

酸污染地基土处理的工程实践

姜福国

(华北地质勘查局综合普查大队华冠岩土工程公司,河北 三河 065201)

摘要:阐述了酸溶液对水泥的影响机理,科学地选择了对地基土酸污染的处理方法,地基处理效果较好。对施工过程及效果进行了介绍。

关键词:酸污染;地基土处理;物理方法;化学方法

中图分类号:TU472.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)07-0036-02

1 工程概况

拟建的有色地质调查中心 1 号职工住宅楼,位于北京东燕郊开发区京哈路北 45 号华北地质勘查局综合普查大队院内。

该工程由于天然地基承载力满足不了设计要求,因此需采用水泥土搅拌桩法复合地基进行加固处理。该楼北侧 32~35 轴之间为该院内原金刚石制品厂酸处理车间,由于该车间防渗池出现问题致使大量酸废液渗透到地基土中,经取样化验,受污染地下水 pH 值在 1.8~6.9 之间(局部呈强酸性),其主要化学成分为硫酸、盐酸、硝酸及碱,污染深度为自槽底向下约 4.0 m,污染范围约 1400 m²。拟建住宅楼周边环境及污染区域情况见图 1。

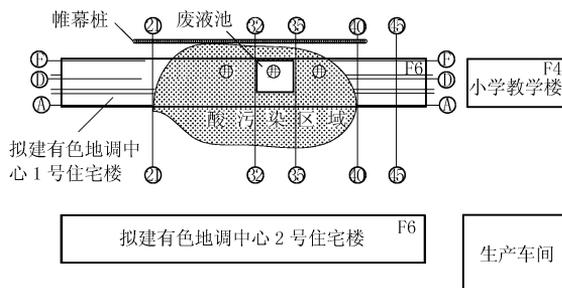


图 1 拟建住宅楼周边环境及污染区域情况示意图

受污染的地下水及地基土不仅对砼结构、钢筋砼结构中的钢筋及钢结构有强腐蚀性,且酸中的硫酸根离子、氯离子及氨根离子与水泥中的钙离子、铝离子进行化学反应生成晶体及溶液,这些反应会造成水泥石破坏、强度降低。

为使水泥土搅拌桩及钢筋砼基础不受酸溶液侵蚀破坏,我们采用物理及化学方法对地基土及地下水进行处理。物理方法为抽水,利用水的冲洗作用

使地基土及地下水中酸溶液浓度降低;化学方法为在地基土中加入一定量的石灰及烧碱,使酸碱中和,从而使其 pH 值达到或接近中性。

本次处理的要求为:使地基土 pH 值接近中性,且处理后的地基土不影响水泥土搅拌桩的强度。

2 酸对水泥的影响机理

水泥的主要矿物成分为 SiO₂、CaO、Al₂O₃、Fe₃O₄,酸中的 SO₄²⁻、Cl⁻、NO₃⁻ 阴离子与水泥中的 Ca²⁺、Al³⁺ 阳离子进行化学反应生成 CaSO₄ 结晶体和 CaCl₂、Ca(NO₃)₂ 溶液,CaSiO₄ 又与水泥中的固态水化铝酸钙作用生成了高硫型水化铝酸钙,这些反应由于结晶体体积增大,使水泥石破坏,强度降低。

3 地基土酸污染处理方法

3.1 处理方案

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2002),可考虑采用石灰桩法及碱液法处理。由于石灰桩复合地基承载力特征值不宜超过 160 kPa(本工程要求 180 kPa),碱液法仅适用于地下水位以上,因此必须找其他的处理方法:一方面保证处理后地基土 pH 值接近中性,另一方面使复合地基承载力满足设计要求。

经分析研究,决定采用物理化学处理方法,物理方法为在污染最严重处设管井 3 口,深度以穿过受污染含水层为准(分别为 9、10、11 m),在井底用 80 目沙网封闭,将井中水抽干,待水满后再进行抽水,循环往返,同时向地面洒水。化学方法为首先计算出单位地下水变为中性所需加入 Na₂CO₃ 的数量,根据上述结果及地基土平均含水量计算出中和每根桩

收稿日期:2007-03-26

作者简介:姜福国(1970-),男(汉族),山东莱阳人,华北地质勘查局综合普查大队华冠岩土工程公司总经理、高级工程师,地质矿产勘查专业,硕士,从事岩土工程方面的施工技术及管理工,北京东燕郊开发区燕高路 15 号,13930630145,pedd@163.com。

