

# 注浆托换技术在地基加固处理中的应用

向贤礼<sup>1,2</sup>, 隆威<sup>1</sup>, 何文君<sup>3</sup>

(1. 中南大学 地质与环境工程学院, 湖南 长沙 410083; 2. 贵州省有色地质勘查局物化探总队, 贵州 都匀 558004; 3. 贵州省有色地质勘查局, 贵州 贵阳 550005)

**摘要** 应用注浆加固理论, 通过对地质条件的分析认识, 利用注浆托换技术对贵州省都匀市某监狱习艺楼在建工程进行地基处理, 达到了增层加载的目的。

**关键词** 地基承载力 地基加固 注浆 托换

中图分类号: TU472.6 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2004)10-0027-02

构筑物的上部荷载是通过基础传递给地基, 地基承受上部荷载的能力, 取决于地基土的性质。当地基承载力不能满足要求时, 就需改变基础方案或进行地基处理, 由承载力理论计算公式(规范)

$$f_{ak} = M_b \gamma b + M_d \gamma_0 d + M_c c_k$$

可知, 在深宽( $d, b$ )一定时, 地基承载力主要取决于地基土的内聚力  $c$  值和内摩擦角  $\varphi$  值, 基于此, 本文应用注浆托换处理方法, 通过提高地基土的  $c, \varphi$  值, 成功地解决了在建物地基承载力不足的问题。

## 1 工程概况

贵州省都匀市某监狱习艺楼 4 层框架结构, 平面布置呈矩形, 独立基础埋深 1.70 ~ 2.85 m, 持力层为砾石土及冲积卵石层, 设计取用地基承载力特征值为 400 kPa。主体施工至 3 层时提出改变使用功能, 需增层加载, 层高增至 5 层, 要求地基承载力特征值满足 500 kPa。补勘发现砾石土的实际地基承载力特征值为 250 kPa, 不能满足设计要求, 需对原地基或已施工的基础进行加固处理。

## 2 工程地质条件

场地为山区河流冲积盆地的边缘, 属二级阶地, 场地岩土层特征自上而下为:

①杂填土层, 杂色, 稍湿, 结构松散, 分布连续, 厚 0.30 ~ 0.80 m;

②第四系冲积粉质粘土层, 浅黄色, 湿 ~ 稍湿, 可塑 ~ 硬塑状, 埋深 0.30 ~ 0.80 m, 厚 0.70 ~ 1.90 m;

③第四系冲积砾石土层, 稍密, 骨架颗粒大部分接触, 孔隙间由砂及粉质粘土充填, 级配差, 埋深

1.30 ~ 2.70 m, 厚 1.50 ~ 3.70 m, 地基承载力特征值  $f_{ak} = 250$  kPa, 变形模量  $E_0 = 16$  MPa, 内摩擦角  $\varphi_k = 22^\circ$ , 粘聚力  $c_k = 35$  kPa;

④第四系冲积卵石层, 中密, 埋深 2.00 ~ 4.60 m, 最厚处为 2.20 m, 分布不连续, 级配较好, 地基承载力特征值  $f_{ak} = 400$  kPa, 变形模量  $E_0 = 26$  MPa;

⑤基岩, 强风化深灰色泥灰岩, 岩溶不发育, 强度高, 厚度大。

## 3 加固方案设计

### 3.1 加固方案确定

对于最终加大荷载的基础, 处理方法有两种: 一是拓宽基础, 分担荷载; 二是处理地基, 以提高地基承载力。从本工程地质条件分析可知, 作为持力层的砾石土和冲积卵石层, 其地基承载力特征值  $f = 250 \sim 400$  kPa, 略低于地基承载力特征值需求值, 但持力层为稍密 ~ 中密地层, 且含无胶结的松散砾砂较多, 根据注浆理论分析及工程经验可知, 在该类地层采用压力注浆进行地基加固处理效果较好: 一方面, 水泥浆液充填到地层松散砂砾间的孔隙中, 减小了地层的孔隙度, 提高了地层致密度, 从而达到提高地基承载力的目的; 另一方面, 注入的水泥浆与地层中的砂砾混合, 形成一层类似混凝土的整体硬化板块结构, 可大幅度提高地基承载力, 减小基础沉降量, 防止基础产生不均匀沉降, 提高建筑物的整体稳定性。同时利用注浆孔加入钢筋笼形成树根桩, 对建筑物基础起一定的支撑传载作用, 使地基应力有效均匀地向深部扩散。通过以上方案分析论证, 本工程决定采用压力灌注水泥浆加树根桩支撑综合处

收稿日期 2004-02-12

作者简介: 向贤礼(1965-)男(汉族), 贵州都匀人, 中南大学工程硕士在读, 贵州省有色地质勘查局物化探总队高级工程师, 地质工程专业, 从事地质工程、岩土工程的勘察设计与施工工作, 贵州省都匀市沙包堡, 13508500178, XXI5227@163.com。

