

8000kN·m 强夯处理杂填土地基试验方案及参数确定

赵林海¹, 陈亚成²

(1. 中煤建设集团有限公司 工程承包部, 北京 102218; 2. 中煤建设集团 康迪监理公司, 北京 102218)

摘要: 在中煤装备产业园区地基处理过程中, 面对大面积超深杂填土的地质环境, 为了节省工期而决定采用较大冲击能的强夯处理地基。论文描述了 8000kN·m 强夯正式施工前的试验过程, 通过试验确定各项施工参数, 指导大面积施工, 保证地基处理质量合格, 符合下一步土建施工的承载要求。试验选取了 1000m² 待处理区域布置夯点, 拟定夯击遍数、单击次数、间隔时间以及质量控制指标。强夯试验结束后, 对处理过的地基进行检测。在检测合格基础上, 对试验数据详细分析, 并根据园区实际状况对拟定参数适当修正, 最终确定了正式施工的各项参数。

关键词: 杂填土地基; 强夯; 试验; 参数

中图分类号: TU413 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2012)01-0040-03

强夯法是法国 Menard 技术公司于 1969 年提出的一种地基加固方法, 其主要工作原理是通过起重机械将 8~40t 的夯锤起吊到 6~30m 高度后自由落下, 给地基以强大的冲击能量(500~8000kN·m)的夯击。经过十几年来实践, 目前已广泛用于素填土、碎石土、砂土、低饱和度的粉土和粘性土、湿陷性黄土地基的处理。本文所述工程项目, 先期采用 3000kN·m 强夯(锤重 20t, 高度 15m, 影响深度为 3~5m)进行地基处理施工, 后由于工期原因决定采用 8000kN·m 强夯(锤重 40t, 高度 20m, 影响深度 6~8m), 对于经验借鉴较少的大夯击能强夯, 大面积施工前要进行试夯, 检测合格后对各参数进行确定。参数确定流程图如图 1 所示。

1 工程地质概况

中煤张家口煤机装备产业园项目位于河北省张家口市万全县西山产业园区, 面积约 187hm²。该园区原始地貌属于低山丘陵区, 沟谷发育, 场地起伏比较大, 不平坦。场区内主要由前期回填的素填土、黄土状粉土、老黄土和全风化砾岩、泥岩等组成。填土呈松散状, 未完成自重固结, 会出现自动下沉现象, 具有不稳定性, 不经处理不能直接作为建筑场地使用。

由于园区场地内大部分为回填土, 回填深度 6~35m 不等, 土质复杂, 且需处理面积非常大, 处理层数多, 施工周期长, 不能满足园区建设的总体工期目标。通过论证认为, 在回填深度较大的区域内采用较大夯击能(8000kN·m)的方式处理, 能够增加单层处理深度, 减少分层数量和

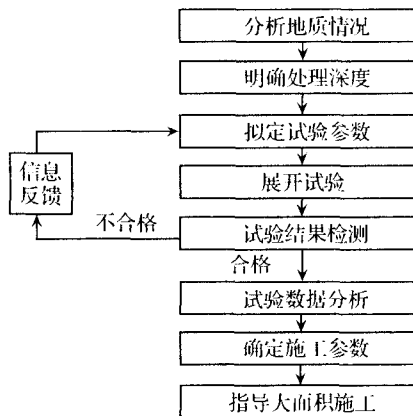


图 1 参数确定流程图

施工班次, 从而节省工期与费用。

2 拟定 8000kN·m 强夯试验方案

试验方案拟采用 8000kN·m 的强夯施工, 试验区选取面积约为 1000m² 的填方场地做夯点布置, 该区域回填土深度为 7~9m。

2.1 试验目的

通过试验性施工要获得以下结果:

- 1) 确定强夯后地基在有效加固深度内承载力和压缩模量是否满足设计要求。
- 2) 确定该区域地质条件下夯点布置方案、夯击遍数、单点夯击次数以及质量控制标准等各项参数。

收稿日期: 2011-10-24

作者简介: 赵林海(1970-), 男, 山西应县人, 高级工程师, 现任中煤建设集团有限公司工程承包部经理, 主要从事煤炭建设总承包项目管理。

2.2 夯点间距和布置方案

试验拟定以下内容: ①夯点布置方案; ②夯击遍数和单击次数; ③主夯、次夯、满夯间隔时间。

在回填土面积较大的场地, 一般根据锤径的 2.5~3.5 倍确定夯点间距。用于 8000kN·m 强夯处理的夯锤锤径为 2.3~2.6m, 本方案选取夯点间距为 6m。