每延米污染水所需 Na_2CO_3 的数量;其次在水泥土搅拌桩桩间土部位向地下 4 m 深度喷射烧碱浆(喷射量以取样计算结果为准)。

受酸污染水样经华北有色地质勘查局中心实验室化验得知:每升地下水中变为中性所需加入的 Na_2CO_3 数量:11~14、17、18号样依次是 4.14、24.29、27.60、6.21、19.88、3.45 g;地基土含水量 ZK12 为 44.7%、ZK14 为 43.7%、ZK17 为 42.7%,平均 43.7%;每根桩范围内每延米地下水体积是 $1.05\text{ m} \times 1.05\text{ m} \times 1\text{ m} \times 43.7\% = 481.8\text{ L}$ (注:桩间距为 1.05 m);中和每根桩范围内每延米受污染地下水所需的 Na_2CO_3 ,11~14、17、18号样依次为 2.009、11.676、13.267、2.985、9.556、1.658 kg;处理分区及 Na_2CO_3 用量 25~35 轴与 C~F 轴(面积为 $20\text{ m} \times 5\text{ m} = 100\text{ m}^2$),约布置碱溶液注入点 100 个,每延米需拌和烧碱 $(11.676 + 13.267 + 9.556)/3 = 11.5\text{ kg}$,21~40 轴与 A~F 轴(除强污染区外,约 $40\text{ m} \times 11\text{ m} - 100\text{ m}^2 = 340\text{ m}^2$),约布置碱溶液注入点 310 个,每延米需拌和烧碱 $(2.009 + 2.985 + 1.658)/3 = 2.22\text{ kg}$; Na_2CO_3 总用量 $100\text{ 个} \times 4\text{ m} \times 11.5\text{ kg/m} + 310\text{ 个} \times 4\text{ m} \times 2.22\text{ kg/m} = 7353\text{ kg}$ 。

经计算,采用此种处理方法需石灰 30 t、烧碱 7.35 t、水泥 400 t、水泵 10 个及其它附属材料。

3.2 施工过程

(1)对 32~35 轴、F 轴北侧 10 m 范围内,自然地坪以下 2.5 m 范围的强污染土进行挖除,然后铺设 20 cm 生石灰(用量 15 t)。

(2)在污染最严重处周围设降水管井 3 口,深度以穿透受污染含水层为准,管井深度分别为 9、10、11 m;在酸废液渗漏处放置 4 口直径为 0.8 m、深 1.5 m 的水泥管,井底用 80 目沙网封闭。方法为将井中水抽干,待水满后再进行抽水,循环往返,同时向地面洒水。

(3)在 F 轴北侧 1 m 处 21~40 轴之间施工水泥土帷幕桩,以阻断基坑北侧未处理污染水对基坑内工程桩的侵蚀。

(4)基础内在 21~40 轴、A~F 轴范围内(长 40 m、宽 10 m),在桩位处向地下 4 m 深度内灌注烧碱浆,利用深层搅拌机向地下搅拌喷射,喷射部位为水泥土搅拌桩桩间土的中心点,注浆标准为以浆液不

冒出地表为准。对北侧未挖槽的部分用 SH-30 型钻机施工石灰桩,深度为 5 m,间距为 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 。

3.3 处理结果

处理后 14 天,我单位再次对受污染区域的地下水进行取样化验,取 4 组水样,pH 值在 7.3~8.7 之间,呈中性,仅 21 号样由于 Na_2CO_3 未完全与酸溶液中和略呈碱性。从每升水中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 的含量来看较未处理前相比均有大幅度的降低,预计随着时间的推移, Na_2CO_3 不断与酸溶液中和, Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 仍会降低,pH 值会逐渐接近中性。

4 结语

经过各方面的积极配合及我单位在施工中克服各种困难,顺利地完成了该住宅楼地基土酸污染处理工程,经取样化验达到预期的处理结果,可以进行下一步水泥土搅拌桩复合地基的施工。

通过本工程的施工,我们获得了如下经验和体会:

(1)对酸污染地基土处理前,应对污染区水质进行取样化验,要准确地掌握污染水中各种成分的含量,对污染水的受污染程度进行详细的划分;

(2)认识酸溶液对水泥的影响机理,选择科学的处理方法;

(3)准确计算出各污染区中和每延米污染水所需 Na_2CO_3 的数量,解决好 Na_2CO_3 拌合过少不能完全中和酸溶液或拌合过多地下水呈碱性对水泥仍有腐蚀性的矛盾问题;

(4)制定合理的施工顺序,解决工期紧、施工繁琐的问题;

(5)对 F 轴北侧不能灌注碱溶液区采取了换填、石灰桩法、水泥土搅拌桩止水帷幕法,有效地阻止了该区域地下水对基坑内水泥土搅拌桩及砼结构的影响。

参考文献:

- [1] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [2] 王瑞海.水泥化验室实用手册[M].北京:中国建材工业出版社,2001.
- [3] 周伯劲.试剂化学[M].北京:中国科学技术出版社,1980.