

被覆中碱玻纤在 GRC 中的耐久性研究

焦宝祥 李玉寿

杨建明

(盐城工学院建筑材料工程系 盐城市质检中心,盐城,224003)

摘 要 研究了被覆中碱玻纤在普通硅酸盐水泥、粉煤灰水泥、低碱度水泥及用高铝水泥改性的粉煤灰水泥中的耐久性问题。研究结果表明:在普通硅酸盐水泥中,中碱玻纤的耐久性很差;在粉煤灰水泥及改性粉煤灰水泥中,中碱玻纤的耐久性有很大提高;在低碱度水泥中,中碱玻纤表现出良好的耐久性。

关键词 中碱玻纤 水泥 耐久性

分类号 TQ172

前 言

玻璃纤维增强水泥制品(GRC)是70年代初开发应用的新材料,具有轻质、高强、多功能、多用途等特点,被誉为当今世界最有革新性的建筑材料之一。

目前,我国 GRC 产品是采用低碱度水泥加抗碱玻纤的双保险技术。由于抗碱玻纤、低碱水泥货源少,运输距离长,价格高等,国内众多 GRC 生产企业都试图采用中碱玻纤及改性硅酸盐系列水泥作为原材料,以降低 GRC 生产成本,提高其经济效益。本文对中碱玻纤在普通硅酸盐水泥、粉煤灰水泥、低碱度水泥及改性粉煤灰水泥中的耐久性进行了初步的研究。

1 原材料及实验

1.1 原材料

试验选用的普通硅酸盐水泥和粉煤灰水泥均为盐城市水泥厂生产,其化学成分列于表1。

表1 普通水泥和粉煤灰水泥化学成分(%)

水泥品种	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
425#普通水泥	67.04	20.81	5.36	4.96	
425#粉煤灰水泥	46.02	30.22	10.56	5.55	1.44

试验中采用的低碱度水泥为上海产 I 型低碱度硫酸盐水泥,其化学成分如表2所示。

表2 525#低碱度水泥的化学成分(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
4.75	12.77	0.97	40.43	2.74	33.99	0.09	0.18

试验中采用的 625#高铝水泥为郑州产,其化学成分如表3所示。

表3 高铝水泥的化学成分(%)

Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MgO	SO ₃
56.85	29.62	4.43	1.87	0.57	1.89	1.33	0.05

玻纤,经高分子乳液处理,上海耀华玻璃厂生产的中碱玻纤,单束直径为 0.23mm,其强力为 8.305Kg,该中碱玻纤的化学成分见表 4。

表 4 中碱玻纤的化学成分(%)

SiO ₂	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	MgO
67.1	9.7	12.1	0.5	6.2	4.2

1.2 试件的制备及测试方法

1.2.1 玻纤耐久性的快速试验

采用砂浆玻纤试体,水灰比 0.8,集灰比 5:1,试件尺寸 20×10×4cm,玻纤以连续、定向方式置于试件中,见图 1。

试件成型脱模经三天自然养护,随后置调温调湿箱中,在温度(80±1)℃,相对湿度>95%环境中进行加速老化处理,至设定龄期,将试件仔细敲碎后,取出定长玻纤测定强力,将部分砂浆研细测定 pH 值。

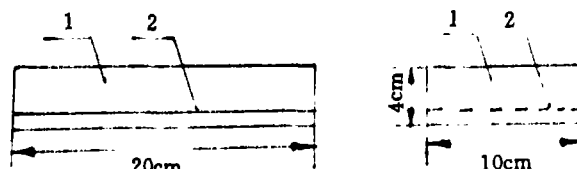


图 1 玻纤砂浆试件
1—砂浆基材 2—玻纤

1.2.2 玻纤强力保留率的测定

玻纤强力试验采用悬挂重物至定长玻纤断裂的简易测定方法(见图 2),随后采用公式计算玻纤的强力保留率。即

$$\text{强力保留率} = \frac{\text{受测玻纤强力}}{\text{原始玻纤强力}} \times 100\%$$

1.2.3 水泥浆液 pH 值的测定

采用固液比为 1:10 的比例配置浆液,经搅拌、静置、过滤的滤液在 pHS-2 型 pH 计上测定其 pH 值。试验温度 20℃,以分析纯 Ca(OH)₂ 标定 pH 计。

