

含聚丙烯纤维自流浇注料的流变特性和物理性能

摘要

自流浇注料是一种特殊类型的浇注料,它可以不用振动进行浇注。本文对在板状氧化铝基低水泥浇注料系统中添加聚丙烯纤维的尺寸和数量进行了研究。纤维添加物通过改变基质的粘度大大减小了系统的自流性。本文就纤维添加物对自流浇注料显气孔率、气孔大小及孔径分布的影响进行了详细的研究。

关键词 聚丙烯纤维 自流浇注料 自流性

1 介绍

耐火浇注料是由耐火材料颗粒和适量的结合剂混合制成,它通过添加适当的液体把材料倒进模子中,由于化学反应变得坚硬而成型。自流浇注料(SFC)的特点是:混合后的稠度不用振动就可以流动和脱气。SFC可以是低水泥浇注料(LCC)、超低水泥浇注料(ULCC)或无水泥浇注料(NCC)。流动性是SFC的一个重要特点。当耐火材料、混合水及添加剂混合在一起时形成一种流动的、粘性的合成物。除了添加剂,例如加速剂、缓凝剂和悬浮剂以外,有机纤维也经常加进去,目的是为了减少发生炸裂性剥落。含纤维的浇注料可以进行振动浇注。由于SFC在其自身重力的作用下必然会流动,因此添加聚丙烯纤维(PF)降低了自流性,而这样又要求添加更多的混合水。浇注料中的纤维添加量一般在0.025%~0.175%之间,纤维长度在2.5~5mm之间变化。

Canon等人对在浇注料中添加有机纤维的效果进行了研究,结果观察到这种添加物是提高浇注料渗透性的一种有效方法。在特殊温度范围内减少炸裂性剥落的数据也支持了这样一个事实:那就是渗透性是受气孔连通性而不是受所产生的气孔数量和大小影响。

在这一背景下,目前的工作对各种尺寸和数量的PF添加物对90%氧化铝低水泥SFC的流变特性[例如:自流性、干燥到湿润转变时间(DWTT)、细粒耐火材料基质的粘度]和物

理性能(例如:显气孔率、孔径分布、平均气孔直径和中等气孔直径)的影响进行了调查研究。

表1 板状氧化铝基LCC系统的主要参数

Al ₂ O ₃ /%(质量)	91.0
SiO ₂ /%(质量)	6.5
CaO/%(质量)	1.7
其它/%(质量)	0.8
悬浮剂/%(质量)	0.05
PF/%(质量)	0~0.2
CaO/%(质量)	0.2
水/%	3~4.8
纤维长度/mm	3.5
纤维直径/ μ m	22
Andreassen 模数	0.25

2 实验过程

表1列出了板状氧化铝基LCC系统的详细情况。5kg的LCC原料(表2)在混合机中与不同量的PF(0、0.05%、0.10%、0.20%)干混3min,然后与水进一步混合3min以得到自流稠度。在湿法混合中,对DWTT进行了监控,这可以确定浇注料从干燥阶段向湿润阶段转换所需要的时间。为获得合适的流动性,浇注料在达到湿润阶段后必须至少混合1~2min。使用一个圆锥体作为ASTM标准方法C230来测定自流数值。流动值测定后,试样浇进一个模子中,与模子一起在25℃固化24h,并在100℃时干燥12h。50mm×50mm×50mm立方体试样分别在100℃、200℃、

300℃、400℃和500℃加热后用于显气孔率的测定。

表2 开发 SFC 系统使用的原料

成分	生产商	颗粒尺寸
骨料*		3-6
		8-14
		14-28
		28-48
细粒基质**		<48
板状氧化铝	ACC-ALCOA(印度)	10.00
煅烧氧化铝	Indal(印度)	5.80
活性氧化铝	Indal(印度)	2.50
硅微粉	Pooja Microsilica(印度)	0.2
铝酸钙水泥	Lafarge(法国)	5.60

* 筛网; ** d_{50} (单位为 μm)

2kg 的细粒耐火材料基质与规定量的纤维添加物干法混合 3min, 接着湿法混合 5min, 然后用粘度计测定不同速度(0.3、0.6、1.5 和 $3.0\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)下的混合物的粘度。粘度测定后, 混合物浇进模子中, 和模子一起在 25℃ 时固化 24h, 然后在 200℃ 时干燥(使用的 PF 的熔点为 170℃)。干燥后的试样用渗汞孔隙率测定仪进行孔径分布测定。所有的特性取 5 次测定值的平均值。

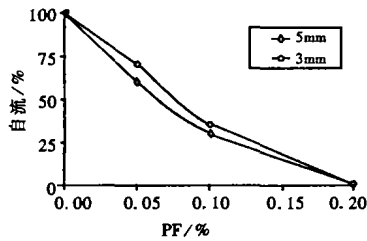


图1 PF添加物对LCC自流性能的影响

3 结果及讨论

3.1 流动特性

图1显示出了PF添加物对2种不同纤维长度的LCC自流性能的影响。纤维添加物对LCC的自流性能的影响很大。不同纤维长度的PF的固定添加物的自流性能的差异归因于混合物的内部粘度, 即: PF的长度越长, 混合

