

文章编号:1005-0523(2001)03-0087-03

关于粉煤灰混凝土强度的早期推测

赵碧华, 秦 鸣

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 通过比较几种早期推定混凝土强度的方法,将数理统计原理应用于早期推测粉煤灰混凝土强度,说明由于粉煤灰应用技术的提高,粉煤灰混凝土的性能得到进一步改善,其早期强度与后期强度有较强的线性相关性,并推荐 $f_{7-} f_{28}$ 抗压强度线性相关方程作为工程实践强度控制的理论参考依据¹⁹。

关键词: 粉煤灰混凝土;线性回归;强度推测

中图分类号: TU528.01 **文献标识码:** A

随着粉煤灰混凝土应用技术的发展和日趋成熟,粉煤灰混凝土的优越性能及较好的耐久性越来越被人们充分认识,粉煤灰在混凝土中掺量逐步增加,粉煤灰的混凝土应用范围不断扩大¹⁹。但是,由于粉煤灰混凝土具有早期强度低,后期强度较高的特点,GBJ146-90《粉煤灰混凝土应用技术规范》规定粉煤灰混凝土地上工程以28天、地下工程以60天或90天、地面28天或60天、大体积粉煤灰混凝土宜为90天或180天令期评定设计强度等级,对于现场施工来说,早期对粉煤灰混凝土进行强度控制,原普通水泥砼强度早期推测公式已不适用,给现场施工质量管理带来一定困难,而混凝土的抗压强度作为评价混凝土质量和其它性能的一项有较强关联性指标,建立早期预测粉煤灰混凝土、特别是适应大掺量粉煤灰高性能混凝土的强度模型,尤其显得必要¹⁹。

1 早期预测混凝土强度的几种方法

利用混凝土早期强度,预推混凝土28天的强度,一般有4种方法¹⁹。第1种方法是快速试验强度法:把混凝土立方体试块放入沸水或给定温度的热水中加速养护,致使混凝土快速硬化,而后进行抗压强度试验,根据测得的快速养护混凝土强度,按事先已建立的同材料混凝土强度推定标养28天龄期的混凝土强度;第2种方法是快速测定水灰比推定28天强度;第3种方法是成熟度法:根据混凝土养护时

间和平均温度的乘积与一定配合比混凝土的关系推定混凝土28天强度;第4种方法是利用混凝土早龄期强度推定28天强度¹⁹。前3种方法需要相应的仪器设备,现场操作困难,不便于推广¹⁹。第4种方法简单、方便,现场采用较多,但对于现有的单龄期对数关系 $f_{28} = (lg 28 / lgn) f_n$ 推定混凝土强度,由于粉煤灰混凝土早期强度较低的原因,不宜采用¹⁹。我们应用数理统计原理,对粉煤灰混凝土7天龄期强度与28天龄期强度进行回归分析,建立了针对粉煤灰混凝土并包括大掺量粉煤灰高性能混凝土的早龄期强度推测28天强度相关方程¹⁹。

2 粉煤灰混凝土强度发展关系式理论基础

在常温条件下,粉煤灰的火山灰效应反应程度主要与其品质和养护龄期有关,粉煤灰混凝土强度随粉煤灰的掺量、养护条件等因素的不同而波动,由于混凝土技术的发展,大掺量粉煤灰高性能混凝土大多采用了双掺法,即粉煤灰与外加剂双掺技术,加之粉煤灰活化技术的应用,改善了粉煤灰混凝土的性能,提高了粉煤灰混凝土的早期强度,各影响因素得到相互弥补,显著性水平降低¹⁹。应用数理统计方法进行回归分析,虽数据源不同、配合比不同、原材料不同,但因粉煤灰混凝土的后期强度发展与早期强度紧密相关,从所统数据散点图上可以看到,离散性很小¹⁹。

