

石灰桩在病害地基处理中的应用

李建文

(煤炭科学研究总院西安研究院工程地质研究所, 陕西 西安 710054)

摘要:通过对某循环水车间病害地基处理实例的分析总结,介绍了石灰桩的加固机理和优点,以及处理小型病害地基的技术方法。

关键词:石灰桩;病害地基;设计;施工

中图分类号: TU472.3⁺2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2008)10-0044-03

Application of Lime Pile in Treatment for Foundation with Defect/LI Jian-wen (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China)

Abstract: By the analysis on treatment for the foundation with defect, introduction was made on the consolidating mechanism of lime pile and the treatment method for small-type foundation with defect.

Key words: lime pile; foundation with defect; design; construction

1 工程概况

某循环水车间为双层框架结构,上层为冷却塔,下层为四泵四阀设备间及操作员办公室,地面以下1.8 m处有0.1 m厚的混凝土封层,其与外墙将地基封闭(见图1)。一层房内南北长32 m,东西宽12 m,在靠操作员办公室一侧东西向有一根连通四泵四阀直径为1.2 m的埋水管,长约30 m,由于泵阀运转时的强烈震动使埋水管随之震动,致使地基土液化沉陷,地面混凝土与灰土地基分离,并与埋水管共振,使整个循环水车间地面剧烈震动且噪声极大,给操作员操作及设备正常运转带来极大的安全隐患。

2 原因分析

经开孔初探发现埋水管临近1 m范围内地基土与混凝土地面已分离约2 cm,地基土已出现了不同程度的液化,在-1.5~-2 m范围可见大量的自由液态水,可见埋水管附近原地基土被严重破坏。

根据现场情况分析,造成地面混凝土强烈震动的主要原因是地基土与地面混凝土分离,在设备及管道运转震动时引起地面发生共振、音叉效应所致。而设备震动,地基土孔隙水压力升高,结合水积聚排出,地基土在设备振力作用下被一定程度振实,体积收缩才是该事故的真正原因。

3 处理工艺及方法

为了控制地面震动,减小车间噪声,稳定地基,填充空隙,首选方案应为灌浆,但考虑到地下含水量较大且有管道还在震动,若灌浆处理会增加地基含水量,给地基稳定带来更大隐患,同时也会给后期管道维修带来极大的麻烦,成本高且无法保证处理效果,鉴于以上考虑,结合实际情况,拟定采用石灰桩法处理该地基。

3.1 石灰桩的工艺原理^[1]

石灰桩是指用人工或机械在地基中成孔后,灌入作为固化剂的生石灰(或在生石灰中掺入适量的水硬性掺和料,如粉煤灰、火山灰等),经振密或夯压后形成的桩柱体,即为石灰桩。利用生石灰的吸水、膨胀、放热、土与生石灰的离子交换反应、凝固反

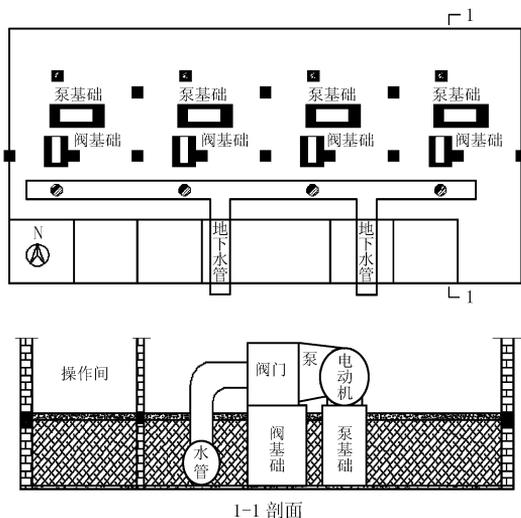


图1 病害车间平面及剖面图

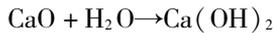
收稿日期:2008-02-27

作者简介:李建文(1981-),男(汉族),甘肃民勤人,煤炭科学研究总院西安研究院工程地质研究所工程师,勘查技术与工程专业,从事地基与基础工程,陕西省西安市雁塔北路52号,lijianwen15@eyou.com。

应和成桩时的挤实作用等改善桩周土的物理力学性质,石灰桩和周围被改良的土体一起组成复合地基以达到加固的目的。

生石灰的水化反应及其特征:

生石灰 CaO 与水作用生成熟石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的过程称为生石灰的熟化,也称为水化过程,其化学反应式为:



