维普资讯 http://www.cqvip.com

上海某住宅楼纵向纠偏施工与监控

岳建勇 高大钊
（同济大学地下建筑与工程系，上海 200092）

【摘 要】 结合工程实例，介绍应力解除法纠偏的原理、纵向纠偏的施工方法和过程控制，表明了这种方法在软土地区应用的可行性。

【关键词】 纠偏；应力解除法；信息化施工
【中图分类号】 TU472

Construction and Monitoring in the Longitudinal Direction Rectification of a Certain Dwelling Building in Shanghai

【Abstract】 With an engineening example, the principle of stress relieving method, the construction method and rectifying procedure control in longitudinal direction rectification are introduced. The feasibility of the rectification method in soft soil area such as Shanghai is presented.

【Key words】 rectification; stress relieving method; information construction

0 引 言

建筑物纠偏是指对已有的建筑物由于某种原因造成偏离垂直位置而发生倾斜以致严重影响正常使用所采取的纠倾扶正措施。纠偏的施工方法需根据地基和上部结构的具体情况，来选择纠偏方案。例如对因地基渗水或者管道漏水而引起建筑物的倾斜，宜采用浸水法或掏土法；对砂土或砂性填土地基倾斜的建筑物，可采用振捣液化方法使地基发生瞬时液化，使基础下沉；在软土地基上倾斜的建筑物，可采用应力解除法。

纠偏工作是诸多岩土工程施工中风险较大的一种。建筑物容易产生不可控制的下沉，纠偏的效果难以预料，建筑物上部结构能否承受纠偏所需要的沉降量，以及对周围环境的影响。在众多纠偏的建筑物中大多数是横向倾斜。很少见到建筑物的纵向纠偏。建筑物的纵向纠偏相对横向纠偏而言，技术难度增加了很多，施工的风险性也很大。

1 工程概况

某住宅楼位于上海莘庄工业区，由4个单元组成的六层混合结构，长度54.7 m，宽度9.7 m，片筏基础，基础底板厚度300 mm，埋置深度1.9 m；中部有10 cm宽的变形缝，片筏基础未断开，建筑物平面图见图1。根据工程地质勘察报告，整个场地在钻孔深度范围内的土层工程性质平均值见表1。在建筑物基底范围内未揭示暗浜，但从平面图上看出该住宅的南边有一条比较宽的河流与建筑物轴线基本平行，建筑物的南纵墙位于河岸处。从表1地质条件看，可以作为天然地基持力层的褐黄色粘土层平均厚度1.4 m左右，灰黄色粘土层的平均厚度不到1 m。软弱下卧层淤泥质粉质粘土层与灰色砂质粉土的地基承载力都很低。

作者简介：岳建勇，1973年生，男，汉族，山东人。现为同济大学地下建筑与工程系岩土工程专业博士研究生，从事岩土工程可靠性基本理论研究。

维普资讯 http://www.cqvip.com

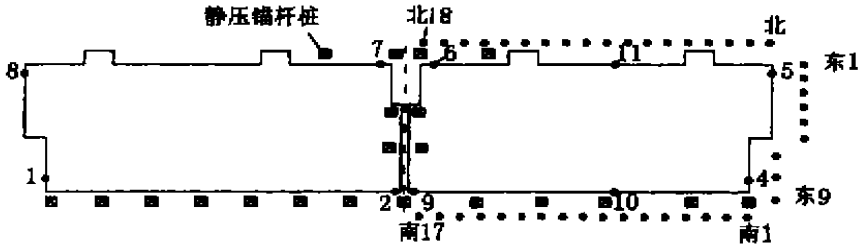


图1 水准观测点、应力解除孔及静压锚杆桩布置图

从1998年12月至1999年3月的观测资料可知,建筑物主倾方向是东半部分向西倾斜了约0.533 %,西半部分基本上没有东西向的倾斜,向南的倾斜0.358 %～0.515 %。建筑物中部的变形缝宽度原设计只有10 cm,1998年12月发现其顶部已明显闭合,女儿墙局部已经出现了裂缝,且沉降观测的数据表明,东半部分建筑物的两端沉降差还在发展,如不采取纠偏措施,势必造成墙体结构性开裂。因此纠偏的主要任务是将东部两个单元的倾斜纠正到0.2 %左右,使变形缝顶部的宽度恢复至不小于60 mm的间隙,以免房屋结构受到损伤。

