

硅灰在混凝土中的应用进展

邓云龙,吴爱芹,罗金垒

(青岛青建新型材料有限公司,山东 青岛 266108)

摘要:硅灰组成的90%为 SiO_2 ,且多数为无定型 SiO_2 ,它在提高混凝土工作性能和耐久性等方面发挥了重要作用。对硅灰在混凝土中的应用发展进行总结,并对硅灰在高性能混凝土中的应用进行展望。

关键词:硅灰;高性能混凝土;强度;耐久性

Abstract: Silica fume generally contains more than 90% SiO_2 , and most of them is amorphous silica. It plays an important role in improving concrete performance and durability. This paper summarizes the development of silica fume in concrete, and looks ahead the application of silica fume in high-performance concrete.

Key words: silica fume; high-performance concrete; strength; durability

1 硅灰在国内外混凝土中研究现状

1.1 国外研究现状

国外对硅灰的研究已有30多年历史。1947年挪威埃肯公司就开始对硅灰的生产工艺、粉尘处理和分级等方面进行研究,是世界上研究硅灰最早的企业。随后,俄罗斯、美国和日本等国也对硅灰在高性能混凝土等方面的应用进行研究,并成为目前世界上主要的硅灰生产国。硅灰早先在高性能混凝土中的应用只处于试验研究阶段,进入到实际工程应用经历了一个漫长的阶段。硅灰最早被实际应用是瑞典和挪威等国在20世纪70年代建造北海油田和港口码头时。20世纪80年代加拿大在魁北克建立硅灰混凝土研究基地。在1983年,美国使用硅灰混凝土修补奥里夫尼河上的卡查坝消力池,取得了很好的效果。表1为较早的硅灰用于混凝土的成功案例。此后,人们开始大量从事硅灰混凝土相关方面研究,全面探讨了硅灰对混凝土各性能的影响。硅灰具有比表面积大、颗粒小、火山灰活性强和 SiO_2 纯度高等特点,在混凝土中掺加可大大改善混凝土工作性能,提高抗压强度、抗冲磨性和耐气性、耐久性等。在实际工程中,掺加硅灰的混凝土建筑物,几十年后混凝土仍具有较高强度,且抗碳化能

力和耐久性较普通混凝土都有较大程度提高。由于硅灰具有较强的火山灰活性,并且掺加硅灰后可产生C-S-H胶凝,其内部可保留更多碱,减少外部含碱量,从而抑制碱骨料反应,具有防止钢筋锈蚀的作用。

1.2 国内研究现状

我国对硅灰的回收利用和应用研究起步较晚,虽然有部分较大规模的企业回收硅灰,但并不知道其中的价值,且多数回收的硅灰 SiO_2 含量不达标。随着政府对环境治理的重视和对环保的关注,我国对硅灰的研究应用开始高速发展,逐渐缩小了与国外之间的差距。硅灰砂浆、微硅灰喷射混凝土、低水泥浇筑料和高强度混凝土等成果如雨后春笋般出现,并通过国家部级或省、市技术鉴定。从20世纪80年代开始,硅灰混凝土在我国开始逐渐被应用到实际工程中,如抗冲刷磨损、抗渗漏工程、高层建筑物等。1986年,我国使用硅灰砂浆对葛洲坝水闸进行了修复,并使用硅灰混凝土修建了上海黄浦大桥、三峡电站和香港青马跨海大桥等大型工程的抗冲击及防渗部位,在这些工程中取得了显著的经济效益和技术效果。在我国,不同地区硅灰的组分各不相同,表2为我国部分地区硅灰的化学组成。

表 1 硅灰混凝土在重大工程中的应用

国家	工程性质	施工时间	环境	使用目的	配合比参数
挪威	桥面板	1971	受 SO ₂ 侵蚀	防 SO ₂ 侵蚀、抗钢筋侵蚀	水泥=316 kg/m ³ 硅灰=15% f ₂₈ =48 MPa
瑞典	码头	1976	海浪冲击、海水侵蚀	耐磨、耐久、抗钢筋侵蚀	水泥=350 kg/m ³ 硅灰=15% f ₂₈ =61 MPa
挪威	隧道	1982	高抗渗、耐腐蚀	抗渗、抗钢筋侵蚀	水泥=450 kg/m ³ 硅灰=10% 钢纤维 75 kg/m ³
美国	海岸护坡	1984	海水侵蚀、冻融	抗钢筋侵蚀	水泥=450 kg/m ³ 硅灰=10% f ₂₈ =89 MPa 钢纤维 75 kg/m ³

表 2 我国部分地区硅粉的化学成分

成分	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	Fe ₂ O ₃ /%	CaO /%	MgO /%	C /%	R ₂ O /%	烧失量 /%
遵义	92.40	0.80	1.10	0.50	1.10	1.0	0.30	2.2
西宁	90.09	0.99	2.01	0.81	1.17	1.0	0.45	2.95
唐山	92.16	0.44	0.27	0.94	1.37	1.0	0.99	1.63

2 硅灰在混凝土中的应用展望

长期以来,由于制造混凝土的各组分原材料广泛易得,被认为是取之不尽、用之不竭的资源而肆意开发,严重破坏了自然环境。为实现资源与环境的可持续发展,硅灰混凝土的研究必将成为热点。目前,混凝土结构日益大型化和复杂化,铁路、水工建筑、高层建筑和桥梁等大型工程越来越多,混凝土作为建筑业的基本材料,对混凝土的性能要求越来越严格。硅灰的加入使高性能和高强度混凝土成为可能。高性能混凝土并不只是单掺硅灰,还有粉煤灰和矿粉等,虽然它们也能提高混凝土性能,但是硅灰在改善混凝土综合性能方面更胜一筹。同时,添加硅灰可大大降低混凝土中水泥用量,节约成本。综上所述,硅灰混凝土开始逐渐成为一种趋势,在未来工程中的使用必将与日俱增。

参考文献

[1] 杨坪,彭振斌. 硅粉在混凝土中的应用探讨[J].

混凝土, 2002(1):6.

[2] 韦思宁. 微硅粉在抗渗性混凝土中的作用[J]. 广西交通科技, 2003(5):28.

[3] 崔奇文. 硅粉对高性能混凝土性能的影响[J]. 山西建筑, 2008(13):34.

[4] 丁琳. 硅粉混凝土配合比优化的研究 [D]. 东北林业大学学位论文, 2007.

[5] 蒲心诚. 超高性能混凝土 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2004.

[6] 田文玉. 硅粉的研究及应用现状[J]. 重庆交通学院学报, 17(2): 100.

[7] 李小敏. 硅粉混凝土的强度和耐久性的研究进展[J]. 建筑技术开发, 2005(1):32.

第一作者: 邓云龙(1987-),男,硕士,主要从事商品混凝土技术研究。

(编辑:黄烨)(收稿日期:2012-11-26)