

水泥深层搅拌法在广西软土地基处理中的应用

刘 锋¹, 卢玉南²

(1. 广西地质工程勘察院, 广西 南宁 530023; 2. 广西建设厅勘察设计院, 广西 南宁 530012)

[摘 要] 文章根据水泥深层搅拌法在广西软土地基处理的工程实践, 对水泥深层搅拌法在软土地基加固处理的理论与方法方面做了一些探讨。

[关键词] 水泥深层搅拌法; 软土; 地基处理

水泥深层搅拌法加固软地基是在深层石灰拌合法的基礎上发展起来的, 创始于美国, 日本 50 年代初引进这种新技术, 在深厚软土地基的加固实践中获得成功。我国自 1977 年开始研究开发这项新技术, 1978 年冶金部建筑研究总院与交通部水运规划设计院合作研制了双轴中心管式 SJB-1 型深层搅拌机, 并在塘沽新港使用取得较好的经济效益。随后十几年来, 这项技术已在华东沿海城市和武汉、昆明等地的工业、民用建筑和市政挡土墙设施等工程中推广应用。1992 年该技术进入广西, 在南宁百货大楼朝阳商业城等工程应用成功, 随后在南宁、玉林、北海、桂林等市广泛推广。广西软土深度一般不会很大, 对一般低层建筑(9 层以下)非常适宜使用水泥深层搅拌法。

1 水泥深层搅拌法加固软土的机理

水泥深层搅拌法加固机理为水泥与饱和软土拌合后, 发生水泥的水解和水化学反应, 生成水泥水化物并形成凝胶体, 当水泥的水化物形成后, 能够和具有一定活性的土颗粒进行一系列反应, 从而将分散的土团粒凝聚成具有整体性、水稳定性和一定强度的复合土, 达到提高地基强度, 改善其物理力学性能的目的。

2 水泥深层搅拌法的适用范围

2.1 适用土质

适用于各种成因的饱和软粘土, 如泥炭土、淤泥、淤泥质粘土、粉质粘土、粉土、砂砾石等。也可以用于加固填土(不能含或少含粒径大于 15cm 的块漂石), 如素填土、杂填土、吹填土, 对于加固砂砾石回填土国内报道较少, 但目前在南宁造纸厂生活区、扶绥县扶南糖厂糖仓工程加固圆砾石回填土, 通过轻便触探试验、开挖检验和复合地基(单桩)载荷试验, 证明圆砾石回填土地基经水泥深层搅拌

处理效果较好。

2.2 适用工程类型

水泥深层搅拌法适用于体型简单的 9 层或 9 层以下的建筑物。通过水泥深层搅拌法处理, 可以将松散的填土层或天然的软土层的地基承载能力提高到 150 ~ 250 kPa 左右。

2.3 适用的加固深度范围

水泥深层搅拌法一般加固的深度范围为 5 ~ 10 m, 最大的加固深度(广西区内)在 20 m 以内。

3 水泥深层搅拌桩的设计

在水泥搅拌桩计算中, 目前较常用的是将搅拌桩和桩间土视为一个假想实体基础, 根据实体基础所受的力, 进行假想实体基础下卧层地基承载力和沉降的计算, 其设计包括以下几个步骤:

(1) 单桩承载力的计算(N_d): 一般由搅拌桩桩身加固土配比相同的室内加固土试块的无侧限抗压强度 q_u 、桩侧土摩阻力 q_s 、桩端土承载力 q_p 综合确定。

(2) 水泥掺入量 a 的确定: 根据配合比试验, 从不同土类的 $a - q_u$ 曲线, 查出对应设计值 q_u 所对应的水泥掺入量 a 值。从大量的工程实践可知, 一般的水泥掺入量为水泥搅拌桩加固范围的土量的 15% 左右。

(3) 水泥搅拌桩置换率 m 的确定: 即是桩的截面积与所要处理的地基面积之间的比值, 是复合地基承载力 f_{sp} 、单桩承载力 N_d 、桩间土承载力 f_s 、单桩截面积 A_p 、桩间土应力折减系数 n_s 的函数。