表1 粉煤灰混凝土强度样本数据表

序号	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)	序号	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)	序号	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)	序号	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)
1	20.8	29.9	41	62.3	78.3	81	64.6	79.5	121	67.4	78.3
2	25.8	35.1	42	58.4	76.3	82	61	78.5	122	66.4	79.2
3	25.2	35.9	43	55.7	70.1	83	64.3	79.1	123	65.7	77.4
4	30.6	39.1	44	78.5	94	84	65.5	76.4	124	44	55.8
5	29.7	45.5	45	56	76.5	85	57.7	77.1	125	40.5	52.3
6	36.6	45.5	46	10.9	24.5	86	49.1	75.4	126	45	56.7
7	40.8	52	47	11.9	26	87	54.6	66.8	127	42.4	53.7
8	69.2	85.3	48	9	21.4	88	34.3	45.9	128	41	51
9	58.5	73.4	49	8.9	22.7	89	53.6	63.8	129	45	56.7
10	49.6	61.7	50	7	19.4	90	39.7	51	130	38.6	51
11	47.2	65.6	51	6.8	20	91	44.9	62	131	47.4	57.7
12	60.5	74.4	52	5.6	16.3	92	54.5	71.8	132	43.6	56.8
13	49.1	67.1	53	5.4	16.7	93	60.1	78.8	133	34.9	49.7
14	49.1	65.9	54	14.7	22.3	94	26.1	35.4	134	44.7	52.7
15	41	51.4	55	23.1	34.5	95	22	33.2	135	34.9	45.7
16	41.7	50.9	56	19.5	30.4	96	20.3	28.5	136	25.7	36.5
17	69.5	77.3	57	15.5	28.2	97	21.6	29.2	137	27.9	37.3
18	67.5	79.4	58	11.5	22.2	98	22.5	31.5	138	20.1	29.9
19	77.3	91.3	59	15.3	22.7	99	24.7	37.7	139	15.3	22.9
20	76.5	85.9	60	26.1	44	100	21.2	32.7	140	39.5	51
21	71.7	79.2	61	17.8	34.4	101	22.3	33.1	141	50.8	62.1
22	66.1	75.1	62	20.2	27.9	102	22.2	31.6	142	46	60.8
23	71.5	90.9	63	17.3	27.7	103	21	34.2	143	68.4	83.6
24	81.5	94.3	64	56.8	68.4	104	18.3	32.9	144	5.85	72.7
25	78	89.5	65	49.7	71.1	105	20.8	31	145	37	47.4
26	57.8	77.8	66	62.1	79.1	106	20.2	30.1	146	39.1	49.3
27	43.8	67.7	67	63.3	77.3	107	19.6	29.1	147	36.9	50.1
28	25.3	44.3	68	57.3	74.7	108	20	30.3	148	38.3	52.2
29	11.2	31.1	69	63.5	79.5	109	19.5	29.2	149	39.9	53.9
30	47.7	66.7	70	62.7	77.6	110	19.1	28.6	150	40.1	55.7
31	25.7	39.7	71	60.7	74.1	111	50.7	59.4	151	40.2	51.6
32	19.2	35.5	72	66.6	77.1	112	50.1	58.6	152	43.4	54.3
33	12.6	41.4	73	68.1	79.7	113	53	61.8	153	43.5	55
34	35.2	44.6	74	64.4	81.3	114	52.4	63.5	154	36	46.6
35	28.3	43.5	75	67.3	80.6	115	49.2	56.3	155	41.3	51.9
36	26.9	41.8	76	64.6	78.8	116	55	64	156	37	47.4
37	35.2	43	77	64.1	82.5	117	47.6	53.8	157	38.7	51.9
38	26.4	36.1	78	65.4	79.3	118	48	55	158	49.6	61.7
39	25	31.5	79	41.6	61.2	119	55.5	70			
40	67.7	76.7	80	68.8	80.7	120	64.9	74.6			

3 强度发展关系式的建立与效果

我们随意搜集了 1997 年至 2000 年期间东方明珠电视塔、上海金茂大厦等有关实际工程应用粉煤灰混凝土实例,以及各高等院校、科研单位研究人员公开发表的粉煤灰混凝土研究结果^{[3]-[4]}(见样本

数据表),粉煤灰掺量从 10%至 50%之间,混凝土强度在 15Mpa 至 80Mpa 之间的 f_7 - f_{28} 抗压强度成对数据 158 组,应用计算机 Microcal origin 软件进行数据处理,回归分析、统计运算,建立线性回归方程 19.

