****

**研究生“数理统计”课程课外作业**

**姓 名： 余以明 学 号： 20110902087**

**学 院： 材料学院 专 业： 建筑材料**

**类 别： B类 上课时间： 6-13周**

**成 绩：**

高强混凝土回弹值与抗压强度的

一元非线性回归分析

**摘要：**随着现代工程建设的发展，C50以上高强混凝土的使用越来越广泛，利用重庆地区特有的原材料配置高强混凝土符合“低碳”、“绿色”社会发展的要求。由于在实际工程中对重庆地区采用高强混土建设的工程进行无损检测时，用重型回弹仪测得的回弹值，采用一般的国家标准来推测该分部工程混凝土的实际强度时，其推测值与混凝土的实际值之间偏差难免较大，为使检测结果更精确，更好的应用于工程检测，本人做了一些初步的研究。通过对试验室配制的C50-C80的混凝土先进行回弹检测，然后再进行抗压强度检测试验，并运用excel软件对回弹值与抗压强度值进行分析处理从而建立高强混凝土回弹值与抗压强度关系曲线，并对模型进行了显著性检验，最终得出合理的回归曲线，指导工程建设。

**一、问题提出，问题分析。**

由于不同操作人员使用重型回弹仪对混凝土试块进行回弹时得到的回弹值不同，且试块不同时使用回弹仪进行回弹时得到的结果亦波动较大，为了减少误差，我们在混凝土成型及试验检测时严格按照操作规范成型150mm×150mm×150mm的标准试块，且由专人进行回弹及抗压试验检测。在试验过程中，我们对28d、60d龄期的混凝土试块使用GHT450回弹仪对C50、C60、C70、C80的试块一对侧面做回弹测试，测试完后，以侧面为受压面完成试块抗压强度测试，得到同一试块的回弹值与抗压强度值。

将达到一定龄期的试块放在压力机上预压80KN固定,每个侧面测8点回弹值，1对侧面共测16个点的回弹值，去掉3个最大值3个最小值，取剩余10个值的平均值做为该次回弹试验的回弹值。在试验过程中应连续均匀地加荷，加荷速度为0.8~1.0MPa/s，当试件接近破坏开始急剧变形时，应停止调整试验机油门，直至破坏。记录破坏载荷F，根据公式f=F/A得出立方体抗压强度值，精确至0.1MPa。

**二、数据描述**

表2.1回弹值与抗压强度值数据表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试块 | GHT450型回弹值 | 抗压强度（MPa） |
| 1 | 55.1 | 66.5 |
| 2 | 50.0 | 56.7 |
| 3 | 53.4 | 59.8 |
| 4 | 60.9 | 70.1 |
| 5 | 62.3 | 71.7 |
| 6 | 63.5 | 73.6 |
| 7 | 54.7 | 64.8 |
| 8 | 58.1 | 67.1 |
| 9 | 59.7 | 68.4 |
| 10 | 72.3 | 77.9 |
| 11 | 70.8 | 76.6 |
| 12 | 69.5 | 74.6 |
| 13 | 75.7 | 80.3 |
| 14 | 77.5 | 83.9 |
| 15 | 80.7 | 85.4 |
| 16 | 84.5 | 89.5 |
| 17 | 87.8 | 91.0 |
| 18 | 90.5 | 92.9 |

以上数据是由本人与中交二航局二公司质量检测所的同事为编写重庆市地方标准《高强混凝土抗压强度检测技术规程》提供相应的数据而进行的高性能混凝土回弹研究试验所得，数据真实可靠。

