

文章编号:1000-7598-(2002)增-0088-03

# 水平掏土法与注浆技术在建筑物纠偏中的应用

秦尚林, 陈善雄, 汪稔

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 湖北 武汉 430071)

**摘要:** 由于地基软弱土层分布不均匀等原因,某6层综合楼严重倾斜,倾斜率高达20%,并呈恶化趋势。为此,采用水平掏土纠偏法与注浆加固相结合的综合治理方案对该建筑物进行了纠偏,取得了良好的效果。通过该工程实践,阐述了基底水平掏土纠偏法信息化施工的全过程,并指出在使用得当的情况下,在淤泥质粉土地基中进行注浆是可以取得良好加固效果的。本次纠偏加固方法的成功实施,对类似工程具有一定的借鉴作用。

**关键词:** 纠偏; 加固; 水平掏土; 注浆

**中图分类号:** TU94<sup>3</sup>      **文献标识码:** B

## The application of horizontal digging and grouting technique to rectifying a tilted building

QIN Shang-lin, CHEN Shan-xiong, WANG Ren

(Institute of Rock and Soil Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

**Abstract:** A six-story building tilted seriously because of subgrade soils' non-uniform distribution. Its gradient of slope is up to 20%, and the inclination is developing now. To rectify the deviation, a synthetic scheme by horizontal digging and grouting was made and carried out. After completion, the average inclination decreased to 5.8%. A satisfactory result was gained. By this project, not only the importance of information construction but also the applicability of grouting in silt subgrade was set forth.

**Key words:** rectification; reinforcement; horizontal digging; grouting

### 1 概述

由于勘察、设计、施工等各种失误,常造成既有建筑物出现不均匀下沉,致使上部结构倾斜、开裂。这些建筑病害不仅影响建筑物的使用功能,增加住户的心理负担,甚至还会导致建筑物彻底毁坏,造成重大经济损失和人员伤亡<sup>[1]</sup>。对已出现这类病害的建筑物,在技术许可的条件下,采取纠倾扶正措施无疑是一种最经济的选择。本文通过工程实践,水平掏土法与注浆技术在建筑物纠偏中的应用进行了阐述。

### 2 工程概况及地质条件

某综合楼位于闹市区,其东面为繁华马路,西面为市场,南北两侧均为居民楼,距离不足1m,该综合楼为6层框架结构,呈“L”形,平面尺寸为22.5m×9.6m,采用天然地基,基础型式为400mm厚整板基础,于1991年兴建,1992年投入使用。

2001年,经技术鉴定发现,该综合楼严重向西倾斜,最大倾斜率高达20%,并且仍在继续恶化,严重影响了住户的使用,并将危及主体结构安全。为保证综合楼的安全使用,必须对建筑物进行加固纠偏。

根据补充勘察资料,建筑场地为山前坡地,土层自上而下依次为:①杂填土:层厚为2.0~2.7m, $f_k=70\text{ kPa}$ , $E_s=3.0\text{ MPa}$ ;②淤泥质粉土:灰黑色、软塑,含有机质(该土层约占场地2/3),层厚为4.0~4.4m, $f_k=53\text{ kPa}$ , $E_s=2.85\text{ MPa}$ ;③砂岩:层厚为2.0~7.10m, $f_k=320\text{ kPa}$ , $E_s=19.2\text{ MPa}$ 。建筑物东西两侧土层分布很不均匀,东侧淤泥质粉土层厚度很小,而西侧淤泥质粉土层较厚。

### 3 产生不均匀沉降原因分析

从地质情况及房屋结构、基础来看,该楼产生不均匀沉降原因有两个:

(1)地基不均匀

建筑物基础下埋藏了较厚的软弱土层(淤泥质

收稿日期:2002-08-10

作者简介:秦尚林,男,1973年生,博士生,主要从事地基处理的理论与应用研究工作。

粉土),且该土层在基础以下分布极不均匀,东侧缺失,而西侧厚达4.0m以上,正是由于地基土层的严重不均匀性,使得建筑物西侧地基压缩沉降量较大,从而导致楼体向西倾斜。

(2) 偏心受压

建筑物西侧为通长阳台,而设计时,该侧基础没有考虑相应向外延伸,使建筑物重心偏离底面形心,加上建筑物向西倾斜后,偏心距越来越大,导致地基土偏心受压,促使楼体继续向西倾斜并加速发展。

