

地基基础工程遇地下防空洞的处理方法

李晗光, 王志平, 包根源, 官欢民, 任晓东, 张爱新

(兰州有色冶金岩土工程总公司, 甘肃 兰州 730000)

摘 要 针对城市基本建设中普遍遇到的地下人防工程问题, 依据工程实例, 总结出了几个解决的办法, 效果良好。

关键词 地基基础 防空洞 桩基

中图分类号: TU473.1⁺4 文献标识码: B 文章编号: 1000-3746(2003)S1-0035-03

20 世纪 70 年代初, 国内大中小城市都建有密集的地下人防工程, 网格分布, 互相贯通。几十年过去了, 它们大多都被废弃不用, 图纸资料丢失。近年来, 城市扩建、改造, 在建筑地基基础施工中, 对地下人防工程处理是一件十分棘手的事。尤其是机械回转钻孔灌注桩这样的单桩基础, 孔内处理, 空间有限, 又受地下水的影响干扰, 容易出现质量事故、人身事故。近年对地下人防工程上的桩基施工, 我们进行了一些研究探索和工程实践, 现就我们做过的几个有典型意义的工程, 谈点体会和经验, 与同行探讨。

1 凿钻法

1.1 工程概况

某工程中的一座楼房建筑, 8 层框架, 平面呈 L 型, 占地面积 $10\text{ m} \times 50\text{ m}$, 基础是柱下单桩(端承摩擦桩)。桩的下端扩底成扩大头。结构设计要求, 桩的尺寸有 2 种: $\varnothing 1\text{ m}$ 底扩到 $\varnothing 1.5\text{ m}$; $\varnothing 1.2\text{ m}$ 底扩到 $\varnothing 1.7\text{ m}$ 。桩长都是 $22.5 \sim 23.5\text{ m}$, 以桩端进入持力层 0.5 m 为准。该区属 II 类场地, 地层结构为: ①黄土状粉土, 层厚约 $24 \sim 25\text{ m}$, 其中的上部 11 m 具 II 级自重湿陷性, 呈稍湿、可塑、大孔隙状; 11 m 以下的黄土状粉土含水量逐渐增大, 至 13 m 左右呈饱和状粉土层, 以下全部饱和呈软塑状, 地下水位在 -13 m 处。②卵石层, 埋深为 $24 \sim 25\text{ m}$, 厚度 $>3.5\text{ m}$, 经原位测试其承载力标准值 $f_k = 500\text{ kPa}$, 本工程即选该层为建筑物的持力层, 选用机械钻孔灌注桩, 计 67 根。桩基施工在基坑内进行, 基坑挖深 1.5 m 。

1.2 施工方法

本工程在进场施工时, 并未明确防空洞的存在, 工程地质勘察报告也未涉及到本场地的地下人防工程。因年代久远早已废弃, 不能利用。人防工程的图纸、资料无从查找。

根据设计放线, 该建筑的 E 轴线就坐落在防空洞的斜坡道(入口段)上方所对应的地表位置上, 该轴线上 3 m 间距均布 $\varnothing 1.2\text{ m}$ 桩 12 根(见图 1)。

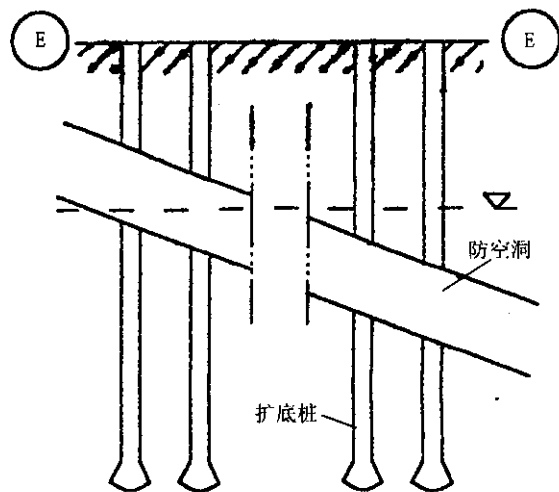


图 1 E 轴线桩与防空洞斜道

灌注桩的施工顺序是由 B 轴 $\rightarrow$ E 轴(北 $\rightarrow$ 南), 最后是 A 轴。勘察报告显示, 本区桩身主要通过黄土层, 按黄土层的特性调整机械成孔灌注桩的施工工艺, 前期的施工进展顺利。但在 E 线 3 号孔施工时遇到麻烦。

