

浅谈Ⅳ级重度湿陷性黄土地区地基处理增湿施工技术

杨志强 佟昊芯 徐国樞 雷星魁

中建新疆建工(集团)有限公司西北分公司 甘肃 兰州 730000

摘要:西北地区常年干旱少雨,地基土的天然含水率较低,一般在3.3%-10%之间,在现行地基处理施工中,地基土含水率偏低将直接影响地基处理效果,需对地基土进行增湿处理。目前,西北湿陷性黄土地基处理中增湿案例较少,本文以甘肃省疾病预防控制中心公共卫生项目一期工程为依托,采用深层和浅层联合法对地基土进行增湿处理,施工设计成功解决了注水孔塌孔问题,增湿不均匀性问题,提出了增湿设计过程中影响注水孔间距的因素,注水孔间距与增湿时间之间的关系,长短注水孔的设计取值,为黄土场地增湿处理提供了借鉴^[1]。

关键词:场地增湿 强夯处理 挤密桩 增湿孔

引言

通过进行实地调查及文献研究,发现非饱和湿陷性黄土最优含水率控制是影响湿陷性黄土处理的制约因素,为保证处理效果达到设计要求承载力,据地质特点分析不同深度、不同宽度、不同材料的组合剖面,降低孔隙率、消除地基湿陷性,使土的孔隙变小,密实度增大,压缩性降低,隔阻因地基处理产生的受力变形等开展相应的技术研究^[3]。

1 案例实况

甘肃省疾病预防控制中心公共卫生中心项目部分单体局部地下一层、地上五层,地下部分桩基均为89—99m不等的超深灌注桩,地上部分为框架结构及大跨度钢结构,个别楼栋地下与地上结构间通过隔震支座连接。

根据地勘报告可知,本工程所在区域为Ⅳ级重度湿陷性黄土地区,其中湿陷性黄土层(马兰黄土层)分布于整个场地,厚度达63.2~92.2m,采取勘探+原位测试结合检测岩土性质及持力层选择方法,结合拟建工程规模及场地工程地质条件,勘察勘探点按拟建建筑物周边、中心并结合方格网布置,勘探点间距20~30m,共布置各类勘探点83个,其中控制性钻孔34个(标准贯入试验孔27个,波速测试孔7个),钻入强风化泥岩层3.8~6.8m,钻孔深度101.0~118.1m;一般性钻孔39个(取土试样钻孔28个,鉴别孔21个),钻入强风化泥岩层3.1~4.8m,钻孔深度98.4~115.9m。

本次勘察在标准贯入试验孔中对场地不同深度的土层进行标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验、剪切波速测试、土工试验、颗粒分析试验、易溶盐分析试验,对地下水采取水样进行水质简分析试验。经查验相关文献并结合勘察报告可知:

表2-1 地层承载力特征值及模量

地层名称	承载力特征值fak(kPa)			压缩模量	变形模量
	根据室内 试验查表	根据原位 测试推断	推荐值	Es(MPa)	Eo(MPa)
①素填土层	130	/	100	8.0	/
②马兰黄土层	140	/	120	10.0	/
③粉质黏土	220	/	180	14.0	/
④砾砂层	/	350	300	/	25.0
④-1粉质黏土 夹层	/	270	250	18.0	/
⑤强风化泥岩层	600	/	500	/	40.0

①素填土层:分布于整个场地,主要为场地挖填整平形成,主要成分为黄土,厚度不均,土质较均匀,稍湿,稍密~中密,回填过程中已进行压实处理,但压实不均匀,局部欠固结、欠压密,且具湿陷性,工程性质差,不考虑作为拟建物基础天然地基,可考虑进行地基处理后作为拟建物基础人工地基。

②马兰黄土层:分布于整个场地,土质较均匀,稍湿,稍密~中密,以中压缩性为主,具湿陷性,场地湿陷等级为Ⅳ级,湿陷下限深度35~53m,累计湿陷厚度29.0~42.0m,工程物理力学性质较差,不考虑作为拟建物天然地基,可考虑将湿陷性土层处理后作为拟建物基础人工地基。

2 非饱和和湿陷性黄土最优含水率控制暨黄土增湿施工技术研究

进场后根据土工击实试验检测结果分析可知:本场地最优含水率为14.4%,但现场实测数值仅为7.2%,经参考其他项目工程案例,施工前需采取增湿(增大含水率)措施以保证地基处理效果。

