

硅粉混凝土在小浪底水利枢纽工程中的试验研究

李嘉新

摘要：根据小浪底水利枢纽工程的要求，对硅粉混凝土的参数配比及特性进行了较为系统的试验，并对掺粉煤灰的硅粉混凝土进行了对比试验，试验结果表明：硅粉高强混凝土具有高强度、抗冲磨、抗气蚀的特点。适宜的硅粉、FDN的掺量分别为水泥重量的10%和3%，水灰比为0.28，胶凝材料用量为 510 kg/m^3 时，28天龄期抗压强度达90 MPa以上，而掺入粉煤灰能改善其和易性，但使其各项性能指标下降。

关键词：硅粉；混凝土；强度

中图分类号：TV 43 **文献标识码：**A

Study of Silicon Powder Concrete Used at Xiaolangdi Multi-purpose Project

LI Jia-xin

(Yellow River Conservancy Commission of Henan, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: According to the requirement of Xiaolangdi Multi-purpose project, we conduct a series of comprehensive tests for the parameters and properties of silicon powder concrete and some comparative tests for the silicon powder concrete mixed with coal powder. The results of tests show that the silicon powder concrete has the properties of high strength, wear resistance and anticorrosion from air. The suitable amount of silicon powder and FDN mixed is 10% and 3% respectively, the ratio of water to cement 0.28, coagulative material 510 kg/m^3 . The strength for 28 days reached to more than 90 MPa. However, the mixture of coal powder can improve the fluidity of the concrete but the other indices will go down.

Key words: silicon powder; concrete; strength

小浪底水利枢纽工程是一座以防洪、防凌、减淤为主，兼顾供水、灌溉和发电的大型水利枢纽工程。其导流、发电、泄洪、排沙等建筑结构复杂。由于流速高、含沙量大，对混凝土的要求极高，如采用常规混凝土将可能产生冲磨及空蚀破坏，不能满足工程要求。硅粉混凝土作为一种新型的建筑材料，具有强度高、耐久性好等特点^[1]。为了获得硅混凝土良好的抗冲磨、抗空蚀性能，我们结合小浪底水利枢纽工程的特点对硅粉混凝土进行了较为详尽的试验研究，取得了较为满意的成果，为工程的设计与施工提供了可靠的技术依据。

1 硅粉的性质

硅粉的主要成份为无定形的二氧化硅，颗粒平均直径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ，为水泥颗粒的1%，化学成份稳定。颗粒呈圆形，很容易填充水泥颗粒之间的孔隙，且具有活性，因而能有效改善混凝土的性能。

2 试验研究内容

2.1 硅粉掺量选择

由于硅粉颗粒细小，比表面积数百倍于水泥，所以它的需水量也远大于水泥^[2]。掺入硅粉后，为保持混凝土的和易性，则需增加混凝土的拌合用水。增加混凝土的水灰比，当硅粉掺量超过一定值后，将会导致混凝土强度降低。为此应进行硅粉掺量的选择试验，即在其它材料基本相同的情况下，选用不同的硅粉掺量，保持混凝土坍落度基本一致，进行混凝土抗压强度试验。结果见表 1。

表 1 硅粉掺量对抗压强度的影响

硅粉掺量/%	抗压强度/MPa
0	25.1
10	34.1
15	31.0
20	29.0

说明: 1. 硅粉等量代水泥内掺法加入;
2. 混凝土龄期为 7d 的抗压强度。

试验结果表明：硅粉的掺量在 10% ~ 15% 时混凝土的强度较高，当超过 15% 时强度将有所下降。其适宜掺量应为水泥重量的 10%。

2.2 外加剂掺量试验

选用高效减水剂，以有效地减少混凝土的拌合用水，降低水灰比，提高混凝土的强度。试验表明，普通加气型减水剂如木钙减水率较低，且掺量较大时会使混凝土强度降低。因而不适宜配制高强混凝土。而萘磺酸盐系列高效减水剂，减水率较高，适当增加其掺量不会导致混凝土强度降低。所以选用质量较为稳定的 FDN(广东湛江外加剂厂生产)进行掺量试验，测试结果列入表 2。

