

建筑物不均匀沉降特性的判别方法

陈 国 良

(中国船舶工业总公司勘察研究院 上海 200063)

【摘要】 本文论述了对建筑物的垂直位移量和位移的不均匀特性,运用数理统计分析,按照 t 分布理论来判别沉降特性,以确保工程安全、及时提供预报数据、指导工程施工有着积极意义。

【Abstract】 This paper discusses the vertical displacement and the uneven properties of displacement of building. Applies the statistical analyses method to differentiate the subsidence properties according to the student's distribution to ensure the engineering's safety and provide forecast data. It has significant to engineering construction.

0 前言

对建筑物实施沉降观测,目的是为了了解建筑物的阶段垂直位移量及位移的不均匀的沉降特性,但阶段垂直位移量之间的差异要达到何种程度才能判断为不均匀沉降?这就要运用数理统计分析,按照 t 分布理论,对成对的观测数据(随机样本)进行检验,通过两个样本平均值之差是否显著,从而判断两个样本的总体是否有相同的平均值。

通过对建筑物不均匀沉降特性的判别,及时提供预报数据,对确保工程安全,指导工程施工及建筑物的纠偏等有着积极意义。

1 基本原理

设成对观测数据(这里为沉降差异)为 d_i ,其总体均值为 u ,如成对数据无差异的

话,则平均值 d 应是平均值 $u = 0$ 的无偏估计量,即

$$H: u = 0; H_1: u \neq 0$$

$$\text{这时, } t = |d - 0| / (S_d / \sqrt{n}) = |d| / S_d \cdot \sqrt{n} \quad (1)$$

式中 d 是每对数据之差 d_i 的平均值, S_d 是样本标准差。它们的数字表达式是:

$$d = \sum d_i / n \quad (2)$$

$$S_d = \{ [\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2 / n] / (n - 1) \}^{1/2} \quad (3)$$

式中 n 是对子数。

当 $t > t_\alpha(V)$,则假设 $H: u = 0$ 段否定,接受 H_1 ,即有显著差异,在这里表明建筑物差异沉降显著。这一推断的概率为 $1 - \alpha$ 。

当 $t < t_\alpha(V)$,则假设不被否定, d 和 $u = 0$

15 100 9 1.0 5.2 2.7 28 5.7 2.2

10 300 9 1.7 5.7 1.3 29 5.4 1.6

8 800 6 0.3 4.5 0.3 30 3.5 0.7

10 100 6 1.2 4.3 1.5 31 4.6 1.3

H_0 为已有波高,其它符号意义与以前相同。

3 讨论

(1) 对海洋工程中设计波浪要素的推算方法Wilson公式编制成计算机源程序,避免了查那些复杂的诺模图,大大提高了工效。

(2) 以平潭资料分别采用(1)、(2)与(3)式计算的结果比较,(3)式的精度优于(1)、(2)式计算结果说明本文提供的方法是可行的,而且在小型PC-1500计算机上即可实现。

参 考 文 献

- 1 田光耀等.《海岸工程测量学》.海军大连舰艇学院,1992
- 2 丰鉴章等.《海岸工程中的海浪推算方法》.海洋出版社,1987

无显著性差异，在这里则表明建筑物差异沉降不显著。这一推断的概率也为 $1-\alpha$ 。

$t_0(V)$ 中的 V 是查 t 分布表的自由度，此处 $V=n-1$ 。

选定在显著水平 $\alpha=0.05$ 条件下作 t 检验。

表 1 观测时间：1985年11月11日

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 东北侧观测点 | 1(209) | 2(152) | 3(137) | 4(140) | 5(145) | 6(152) |
| 西南侧观测点 | 7(197) | 8(207) | 9(211) | 10(222) | 11(218) | 12(214) |
| 沉降差 d_i | -12 | 55 | 74 | 82 | 73 | 62 |

表中括号内为沉降值，单位mm

现对表1中所列成对数据作 t 检验：

$$n=6, \sum d_i=334, d=83.5, S_d=34.49^4$$

$$t=|d|/S_d \cdot \sqrt{n}=5.929$$

按 $V=n-1=5, \alpha=0.05$ 查 t 分布表，得

$$t_{0.05}(5)=2.571$$

$t > t_{0.05}(5)$ ，表明大楼两侧墙体有明显的沉降差。根据现场情况分析，由于该大楼基础施工时正值雨季，施工单位又将地坪标高测少了45cm，致使大楼南边长期积水；此外，大楼西侧的暗滨施工前未摸清，以致大楼竣工后导致西倾南斜。

1985年12月份，该大楼陆续开始启用，继而电梯安装，水箱注水，图书、家具、设备等动静荷载先后进入大楼。监测数据如下表：

表 2 观测时间：1986年3月14日

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 东北侧观测点 | 1(240) | 2(182) | 3(150) | 4(157) | 5(164) | 6(167) |
| 西南侧观测点 | 7(237) | 8(247) | 9(253) | 10(254) | 11(244) | 12(241) |
| 沉降差 d_i | -3 | 65 | 103 | 97 | 80 | 74 |

