维普资讯 http://www.cqvip.com

应力解除法的纠偏原理和工程应用

岳建勇 高大钊

SLANT RECTIFYING PRINCIPLE OF STRESS RELIEVING METHOD AND ITS APPLICATION

YUE Jianyong GAO Dazhao

上海地区为典型的软土地区，地基土含水量大、压缩性高、承载能力低。若工程勘察报告不详，或地基处理措施不当、极易引起地基不均匀沉降，造成建筑物倾斜。建(构)筑物建造在软弱地基上，局部受力层范围内存在厚薄不同的软弱土层或暗浜、地基土固结速度不一，也易引起建筑物倾斜，严重影响建筑物的正常使用，甚至危害住户生命财产和安全，必须采取适当的纠偏措施，以恢复其正常使用功能。

1 建筑物纠偏的三种方法

按照地基中的应力变化，纠偏方法可分为以下三种。

1.1 加载、卸载法

在建筑物沉降小的一侧施加荷载，增加土体中的应力，迫使该部位增加沉降来调节不均匀沉降，或卸除一部分荷载，以减小基底应力。

1.2 转移应力法

在沉降过大的一侧设置托换桩，将一部分地基中的应力转移到桩体上，再通过桩身传递到深部土层，以阻止基础沉降的继续发展。

1.3 应力解除法

在沉降小的一侧解除基础底面以下部分土体的应力，使应力向其他部分转移，从而在不增加总荷载的条件下，迫使局部的沉降增加来调节不均匀沉降。

2 纠偏工程概况

某住宅楼位于上海莘庄开发区，为一幢由3个单元组成的六层混合结构。采用筏板基础，底板厚250 mm，基础埋置深度1.9 m，工程地质勘察表明，在建筑物基底范围内无暗浜，整个场地在钻孔深度范围内的土层性质平均值如表1所示。

1999年9月24日对该建筑物测量的结果表明，建筑物已经向北倾斜9.7‰～10.3‰，超过了危险房屋鉴定标准规定的3层以上砌体结构房屋倾斜7‰的限值。这主要是由于地基承载力的安全度严重不足、基底压力过大、在地基中已产生了相当大范围的塑性区，土体发生了较大的侧向变形所致。因此决定采取应力解除法纠倾。

3 纠偏工作原理

应力解除法是应用土力学的原理，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，局部沉降量增大，从而达到纠偏的目的。在施工过程中，边打孔边用高压水冲孔，促使泥浆随水流流出，钻孔造成了其有效承载面积的减小，局部应力相对增大，在孔壁附近产生应力集中，孔周土侧向挤出；与此同时，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。由于饱和软粘土的灵敏度高、触变性大，钻孔后严重扰动土体，土体的抗剪强度大大降低；钻孔后在地基土内形成空腔，土体在自重作用下沿孔的径向移动，采用降水的辅助措施后孔内的水被排走，土体在自重和水的渗透压力作用下，沿孔径向的变形明显加大，促使建筑物局部下沉。

4 纠偏工程施工方案

根据该建筑物的倾斜情况和地质条件，确定在建筑物沉降较小的一面钻孔。在建筑物南面从西向东依次布置25个孔，孔间距为1.75～1.90 m，孔径300 mm，钻孔长度14 m，钻孔轴线与地面倾角60°，钻孔中心线与纵墙平行，距墙面2.8 m，按设计方案规定的顺序(打一跳二)施工，合理安排打孔、冲孔、降水的顺序，有利于地基土均匀缓慢地变形，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，以减小对上部结构的不利影响。

表1 地基土的工程性质

层序	土层名称	平均厚度/m	W/%	e	I_L	E_s/MPa	φ/°	c/kPa	f/kPa
1	粘土	1.30	30.1	0.81	0.41	5.70	14.6	26	100
2	淤泥质粘土	9.20	51.7	1.41	1.44	2.16	11.67	7.92	60
3	淤泥质粉质粘土	2.20	43.3	1.17	1.51	3.28	14.5	5	65
4	砂质粉土	1.40	33.4	0.932	/	8.41	25.3	7.4	90
5	淤泥质粉质粘土	未钻穿	39.2	1.08	1.43	3.53	15.6	5.57	80