表 2 外加剂掺量选择

试验编号	水灰比	砂率/%	FDN 掺量/%	坍落度 /cm
Y-1-A	0.28	31	1	0.0
Y-1-B	0.28	31	2	0.9
Y-1-C	0.28	31	3	3.0
Y-1-D	0.28	31	4	2.5

从表 2 可看出，当混凝土中 FDN 的掺量超过 3% 时，混凝土拌合物的坍落度不再增加，反而减小。配制高强混凝土时，为获得尽可能大的减水，增加效果，FDN 的掺量应为水泥重量的 3%。

2.3 高强硅粉补缩混凝土配合比设计

依据设计要求，需配制出 28 天抗压强度超过 80 MPa 的高强补缩混凝土。为此选用葛洲坝水泥厂生产的 525 中热硅酸盐水泥，北京特种水泥厂生产的 CEA 膨胀剂。结合小浪底工程用砂石料，进行混凝土配合比设计，混凝土水灰比由 0.34 依次减小，拌成型混凝土抗压强度试件。试验结果如表 3。结果表明：当水灰比减小到 0.26 时，混凝土拌合物变得特别粘稠，虽加大混凝土拌合用水量，混凝土拌合物的和易性不能满足要求，强度也不再有明显的增加。因此可以认为在该试验条件下，高强硅粉补缩混凝土的适宜水灰比为 0.28，胶凝材料(水泥、硅粉、补缩剂之和)用量为 510 kg/m³，可配出 28 天抗压强度高达 91.5 MPa 的高强硅粉补缩

混凝土.

表 3 硅粉混凝土配合比选择试验

试验编号	水灰比	砂率/%	PDN掺量/%	坍落度/cm	抗压强度/MPa	
					7 d	28 d
F-1	0.34	34	3	3.0	62.6	78.5
F-2	0.31	33	3	2.5	66.9	83.9
F-3	0.28	31	3	2.5	72.1	91.5
F-4	0.26	31	3	1.3	72.8	92.0

2.4 高强混凝土的抗冲磨、抗空蚀性能

为确保工程的安全运用,对高强硅粉混凝土及掺粉煤灰混凝土进行了抗冲磨、抗空蚀试验,结果见表 4.结果表明:硅粉混凝土有较高的抗冲磨及抗空蚀能力;掺粉煤灰的硅粉混凝土的抗冲磨、抗空蚀性能有所降低.

表 4 高强硅粉混凝土 28 天龄期的抗压强度、抗冲磨、抗空蚀性能试验结果

编号	级配	单方拌和材料用量/(kg/m ³)				水胶比	坍落度/cm	抗压强度/MPa		抗冲磨失重率/%	空蚀失重率/%
		水泥	粉煤灰	硅粉	水			7 d	28 d		
A2-Pa	2	475	/	/	100	0.210	19.0	65.2	77.5	2.60	0.36
A2-P1a	2	465	/	14	100	0.208	14.5	65.8	81.0	2.46	0.29
A2-P11a	2	350	115	14	105	0.219	17.0	58.7	63.9	3.00	0.29

3 结束语

用硅粉配制的混凝土具有高强度、高抗冲磨、抗空蚀性能.其 28 天抗压指标可达 90 MPa 以上.粉煤灰的掺入能改善混凝土的和易性,减少水泥用量,降低混凝土的绝热温升.但是,掺入粉煤灰将使混凝土的抗压强度及抗冲磨、抗气蚀性能降低.因此,应根据工程要求控制粉煤灰的掺入量.

文章编号:1007-6492(1999)01-0101-02

作者简介:李嘉新(1958-),男,河南省漯河市人,黄委会规划设计院工程师,主要从事建筑工程试验、检测方面的研究.

作者单位:黄河水利委员会勘测规划设计研究院,郑州 450003

参考文献

[1] 傅雁,谷章昭,施中毅.硅粉混凝土的特性及其微结构[J].新型建材,1987,(3):35-38.

[2] 周榘良,张宗安.硅烟灰混凝土——特性、用途和应用范围[J].甘肃建筑情报,1984,(2):1-14.