$$f_{28} = 11.222 + 1.036 f_7$$

$$R = 0.98$$

$$S = 3.82$$

$$S/\bar{f}_{28} = 3.82/54.71 = 6.95\% < 10\%$$

其精度符合 JGJ15-83《早期推定混凝土试验方法》的要求¹⁹。由于所建方程复盖面较宽,相关性强,适用性较好,经过有关粉煤灰混凝土工程实例验证,误差均在规范要求的范围内¹⁹。

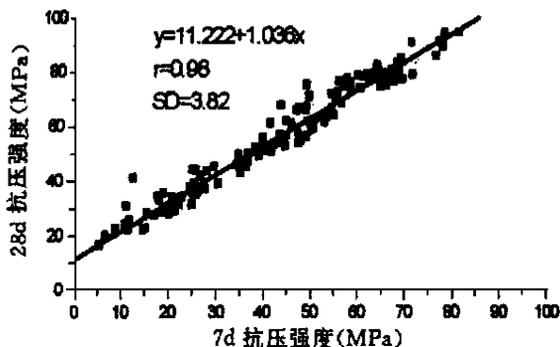


图1 粉煤灰混凝土 f_7-f_{28} 抗压强度线性回归曲线

4 结束语

本文应用数理统计原理与计算机数据处理软件,通过对不同配合比、不同掺量、不同原材料粉煤灰混凝土强度的大量数据的回归分析,说明由于粉煤灰应用技术的提高,特别是大掺量粉煤灰高性能混凝土技术的发展,粉煤灰混凝土的28天强度与7天早期强度有较强的线性相关性;所建方程为粉煤灰混凝土工程实践提供早期强度控制的理论参考依据,具有可行、方便、可信度大的特点,对于在施工质量管理中,节约水泥、降低成本,避免质量事故具有

较强的指导作用¹⁹。

参考文献:

- [1] 沈旦申. 粉煤灰混凝土[M]. 北京:中国铁道出版社, 1989.
- [2] 余红发. 混凝土非破损测强技术[M]. 北京:中国建材工业出版社, 1999.
- [3] 高强与高性能混凝土委员会. 高强砼工程应用[M]. 北京:清华大学出版社.
- [4] 孙宝亮,等. 大掺量粉煤灰在商品砼中的研究和应用[J]. 混凝土. 1999, (4):25.
- [5] 唐明,等. 超细粉煤灰泵送高抗渗混凝土的研究[J]. 混凝土. 1999, (5):23.
- [6] 冯乃谦,等. 高流动性混凝土早期干燥质量减少与瞬息万变由收缩关系的研究[J]. 砼与水泥制品. 1999, (6):13.
- [7] 孙青萍. 大掺量粉煤灰混凝土特性[J]. 混凝土. 1997, (2):17-18.
- [8] 江靖,等. 金茂大厦超泵送混凝土的研制及粉煤灰的应用[J]. 粉煤灰. 2000, (2):5-6.
- [9] 任勇华,等. 高掺量粉煤灰高性能混凝土研究及其工程应用[J]. 粉煤灰. 1999, (2):27-28. [10] 蒲心诚. 高强与高性能混凝土火山灰效应的数值分析[J]. 混凝土. 1998, (6):17.
- [11] 许培柱. 低强混凝土可泵性的研究与应用[J]. 建筑技术. 2001, (1):31.
- [12] 洪雷. 大掺量粉煤灰混凝土高效活化剂的研究[J]. 低温建筑技术. 2000, (1):7-8.
- [13] 周玉华. 预拌高强混凝土配合比的研究[J]. 混凝土. 2001, (2):11-15.
- [14] 郭玉顺. 钢丝网模板现浇高性能混凝土的试验与施工研究[J]. 混凝土. 1997, (4):24.
- [15] 宋伏春,等. 大体积早强、高强、超缓凝、泵送混凝土的试验与施工控制[J]. 混凝土. 1997, (4):29.

On the Early Estimation of Fly Ash Concrete Strength

ZHAO Bi-hua, QIN Ming

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013, China)

Abstract: By comparing several methods of early estimation of concrete strength and by applying the principle of mathematical statistics to early estimation of fly ash concrete strength, the performance of fly ash concrete is provided to have been considerably improve because of the improvement of fly ash technology. The early strength is in a strong linear correlation with the late strength. And the f_7-f_{28} stress strength linear correlation equation is recommended to be theoreticd reference basis for concrete strength control in engineerig construction.

Key words: fly ash concrete; linear regression; strength estimation