(4) 桩数的确定: 由置换率 m 、单桩面积 A_p 、基础底面积 A 确定。

(5) 地基软弱下卧层的承载力验算。

(6) 基础沉降验算。

建筑物的总沉降量 S_t 为搅拌桩假想实体基础的变形量

[作者简介] 刘锋(1964—), 男, 1986年毕业于武汉地质学院水文地质专业。现任广西地质工程勘察院院长, 高级工程师。

与下卧层变形量 S 的总值。

4 水泥深层搅拌加固处理的质量控制

水泥搅拌法加固软土地基的效果,通常是由施工质量控制和现场试验所决定。

4.1 施工质量控制

(1) 软土应完全预搅切碎后才喷浆搅拌,这样才利于同水泥浆均匀结合。

(2) 水泥浆要严格按照配合比配置,并且不得发生离析。

(3) 保证水泥土桩的加固强度和均匀性。

(4) 保证水泥桩的水平位置不得偏离轴线及垂直度。

4.2 质量检验

(1) 施工原始记录应详细、完善,如实记录并及时汇总分析。

(2) 开挖检验:在基坑开挖以后,对桩头的位置、外观质量、接搭质量、强度、整体性进行检验。

(3) 采用标准贯入试验、轻便触探试验(搅拌桩期龄在7天时使用)检查桩体均匀性和现场强度,并与桩间土的强度进行对比。

(4) 用现场静力载荷试验方法进行复合地基和单桩承载力试验,所得的承载力最能反映实际情况。

(5) 对采用深层搅拌加固地基的工程在投入使用后,定期进行沉降、侧向位移等变形观测,是最直观检验加固效果的理想方法。

5 工程实例分析

5.1 工程概况

中国工商银行广西区分行的江滨花园住宅小区,位于南宁市江滨路东面、广西医科大南面,小区内拟建住宅楼8栋,楼高7层,砖混结构。其中5#楼位于小区中部,建筑物长26.7m,宽11.4m,采用刚性条形基础,地基为水泥深层搅拌桩复合地基。场地土层概况详见表1。

表1 5#楼场地土层概况

单位: m

土层及 序号	杂填土 ①	淤泥 ②	粘土 ③	粘土 ④	粉质粘土 ⑤	粉质粘土 ⑥	粉土 ⑦	圆砾 ⑧
层厚	0.8~3.2	0.5~4.5	0.8~4.3	1.9~8.0	0.5~6.0	1.0~5.4	0.5~4.9	1.8~3.5
状态	松散	软~流塑	可塑状	硬塑	可塑	软~可塑	松散~稍密	中~密实

5.2 5#楼地基水泥搅拌桩加固处理设计

5#楼地基加固处理水泥搅拌桩置换率约50%,共设计水泥搅拌桩388根,桩径 Φ 500mm,桩长4.0~6.0m(以桩端进入粘土③层0.5~1.0m为准),通过做配比试验,水泥的掺入量约为13%。设计要求加固后的复合地基承载力为220kPa,单桩承载力120kN。

5.3 5#楼地基水泥搅拌桩复合地基载荷试验

工程竣工后,工行广西区分行委托广西建筑工程质量检测中心对该工程搅拌桩复合地基进行静力载荷试验,在场地的左、中、右由设计和建设单位随机选取3试验点,试验承压板面积为 $0.775\text{m} \times 0.775\text{m} = 0.6\text{m}^2$ 。本次试验采用堆荷反力装置,慢速维持荷载法,油压千斤顶逐级加荷,百分表观测沉降。

当试验荷载加至440 kPa时,经过90 min压板沉降已达相对稳定,3点承压板底总沉降值为2.5 mm、2.91 mm、2.97 mm,试验所对应的荷载值为该试验点复合地基承载力基本值,即各点的 $f_0 > 440\text{ kPa}$,复合地基承载力特征值 $f_{ak} > 220\text{ kPa}$,满足设计的要求。

从朝阳商业城等南宁市部分工程荷试验结果看,深层搅拌法的处理效果是比较显著的。

6 社会经济效益

水泥深层搅拌法与以往钢筋砼桩基相比,节省了大量的钢材,降低了造价,缩短了工期。据有关资料,南宁市亨达房地产实业发展公司承建的医药大楼,原拟采用钻孔桩,仅桩基就170万元,还不包括承台,后来采用深层搅拌法进行处理,另加基础施工到 ± 0.000 ,才用了126.2万元,为原造价的74.23%;南宁市永新区法院审判庭和住宅楼,采用深层搅拌法处理后造价为原钻孔桩预算的42.7%。

当采用刚性桩,持力层埋深较大时,刚性桩长度大,此时若换用水泥深层搅拌法进行浅层地基加固处理形成人工持力层,然后按天然地基进行基础设计,造价会明显降低。

7 结 语

(1) 水泥深层搅拌桩是一种施工简便、造价低、质量可靠、行之有效的地基处理技术。

(2) 水泥深层搅拌桩一般加固深度十余米至持力层,可把地基承载力提高到150 kPa~250 kPa。工程实践经验证明,加固结果不仅提高了地基容许承载力,还可减少建筑物的总沉降量与差异沉降量。

(3) 水泥深层搅拌桩施工速度快,减少了工期。制造一根10余米的水泥桩仅需40 min左右。一台机连续24 h,可完成30多根桩的施工任务。由于水泥桩与桩间土构成的复合人工地基沿深度的均匀性和整体性好,加固后1个月即可投入使用,为工程建设早日完成赢得了宝贵的时间。

(4) 由于水泥深层搅拌加固法就地造桩不排土,因而地面隆起很少,并且施工中无震动、无噪音、无污染,且技术可靠、不会对周围建筑物产生有害的影响。

(5) 水泥深层搅拌加固法配合比试验十分重要,它关系到加固工程的成败,特别是含有机质(淤泥)的土层,施工前,必须通过做配合比试验,确定水泥和外加剂的掺入量。