表1 地基主要土层的工程性质

层序	土层名称	厚度 h/m	含水量 w/%	孔隙比 e	液性指数 I_l	压缩模量 E_s/MPa	内摩擦角 φ/(°)	粘聚力 c/kPa	承载力 f/kPa
①	耕填土	0.70							
②	褐黄色粘土	1.40	27.7	0.775	0.40	5.18	14.6	21	105
③	灰黄色粘土	0.85	34.4	0.95	1.12	4.41	15.6	13	80
④	淤泥质粉质粘土	4.30	41.0	1.12	>1	3.22	17.4	10	75
⑤	灰色砂质粉土	2.30	53.2	1.45	>1	1.77	8.8	9	60
⑥	淤泥质粉质粘土	2.20	32.7	0.89	>1	12.27	28.4	2	100
⑦	粘土夹薄层粉砂	未钻穿	38.5	1.07	>1	3.27	14.2	10	90

2 纠偏设计与施工简况

2.1 纠偏原理

应力解除法又称钻孔掏土法,其原理是软粘土或淤泥质土在建筑物荷载的作用下,会产生较大的附加应力,如在建筑物沉降较小的一侧按照一定的角度打斜孔,解除地基中的局部应力,从而使地基土中的应力发生重分布,土体在各种力的作用下进入孔内,局部沉降量增大,从而调整建筑物的沉降差异,校正倾斜。在钻孔取土的同时,辅以高压冲刷措施,利用旋转高压水柱在一定深度范围内切割土体,形成泥浆,随水流流出,造成土体变形的有利条件。钻孔后土体承载面积的减小,局部应力相对增大,孔壁附近土产生应力集中,孔周土从侧向挤出;因边界条件的改变,引起应力重分布并形成塑性区,迫使整个基础范围内的土体产生沉降,沉降速率外侧大于内侧。当利用水流带泥浆方法时,由于饱和软粘土的灵敏度高,触变性大,钻孔严重扰动土体,使土体的抗剪强度大大降低;以及钻孔后在地基土内形成的空穴,土体在自重作用下沿孔径向移动;当需要采用降水的辅助措施,孔内的水被排走,土体在自重和水的渗透压力作用下,土体沿孔的径向变形加大,促使建筑物局部下沉。

2.2 方案设计

在制定纠偏施工方案之前,需要对拟纠偏工程的上部结构、地基基础状况以及裂缝、地下管网和周围环境等情况,进行周密的调查研

维普资讯 http://www.cqvip.com

究和分析。该住宅纠偏任务要使建筑物东半部分回倾，这就要求建筑物协调变形，尽量避免建筑物产生过大的附加弯距，减少对上部结构的不利影响。因此设计各个孔掏土量的多少及施工的先后顺序都要围绕这个要求进行。根据建筑物恢复到正常位置时基底的变形确定掏土量的多少，然后设计各个孔掏土量，确定在建筑物东半部分三面钻孔，使建筑物东部整体下沉。钻孔孔径采用 300 mm，钻孔轴线与地面的倾角建筑物南北两侧取 45°，建筑物东侧取 60°，钻孔的平面布置见图 1（其中北面设 18 个孔，南面 17 个孔，东面 9 个孔），南北两侧的钻孔长度从东向西逐步减小，从南（北）1 孔长度 14 m 到南（北）15 孔 10 m 不等，北 17、北 18、南 16、南 17 四个孔为备用孔，长度分别为 8 m、7 m、9 m、8 m。孔间距为 1.3～2.0 m，东部间距密，西部疏。钻孔次序按跳打法由东向西依次进行。在房屋南北两侧应依次均匀钻孔，各孔位的开钻及冲孔的顺序也根据房屋的协调变形的要求来制定。合理安排打孔、冲孔降水的顺序，有利于地基土均匀缓慢的变形，促使整个基底土整体变形，以使上部结构能逐步适应地基基础的变形，尽可能避免地基局部变形过大，减小对上部结构的不利影响。同时还要注意严格控制掏土速率，防止出现突沉等异常现象。

2.3 施工简况

纠偏施工为 1999-08-02～1999-09-17。在施工过程中，据监测的变形情况，采取抽水迫降等措施以使建筑物加速回倾。但备用孔没有启用，在布孔和冲孔时都按照适当兼顾存在的南北倾斜的情况，对南北两侧的施工次序和冲孔次数都有所区别。

据设计方案与施工组织计划，采用实时监测控制。根据信息反馈及时调整施工方法，信息化施工方法。施工过程主要分三个阶段：成孔阶段、冲孔及孔内降水阶段、封孔阶段。成孔阶段：需对每一钻孔的深度和倾角，以及每个孔施工的顺序都要严格控制，同时要非常当心流砂的出现。冲孔及孔内降水阶段：根据建筑物的沉降和倾斜情况来确定施工的顺序及每个孔的冲孔次数和降水量，如对沉降大的部位少冲、少降甚至不冲、不降；而沉降小的部位要多冲、多降，以协调建筑物的变形。封孔阶段：合理的封孔顺序、保证封孔的质量。监控人员必须对现场的情况有充分的了解，才能保证纠偏过程的顺利进行。

