故

基坑边坡后的土体为有限土体,与半无限土体

相比,其土压力对边坡产生的侧压力相对要小,由于目前还没有准确计算公式,很多技术人员则根据“经验”进行了折减。

研究发现,以上这些认识是肤浅的。坡后土体既不是一个简单的有限土体,也不是一个纯粹的原状土体,而是一个包含回填土、既有建筑边坡、土钉或锚杆杆体、雨水、给水等管线的复杂综合体。坡后的回填土、管线、既有建筑土钉墙边坡等对拟建建筑边坡的土压力增加有一定的增大作用,而既有建筑的土钉或锚杆因增加了土体的抗剪强度使得拟建建筑边坡所受的土压力减小。两种作用的大小,则因工程而异。



图3 回填土下沉图

8) 地下管线对拟建建筑基坑边坡的影响

埋藏在既有建筑与拟建建筑之间的地下管线种类往往较多,既有管道,又有电缆线。每种管线的材质、管径、接头型式、物理力学性能、基础型式、埋深等一般都不同。因为这些管线权属单位不同,施工埋设时很难进行统一布置,管线埋设较乱。管线埋设后确切的平面位置和埋深等信息很难获取,加上管线属隐蔽工程,故在进行基坑工程施工时,这些管线的准确数据很难查到。

对建筑基坑边坡的安全有重要影响的地下管线主要有雨水管道、污水管道、生活用水管道、消防用水管道、热水管道等有水管道。这些有水管道因材质、接头型式等的不同,其抗压性能、抗弯性能等抗破坏性能也存在差异。当管线下土体的下沉特别是不均匀沉降达到一定程度、管线达到其承受极限时,则会发生破坏。若其是重力管道,则水会大量渗漏;若其是压力管道,则水管发生爆裂后水会大量涌出。若基坑边坡后由于水的大量存在而短期内不能迅速排走,基坑边坡则会出现较大的变形,甚至坍塌。

9) 水对拟建基坑边坡的影响

① 雨水管道的大量渗漏对拟建基坑边坡的影响

雨水管道的管径比较大,接头的连接型式决定了其适应变形的能力一般都比较差。当管道接头周围土体产生较大沉降时,接头部位就会出现渗漏。随着水的渗漏,管线周边土体的沉降随之加大。随着二者相互作用的发展,管线接头渗出的水对边坡的影响会越来越严重。作为紧邻既有建筑的拟建基坑边坡,无疑与雨水管的水平距离很近,受雨水管渗漏的影响较大。

② 地下水管爆裂对拟建基坑边坡的影响

“十坡九塌因为水”,而在这些因水而坍塌的基坑事故中,多数基坑的坍塌是由于埋藏于边坡后土体中的给水管发生爆裂所致。地下水管爆裂虽然不是造成基坑边坡坍塌的根本原因,但它是导致边坡发生坍塌的最常见、最直接的原因。对于很多发生坍塌的基坑事故,如果边坡后没有给水管的存在,边坡则不会出现坍塌,或者尽管边坡会发生较大的水平位移,但最终不会坍塌,起码不会很快坍塌。地下水管的爆裂是基坑边坡发生坍塌的催化剂。某基坑水管爆裂后发生坍塌见图4,水管破裂后基坑边坡面层被冲开见图5。