4 纠偏加固方案

目前国内建筑物纠偏的方法总体上可分为迫降与顶升两大类<sup>[2-4]</sup>,在考察了该综合楼的现状及分析了其倾斜原因后,我们认为,通过建筑物西侧顶升或东侧水平掏土迫降,在技术上均可实现纠偏的目的,但经过经济技术比较后发现,顶升费用是掏土迫降费用3倍之多。因此,我们最终选择了基底水平钻孔掏土迫降纠偏方法。

方案具体实施时,我们确立了“综合治理,加固先行,纠偏为主,分步实施”的指导思想。即:先在建筑物西侧通过注浆办法加固基础下杂填土与淤泥质粉土,以求阻止地基沉降的进一步发展,并最大限度地减少掏土纠偏过程中房屋的附加沉降;然后在建筑物东侧设长距离水平掏土孔,通过掏土迫使该侧产生新的沉降,最终使上部结构逐步复位,以达到建筑物纠倾扶正的目的。

4.1 注浆加固

建筑物的东西向的倾斜率已高达20‰,倾斜若进一步加剧,其后果将不堪设想。因此首先要解决的问题是西侧的地基加固。注浆与锚杆静压桩托换均可实现此目的,但本建筑物上部开间较大,仅设少量构造柱,整体刚度较差,为防止底板受力不均,必须设置多排锚杆静压桩,这样势必会对建筑物底板造成较大的损伤,而整板基础的完好正是实施纠偏的重要基础。因此我们摒弃了这种方案,而采用了花管注浆的方法,该方法不仅对建筑物底板损害轻微,而且对于灰黑色淤泥质粉土是有效的。淤泥质粉土由于水泥浆的注入而固结,提高了弹性模量,使土更加密实,改进了土体力学性质,减少了后续沉降量。

4.2 水平钻孔掏土纠偏

(1) 纠偏原理

水平钻孔掏土纠偏法的原理简单清晰,即在沉降小的一侧,通过设置若干水平空洞,削弱该侧土体的一部分承力面积,以增大其附加应力,从而使基底应力重新分布,加大沉降较小一侧的基底附加应力,使之加速沉降,以达纠偏的目的。

(2) 该方法对本工程的适用性

根据地质报告,本综合楼东侧地基淤泥质粉土土

层缺失,而基底持力层为杂填土,2m以下为基岩。因此,要解决楼房迫降问题,只能从基底杂填土处着手,而杂填土流动性差,因此,本综合楼只能考虑采用浅层掏土法迫降。

(3) 纠偏施工

首先,在迫降侧外沿开挖一条宽约1.5m,深至基础底面以下约0.5m的沟槽,作为开挖工作面及排水沟使用;再在基础底面以下约30cm处,垂直于掏土沟方向使用洛阳铲掏土成孔。掏土孔直径为 $\phi 10$ cm,孔深略小于建筑物宽度的一半(约4.0m)。掏土分两批进行,第一批孔水平间距为2.0m,第二批孔在第一批孔每两孔之间等距离插入一个孔,详见施工方案图(图1)。第二批孔应在第一批孔掏土完毕后,根据沉降观测结果来确定掏土时间。掏土应采取“少量、多