物的粘度越高。PF添加量为0.2%, 对2种尺寸的纤维材料来说, 自流性变得很小。水添加量对不同量PF添加物的LCC的自流性的影响示于图2。

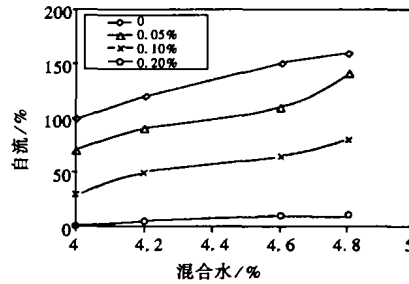


图2 添加混合水对LCC自流性能的影响

据观察, 除了PF添加量为2%系统或多或少变为静态的, 并且甚至在增加水之后也不能恢复自流性之外, 对所有PF添加量来说, 混合水增加自流性就提高。自流性的降低归因于混合水部分被PF吸收, 以及自流过程中PF产生的阻力, 后者比前者更易控制。

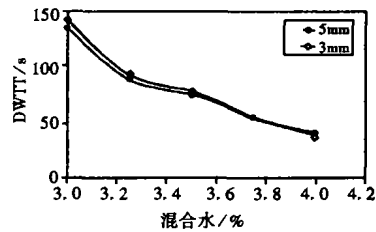


图3 LCC的DWTT与混合水添加量之间的函数关系

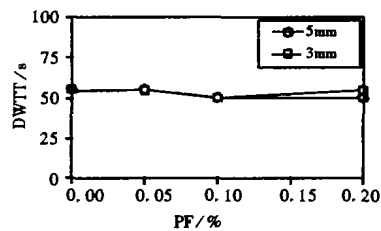


图4 LCC的DWTT与PF添加量之间的函数关系

3.2 干燥到湿润转变时间(DWTT)

图3和图4表示的是分别作为添加水和

PF 添加物的函数的 LCC 的 DWTT 测定值。混合水量减少, DWTT 就增加。对于 2 种纤维长度, 添加水为 3%, DWTT 就为 150s; 添加水增加到 4% 时, DWTT 减少到 50s。Canon 等人指出应用振动浇注时, 把有机纤维加入浇注料中, 通过吸收一部分混合水会改变系统的浇注性能, 这部分水的吸收通过额外添加混合水来补充。这就意味着增加纤维添加物, DWTT 也应提高。相反的是, 现在的研究发现 DWTT 却几乎保持不变(图 4)。如此可以得出这样的结论, 添加纤维后自流性的降低主要归因于纤维所产生的阻力而不是混合水的吸收。

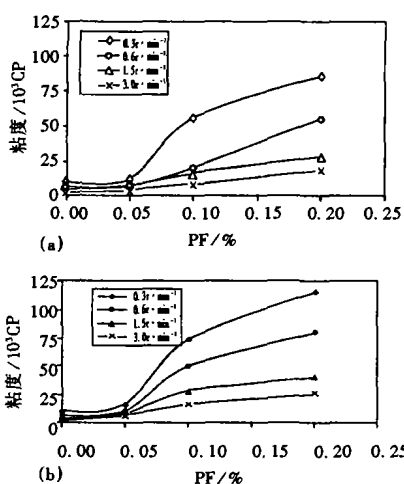


图 5 使用长度为: a)3mm; b)5mm 的纤维的细粒耐火材料基质的粘度与 PF 添加量之间的关系

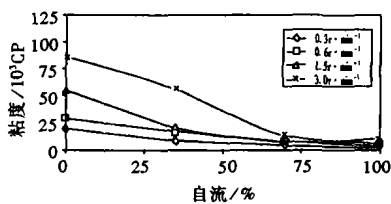


图 6 细粒耐火材料基质的粘度与 LCC 自流性之间的关系

3.3 细粒耐火材料基质的粘度

图 5(a、b)显示出了有不同量 PF 添加物的细粒耐火材料基质的粘度。很明显即使添加少量的纤维也会大大增加细粒耐火材料基质的

粘度, 并因此降低浇注料的自流性。而且纤维长度不同, 粘度也有差别, 这反映在浇注料自流性的差异上。

图 6 所示为细粒耐火材料基质的粘度与 3mm 纤维长度的 LCC 的自流性的关系。很明显浇注料粘度增加, 自流值就减小。

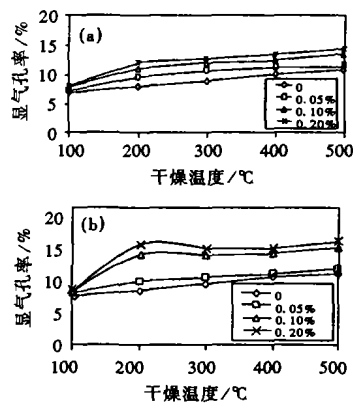


图 7 (a)使用纤维长度为 3mm、有 PF 添加物的 LCC 的显气孔率与干燥温度之间的关系 (b)使用纤维长度为 5mm、有 PF 添加物的 LCC 的显气孔率与干燥温度之间的关系