生石灰的水化过程要产生大量的热量并发生体积膨胀。其反应的特性主要有以下几个方面。

3.1.1 反应过程吸收大量水分

生石灰的吸水量包括 2 个部分,一部分是 CaO 水化所需的吸水量,另一部分是生石灰的水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的孔隙吸水量。1 kg 的 CaO 完全水化的理论吸水量为 0.32 kg,并且水化后的熟石灰处于干燥状态,呈极细的粉末状,也要吸收一部分水,贮存在孔隙中。但生石灰的总吸水量与所受到的约束力有关,压力增大吸水量减少。在 5 kPa 的压力作用下,1 kg 的生石灰的总吸水量为 0.8 ~ 0.9 kg。

3.1.2 生石灰的水化反应为放热反应

生石灰在水化反应过程中,1 mol CaO 要产生 $6.52 \times 10^4 \text{ J}$ 的热量,那么 1 kg 的 CaO 能放出 1160 J 的热量,这些热量能使地基土温度提高,产生汽化脱水现象,降低地基土的含水量,从而减少土的孔隙比,增加土的密实度。

3.1.3 生石灰水化反应过程中伴有体积的显著增大

CaO 与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 后,固相体积要比膨胀前的固相体积增大 99%。另外,在水化过程中,石灰颗粒分散,比表面积增大,在分散颗粒的表面还吸附水分子,使颗粒直径增大,这些因素都将引起颗粒间孔隙增大。在水化过程中,由于固相体积和孔隙体积的增大,生石灰水化后可膨胀到原体积的 1.5 ~ 3.5 倍。膨胀的大小与生石灰的磨细度、水灰比、熟化温度、有效钙含量和外部约束等有关。生石灰越细,膨胀越小;水灰比增大,膨胀减小;熟化温度越高,膨胀越大。如果限制生石灰水化过程的体积膨胀,生石灰将产生较大的膨胀压力,在完全侧限条件下,生石灰的膨胀压力可高达 10 MPa 以上。

3.2 石灰桩施工设计

本工程重点利用生石灰的上述吸水、放热、膨胀 3 种特性进行设计。

拟定桩间距为 1 m,正方形布置,根据孔隙量、地基土压缩性^[2]等因素计算,每平方米地基土需要

的生石灰量约为 0.11 m^3 ,即石灰桩体积应为 0.11 m^3 ,考虑到底部自由水量大、地基土可压缩性强等因素设计桩型采用上小下大的圆台形。经复核计算,上部桩径取 0.15 m,底部桩径取 0.4 m 即可满足要求(见图 2、图 3)。

