

文章编号 1000-5013(2002) 02-138-04

建筑物的变形观测方法

王 仁 谦

(华侨大学土木工程系, 泉州 362011)

摘要 通过对某综合楼的沉降与倾斜观测实例, 说明测小角法是一种观测高层建筑物倾斜变形的快速、有效方法. 该法对基准点的要求不高, 选点灵活, 在建筑物密集区, 更具优越性. 同时, 讨论变形观测精度与周期的确定办法. 在施工阶段, 应以建筑物安全为目的, 观测精度可取允许偏差量的 $1/10 \sim 1/20$, 而观测周期应根据荷载的变化确定. 当建筑物有危险迹象时, 应采用高精度和短周期, 以便尽快发现问题, 采取必要措施, 避免事故发生.

关键词 变形观测, 测小角法, 观测精度, 观测周期

中图分类号 TU 196⁺.1

文献标识码 A

建筑物的变形观测是非常重要的. 通过变形观测, 及时发现对建筑物不利的沉降与倾斜现象, 以便采取措施, 保证建筑物的安全使用. 同时, 也为今后的设计提供资料. 近年来, 重大建筑工程事故不断, 损失严重. 如果这些工程进行了有效的变形监测, 及时发现不利现象, 采取措施, 就可以减少损失, 甚至避免事故发生. 例如泉州市某综合楼, 该楼为 7 层框架结构, 1 至 3 层是厂房, 4 至 7 层为住宅, 1990 年完工投入使用. 该楼施工时没有进行变形观测. 1997 年在 7 楼发现大量裂缝, 住户反应强烈. 幸好该大楼结构较好, 没有造成重大事故. 房产开发公司采取应急措施, 对该楼进行沉降与倾斜观测, 并根据观测结果进行加固, 避免重大事故的发生. 如果该大楼在施工时有进行变形观测, 就可避免不必要的经济损失.

1 变形观测

变形观测包括变形观测的方法、精度和周期三个方面. 它们的观测应根据观测的环境、目的来确定. 在施工阶段应以建筑物安全为目的, 观测精度可取允许偏差量的 $1/10 \sim 1/20$. 如果提出过高的要求, 施工单位难于完成. 随着测量精度的提高, 观测成本也相应提高, 会造成不必要的浪费. 观测周期在施工阶段应根据荷载的变化确定, 因为在施工阶段建筑物的沉降与荷载的关系是主要的. 通常应每增加 1 至 2 层观测一次. 根据观测期间的沉降量调整观测周期, 沉降量大, 应缩短周期; 沉降量小, 可增大周期. 竣工后, 由于荷载已基本稳定, 所以这一阶段观测周期应根据观测精度和预估变形量来确定. 竣工初期通常以 90 d 为 1 个周期, 随着沉降量的

收稿日期 2001-12-10

作者简介 王仁谦(1958-), 男, 副教授

基金项目 福建省自然科学基金资助项目

减小而增大观测周期, 以能发现变形为目的, 变形观测应到建筑物稳定为止. 当建筑物有危险迹象时, 应提高观测高精度, 缩短观测周期, 以便尽快发现问题, 采取措施, 避免事故的发生. 倾斜观测方法常见的有前方交会法、两个垂直方向观测方法和测小角法. 测小角法具有方便、快速、高精度等优点. 该方法位移观测精度主要由测小角的精度决定, 两测站之间不要求通视. 这在建筑物密集区, 给测站点的选择带来较大方便^[1].

2 实际应用

对泉州市某综合楼的变形监测. 因为该大楼已经出现大量裂缝, 要求尽快获得观测结果. 因此, 确定倾斜观测采用测小角法观测大楼四角上、下的偏移量, 小角 $\Delta\alpha, \Delta\beta$ 采用 Wild T₂ 经纬仪观测, 测角误差 $m_{\alpha} = \pm 3$. 该大楼附近楼房密集, 采用测小角法有利于观测点的选择. 根据实际观测数据, 按文 [1] 中式 (7) 算得各角点倾斜观测误差分别为 $m_{u1} = \pm 0.18$ $m_{\alpha} = \pm 0.54$ (mm), $m_{u2} = \pm 0.21$ $m_{\alpha} = \pm 0.63$ (mm), $m_{u3} = \pm 0.15$ $m_{\alpha} = \pm 0.45$ (mm), $m_{u4} = \pm 0.20$ $m_{\alpha} = \pm 0.60$ (mm). 观测周期定为 30 d, 观测结果如表 1 所示.

