房屋纠倾加固实例分析

钱定富　陈琦明　　朱　刚
（绍兴县建设工程监理有限公司，绍兴，312000）　（绍兴县质监站，绍兴，312020）

提　要　本文通过一纠倾工程实例，简要分析倾斜原因，详细介绍加固技术和纠倾方法，并总结其特点和效果，可供有关人员参考。

一　工程概况

绍兴某住宅 3#楼系七层砖混结构，其底层为 2.1m 高的车库。该建筑物长为 46.8m，宽为 10.7m，高为 21.45m。该住宅楼竣工后发现向北倾斜，根据浙江有色测绘院 1998 年 10 月 24 日提供的倾斜观测资料显示，最大倾斜率为 5.8‰ 。地质条件见下表 1。

表 1　工程地质勘察成果表

层序号	土名及性状	层厚（m）	F_k(kPa)	Es(MPa)	q_c(MPa)
(1)-1	杂填土，松散	0.3~1.1			
(1)-2	粉质粘土，软塑	1.4~1.6	70	4.54	
(2)	淤泥质粉质粘土软流塑	2.1~2.8	65	3.43	6
(3)	淤泥质粘土流塑	9.5~15.6	60	7.99	5
(4)-1	粉质粘土，可塑	0.6~1.8	130	5.64	17
(4)-1a	粘土，硬塑	1.5	180	5.08	26
(4)-2	粉质粘土，可塑	2~4.3	160	4.77	20
(4)-2a	粘土，可塑	1.8	190	5.44	27
5	淤泥质粘土流塑	8.2~10.4	90	3.74	9

二　原因分析

首先，该建筑物建造在 1.5m 左右厚的粉质粘土上，其下卧层为高压缩性的淤泥质土，厚度在 10m 以上，水泥搅拌桩作复合地基，其承载力不够承受上部荷载的要求。

其次，从沉降观测来看，该地基还未达到相对稳定阶段，根据软土地基的固结时间较长这一特性，估计短期内不会达到稳定状态。

第三，该建筑物未发现结构裂缝，故认为该建筑物整体刚度较好。地基加固后能正常使用。

三　处理方案

首先在沉降较大的北侧用锚杆静压桩进行加固，其次在沉降较小的南侧通过基底掏土和截桩法进行纠倾，南侧和中间布置的锚杆静压桩可与纠倾同时施工，但封顶工作必须在纠倾完成以后进行。

1．锚杆静压桩施工

(1)锚杆设置

锚杆截面积计算式：$A=TK_aK_b/nRg$，式中 T 为设计压桩力，T=300kN；K_a 为受力不均匀系数，取 K_a=1.1；K_b 为压桩力超载系数，取 K_b=1.2；n 为锚杆数量，n=4；Rg 为锚杆的设计强度，经计算得 A=4.5 平方厘米，取 Φ25。4 根锚杆在基础板内用环养树脂水泥锚固，埋深在 25cm 以上。

(2)预制桩设计

桩截面尺寸为 200mm×200mm,桩身砼强度等级为 C30，内配 4Φ12 钢筋，分段预制长度为 1.8m，桩的两端均预埋 L40×4 角钢，以便电焊焊接，桩端第一段桩尖做成锥形。

桩长由压桩力和进入持力层深度双重控制，根据补勘报告以 4 号土作桩尖持力层，桩尖须进入 4 层 0.8m 以上。

设计桩数为 67 根，见图 1，施工布桩位应尽量靠近轴线。

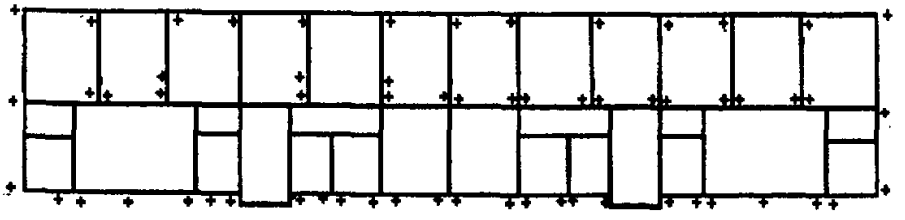


图 1　桩位布置图

(3)封桩设计

封桩砼为 C30，混凝土，掺少量微膨胀剂，在封桩混凝土浇筑前，用预制桩桩头筋与锚杆焊接牢固。

(4)施工工艺

主要设备为反力架，1000kN 千斤顶，3kV 油压泵。先放样确定桩位→在基础翼板上凿桩孔→钻锚杆孔→环养树脂水泥锚固锚杆→安装反力架→吊桩就位→压桩→电焊接桩→继续压桩焊接桩→达到设计压桩力→送桩→截凿桩头→钢筋与锚杆焊接→浇筑 C30 早强微膨胀砼封桩。