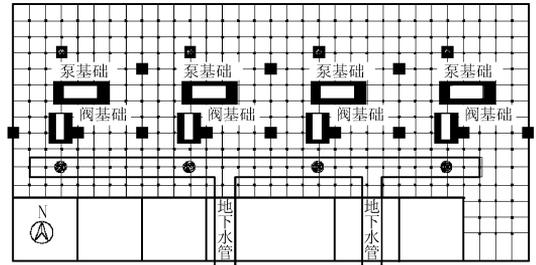


图 2 石灰桩布置示意图

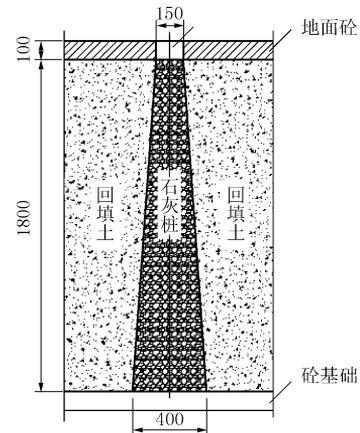


图 3 石灰桩剖面示意图

3.3 施工工艺

3.3.1 测放桩位、孔位

石灰桩、注浆孔均采用正方形布置,桩间距 1 m,顶部桩径 150 mm,底部桩径 400 mm。

3.3.2 人工挖桩孔

先用电动开孔器钻穿地面混凝土,下部灰土及回填土区,采用洛阳铲人工掏孔至基底混凝土封层。

3.3.3 人工夯填石灰桩体

人工将生石灰破碎成小颗粒,分层夯填入桩孔内。为充分发挥生石灰的膨胀作用,可在夯填桩体时用少量水泥充填生石灰的空隙。

3.3.4 封闭桩口

待生石灰全部熟化膨胀后,清除桩口多余熟石灰至原地面混凝土底部,用 C25 混凝土封顶并与地面抹平,恢复地面原状。

3.4 技术措施

(1) 根据施工过程中的观察发现,在将水管附近处理后,泵基另一侧地面震动现象已消除,所以该

部位只做了局部的处理,而将水管附近进行了局部加密处理,变更后桩位见图4。

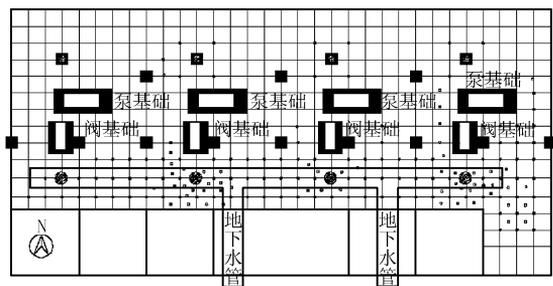


图4 变更后桩位布置图

(2)施工过程中防止地表水和邻近水源侵入石灰桩身而影响生石灰的吸水及膨胀效果。

(3)为保证待处理区域的处理效果及尽可能减小桩体膨胀对其他区域的影响,灌桩顺序应按“先外后内,先周边后中间”的原则,对单排桩应采用“先两端后中间”的施工方式,并按每隔1~2孔的施工顺序进行,不允许由一边向另一边推移。

(4)为实现有限的灌灰量达到好的处理效果,所用生石灰要求选用新鲜的生石灰块,块径3~8cm,过烧和欠烧的生石灰都不应使用。

(5)由于是人工夯填,为保证灌桩的密实度,每层的灌灰厚度 ≥ 15 cm。

4 处理效果

经过6个月的设备运行及细致观测,该循环水车间病害地基经石灰桩处理后效果明显,地面震动和噪声基本消除,达到了处理的预期目的。

5 结语

通过计算比较和实践检验,用石灰桩处理该病害地基是成功的,充分发挥了其工期短、造价低、安全可靠、施工方便、不受场地和机械的限制及适用性较强的特点,将其用于小型的病害地基处理是比较经济和合理的。

参考文献:

- [1] 黄生根,张希浩,曹辉.地基处理与基坑支护工程[M].武汉:中国地质大学出版社,1999.34-45.
- [2] 陈仲颐,周景星,王洪瑾.土力学[M].北京:清华大学出版社,1994.307-327.

(上接第43页)

构设计规范或标准,整个设计过程只能参照有关资料,缺乏统一理论。

(2)水泥土与型钢组合构件受力机理尚不十分明确,尤其是减摩剂采用使这种关系变的更加复杂,型钢“全位”和“半位”布置时,组合构件整体刚度难以确定。

(3)水泥土抗压、抗剪强度设计值及H型钢与水泥土之间单位面积摩擦力只能依据工程经验采用,变形阻力的量化很困难,给设计带来不明确因素。

(4)SMW工法围护结构施工中,组合结构变形刚度相对较小,围檩对提高围护结构整体性起到很重要的作用,如何将围檩的施加方式与基坑开挖方法相结合是一个值得考虑的问题。

(5)基坑开挖所造成的SMW挡墙变形使型钢产生弯曲,减摩剂性能或施工质量等原因都会致使H型钢的拔出存在困难,或拔出后较难重复使用,因此必须解决好型钢有效拔出问题。

(6)在基坑开挖过程中,SMW工法围护结构变形受水位变化的影响比较大,必须考虑周边的降水,以达到减少变形的目的。

5 结语

尽管SMW工法设计与施工方面存在一些问题,但因其具有其它围护方法无法比拟的优越性,作为基坑围护结构仍有较高的可行性,而且由于型钢可回收重复使用,成本较低。SMW工法作为一种较新的施工工艺,从技术经济方面看,它既能满足止水和抗侧向压力,又在成本核算和间接投入上具有一定的优势,是较为理想的基坑围护结构。

参考文献:

- [1] JGJ 79-91,建筑地基处理技术规范[S].
- [2] 归正,等.SMW工法及其应用[J].建筑机械化,2000,(2).
- [3] 钱玉林,等.SMW支护结构及其经济分析[J].水利水电技术,2002,18(6).
- [4] 翟景文,李承光,姜立峰.SMW工法在天津地铁一号线二纬路站上的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(5).
- [5] 郭传新.SMW工法及所用多轴式连续墙钻机[J].建筑机械,1999,(4).
- [6] 张璞,柳荣华.SMW工法在深基坑工程中的应用[J].岩石力学与工程学报,2000,19(S1).
- [7] 王国富.SMW围护桩工法简介及经济分析[J].铁路工程造价管理,2000,(4).