经计算， $t=6.674 > t_{0.05}(5)$ ，表明不均匀沉降更趋显著。此时，现场已发现有较大的墙体裂缝以及门窗关不上、电梯运行不正常等异常情况出现，沉降速率（见表6）也

2 实例

某研究所计算机大楼（见图1），于1984年3月起进行上部结构施工，同时埋设了沉降观测点12个（ $F_1 \sim F_{12}$ ），至1985年9月大楼基本竣工，期间进行了多次沉降观测，其累计沉降量见表1。

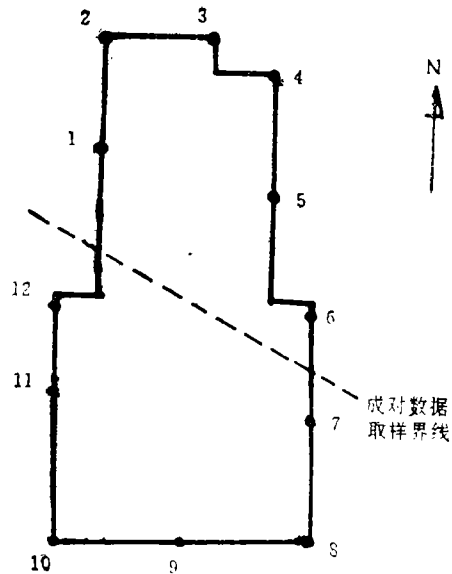


图 1

呈上升趋势；此外，经小角度法施测的大楼向西向南倾斜偏值已达8~10mm。

经多方协商，决定自3月20日起采取纠偏措施：在地下室东北边一侧进行压载，至

同年9月已累计加载160吨,之后又在大楼东侧墙脚近北端堆放水泥管、杂物等逾20吨。

现汇总历年来有代表性的几组监测数据,并作 t 检验分析:

表3 观测时间:1986年9月15日

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 东北侧观测点 | 1(294) | 2(235) | 3(207) | 4(210) | 5(216) | 6(220) |
| 西南侧观测点 | 7(268) | 8(272) | 9(237) | 10(298) | 11(296) | 12(296) |
| 沉降差 d_i | -26 | 37 | 80 | 88 | 80 | 76 |

计算得 $t = 3.242$

尽管在显著水平 $\alpha = 0.05$ 条件下,该大

楼仍呈不均匀沉降状态,但沉降差异幅度已明显减小,表明纠偏效果良好。

表4 观测时间:1987年5月14日

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 东北侧观测点 | 1(327) | 2(272) | 3(247) | 4(254) | 5(257) | 6(244) |
| 西南侧观测点 | 7(285) | 8(287) | 9(306) | 10(316) | 11(312) | 12(312) |
| 沉降差 d_i | -42 | 15 | 59 | 62 | 55 | 68 |

计算得 $t = 3.112$

表5 观测时间:1988年7月29日

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 东北侧观测点 | 1(354) | 2(311) | 3(273) | 4(289) | 5(292) | 6(282) |
| 西南侧观测点 | 7(311) | 8(317) | 9(329) | 10(340) | 11(333) | 12(335) |
| 沉降差 d_i | -43 | 6 | 56 | 51 | 41 | 54 |

计算得 $t = 2.578$, 接近 $t_{0.05}(5)$

至此,不均匀沉降趋势已基本得到控

制,沉降速率也比1986年9月之前明显减小(见下表):

表6

| | | | | | |
|-------|-----|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 观测时间段 | | 1985.11.11至1986.3.14 | 1986.3.14至1986.9.15 | 1986.9.15至1987.5.14 | 1987.5.14至1988.7.29 |
| 沉降速率 | 东北侧 | 5.21mm/月 | 7.26mm/月 | 4.56mm/月 | 2.50mm/月 |
| | 西南侧 | 8.62mm/月 | 5.73mm/月 | 2.10mm/月 | 1.76mm/月 |

3 结语

(1) 用 t 检验法来判别建筑物的不均匀沉降特性,实践证明是一种可行的方法,尤其是在目前桩基施工及基坑开挖等监测工程日益普遍的情况下,更有其实际指导意义。

(2) 由于观测值只是假设服从正态分布,因此成对数据的对子数量 (n) 不宜偏

少,在条件许可的情况下,应尽量均匀地、有针对性地多设置观测点,这样,反映的 t 检验值将会更加准确可靠。

参 考 文 献

- 1 吴南. 岩土工程学. 工程勘察测试数据的可靠性检验, 1994 (3)
- 2 测量平差基础. 测绘出版社, 1982