3 号桩孔下钢筋笼时, 下不到预定位置, 下到 -14 m 深处即被卡住。但测绳及钻杆实测, 井深 -22.5 m 。后用慢速扫孔且加泵冲洗的方法, 发现在 -14 m 左右的地方有异物导致孔身弯曲, 但在勘察

收稿日期 2003-04-30

作者简介 李晗光(1958-) 辽宁人, 兰州有色冶金岩土工程总公司高级工程师, 探矿工程专业, 从事技术工作, 甘肃省兰州市旧大路 371 号, 13619330871, hmgz@hotmail.com。

报告中该段为饱和粉土,不应产生这种现象,由于是在水位以下,观测、判断比较困难,试用轻压慢转扫孔及冲击扫孔的方式去清理孔内障碍效果不甚理想。后经调查分析,原来此处地下有防空洞存在。初步判定该孔遇到地下人防工程,桩孔在防空洞拱顶处倾斜。经过多方论证,决定用重锤冲击法处理。此时探明防空洞高 3.5 m、宽 2.5 m。

(1)用重 1.5 t、 $\varnothing 1.2$ m 的冲击钻头,在钻机升降机的控制下,以近似自由落体的方式将防空洞局部击碎。在具体操作中,注意冲击力的掌握、动能与势能的转换。首先要用 0.5 ~ 1 m 的小落距,轻砸,避免孔斜。因为钻孔已从该防空洞的侧壁过去,同时也因防空洞横截面是马蹄形拱顶,易使钻头跑斜。这种小落距高频率的振冲,能有效地把防空洞的拱顶局部破坏掉,然后再加大落距至 1.5 ~ 3 m,用大的冲击功把防空洞本体砸碎,最后用正常的回转钻进继续成孔、纠偏,钻至设计井深,洗孔、冲渣、下钢筋笼,一次成功到位,水下灌砼成桩。

(2)在处理防空洞过程中,有一重要环节需注意,就是防空洞砸开后的封闭隔离问题。因为随着防空洞被砸碎,造成钻孔局部孔壁破坏,钻进循环液将漏失,无法正常继续钻进,必须造一个人工井壁。经试验,选用厚度 6 mm 的铁板卷制成一个 $\varnothing 1.3$ m、长 5 m 的圆筒作护筒,放入井内防空洞位置,用铁丝固定,封住防空洞,在护筒和上下井壁间用水泥粘土充缝填实,即可正常钻进(见图 2)。

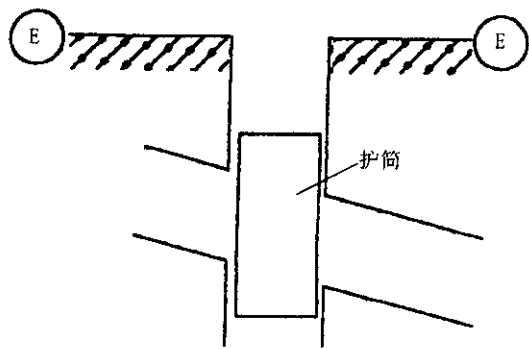


图 2 护筒封洞

(3)泥浆问题。对于在水位线以下的防空洞,处理时须注意钻井泥浆的质量,如果泥浆不好,易使钻成的上部井段产生井壁坍塌现象。停钻处理防空洞时,泥浆静止不循环,必须保持泥浆满井充盈,同时比正常钻进时的泥浆密度大一些($\gamma > 1.15 \text{ g/cm}^3$)且粘度高一些(漏斗粘度 $> 30 \text{ s}$),失水量要小。选用造浆率高的粘土,加入降水剂如 CMC、PHP,这样有利于井壁的稳定。当然,最终成孔灌注前的洗