表 1 倾斜量观测结果(mm)

观测点	1997-06-25	1997-07-24	1997-08-23	1997-09-23	1997-10-23	1997-11-24	1997-12-25
A 1	11.3	11.8	12.5	12.2	12.4	12.2	13.0
A 6	48.1	48.5	48.0	49.4	48.2	48.5	49.7
F 1	47.3	48.0	48.8	48.7	49.3	49.3	50.2
F 6	56.4	57.5	58.2	58.4	59.3	58.9	59.4

从表 1 可以看出, A 6, F 1, F 6 等 3 个角的倾斜量较大, 而且四角的倾斜量都在不断地增大. 这说明该大楼基础不稳定, 可能存在不均匀沉降. 另一方面, 从观测结果可以看出, 用测小角法观测倾斜量, 其结果还是比较稳定的.

沉降观测采用德国产 Ni007 自动安平精密水准仪, 按二等水准测量要求进行观测. 共布设基准点 3 个、沉降观测点 17 个, 观测周期为 30 d. 实际共进行 7 次观测, 半年完成. 为了保证观测结果的可靠性, 每次都对沉降基准点进行检测. 3 个基准点组成闭合环, 进行稳定性检验^[2], 检测结果表明基准点很稳定. 观测时采用单根铟钢水准尺观测, 以消除水准尺零点误差的影响, 保证水准测量的精度. 各沉降观测点的观测结果, 如表 2 所示.

表 2 沉降观测结果(mm)

观测点	1997-06-23	1997-07-24	1997-08-23	1997-09-24	1997-10-23	1997-11-24	1997-12-25
A 1	9.456 83	9.454 46	9.454 11	9.451 76	9.451 33	9.451 26	9.450 16
A 4	9.133 60	9.131 07	9.130 19	9.127 77	9.127 17	9.126 74	9.125 14
A 5	9.099 24	9.098 73	9.097 45	9.094 97	9.093 10	9.093 26	9.091 40
A 6	9.446 86	9.444 64	9.443 69	9.441 18	9.440 78	9.439 78	9.439 01
B 2	9.337 49	9.336 55	9.334 01	9.332 36	9.331 32	9.330 53	9.329 85
B 4	9.330 93	9.328 94	9.327 65	9.325 05	9.324 04	9.322 88	9.322 23
B 5	9.316 54	9.305 45	9.304 42	9.301 32	9.300 76	9.299 42	9.298 65

续表

观测点	1997-06-23	1997-07-24	1997-08-23	1997-09-24	1997-10-23	1997-11-24	1997-12-25
B6	9.188 64	9.212 45	9.211 25	9.208 44	9.208 27	9.207 20	9.205 98
C1	9.229 80	9.227 58	9.227 96	9.226 28	9.225 89	9.226 19	9.225 77
C4	9.347 72	9.346 04	9.344 79	9.342 14	9.341 80	9.304 52	9.339 92
C5	9.346 84	9.345 63	9.344 63	9.341 79	9.341 55	9.340 09	9.339 53
C6	9.193 59	9.191 78	9.190 86	9.187 63	9.187 50	9.186 58	9.184 99
E2	9.419 80	9.417 59	9.418 44	9.418 13	9.418 02	9.418 53	9.418 90
E5	9.308 89	9.307 74	9.308 11	9.305 16	9.305 12	9.304 17	9.303 62
F1	9.467 38	9.465 62	9.467 15	9.467 49	9.467 76	9.468 82	9.469 80
F4	9.349 35	9.347 42	9.348 68	9.348 78	9.348 86	9.349 62	9.350 50
F6	9.294 37	9.291 67	9.292 50	9.291 60	9.293 08	9.292 22	9.291 86

3 观测结果分析

通过回归分析, 各观测点高程 H 与时间 t 的关系, 如表 3 所示. 表中 v 为沉降速度, γ 为相关系数^[6].