经综合对比SDDC、素土挤密桩、强夯法等施工方

式，素土挤密桩和强夯法可消除场地湿陷性，处理效果较好，项目决定采用素土挤密桩和强夯施工。

为有效增强场地注水量及快速消散，增湿前在实验区根据不同强夯能与不同素土挤密桩深度按正三角形排布深度6m的增湿孔，孔距按1m、1.5m、2m分别进行排布。增湿孔成孔完成后，经验收合格，孔内及时填入砂石，防止注水孔在注水过程中塌孔，回填砾石时回填高度要略高于孔口。砂石含土量控制在10%-15%之间，砂石粒径不大于30mm。

表3-3 增湿孔距对比分析

序号	孔径 (mm)	孔距 (m)	注水量 (m ³)	注水次数	消散期 (d)	平均含水率 (%)
1	150	1	3.55	2	7	13.5
2	150	1.5	3.55	3	8	12.9
3	150	2	3.55	4	9	14.7

根据实验分析得知增湿孔按2m排布，在增加2天消散期的情况下土体含水率最接近最优含水率。

2.1 根据设计图纸对地基处理范围进行定位放线，然后依据范围线进行增湿孔布设，孔位采用等边三角形布设，间距2m。孔位确定后，利用钢尺复核桩间距离，自检合格后向监理单位报验，验收合格后方可进行下到工序。

增湿孔采用采用打桩机机械成孔，孔径150mm，注水孔深度比土层有效处理厚度减少2m，成孔直径150mm，具体参数见增湿孔布置图。打桩机就位施工前，应进行场地整平且满足机械作业的压实度。

2.2 增湿孔内填料

增湿孔成孔后，经验收合格，孔内及时填入砂石，防止注水孔在注水过程中塌孔，回填砾石时回填高度要略高于孔口。砂石含土量控制在10%-15%之间。

2.3 注水

注水量依据以下方式计算用水量，确定每个区域及每个孔位的注水量。

根据勘察报告，场地内原状土最佳含水率为14.4%，平均天然含水率为7.2%，天然干密度为1.44。

注水时水流控制采用宁慢不快的方法，确保渗透效果，防止因水流过大造成回填土的冲刷，甚至形成暗沟造成跑水情况^[2]。

采用定量多次循环注水的方法，用水表计量，每个孔内注满水或者达到该次预算计算水量时，该孔便停止

注水，各增湿孔依次注水。注完第一遍后，掌握片区各孔的初始渗水速度及是否存在空洞等情况，并做好相应记录。第二遍注水时，做出相应的调整和预防措施，当注水量达到片区估算总注水量时停止注水，根据试验区试验数据消散时间为一周以上时满足要求，即注水完一周后进行强夯施工^[4]。

单孔注水量相等的情况下，周围采用装载机四周做10m×10m围堰，围堰底部宽度不小于0.5m，高度0.5~1.0m，围堰上部宽度不小于0.3m。且在装载机堆筑过程中要使用铲斗压实，周边里外坡面要有一定坡度。注水时保持水面高出孔口20~30cm，每间隔2~4小时围堰内加注水一次。静止7~14天，消散期到后，通知实验室进行探井取样，取样深度不小于各区域的有效处理深度^[5]。

3 实施效果

按照2m布置增湿孔，要求达到消散期的试验区域及时检测含水率。经过多次试验，发现探井选择在正三角形排布的三个增湿孔中间取样最能代表该处的真实试验数据，且根据规范要求含水率检测数量不少于3处进行含水率检测值的对比，经取样检测，含水率达到最佳含水率14.6%±2%时，马兰黄土的增湿效果将达到最优。

4 效益分析

增湿孔布置：针对现场布置的增湿孔1m、2m两种不同间距的排布，分别测算1m与2m增湿孔布置的成本分析可知采用2m排布的增湿孔可创造3075190.44元效益。

5 结束语

综上所述，在重度湿陷性黄土地区进行强夯和挤密桩处理前，土层含水率控制显得尤为重要，增湿时增湿孔排布与注水量计算的精确度是影响增湿效果的重要因素，将对地基处理效果产生极大的影响，本文浅析重度湿陷性黄土地区的增湿方式对本地区同类型项目有重要参考价值。

参考文献；

- [1]《强夯地基处理技术规程》(CECS279:2010)；
- [2]《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB50025-2018)；
- [3]李军辉 湿陷性黄土地基处理中新增湿技术的应用；
- [4]何淑军,李鸿江,赵敏学等.西北干旱湿陷性黄土区增湿高能级强夯试验研究[J].铁道工程学报,2011(7):9-15;
- [5]GB50025-2004,湿陷性黄土地区建筑规范[S];