图4 某基坑水管爆裂后发生坍塌

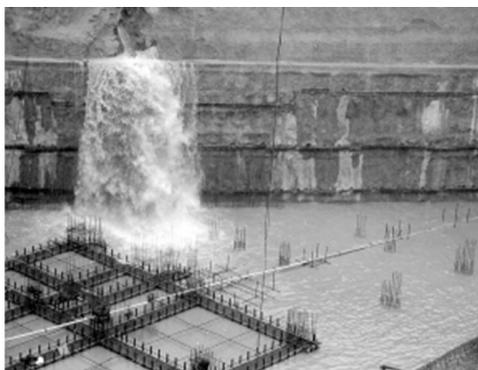


图5 水管破裂后基坑边坡面层被冲开

仔细研究不难发现,地下给水管与基坑边坡的变形、破坏本无直接联系,但是当土方开挖边坡发生水平位移时,坡后的土体则会出现下沉。因坡后土体所处的环境很复杂,处于地下给水管周边的土体发生了不均匀沉降。当这种不均匀沉降达到给水管的承载极限时,给水管则发生爆裂。由于给水管是有压管道,管道破裂后大量水迅速涌入边坡后土体,除了对边坡侧壁产生的静水压力外,还有对边坡侧壁产生的动水压力。同时边坡后的土体被水浸润后 c 、 φ 值迅速下降,从而导致土钉或锚杆锚固力下降。并且还有一点常被人忽视,那就是土体对侧壁产生的侧压力因 c 、 φ 值的降低而有较大提高。与半无限土体相比,此时有限土体的侧压力随有限土体的宽度增加而增大。

经以上分析,当边坡后土体中的给水管出现爆裂时,如果不及时处理,基坑边坡很难不发生坍塌。

③地面雨水的入渗对拟建基坑边坡的影响

地面的雨水对边坡的影响往往被人们所忽略,殊不知很多基坑工程事故追到源头是由于地面雨水引起的。若没有地面雨水等水源对坡后土体的浸润,雨水、污水、给水等管道也不至于那么容易破裂。人们对于基坑发生事故后查询原因时,往往只看到了事故发生时或事故发生前一小段时间内的基坑事故情况。对于发生事故的起初原因,有时没有去深入查究。

在基坑开挖前期,周围地面其实已出现了细小裂缝。由于人们对此重视不够,导致每当下雨时,地面的雨水沿着这些细小裂缝进入边坡后土体中。因有限土体宽度较小,土体受浸入土体的雨水作用就很明显。故雨水浸入土体后,地面则会较快出现下沉。长此以往,结果造成了基坑边坡的较大变形或破坏。

10)大角度锚杆施工质量对锚杆拉力的影响

对于紧邻既有建筑的深基坑支护工程,由于有限土体宽度很小,为了给围护结构提供水平拉力而设置了锚杆,并且采用大角度锚杆。采用锚杆无疑利用的是锚杆的水平分力,但大角度锚杆往往受多种因素的影响,其设计水平分力较难得到保证。与小角度锚杆施工相比,大角度锚杆施工时的角度则较难控制。如果锚杆角度不一,锚杆张拉时会对钢腰梁会产生偏压,极易出现钢腰梁特别是槽钢的翼板优先变形破坏。因为锚杆角度大,为了提供设计所需的水平力,一般锚杆的轴向拉力设计值都比较大。锚杆的轴向拉力设计值越大,锚杆对钢腰梁的

安装质量要求则会越高。

对采用了大角度锚杆的基坑边坡,锚杆拉力容易损失,钢绞线出现松弛。若锚杆出现松弛后不能及时补偿张拉,则会造成基坑边坡的变形。

2 安全控制要点

为保证紧邻既有建筑深基坑工程的安全和顺利实施,可采用如下措施进行控制:

1)必须明确既有建筑的基础型式及埋深。当既有建筑与拟建建筑距离较近且有限土体较高时,有限土体的安全与稳定是基坑边坡安全控制的重点。

2)处于有限土体中的水,既有建筑结构的阻隔对其扩散非常不利。土体中的水除通过降水井抽排外,基本只能从拟建边坡渗出或流出。故除了采用降水井抽排外,应根据实际情况在边坡上布设泄水管。

3)既有建筑基坑土钉边坡对水土压力影响较大。被土钉墙面层阻隔在回填土中的水必须采取有效措施进行疏干,基坑边坡施工时可将土钉墙下部面层打穿,以便将水进行疏干。

4)既有建筑边坡支护型式对拟建边坡采取何种支护型式影响较大。在设计时尽可能利用既有建筑边坡的土钉和锚杆,尽可能实现锚杆对拉。若既有建筑基坑支护型式不能被有效利用,则需考虑其不利影响。

