

# 废弃地下人防洞处理分析

王荣杰

(哈尔滨市勘察测绘研究院,黑龙江哈尔滨 150010)

**【摘要】** 针对废弃人防洞及其对建筑物安全的危害,介绍了压力注浆处理人防洞的原理、方法、工艺、材料、检测方法、处理效果。针对具体实例,介绍了该方法的优点,说明了处理施工的整个过程和工序安排,对今后处理人防洞的实际施工具有一定的借鉴意义。

**【关键词】** 人防洞处理;液体充填;压力灌浆;工艺;注浆材料

**【中图分类号】** TU 472

**【文献标识码】** B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2014.06.010

## Analysis of the Processing of the Wasted Underground Air Raid Hole

Wang Rongjie

(Harbin Survey and Mapping Institute, Harbin 150010, Heilongjiang, China)

**【Abstract】** It is introduced in detail that the pressure grouting is used in the processing of wasted air raid hole, with its principles, methods, crafts, materials, test methods and the treatment effect, against the wasted air raid hole and its harm to the building safety. With concrete examples, the advantages of the method are described and the entire process of construction with its craft arrangements in detail. And this is helpful to the process of the wasted air raid hole in practice.

**【Key words】** process of wasted air raid hole; liquid filling; pressure grouting; craft; grouting material

### 0 引言

为了解决在工程建设中遇到的地下人防空洞问题,结合工程实践经验,对其加固处理进行了探索,介绍地下人防洞的一些处理方法。

#### 1 处理地下人防洞方法

废弃地下人防洞对拟建建筑物、既有建筑物都是重大的安全隐患,因此对基础下有废弃人防洞如何处理,是建筑工程中越来越重要的一个课题。其处理方法主要有以下几种。

1) 液体充填法(注浆法):是目前地下人防洞处理的主要方法,主要针对人防洞大部分已填满,但堆积时间短,欠压密,含水量高,浅基础时无承载力,是软弱下层,桩基础通过时,易产生负摩阻。采用液体充填法(注浆法),注浆法亦称灌浆法<sup>[1]</sup>,是指利用液压、气压或电化学原理,通过注浆管把浆液均匀地注入地层中,浆液以填充、渗透和挤密等方式,将土颗粒或岩石裂隙中的水分和空气排除后占据其位置,经一定时间后,浆液将原来松散的土粒或裂隙胶结成一个整体,形成一个结构新、防水性能高和化学稳

定性良好的“结石体”。

2) 固体充填法:适用于未充填空间大,机械人力有施展空间的地下人防洞,采用级配砂石、灰土等其他大颗粒材料,充填地下人防洞,多辅以注浆方法,使填充体密实,提高地基承载力,增大桩侧摩阻力。从而达到处理目的。

3) 跨过法:采用混凝土梁、板跨过地下人防洞,主要应用在浅基础建筑物中,但隐患并未消除。

4) 替代法:应用在桩基础建筑物中,在有地下人防洞部分,在施工时人防洞及其以上土按负摩阻考虑,增大桩径,增加桩长的办法,消除人防洞的安全隐患。

#### 2 处理实例

本人在工程中曾采用注浆法处理基础下人防洞,效果良好,现分析介绍如下:

##### 1) 人防洞概况<sup>①</sup>

某小区高层住宅楼,占地面积 52 m×18 m 左右,拟建建筑物采用钻孔灌注桩,桩基施工已结束,现开始进行基础施工。但发现基础下有一条被覆人

作者简介:王荣杰,1967年生,女,汉族,山东,大学本科,高级工程师。E-mail:wrj1967@126.com

①哈尔滨市勘察测绘研究院.人防探查报告[R].2011.