南侧与中间的桩先不在桩顶焊接钢筋及封桩，纠倾完成后再封桩

(5)施工情况

北面 26 根桩于 1999 年 1 月 16 日开始压桩，至 1999 年 2 月 2 日全部封桩结束。

南面及中间的桩于 1999 年 2 月 27 日开始压桩，至 1999 年 3 月 16 日压桩结束，但没有封桩。

桩长均在 20m 左右，最终压桩力均达到设计要求。

(6)注意事项

①施工前，找准地下管线，并采取保护措施。

②锚杆孔必须清洁干燥无灰尘，否则会影响锚固质量。

③压桩时预制桩强度必须达到设计强度的 70%以上，压桩时必须分批跳压。

④应加强沉降倾斜观测。

2．纠倾

北侧锚杆桩全部封桩结束后，南面于 1999 年 2 月 2 月开始纠倾，共分五方面进行控制。

(1)取土平衡

在南侧基础板外侧 2m 范围内取土，以减小承载力，使建筑物本身沉降速率基本平衡。

(2)断桩纠倾

根据建筑倾斜实际情况，经过理论计算，确定断桩 35 根，共分五期裁断，每期断桩从中间向两侧排列且间隔断桩，断桩后马上用 C10 细石砼补齐，并预留 2cm 空间，且顶面及基底面用 C5 水泥砂浆抹平。具体断桩数量和每期断桩间隔时间应根据沉降观测结果进行调整，使每天的沉降量不超过 2mm。

实际断桩 64 根，并根据沉降情况分六批裁断。

(3)冲水调整

由于施工因素和地基土地不均匀，致使该建筑各方向及区段倾斜不一致。即在取土、断桩后，纠倾不平衡部分，由高压冲水、软化地基完成。

(4)观测控制

在整个纠倾实施过程中，由专人负责监测记录。如纠倾量、建筑物本身安全等出现不正常情况，立即向技术负责人汇报，以便及时采取补救措施，确保建筑及人身安全。

(5)验收回填

纠倾完成后，观测 2~3 天，无异常情况，即进行回填，方法如下：

①接桩

在纠倾到位后用 1:3 水泥砂浆将所截桩顶部预留空隙填塞紧密。

②补桩

将局部碎掉的桩凿除破碎段，然后用 C20 砼补完整并接长。

③分层夯实基础底板以外部分土层，要求用塘渣回填，每填 20~30cm 厚即用蛙式打夯机夯实。靠基础一边未夯实部分将松散土去除再拍实。

④分层冲水振关基础底板下的碎矿石垫层。将 1:1 砂石（瓜子片）混和料，每层厚 20~30cm,灌水用插入式振动器振实，为了使板底下的砂石混和料能够振实，最上面一层必须高出基础底板底部 10cm 左右。

⑤当沉降测试结果比较稳定时，将所有锚杆静压桩进行封顶，并做好地面。

四　效果分析

1．加固效果

通过水平连通管的沉降观测记录，建筑物各沉降观测点的沉降情况：压桩阶段北侧沉降加大；南面截桩阶段，南侧和中间沉降逐渐加大，北侧沉降逐渐减小；回填阶段，各观测点的沉降趋于稳定。

2. 纠倾效果

纠倾前建筑物的最大倾斜率为向北 5.8‰，纠倾完毕后，根据 4 月 1 日以后的多次倾斜观测，最大倾斜率均为向北 3.2‰。

五 结 论

本工程用静压锚杆桩加固、取土截桩法纠倾均取得圆满的成功。

总结以下几点：

(1)静压锚杆桩施工简单，易于操作，对加固止沉有一定适用性和经济性，施工时噪音和振动小，不会对建筑物稳定带来危害，并且适用于场地窄小和净空高度有限制的工程。

(2)水平连通管分布房子四周的内部，对沉降观测既方便又直观，能及时指导纠倾施工。

(3)取土截桩纠倾的关键是控制沉降量及各部位的沉降协调，否则可能会导致结构开裂。

(4)纠倾完成后，应对接桩质量、封桩质量和沙土回填质量严格把关，否则可能会前功尽弃。