5)当考虑桩锚或墙锚的锚杆穿越既有建筑桩锚支护桩间时,锚杆施工时必须准确对位,减少施工偏差。

6)既有建筑肥槽中的回填土对拟建建筑边坡有潜在的较大安全隐患,若其中埋置有水管道则需重点监控,在进行基坑支护设计时必须全面考虑其带来的各种不利影响。

7)既有建筑基坑边坡的锚杆和土钉,使得有限土体的土压力要远低于一般边坡土体产生的土压力,而回填土特别是水往往是造成有限土体水土压力较大的重要因素,对有水而导致的水土压力迅速增大必须引起充分重视。

8)各类管线的类型、埋深、管径、接头型式、雨水管道的控制范围及走向等参数在设计 and 施工前必须充分了解,带水管道是设计和施工考虑和控制的重点。燃气和电缆被破坏后后果一般都很严重,在基坑设计和施工时应进行重点防护。

9)对有限土体中的水要非常敏感,对地面浸入水、管道渗水等要进行重点监测和控制。宜疏不宜

(下转第 295 页)

通过对轻型动力触探数据与探地雷达判读结果进行对比分析,二者结果基本吻合,说明探地雷达探测成果的有效性,其结果基本反映了城墙内部土体的密实性现状。

4 结 论

结合探地雷达在古城墙的应用实例分析,可以得到以下结论:

1)探地雷达作为一种无损探测手段,具有探测效率高、分辨率高、结果直观等特点,适用于古城墙密实情况的探测,能够发现古城墙存在的疏松(空洞)等病害,有利于保护文物工作的实施。

2)由于古城墙内部疏松(空洞)等缺陷的介电常数与周围墙体的介电常数存在较大的差异,满足探地雷达探测的前提条件,为探地雷达探测提供了探测依据。

3)结合轻型动力触探资料验证,为探地雷达数据解释分析提供了支持,进一步提高雷达图谱判读的准确性。

4)由于轻型动力触探孔径较小,对古城墙的伤害较小,可以作为验证方法,少量布置在古城墙上。

参 考 文 献

- [1] 刘 军,曹黎明. 探地雷达在古城墙病害探测中的可行性分析[J]. 广东土木与建筑,2012(10):52-54.
- [2] 王亚清,武 毅,查恩来. 探地雷达技术在山海关古城墙隐伏缺陷探测中的应用研究[J]. 2010,7(1):93-96.
- [3] 崔洪庆,冯文丽,刘国兴. 探地雷达技术在古城墙修缮中的应用[J],2007,15(5):708-711.
- [4] 曾昭发,刘四新,等. 探地雷达原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2010.
- [5] 杨 进. 环境与工程地球物理[M]. 北京:地质出版社,2011.
- [6] 苏兆峰,陈昌彦,肖 敏. 探地雷达探测地下管线的机理和应用研究[J]. 2013,27(4):191-195.

收稿日期:2014-05-07

(上接第 274 页)

堵,土体中的水必须及时进行疏排。

10)大角度锚杆设计时要考虑其可能产生的诸多不利影响和效果,施工时严格控制各施工参数,保证施工质量。

11)施工过程控制是确保基坑安全的重点,任何细节都不得马虎,发现问题后应立即汇报、立即解决。

12)加强基坑工程监测,实现信息化设计与施工。

3 结 论

1)只有找出影响基坑安全的各类因素,才可能在设计时采取合理的技术方案,在施工中采取有针对性的解决措施,从而有力保证紧邻既有建筑基坑的安全施工。

2)基坑工程对水的控制是否成功,将直接影响

到基坑工程的成败。

3)有限土体土压力的大小并非固定不变,当土压力增大时必须采取措施进行控制。

4)紧邻既有建筑深基坑工程的事前控制和施工过程控制都非常重要,做好事前控制是基坑工程成功实施的前提,而做好施工过程控制则是基坑工程最终成功的保障。

参 考 文 献

- [1] 宋福渊,程学军. 近距离深基坑边坡支护施工技术[J]. 工业建筑,2007(增刊):1171-1172.

收稿日期:2014-04-09