人防洞;从该建筑物下南侧纵向承重墙下通过,已坍塌,部分桩穿过地下人防洞,桩基础产生了负摩阻,严重影响了建筑物的安全,因此需对人防洞进行处理。

### 2) 人防洞的主要特点

人防洞在基础 7 m 下开挖,宽约 1.5~2.0 m,高约 2.0 m,有砌筑。由于 30 多年的变迁,地表水渗透土体中,汇集于洞室内,浸泡了地基土,形成了土体淤积,目前在基础影响范围内人防洞长约 50~60 m,平均宽约 1.5~2.0 m。空洞大部分坍塌并已冲填。土体呈湿,软塑—可塑状态,含水量 25%~27%,孔隙比 0.897~1.119,由于沉积时间较短,较松散,但土的成份较单一。周围土体平均孔隙比 0.712,处理后土的孔隙比应小于或等于 0.712。

根据实地调查,松散的土主要是堆积而成。外来土主要在洞口附近,但由于历史上没有封口,故地表水携带来的土量较大,渗入洞中的水较多,但是由于该场区人防洞室下层土中地表水均匀扩散,所以土中的水浸泡基础的现象不明显。

### 3) 本方案采用的办法——劈裂注浆

由于桩基础已施工结束,部分地段承台已做完,因此人防洞加固治理时,无法采用大型机械,无法补桩,若采用固体填充,无法填充密实,达不到处理效果,因此采用液体填充法(注浆法),根据已往的岩土工程经验,当土的渗透系数  $k < 10^{-4}$  cm/s,就得采用劈裂注浆,在劈裂注浆中,注浆管出口的浆液对周围地层施加了附加压应力,使土体发生剪切裂缝,而浆液则沿裂缝面劈裂。当周围土体是非匀质体时,浆液首先劈入强度最低的部分土体。当浆液的劈裂压力增大到一定程度时,再劈入另一部分强度较高的部分土体,这样劈入土体中的浆液便形成了加固土体的网络和骨架<sup>[2]</sup>。

本次处理的人防洞,上部为空洞,其体积为 40 m<sup>3</sup>,应当全部注浆充满;坍塌需处理松散土体的体积为 240 m<sup>3</sup>,根据孔隙比的不同,经计算需充填 21 m<sup>3</sup>浆液,才能满足处理要求。故实际应注入 61m<sup>3</sup>的水泥等材料。

### 3 加固原理及作用

1)使上部空洞填满,使被充填物孔隙比减小,提高密实度,提高压缩模量,提高地基土的承载力、减少地基变形和不均匀变形;

2)粗颗粒及浆液硬化后,形成网络与骨架,充填孔洞,填满地下人防洞,防止人防洞塌陷。

3)加密桩周土,提高桩侧阻力,提高桩基承载力,保证建筑物安全。

4)采用有压注浆,压密地基土,压密填充物以下地基土,压密人防洞周围地基土。

### 4 该方法的优点

1)避免大型机具进场,影响其他工序施工。

2)采用液体材料,压力注射,固化后均为面接触,没有孔隙,土体加固均匀,可以控制不均匀沉降。

3)施工灵活,可以根据现场情况增加加固点注浆孔,容易控制质量。

4)对比其他方案,施工简便,易操作,造价低,工期短。

### 5 注浆材料特点的介绍

注浆时可掺用粉煤灰代替部分水泥的原因是:

1)粉煤灰颗粒的细度比水泥还细,及其占优势的球形颗粒,使比仅含有水泥和砂的浆液更容易泵送,用粉煤灰代替部分水泥或砂,可保持浆体的悬浮状态,以免发生离析和减少沉积来改善可泵性和可灌性。

2)粉煤灰具有火山灰活性,当加入到水泥中可增加胶结性,这种反应产生的粘结力比水泥砂浆间的粘结更为坚固。

3)粉煤灰含有一定量的水溶性硫酸盐,增强了水泥浆的抗硫酸盐性。

4)粉煤灰掺入水泥的浆液比一般水泥浆液用的水少,而通常浆液的强度与水灰比有关,它随水的减少而增加。

5)使用粉煤灰可达到变废为宝,具有社会效益,并节约工程成本。

### 6 注浆材料的具体指标

1)水泥:增效高钙灰 1:5(体积比)

2)水灰比(质量比) 0.6~0.8<sup>[3]</sup>

3)流动度 18~30 cm

### 7 检验原则及效果

注浆施工质量高不等于注浆效果好,因此,在设计和施工中,除应明确规定某些质量指标外,还应规定所要达到的注浆效果及检查方法。

1)统计计算灌浆量,可利用注浆过程中的流量和压力自动曲线进行分析,从而判断注浆效果。

2)由于浆液注入地层的不均匀性,从理论上分析,应选用能从宏观上反映的检测手段。

3)从实际加固地基开挖情况看,上部空洞全部填满,下部土体中浆液的劈裂途径有竖向的、斜向的和水平向的。竖向劈裂是由土体受到扰动面产生的竖向裂缝;斜向的和水平的劈裂是浆液沿软弱的或夹砂的土层劈裂面形成的。