表 3 回归分析结果

观测点	回归公式	$v/\text{mm} \cdot \text{月}^{-1}$	γ
A 1	$H = 9\,457.01 - 1.04\,t$	1.04	0.96
A 4	$H = 9\,134.11 - 1.32\,t$	1.32	0.98
A 5	$H = 9\,100.84 - 1.36\,t$	1.36	0.98
A 6	$H = 9\,447.44 - 1.29\,t$	1.29	0.98
B 2	$H = 9\,338.49 - 1.33\,t$	1.33	0.98
B 4	$H = 9\,331.93 - 1.49\,t$	1.49	0.99
B 5	$H = 9\,308.04 - 1.42\,t$	1.42	0.97
B 6	$H = 9\,114.67 - 1.28\,t$	1.28	0.97
C1	$H = 9\,229.49 - 0.61\,t$	0.61	0.98
C4	$H = 9\,348.62 - 1.34\,t$	1.34	0.98
C5	$H = 9\,348.62 - 1.29\,t$	1.29	0.98
C6	$H = 9\,194.64 - 1.41\,t$	1.41	0.98
E 5	$H = 9\,309.74 - 0.89\,t$	0.89	0.95

从回归分析结果可以看出, A, B, C 轴各点沉降速度较快, E 轴各点沉降速度较慢, F 轴同各点稳定. 该大楼为独立桩基础, 基础平面产生不均匀沉降. 根据倾斜与沉降观测结果可以看出, 该大楼有不均匀沉降, 并且倾斜量也不断增大, 说明该大楼的 A, B, C 轴基础不稳定. 根据观测结果分析, 甲方对该楼 A, B, C 轴的基础进行加固. 首次采用旋喷法加固, 加固后再进行监测. 第二阶段监测结果表明, A, B, C, D 和 E 轴各点沉降速度还是较大, 甚至有些点的沉降

速度变大. 说明首次加固失败. 因此进行第 2 次加固. 第 2 次加固采用静压桩加固. 加固结束半年后进行沉降观测. 观测结果表明, 沉降速度已明显减小. 因此增大观测间隔, 观测周期由 30 d 改为 90 d, 通过 4 期的观测结果表明, 该大楼的沉降量逐渐减少. 采用动态分析法^[8]对观测结果进行分析. 结果表明, 该大楼的沉降量将逐渐趋近于零. 为了验证分析结论, 1 a 后再观测一次, 各观测点无明显下沉, 与动态分析结果一致, 说明第 2 次加固是成功的.

4 结束语

沉降观测的精度与周期应根据观测的目的来确定. 一般建筑物的沉降观测用三、四等水准测量就可以了. 周期的确定, 在施工阶段应根据建筑荷载来定, 可每增加 1 至 2 层观测一次. 竣工后, 应根据变形量的大小来定, 可以 90 d 至半年观测一次. 对已在使用中并有危险迹象的建筑物变形观测, 关系到住户的安全. 这时应采用较高的精度和较短的周期, 尽快获得沉降观测结论, 以便采取必要措施. 倾斜观测可以采用测小角法观测, 该法对观测基准点的要求不高, 选点比较灵活. 在建筑物密集区, 该法的优越性更明显.

参 考 文 献

- 1 王仁谦. 测小角法在高层建筑倾斜观测中的应用[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 1994, 15(2): 192 ~ 195
- 2 陶本藻. 测量数据统计分析[M]. 北京: 测绘出版社, 1992. 211 ~ 260
- 3 李庆海, 陶本藻. 概率统计原理和在测量中的应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1982. 245 ~ 268
- 4 吴子安. 工程建筑物变形观测数据处理[M]. 北京: 测绘出版社, 1989. 122 ~ 141

Method of Observing the Deformation of a Building

Wang Renqian

(Dept. of Civil Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract As explained by a living example of observing settlement and inclination of a certain multi-purpose building, surveying small angle is a fast and effective method for observing inclination and deformation of a high-rise building. The method is characterized by not demanding with a reference point and flexible in reconnaissance and preferable to a region with buildings densely located. A discussion is then devoted to the means of determining precision and period of observing the deformation. The safety of a building should be the goal during the stage of construction. An allowable departure of $1/10 \sim 1/20$ may be taken as the precision of observation while the period of observation should be determined according to the change of load. In case an indication of danger appearing in a building, high precision and short period should be adopted for finding the problem as soon as possible and necessary measure should be taken for avoiding the occurrence of accident.

Keywords observation of deformation, method of surveying small angle, precision of observation, period of observation