井时间要延长。在注意泥浆质量的同时,还要保证泥浆的数量,及时补充,尤其是当防空洞被砸开时,会瞬间产生泥浆流失,除准备好冲击钻头、护筒外,还要做好泥浆材料上的准备。待防空洞处理完全时,立即下护筒,恢复回转钻进,泥浆正常循环。

(4)地下水位以下的防空洞用上述方法处理,效果理想。对于水位线以上的防空洞的处理,我们采用类似于人工挖井桩的方法。分层分段,随挖随撑,除去防空洞后同样下入 $\varnothing 1.3$ m、长 4 m 的护筒,固定、四周缝隙堵好。然后即可机械成孔,灌砼成桩。

(5)有了 3 号孔的经验,施工下一个井孔时,先推算防空洞的大概位置。钻机操作时,预先注意相关信息的出现,到达防空洞位置,立刻改换施工方法,冲击钻头将局部防空洞体砸开,下入护筒,制造人工井壁,再回转钻进,穿过防空洞,到达持力层。即:回转钻进至防空洞顶部→扩孔;孔径增大 0.15 ~ 0.2 m→换 $\varnothing 1.2$ m(或 $\varnothing 1.4$ m)冲击钻头钻进至防空洞底板以下 0.5 m→下钢护筒,封闭防空洞段→换原回转钻头钻进至持力层设计位置→换扩底钻头扩底。

2 回填法

本区施工的另一座建筑,是一座占地 12 m × 70 m 的东西走向的长方体住宅楼,8 层框架。定位放线前,经工程勘察,在本建筑物下面埋深 14.1 m 左右(以基底计起)深处穿过一条防空洞的主巷道,近南北走向。该建筑物设计地基基础是灰土挤密桩复合地基,3:7 灰土挤密桩设计桩长 11 m,桩径 400 mm,桩间距 0.86 m,平面呈梅花桩布置,桩顶有 0.5 m 的 3:7 灰土垫层,地下水埋深 13 m。

勘察结果显示,防空洞断面呈马蹄形,净高 3.5 m、净宽 2.2 m,支护层为厚度 > 0.4 m 的素砼。因年代久远,地下水位变化较大,目前已在水位线以下,无法进入,失去了存在、利用的价值,又处在拟建建筑物下,是一个安全上的隐患。限于投资、工期及结构设计上的考虑和地层等原因,对防空洞的处置不能采取明挖置换式,我们借鉴矿山坑道回填的方法处理此处防空洞,取得了明显的效果。

本次处理方案为先在建筑场地南、北两端用大口径钻机成孔,再灌注砼,将南北两端堵住,然后在中间成小孔,作为注浆孔和观测孔。

2.1 大口径成孔、灌注砼

首先在南端用 DDP-100 型汽车钻钻成 $\varnothing 400$

mm 孔,遇防空洞深度 14.2 m,支护层厚 0.50 m。然后下 $\varnothing 325$ mm 套管。在灌注砼时由于灌注速度太快,致使套管堵塞,该孔未成功。

改用 XY-4G 型大口径钻机,用 $\varnothing 285$ mm 钻头成孔,然后扩成 $\varnothing 600$ mm 孔,打穿支护层,南端由于地基内进水,致使孔内坍塌严重,无法下导管,北端下 $\varnothing 320$ mm 导管灌注。南端空洞内塌落进土,使得砼灌注量少,灌注 14.5 m^3 。北端灌注 22.8 m^3 。南端大口径孔遇防空洞深度为 14.10 m,防护层厚度为 0.60 m,北端在 14.7 m 遇防空洞,防护层厚 0.45 m。灌注 C10 砼,坍落度 10~12 cm。