理方案进行地基加固处理。

### 3.2 注浆孔布置

根据基础尺寸,沿基础底面边缘均匀布置4个钻孔(见图1),开孔口径130 mm,终孔口径110 mm。按地基下卧层强度验算理论计算,加固深度为基底以下2.00 m(见图2)。

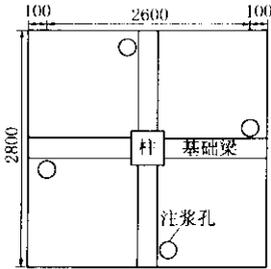


图1 注浆孔布置图

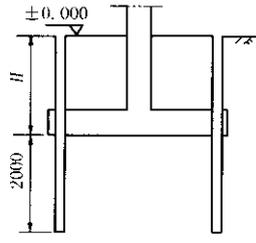


图2 注浆孔剖面示意图

### 3.3 钢筋笼制安

主筋采用3 $\phi$ 16 mm的螺纹筋,长度为2300 mm,钢筋笼的直径为100 mm,箍筋采用 $\phi$ 8@500。

### 3.4 注浆压力及终止条件

由于砾石土孔隙比较大,不宜高压注浆,故注浆压力一般采用0.1~0.3 MPa,当压力达到0.3 MPa,水泥用量在400~600 kg/m或浆液从地面冒出时,停止注浆。

### 3.5 施工顺序

先用 $\phi$ 130 mm钻头钻至基础顶面,下入 $\phi$ 127 mm护壁管,然后用 $\phi$ 110 mm钻头钻穿基础至终孔深度,下入栓塞及注浆管注浆,下入钢筋笼,补浆封孔。补浆时掺入砂及碎石拌均后人工灌入,并进行振捣密实。

## 4 注浆施工

按设计要求,钻孔实行隔柱施工,单基础钻孔实行隔日施工,浆液由1:0.5(水灰比)先稀后稠逐级配调,压力由低到高进行注浆,无压力时直接用1:1稠浆,注浆时用 $\phi$ 108 mm栓塞在基础部位栓死。

## 5 施工效果

### 5.1 完成工作量

本次加固处理于2003年5月3日开工,7月1日结束,共完成注浆孔192个,总进尺768 m,检查孔3个,取心试验9件,动力触探测试孔8个,注入水泥121 t,钢筋用量2.2 t。

### 5.2 经济技术比较

通过对地基注浆加固处理与基础拓宽处理方案进行经济比较,地基加固处理的费用只达到基础处

理的83%,节约投资约17%。处理几乎未对原结构造成破坏,施工现场整洁有序,没有造成环境污染。加固处理过程与上部结构施工同时进行,未影响上部结构的施工进度,保证了建设周期。

### 5.3 处理加固效果评述

施工结束后对先期处理的地段进行钻探检查及 $N_{120}$ 动力触探试验,从处理加固地层取出的岩心呈固结状态,整体性好,致密度高,试验测试处理加固地层岩心抗压强度达1.73~2.57 MPa,比较注浆前后的动力触探试验曲线(见图3),注浆后整体向高值移动,锤击数接近平均值,离散性小。测试表明,处理后的地基承载力 $f=520$  kPa,满足设计承载力的要求。沉降观测无明显变化,工程处理结果达到设计要求。

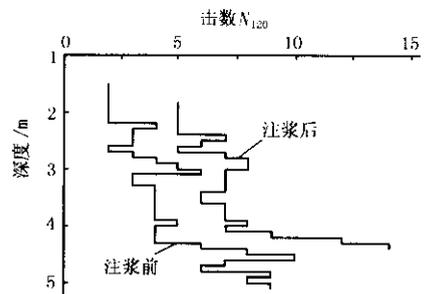


图3  $N_{120}$ 动力触探试验统计平均值曲线图

## 6 结语

随着国民经济的迅速发展,既有建筑物使用功能多元化日趋平凡,往往会对地基施加超额荷载,在上部结构满足要求时,通过对地基进行加固处理提高地基承载力,有以下几方面的优势:

(1)不会对原有建筑结构造成破坏;

(2)对施工环境要求低,几乎可用于所有构筑物地基加固处理;

(3)采用压力灌注水泥浆加树根桩支撑综合处理方案进行地基加固处理,可大幅度提高地基承载力,减小沉降量并防止不均匀沉降,该法尤其适用于砂砾类无胶结性多孔隙松散地层的地基加固处理。

## 参考文献:

- [1] 陈希哲. 土力学地基基础(第三版)[M]. 北京:清华大学出版社,1998.
- [2] 程晓. 建筑地基基础灌浆与检测技术[M]. 上海:同济大学出版社,2002.
- [3] 王珊. 地基处理新技术及工程实例[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社,2002.
- [4] GB 20007-2002 建筑地基基础设计规范[S].
- [5] JGJ 79-2002 建筑地基处理技术规范[S].