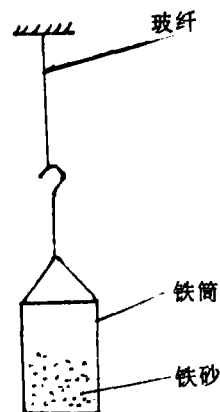


图 2 玻纤强力简易测定方法

2 试验结果与分析

2.1 水泥滤液的 pH 值

水泥浆液的 pH 值取决于水泥水化后的矿物组成,特别是 Ca(OH)₂ 的含量。各种水泥经 80℃ 加速养护后至设定龄期的 pH 值见图 3。

普通硅酸盐水泥水化后的主要产物为 C—S—H 凝胶和大量的 Ca(OH)₂,各龄期 pH 值都很高;低碱度水泥水化产物主要是 C₃A·3CS·H₃₂和 Al(OH)₃,几乎没有 Ca(OH)₂,决定了其各龄期的 pH 值都是最低的,从图 3 可见,各龄期 pH 值均在 11 以下;粉煤灰水泥由于粉煤灰的火山灰效应,使 Ca(OH)₂ 含量降低,pH 值比普通硅盐水泥低。

改性粉煤灰水泥通常是在该水泥中再掺入一定量的活性混合料,如粉煤灰、矿渣和硅灰。粉煤灰、矿渣的加入往往使 GRC 产品早期强度更低,且与 Ca(OH)₂ 反应较慢,达不到预期效果。而硅灰则由于资源少,价格高,应用受到限制,因此,笔者选用高铝水泥对其进行改性。

试验中采用 5%、10% 高铝水泥掺入粉煤灰水泥中,试验中未发生快凝现象。试验结果如图 3 所示。

从图 3 中可以看出,掺入高铝水泥后,其 pH 值都有所降低。降低的原因是高铝水泥的水

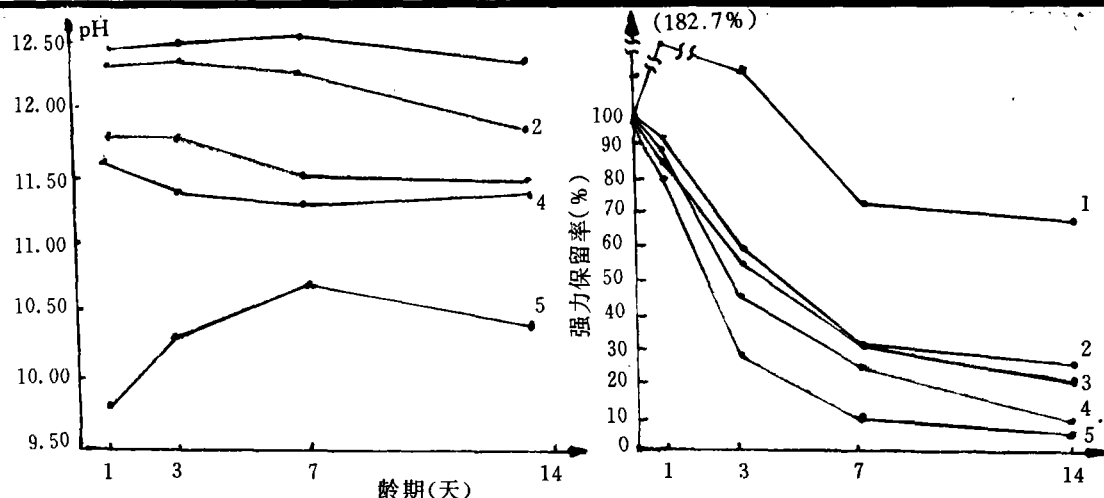
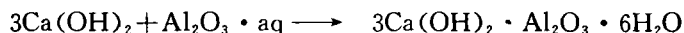


图3 各种水泥经 80℃加速至设定龄期的 pH 值 图4 玻纤在水泥中经 80℃加速至养护后强力保留率
化产物铝胶与硅酸盐熟料水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生如下反应:



从而消耗了溶液中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 使 pH 值降低。

2.2 中碱玻纤的强力保留率

中碱玻纤在各种水泥及改性粉煤灰水泥中强力保留率见图 4。

玻纤强力保留率是与其 pH 值有关的。玻纤是一种铝硅玻璃结构, 其结构在热力学上是不稳定的。杨庆吉等^[1]从热力学计算: Al_2O_3 和 SiO_2 在玻纤中稳定的 pH 值为小于 11。

但是仅用 pH 值来解释玻纤强度保留率是不够的, 对于硅酸盐熟料矿物系列水泥, 其水泥浆体中不仅含有大量 OH^- 离子, 而且有大量的 Ca^{2+} 及少量 K^+ 、 Na^+ 离子等, 对玻纤腐蚀有催化作用。