2.2 注浆孔

共施工 5 个注浆孔、注浆观测孔。注浆孔为 $\varnothing 110$ mm,下 $\varnothing 50$ mm 注浆管至洞底以上 1 m 左右。注浆观测孔为 $\varnothing 130$ mm,下 $\varnothing 108$ mm 套管至支护层下 0.5 m。成孔时由于探防空洞勘探点距过大,致使施工中有 3 个注浆孔打在了防空洞壁上,故局部重新确定防空洞位置。

注浆浆液采用水、黄土和水泥,注浆施工工艺为:按所定配比搅拌→贮浆池→用 LB200/30 型螺杆泵泵至注浆孔内。采用水:黄土:水泥 = 1:0.75:0.5。现场取样验证,几天后浆液固结,强度完全满足要求。

本次防空洞处理两端采用大口径灌注,中间成孔注浆(成孔后下套管),其难度相当高,风险亦较大,两端堵洞时,由于口径大,防空洞顶点为弧型,支护层坚硬,打穿支护层均采用由小径到大径逐级扩穿的施工方法。注浆采用注浆孔灌注,从防空洞底面注浆,使浆液迅速沉淀避免了浆液稀释,注浆观察孔只作量测浆面深度用。孔内浆面至 14.97 m,浆液充满防空洞,从孔内返出,说明防空洞内已灌满,从而证实南、北两端堵洞成功,防空洞处理达到预期效果。实践证明,该方法既实用又节约资金。

2.3 质量控制

用钻机取心抽查,检验填充水泥土的强度和在防空洞内的形态,均达到设计要求,强度合格,充盈饱满,经近 6 年的观测,未见异常。

3 搭桥法

用以上方法处理防空洞,工期和造价都要高一些。有些情况下可采用修改上部结构的方法抵消防空洞的影响,这就是搭桥法。

有一座住宅楼是机械灌注桩单桩基础,施工时发现有一防空洞从楼的一个角点下顶角斜穿过,与楼长边夹 30° 角,刚好有一根角桩落在防空洞上。

设计方不同意处理防空洞,于是采取搭桥法,在防空洞的外墙外两侧各做一根桩,此桩从旁侧过防空洞进入持力层,然后在 2 桩上端做一个联合承重台,共同作为该建筑的基础(见图 3)。这种施工法等于是避开防空洞,与一般钻孔灌注桩无异,只是要更改拟建建筑物的局部结构。

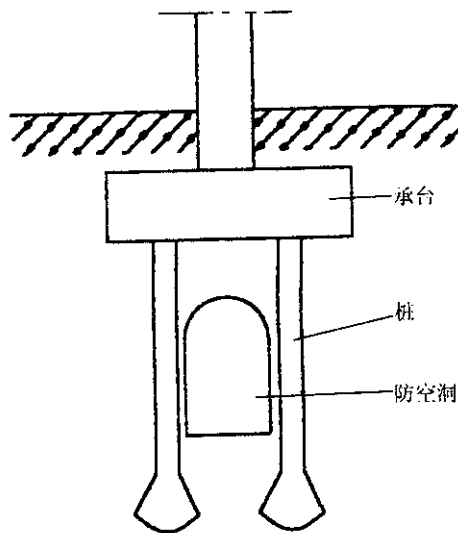


图 3 承台、桩、防空洞示意图

4 结论及建议

(1)在有地下人防工程地区(如老城区的改造)施工时,首先要尽量做好踏勘调查等前期工作,了解地下情况,一般工程地质勘察报告对场地内地下人防工程不能提供详细的空间位置。除非做有专门的探测。

(2)防空洞的探明、处理,等于是做了一次施工勘察。费用较高,工期拖延。在签订合同等施工文件时应有足够的重视。

(3)护筒人造井壁的问题,要位置准确,固定牢固,这是防空洞处理后正常钻进的重要保障,应认真对待。

(4)在可能的情况下,桩基及建筑物应避开地下防空洞。因为处理防空洞虽说对桩身质量影响不大,但毕竟是一种被动的方式,有时还有非经济的因素在影响。