在纠偏过程中，要充分认识到监控的重要性。由于对现场地质条件和上部结构不可能完全掌握，以及施工中一些不可预知的因素，往往要根据监测结果来调整施工方案。9 月 17 日封孔结束后，由于建筑物的整体沉降仍比较大，变形缝处的沉降速率虽然也在减少，但减少得比东山墙慢，其结果可能使变形缝的宽度逐渐变窄，如不采取措施，纠偏效果将会被逐步抵消。因此决定采取保护桩的措施迅速终止伸缩缝处的沉降。由于建筑物的南部地基位于历史上的明浜边，且建筑物出现了向南的倾斜。虽然在纠偏的过程中，在南北两侧分别采用了不同的方法对横向倾斜产生了一定的纠正效果，使东半部分建筑物的向南倾斜减少到 0.3 %以内，但目前南侧的沉降速度率仍大于北侧，存在回倾的趋势。因此在建筑物南侧打静压锚杆桩来抑止横向倾斜的发展。静压锚杆桩桩位布置见图 1。

3 纠偏过程控制

1）沉降监测　监测过程中共布置了 10 个监测点，进行二等水准测量以控制建筑物的变形与沉降速率，控制的最大沉降速率每天不超过 2 mm。

2）倾斜监测　对东墙、西墙和变形缝两侧墙体棱角线进行控制性倾斜监测。

3）预警控制　沉降速率超过控制标准的次数过多或速率过大；建筑物局部相对变形超过标准；建筑物裂缝有活动迹象；建筑物敏感部位有明显的反应，如门、窗或墙体转角出现裂缝；其他的反常现象等等。

在纠偏的过程中，沉降观测用以控制施工

维普资讯 http://www.cqvip.com

的速度和施工方案的实施效果,确定沉降观测的结束时间,倾斜监测用以控制建筑物实际倾斜的变化、确定封孔的时间并检验纠偏的整体效果,控制性的测量数据见表 2～5。从表 4 和表 5 的数据可以看出,根据沉降观测推算出的反倾值与倾斜观测的数据比较吻合。

表 2 纠偏期间建筑物各测点的沉降增量表

观测点	5	4	10	11	6	9	7	2	8
沉降增量 Δs/mm	125.98	120.22	67.99	67.89	25.32	22.29	23.25	21.64	0.59

表 3 建筑物各测点的总沉降量表

观测点	5	4	10	11	6	9	7	2	8
纠偏前沉降量 s_1/mm	110.81	155.53			219.94	269.54	239.94	290.99	214.60
纠偏后沉降量 s_2/mm	236.79	275.75			245.26	286.95	263.19	312.63	215.19

注:10 号和 11 号点是纠偏中新设的观测点

表 4 倾斜监测结果表

观测日期	6 号点墙角线		5 号点墙角线	
	墙顶位移 u/mm	墙角倾斜 δ/%	墙顶位移 u/mm	墙角倾斜 δ/%
1999.06.19	71.4	0.479	85	0.570
1999.09.03	23.5	0.157	39.0	0.256
1999.10.20	8.0	0.054	24.5	0.164

表 5 由沉降差计算的反倾值表

观测日期	9 号点	4 号点	西山墙	6 号点	5 号点	东山墙
	沉降增量 Δs/mm	沉降增量 Δs/mm	倾斜 δ/%	沉降增量 Δs/mm	沉降增量 Δs/mm	倾斜 δ/%
1999.09.03	7.62	82.88	0.289	7.31	91.93	0.325
1999.10.20	17.31	115.45	0.377	18.22	122.86	0.402

4 结 语

1)纠偏过程中,建筑物沿纵墙方向的沉降基本上呈线性变化,东山墙测点的平均沉降为 123.1 mm,中部变形缝处平均沉降为 23.6 mm,按纠偏要求整体均匀向东回倾值为 0.4 %左右,目前建筑物的东半部分保持 0.1 %左右的倾斜,建筑物顶部的变形缝在 60 mm 左右;建筑物东墙的向南倾斜值已由纠偏前的 0.533 %减少至目前的 0.299 %,建筑物状态良好,纠偏工作达到预期的目的。

2)纠偏过程中要充分认识监控的重要性,要及时分析监控资料,依具体情况对设计和施工方案作及时调整,进行信息化施工。

3)施工过程中,要充分加强地下管网的保护,特别是高压消防管,煤气管以及电缆等。

工程实践证明,应力解除法具有显著的技术优点,施工简便易行,纠偏比较彻底,技术可靠,适应性强,见效快,不影响建筑物的正常使用,具有良好的经济和社会效益。

参 考 文 献

1 沈正荣.地基与基础施工手册.北京:中国建筑工业出版社,1997.629～649

2 高大钊,徐超,熊启东.天然地基上的浅基础.北京:机械工业出版社,1999.109～149

收稿日期:2001-03-28