夯点布置可根据基底平面形状, 采用等边三角形或长方形布置, 在此项试验中采用正方形布置法。试验区域按照 5×5 布置 25 个夯点(如图 2), 并且保证强夯机械的正常工作条件。

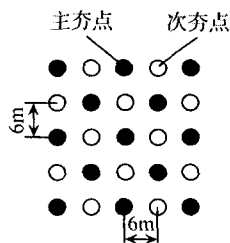


图 2 8000kN·m 试验区夯点布置图

2.3 夯击遍数和单击次数的拟定

根据强夯施工的经验, 对于由粗颗粒土组成的渗透性强的地基, 如碎石、砂砾、砂质土地基, 一般点夯一遍后再进行平夯即可。干燥的细颗粒土, 如干燥的粘性土、粉土和垃圾土等软质土地基, 因夯沉量大, 可增加点夯遍数。对于由细颗粒土组成的渗透性弱的地基, 如粘性土和含粘性土的填土, 并且地下水位较浅, 应尽量减少夯击遍数和

夯击次数, 目的是防止橡皮土产生。对于有充足孔隙水压力消散时间(至少 25d)的工程, 夯击遍数可以适当的增加。

试验区内主要为前期回填的素填土、老黄土和全风化砾岩等, 填土松散。综合实际情况分析, 夯击遍数拟定为 3 遍, 分为主、次夯和满夯各 1 遍, 以主、次夯为主。第一遍主夯为隔点跳夯, 第二遍次夯为补夯第一遍空隙, 第三遍用 2000kN·m 低夯击能进行满夯, 单点夯击数为 2 击, 达到夯印彼此搭接。

主、次夯点的单击次数, 按照试夯得到的单击次数和夯沉量关系确定, 满足下列条件: ①最后两击的平均夯沉量不大于 200mm; ②坑周围地面不应发生过大隆起; ③不因夯坑过深而发生提锤困难。

根据现场低级承载力的计算, 预先提出主、次夯时单点夯击数量应该保证最少 13 击, 当最后两击平均夯沉量小于 200mm 时, 可进行下一步工序。

2.4 间隔时间

两遍夯击之间应有一定的时间间隔, 间隔时间取决于土中超静孔隙水压力的消散时间。当缺少实测资料时, 可根据地基土的渗透性确定, 对于渗透性较差的粘性土地基间隔时间不应少于 21~28d。对于渗透性好的地基可连续夯击。针对试验区域地质情况分析, 主次夯每遍间隔采用 5d, 满夯结束 7d 后进行强夯效果检测。

2.5 试验数据

根据拟定的各项参数开始进行试验性施工, 并将 25 个夯点的数据进行记录(见表 1), 施工周期结束后检测地基的承载力和压缩模量是否满足要求。

表 1 8000kN·m 强夯试验数据记录表

夯点 编号	满足平均 夯沉量击数	总击数	总沉 降量/cm	最后两击平均 夯沉量/mm	夯点 编号	满足平均 夯沉量击数	总击数	总沉 降量/cm	最后两击平均 夯沉量/mm
1	3	13	125	20	14	15	15	418	165
2	11	13	362	120	15	5	13	219	20
3	7	13	234	40	16	6	13	224	45
4	11	13	270	90	17	5	13	246	135
5	5	13	207	35	18	7	13	267	80
6	4	13	175	40	19	3	13	165	100
7	6	13	242	55	20	4	13	157	20
8	7	13	257	95	21	4	13	142	20
9	5	13	228	40	22	3	13	187	75
10	6	13	226	15	23	3	13	110	20
11	5	13	248	70	24	8	13	195	40
12	5	13	246	70	25	3	13	121	30
13	6	13	234	45					

2.6 试验检测

现场检测主要采用 N63.5 动力触探试验法, 遇到粘性土进行标准贯入试验。检测点是现场随机布置, 相关规定要求检测点的数量按强夯处理面积及每个分区情况进行布

置, 每个分层内不同的分区时或填土性质、结构不同时应单独布置检测点, 每个分区检测点不少于 2 个。

按上述原则结合试验区面积, 试验区共布检测点 2 个, 检测钻孔每个深 7.5m。

检测结果:动力触探最大探测深度为6m,探测过程中最低修正击数为18.4,最低实测击数为19,最高修正击数为50,最高实测击数为50。标准贯入试验最低实测击数20,最低修正击数为19.5,最高实测击数为35,最高修正击数为33;综合考虑土层性质、填土厚度、上部建筑物重要性、含水量等因素,分析结果在影响深度6m范围内,承载力大于等于150kPa,变形模量大于等于30MPa,满足土建设计要求,综合评定为合格。