对于 I 型低碱度水泥, 其水化产物主要是钙矾石和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 其强力保留率的变化显然与水化产生的大量 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 有关。首先在铝酸盐—水体系中, 铝酸盐离子存在如下平衡关系:



在 pH 值大于 7 的环境中, 铝元素主要以 AlO_2^- 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 存在。因此, 随着低碱水泥的水化, 铝胶在纤维表面沉淀下来, 形成一个屏蔽层, 并弥合了玻纤原有的表面缺陷, 且随着水化的进行, 纤维之间可能也充填了大量铝胶, 纤维在断面上联系加强、直径增加, 使玻纤加速养护初期强度大幅度增加。另外, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在溶液中产生的酸式电离产生的大离子团 AlO_2^- 围绕在玻纤周围, 增加了离子扩散阻力, 阻挡玻纤内离子与溶液离子的交换作用, 酸式电离产生的 H^+ 离子, 也进一步降低了水泥浆液的 pH 值, 减缓了对玻纤侵蚀作用。

2.3 玻纤的脆性化问题

玻纤本身的脆性是其化学成分的函数, 一般来说, 玻纤的脆性随加入阳离子半径的增大而增加。 Ca^{2+} 的半径为 $1.06 \text{ \AA}$, Al^{3+} 的半径为 $0.57 \text{ \AA}$ 。在 I 型低碱水泥中没有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 产生, 液相中有大量的氢氧化铝胶体, 故其脆性断裂功较大。加速养护, 尽管时间短, 也观察到这一现象。中碱玻纤在低碱水泥中未发现脆性断裂, 表现出良好的柔韧性, 而在硅酸盐熟料系列水泥中, 加速养护 3 天, 中碱玻纤就表现出不同程度的脆性。

(下转第 57 页)

组建跨地区、跨行业的大型企业集团,不断增强自身实力,增加“重量级”,以在激烈的市场竞争中既能收复失地,又能跨国经营。

第三,积极组建企业战略联盟 企业实施战略联盟,可避免产权、体制、人员安置等困扰,将组织成本降低到最低限度,各企业可实现共同的利益而跨地区、跨行业、跨所有制组成联盟,实现共同占有资源,共同发展。

在这里,必须强调的是,笔者在本文中所讲的民族工业主要是指国人所拥有的资本占主导地位的企业,并非狭隘地排斥外资,相反,积极主张与跨国公司联盟,强调的只是不要在联盟中迷失自我而完全被跨国公司所控制和利用,为此,笔者主张我国企业应尽可能占有股权优势,牢牢控制品牌 and 市场营销实权,更多地利用跨国公司为我国的经济发展服务。

总之,面对竞争激烈的国际商战,面对跨国公司的进入,政府和企业需要增强凝聚力,携手共济。政府政策的着眼点应有利于调动企业的积极性,有利于增强企业的竞争力,有利于民族工业的长远发展;企业政策的着眼点应放在差别化上,在产品、品牌、质量、成本、服务和效率上获取差别优势,进而取得竞争优势。有了这种优势,民族工业才能真正摆脱跨国公司的控制,双方才能既合作又互利,谋求共同发展。

参考文献

- 1 李长明. 引进外资与发展民族工业. 中国工业经济. 1996,7
- 2 秦海. 跨国公司进入:对中国经济的影响. 国际经济评论. 1996,7~8
- 3 李海舰. “八五”期间我国三资企业发展总体状况分析. 中国工业经济. 1996,7

(上接第26页)

3 结论

3.1 中碱玻纤在普通硅酸盐水泥中的耐久性明显低于粉煤灰水泥及改性粉煤灰水泥。高铝水泥改性粉煤灰水泥使其系统的 pH 值进一步降低,中碱玻纤在其中的各龄期的强力保留率有所提高。

3.2 低碱度水泥水化产物为 $C_3A \cdot 3\bar{C}S \cdot 32H$ 和 $Al(OH)_3$ 胶体,系统 pH 值始终小于 11,且大量 $Al(OH)_3$ 胶体粘附于表面,减轻碱液对玻纤的侵蚀,玻纤在各龄期强力保留率高,且中碱玻纤在低碱水泥中柔韧性良好,其脆性断裂功较大。

参考文献

- 1 杨庆吉,杨国英. 中碱玻纤增强超低碱度水泥的长期耐久性的机理研究. 中国硅酸盐学会第五届年会论文“纤维增强水泥”专集. 1991,11