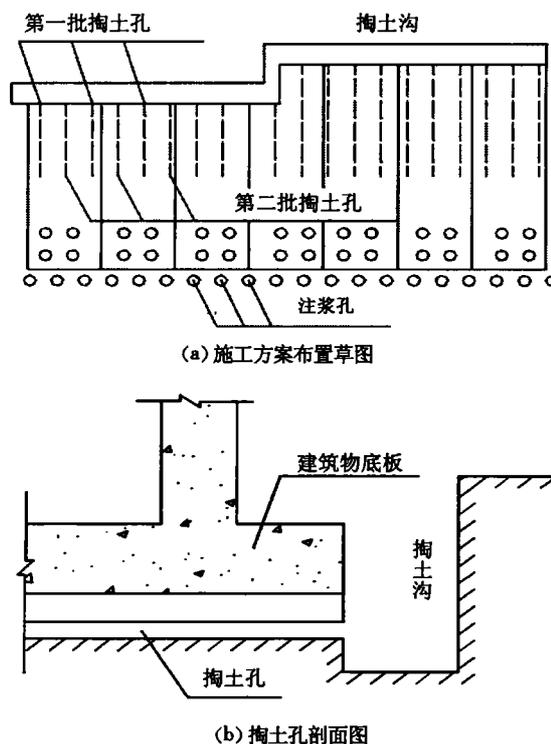


图1 施工方案图

Fig.1 Scheme of construction

次”的原则,防止建筑物出现突沉或突倾现象。当建筑物倾斜率回至7‰后,停止掏土,并用中粗砂回填掏土孔。

(4) 纠偏监测

水平掏土纠偏法作为一种新的纠偏技术,还没有与之相应的成熟的设计方法<sup>[5]</sup>,因此,在纠偏过程中加强监测是至关重要的。

本次纠偏共设置13个沉降观测点(图2),按二等水准测量标准进行测量。施工中最大沉降速率控制在6mm/d之内,南北两侧最大差异沉降总量控制在

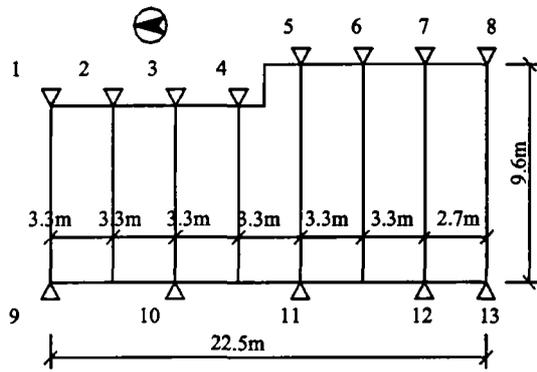


图2 监测点平面布置图  
Fig.2 Arrangement plan of measuring points

表1 各观测点沉降量(从注浆开始到纠偏结束)  
Table 1 Settlement values of measuring points

点号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
沉降量/cm	10.52	10.73	9.17	9.85	10.892	11.46	11.20	11.02	1.38	1.33	1.05	1.21	1.08

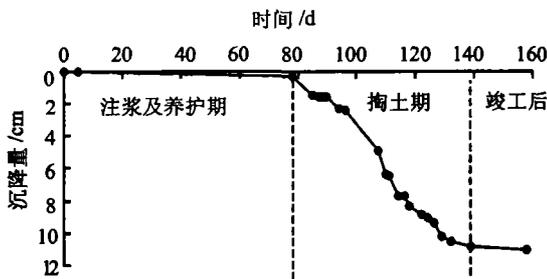


图3 西侧观测点典型“时间-沉降”曲线  
Fig.3 Typical “time-settlement” curve of measuring points in the west side

(2) 在整个纠偏过程中, 建筑物未发现新增的不良现象。

(3) 从 9#~13# 观测点沉降观测结果可以看出, 无论是在注浆, 还是掏土纠偏过程中, 建筑物西侧附加沉降很小, 各观测点总沉降量均不到 1.5 cm, 竣工后 20d 观测结果显示, 该侧平均沉降速率已小于 0.015 mm/d, 这表明建筑物西侧注浆加固效果良好, 已无继续向西倾斜的可能。

(4) 经过纠偏加固后, 该综合楼的沉降变形速率很快趋于稳定。据竣工后 20d 观测结果, 迫降侧的平均沉降速率已小于 0.1 mm/d。

1‰之内。

本次沉降观测结果见表 1, 其中迫降侧典型时间-沉降曲线见图 3。

### 5 加固纠偏效果分析

目前, 该建筑物纠偏加固已顺利完成, 各项技术指标已完全达到要求, 具体表现在以下几点:

(1) 该综合楼倾斜率已从纠偏前的 20‰下降到目前的 5.8‰以下 (不包括预留滞后的回倾量), 已通过有关部门验收。

### 6 结 论

(1) 对基底以下土层强度较高的建筑物, 可以采取基底水平钻孔掏土法进行纠偏。

(2) 对基底水平钻孔掏土纠偏法而言, 建筑物反应比较敏感, 因此在掏土过程中, 应遵循“少量、多次”的原则, 以防止建筑物沉降过快, 导致新的不均匀沉降产生, 损坏建筑物。

(3) 对结构与基础刚度较好, 基底持力层为淤泥质粉土的建筑物, 可以采用注浆的方法进行地基加固, 效果良好。

(4) 纠偏过程中, 必须严密监测, 实施信息化施工。

### 参 考 文 献

- [1] 唐业清. 建筑物改造与病害处理 (第一版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [2] 李受社, 谔金涛. 软土地基上房屋纠偏——应力解除法简介[J]. 工程勘察, 1991, (1): 15-20.
- [3] 刘万兴, 任臻. 锚杆静压桩和掏土在房屋纠偏中的应用[J]. 土工基础, 1999, (2): 43-45.
- [4] JGJ123—2000. 既有建筑地基基础加固技术规范[S].
- [5] 吴旭君, 杨晓夏, 胡远鹏. 水平钻孔掏土纠偏技术[J]. 建筑技术开发, 1999 (8): 30-31.