2.7 试验数据分析

根据试验数据绘制满足平均夯沉量击数曲线图(图3)。

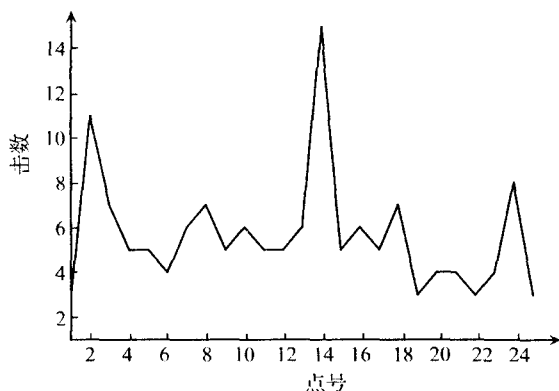


图3 满足平均夯沉量击数曲线图

根据曲线图分析,14号夯点在15击时满足最后两击平均夯沉量小于200mm要求,其余夯点均在13击以下满足要求,其中2号和4号夯点在11击时满足要求,其他22个夯点均在小于8击时就满足要求。但从试验面积整体合格考虑,单点夯击数定为13~15击,保证所有夯点最后两击平均夯沉量小于200mm。

3 参数确定

考虑到园区建设项目为多个重型设备制造厂房,对地基性能要求很高,因此为了保证安全,在以上试验方案及

参数的基础上,再采取一定的保险手段,最终确定8000kN·m强夯大面积施工各项参数如下:

- 1) 每层回填土深度不超过7m。
- 2) 夯点根据地形采用长方形均匀间隔布置,夯点间距取6.0m,单点夯击数定为13~15击。
- 3) 夯击遍数:每层先进行主、次夯各1遍,隔点夯击。主、次夯完成后,再采用夯击能2000kN·m的满夯2遍,每遍单点夯击数为2击,点与点之间夯印搭接1/4锤径。
- 4) 主、次夯间隔5d,次夯结束后即进行满夯,满夯结束后7d可进行检测。
- 5) 主、次夯最后两击平均夯沉量不大于200mm,当夯坑周围发生过大量隆起或因夯坑过深而发生提锤困难时,应查清原因后进行调整。

4 结语

目前用强夯法加固处理地基在公路、工业厂房、电站、机场、码头等大型建设项目中应用甚广,由于地基强夯施工没有相应的规范和标准,地质条件的差异性也导致了可借鉴的经验较少,因此在进行大面积强夯施工前必须试验,用以确定各项参数。本次强夯试验取得了一系列8000kN·m强夯地基检测合格的施工参数,为下一步在园区建设中推广使用该项施工方法、节约工期提供了技术保证。

参考文献:

- [1] JGJ79-2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [2] GB50025-2004, 湿陷性黄土地区建筑规范[S].
- [3] GB50202-2002, 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
- [4] GB50007-2002, 建筑地基基础设计规范[S].
- [5] 北京土木建筑学会. 建筑工程技术交底记录[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003.
- [6] 中煤邯郸设计公司. 张家口煤机设备园区地基强夯处理设计施工图纸[R]. 邯郸, 2009. (责任编辑 章新敏)

(上接第39页)

4) 工程实践表明,该修复技术能够有效控制破碎围岩巷道变形,使其满足生产要求。

参考文献:

- [1] 欧阳广斌, 柏建彪. 薄层破碎顶板煤巷锚杆支护技术[J]. 矿山压力与顶板管理, 2003, (3): 5~6.
- [2] 吴爱民, 左建平, 郭志飏, 等. 钱家营矿近距离煤层巷道破坏原因及支护对策[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(1): 13~16.
- [3] 王旭宏, 张绪言, 张百胜. 煤柱集中载荷对不同错距巷道围岩应力的影响[J]. 煤炭工程, 2009, (8): 84~86.

- [4] 张百胜, 杨双锁, 康立勋, 等. 极近距离煤层回采巷道合理位置确定方法探讨[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(1): 97~101.
- [5] 李相钦. 水力膨胀式锚杆的应用[J]. 建井技术, 2001, 22(2): 6~8.
- [6] 刘建国. 水胀式锚杆在隧道施工中的应用[J]. 现代隧道技术, 2003, 40(2): 62~64.
- [7] 王元明, 冯伟, 柏建彪. 采空区下综采工作面大断面切眼支护技术[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(6): 6~8.
- [8] 钱鸣高, 石平五. 矿山压力与岩层控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003. (责任编辑 郭继圣)