4)处理完成后,共注入水泥灰浆 68.9 m<sup>3</sup>,大于

61 m<sup>3</sup>, 满足计算要求, 通过钻探取样, 15 个土样的孔隙比平均值 0.701(0.657~0.715)<sup>②</sup>, 满足设计要求。通过面波检测, 在处理范围内, 地下人防孔洞全部填满, 地基承载力、密实度与周围土体相匹配。桩侧阻值大于等于周围土体侧阻值。

5) 试桩合格: 加固施工完成后, 在所加固区域内的 69 根桩中, 抽检 3 根做静载试验, 承载力满足设计要求, 沉降均小于 6 mm。

6) 建筑物沉降及变形观测<sup>③</sup>: 该建筑物 2011 年 9 月建成交付使用, 在施工监测和工后监测过程中, 其沉降和变形均小报警值, 均未达到限值的 1/3。

## 8 结论

采用注浆方法加固废弃人防洞的方法是经济合

理的, 能满足设计和建筑物安全的要求, 同时该方法造价低、施工方便、工艺简单, 可以在类似的工程中推广。

## 参 考 文 献

- [1] 龚晓南, 张作眉. 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [2] 常士骠, 张苏民. 工程地质手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [3] JGJ 79—2012 建筑地基处理技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

收稿日期: 2014-06-22

(上接第 303 页)

时注意不得将土粒掉入土工布中, 以防堵塞。

3) 塑料盲管相连接用钉书钉状的钉勾(俗称卡子)嵌入, 塑料盲管的滤膜, 在供货时已缝包在盲管材上, 在接头可另外缠包条状滤膜, 防止漏土。

4) 土工布拼接和缝制必须采用包缝法, 保证必要的搭接宽度, 并严禁在泥水中铺设土工布。

## 5 结论

1) 对于岩石节理发育, 有渗水或地下水丰富的土层中修建地下结构时, 通常易发生渗漏现象, 为查明建筑场地的地层渗透性和富水性, 测定有关水文地质参数, 为建筑设计提供水文地质资料, 勘察中必须对渗流流量、渗流速度等水文地质参数测定, 必要时采用抽水试验等手段<sup>[10]</sup>。

2) 施工质量控制重点在于盲管坡度控制, 反滤层砂砾级配、含泥量质量的控制, 盲管连接质量、土工布搭接的控制。

3) 渗流区域道路路基不宜采用灰土路基, 必须采取相应的排水措施以消除或减轻水对路基稳定长期的危害。

## 参 考 文 献

- [1] 简 斌, 卢铁鹰, 李少巍. 地下水浮力对地下建筑结构安

全的影响[J]. 土木建筑与环境工程, 2010, 32(1): 56-60.

- [2] 邓学钧. 路基路面工程(第二版)[M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
- [3] 姚祖康. 公路排水设计手册 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [4] 中华人民共和国交通部. JTG D30—2004 公路路基设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [5] 中华人民共和国交通部. JTG D63—2007 公路桥涵地基与基础设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ 1—2008 城镇道路工程施工与质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [7] 张同波, 于德湖, 王 胜. 岩体基坑地下室抗浮问题的分析[J]. 施工技术, 2008, 37(9): 19-21.
- [8] 翟 可. 预防富水铁路隧道道床翻浆冒泥病害的设计施工措施探讨[J]. 隧道建设, 2013, 33(5): 388-392.
- [9] 李晓莉. 塑料盲沟在城市快速路中的应用[J]. 中国市政工程, 2007(5): 45-46.
- [10] 常士骠, 张苏民. 工程地质手册(第四版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2012.

收稿日期: 2013-11-26

②哈尔滨市勘察测绘研究院. 西城晶华人防洞加固处理检测报告[R]. 2011.

③哈尔滨市勘察测绘研究院. 西城晶华 7 号楼变形监测报告[R]. 2011.