**三、模型建立：**

3.1 提出假设条件，明确概念，引进参数

回归函数是线性函数的回归分析称为线性回归，当可控制变量只有一个时，即回归函数为，则



称为一元线性回归模型，上式称为Y对x的一元线性回归方程或者一元线性回归直线，、称为回归系数，常数、、均未知。

3.2 模型构建

由于总体回归方程中的参数、在实际中并不知道，需要通过样本值对它们进行估计，得到估计值，，从而得到样本回归方程，此样本方程可用作总体回归方程的估计。

通常可用最小二乘法估计得到公式

 其中，

3.3 模型求解

设不同的回弹值为X（单位:1），对应的抗压强度值为Y。

作出出表2.1中不同回弹值与对应的抗压强度值数据的散点图，如图3.1所示。图3.1 回弹值与抗压强度散点图

根据该散点图的特点可知其与幂函数图形接近，故选用幂函数曲线，作线性变换：u=㏑y，c=㏑a，v=㏑x，得线性函数：u=c + b\*v。

**四、计算方法设计和计算机实现**

使用excel软件计算，由X、Y的试验数据取对数得到u、v的数据如下：

表4.1 u、v的实验数据及其回归计算

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试块 | u | v |  |  | u\*v |
| 1 | 4.197202 | 4.00915 | 17.6165 | 16.07328 | 16.82721 |
| 2 | 4.037774 | 3.912023 | 16.30362 | 15.30392 | 15.79587 |
| 3 | 4.091006 | 3.977811 | 16.73633 | 15.82298 | 16.27325 |
| 4 | 4.249923 | 4.109233 | 18.06184 | 16.8858 | 17.46392 |
| 5 | 4.272491 | 4.131961 | 18.25418 | 17.07311 | 17.65377 |
| 6 | 4.298645 | 4.15104 | 18.47835 | 17.23113 | 17.84385 |
| 7 | 4.171306 | 4.001864 | 17.39979 | 16.01491 | 16.69300 |
| 8 | 4.206184 | 4.062166 | 17.69198 | 16.50119 | 17.08622 |
| 9 | 4.225373 | 4.089332 | 17.85378 | 16.72264 | 17.27895 |
| 10 | 4.355426 | 4.280824 | 18.96974 | 18.32546 | 18.64481 |
| 11 | 4.338597 | 4.259859 | 18.82342 | 18.1464 | 18.48181 |
| 12 | 4.312141 | 4.241327 | 18.59456 | 17.98885 | 18.28920 |
| 13 | 4.385770 | 4.326778 | 19.23498 | 18.72101 | 18.97625 |
| 14 | 4.429626 | 4.350278 | 19.62158 | 18.92492 | 19.27010 |
| 15 | 4.447346 | 4.390739 | 19.77889 | 19.27859 | 19.52713 |
| 16 | 4.494239 | 4.436752 | 20.19818 | 19.68476 | 19.93982 |
| 17 | 4.510860 | 4.475062 | 20.34785 | 20.02618 | 20.18637 |
| 18 | 4.531524 | 4.505350 | 20.53471 | 20.29818 | 20.41610 |
| ∑ | 77.55543 | 75.71155 | 334.5003 | 319.0233 | 326.6476 |

由表4.1按线性回归公式计算，有：

4.308635 , 4.206197

-18=319.0233-18\*=0.56562235

-18=334.5003-18\*=0.34225986

-18 =-18=0.434183

=

所以回归方程为：==1.07987+

因为：= 得到幂曲线回归方程为：

用Excel的图表功能得到X与Y的幂曲线如图4.1所示：

图4.1 回弹值与抗压强度的幂曲线

**五、主要的结论或发现**

通过数据分析处理知道高强混凝土的回弹值与混凝土的抗压强度之间存在幂函数关系曲线，从而可以得出平均回弹值与混凝土强度换算值，这样高强混凝土回弹值与抗压强度曲线的建立，找到了合理解决现场混凝土构件质量检测的方法，将可以快速、较准确合理的评估现场构件的施工质量，同时节省了人力、物力和财力，这将给施工带来了极大的方便，保证了施工质量，加快了施工进度，具有普遍的实用性、经济性，而且真真地与施工结合起来，将产生良好的社会效益与经济效益。

**六、结果分析与检验**

6.1模型检验原理

由，=可知，不管u与v是否有线性相关关系，只要给定一组不完全相同的数据就能得到一条样本回归直线。显然，如果u与v之间的不存在线性相关关系，那么寻求回归直线就失去了实际意义。因此，使用样本回归直线前需要对u与v之间的线性关系、样本回归直线拟合效果进行检验。

从线性回归模型可见，若越大，u 随v的变化的趋势就越明显；反之，若越小，u随v的变化就越不明显。特别是，当b=0时，则表明无论v如何变化u的值都不受影响，因而u与v之间不存在线性相关关系。当时，则认为u与v之间有线性相关关系。

6.2检验

取显著水平=0.05

原假设: b=0，备择假设：: b≠0

用检验法：

由于 r==

因此线性回归方程的作用高度显著，即u与v之间的线性关系显著。

综上所述，可知高强混凝土回弹值与其抗压强度之间有显著的幂曲线关系。

**参考资料**

[1] 杨虎，刘琼荪，钟波﹒数理统计【M】﹒北京：高等教育出版社，2004：153-160.

[2]JGJ/T 23-2001 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程.

[3] JTGE30-2005 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程.