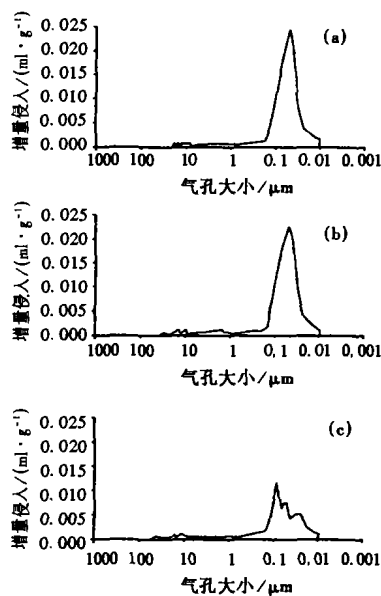


图 8 LCC 的孔径分布
a)无 PF 添加物; b)0.05% 的添加物;
c)0.1% 的添加物

3.4 显气孔率

图7(a、b)描绘的是不同PF添加量的LCC的显气孔率(AP)与干燥温度之间的函数关系。在100℃干燥的试样显气孔率为7.5%，干燥温度进一步增加，显气孔率在200℃时增至最大值，然后干燥温度继续增加，它就保持不变了。在任何纤维添加量的情况下(分别为0.05%、0.10%和0.20%)，LCC的显气孔率的增加都是由于高于170℃，PF熔化和分解的缘故。

3.5 孔径及分布

图8(a~c)所示为使用3mm长度的纤维、不同PF添加量的LCC的孔径分布。虽然主要的孔径分布范围在0.01~0.10μm之间，但在10~50μm之间仍存在峰值(图8, b、c)，这是由纤维添加物引起的。0.1%的纤维添加物不仅改变了孔径分布，而且有助于气孔结构的互相连接。

图9显示了所研究的LCC的PF(3mm)孔径与纤维添加量的关系。可以注意到中间及平均孔径随着纤维添加量的增加而增大。气孔的连通性及孔径的增大都是提高任何浇注料系统的抗炸裂性剥落的重要因素。Oda等人测定了干燥过程中浇注料产生的压力，并通过添加金

属炸裂抑制剂将该压力降低50%，如此就可开发出气孔直径更大的材料。

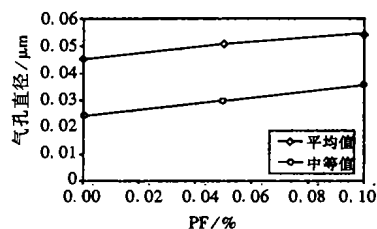


图9 所研究的LCC的孔径与PF添加量之间的关系

4 结论

LCC的自流性能主要是由纤维添加物的数量来决定。自流性能在一定程度上还受纤维长度的影响。DWTT的恒定性意味着自流性的降低主要是由于添加纤维产生的阻力之缘故。由于添加纤维，细粒耐火材料基质的粘度大大增加，并由此降低了自流性。PF添加物增大了显气孔率、平均孔径、中等孔径和孔径分布。纤维添加物有助于气孔结构的互相连接。

刘爱云 编译自《Interceram》，2002，No1:52~55
王晓阳 校

(收稿日期：2002年8月)

吹氧转炉用镁碳砖的损毁机理

摘要

在研究转炉损毁机理时，探讨了炉渣对耐火材料的毛细浸蚀作用以及渗入气体中的炉渣与碳(石墨)的化学作用。炉渣熔融物渗入耐火材料工作层深度的时间是以秒计算的。当炉渣渗透到碳组分后，炉渣中的FeO发生还原，并析出CO。计算出了在1500~1650℃时和在1500~1700℃时一氧化碳的压力平衡值。在研究的范围内， P_{CO} 值大大超过气孔中炉渣的最大毛细压力，这证实以前提出的CO气泡对炉渣向镁碳砖内衬的毛细渗透的控制作用。还探讨了炉渣中MgO浓度和方镁石晶体尺寸对内衬损毁速度的影响。

关键词 转炉 镁碳砖 炉渣 损毁

由于镁碳耐火材料在吹氧转炉中得到广泛应用，因此弄清镁碳耐火材料损毁机理具有重要意义。本文探索镁碳砖炉衬与炉渣熔融物(是炉衬损毁中主要腐蚀体)相互作用的某些观

点。

对损毁炉衬的形态研究、废砖的实验室显微镜研究和岩相研究表明，在操作过程中镁碳砖发生不大的变化，表现于耐火材料—炉渣