岳建勇，1973年10月生，同济大学地下建筑与工程系，博士研究生，200092，上海

收稿日期：2001－01－15

(6) 焊接外螺帽与水平拉杆。

(7) 对加固过的梁的侧面直接用水泥砂浆抹平，梁底面与拉杆和短钢梁所构成空间填水泥砂浆外罩钢丝网，并进行抹面处理。梁的外形处理后看不出加固痕迹。

4 结语

(1) 预应力下撑式拉杆加固法具有加固、卸荷、改变结构内力的三重作用，且有效、经济。

(2) 本文所述的预应力下撑式拉杆加固新方法，不改变结构状态和使用功能、施工工期短、加固完成后经装修在外形上不露痕迹。

(3) 斜杆与水平拉杆的连接点距柱子内边缘的距离是影响框架梁加固有效性和经济性的重要因素，其大小由计算确定。

(4) 本加固工程经3年的使用观察，效果很好，业主对此表示满意。

参考文献

1 《混凝土结构加固技术规范》(CECS 25：90)
2 万墨林等．混凝土结构加固技术．北京：中国建筑工业出版社，1995

维普资讯 http://www.cqvip.com

5 纠偏施工

纠偏施工从1999年10月4日开始至1999年12月15日结束，在72 d的施工过程中，根据监测的变形情况采取抽水迫降等措施，使建筑物加速回倾。

根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案和信息化施工方法，以实现安全纠偏的目的。施工过程主要分为成孔阶段、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、倾角及各个孔施工的顺序严格控制，同时要密切注意流沙的出现；冲孔及孔内降水阶段要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，以保证整个建筑物协调变形；封孔阶段要确定合理的封孔顺序，保证封孔的质量。

纠偏的过程中，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，以及施工中的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。本次施工过程中，发现在冲孔及孔内降水阶段，北面测点沉降稍大，其中一端点沉降最大。综合分析8个监测点的沉降和建筑物的倾斜规律，发现建筑物南面冲孔及孔内降水后稳定很快，而北面稳定速度相对较慢，且南面同一端沉降量也较大，影响了纠偏的效果。为防止建筑物在将来反倾，并加速建筑物的沉降稳定，在建筑物的北面增加静压锚杆桩以终止沉降。

6 纠偏过程控制

6.1 沉降监测

监测过程中布置了8个监测点进行二等水准测量，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。监控人员还须每天整理以下资料：测点沉降与时间关系曲线、测点沉降速率与时间关系曲线和建筑物沉降展开图分析。这些图表可为了解纠偏效果、发现存在的问题并采取必要的技术措施提供依据，还可展示纠偏工程的技术状态及过程全貌。

6.2 倾斜监测

对北墙两端棱角线的倾斜进行控制性监测。1999年11月29日测量表明，建筑物的倾斜已减小到2.2‰～3.1‰，即纠正了7.2‰～7.5‰，遂决定停止冲孔，并于12月5日开始封孔，至12月15日封孔结束。2000年5月7日测量结果表明已达到了预期的目标。

表2 倾斜监测结果

观测时间	7号点墙角线		2号点墙角线	
	墙顶位移/mm	墙角倾斜率/‰	墙顶位移/mm	墙角倾斜率/‰
1999.9.21	169	10.3	151	9.7
1999.11.29	55	3.1	36	2.2
2000.3.31	56.5	3.4	36.5	2.2
2000.5.7	55.5	3.3	36.5	2.2

表3 由沉降差计算的反倾值

观测时间	6号点	7号点	西山墙	2号点	3号点	东山墙
	沉降增量/mm	沉降增量/mm	倾斜率/‰	沉降增量/mm	沉降增量/mm	倾斜率/‰
1999.11.29	82.92	24.33	7.3	17.93	73.90	7.0
2000.3.31	117.79	60.19	7.2	49.58	104.73	6.9
2000.5.7	119.87	59.76	7.4	49.69	105.50	7.0

6.3 预警控制

控制内容为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以及其他的反常现象等。在纠偏全过程中，要观察建筑物已有裂缝的长度变化，并用石膏饼判定裂缝是否活动，并经常观察裂缝和敏感部位的状态。

在纠偏的过程中，沉降观测可用来控制施工速度和施工方案的实施效果，确定沉降观测的结束时间；倾斜监测可用来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和表3。从表中数据可以看出，根据沉降观测数据计算的结果与倾斜观测的数据比较吻合。

7 结论

（1） 按纠偏要求，该住宅楼整体均匀向北平均回倾值为7‰左右，目前建筑物保持3‰左右的倾斜，符合规范要求。纠偏过程中未发现任何异常现象，纠偏工程达到预期的目的。

（2） 纠偏的过程中，要充分认识认真监控的重要性，认真及时地分析监控资料。根据具体情况对设计和施工方案做及时调整，进行信息化施工。

（3） 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，且不发生回弹，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 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

送 教 上 门

为帮助西部地区和其他有关省市建设系统的科技干部提高科技水平，解决工程技术难题，并有效减轻企事业单位的培训和咨询费负担。建设部干部学院和建筑技术杂志社组织了一批在我国长期从事建筑、结构、给排水、暖通和电气等专业理论研究，并具有丰富实践经验的著名专家、教授，组成巡回讲学、咨询团，根据各地的实际需要送教上门。“巡回讲学、咨询团”可以帮助各地培训各类科技干部，接受工程技术咨询、审查工程设计。为使讲学和咨询活动富有成效，更具有针对性，请各地根据本地区的实际需要，提供培训项目或咨询项目计划。可根据要求，组织有关专家、教授登门讲授或咨询。有意者请与建设部干部学院联系。

联系人：陆品才　　传真：010－68393400

联系电话：010－68393719　88132051　191呼 1372513