

聚合物水泥砂浆的耐腐蚀性能

刘大智 ,储洪强 ,蒋林华

(河海大学材料科学与工程学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 选用盐酸、硫酸、饱和硫酸钠 3 种腐蚀溶液对聚合物水泥砂浆的耐腐蚀性能进行系统研究。研究结果表明 :聚合物水泥砂浆在 5% 的盐酸溶液中浸泡 30 d ,90 d ,180 d 后其强度保持率均高于普通水泥砂浆 ;在饱和硫酸钠溶液中浸泡 180 d 后其抗折强度保持率超过 100% ,而在 5% 的硫酸溶液中随着时间的增长 ,其抗压强度保持率的下降趋势平缓 ,浸泡 180 d 其抗压强度保持率基本维持在 29% 以上。掺入聚合物后水泥砂浆的密实性明显提高 ,而且形成柔性的网状胶膜结构 ,有效地提高了聚合物水泥砂浆的耐盐酸侵蚀性能。

关键词 聚合物 ;改性水泥砂浆 ;耐腐蚀性能

中图分类号 :TQ177.6⁺2 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2008)06-0012-03

Research on corrosion resistance of polymer modified mortar//LIU Da-zhi , CHU Hong-qiang , JIANG Lin-hua(College of Materials Science and Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 ,China)

Abstract :The corrosion resistance of polymer modified mortar is experimentally studied with three corrosive solutions such as hydrochloric acid , sulfuric acid and sodium sulphate solution . Results show that the remaining strength ratio of polymer modified mortar is higher than that of ordinary mortar after immersed in 5% hydrochloric acid solution for 30 , 90 , 180 days , the remaining strength ratio of polymer modified mortar is higher than 100% after immersed in 5% sodium sulphate solution for 180 days , the remaining strength ratio of polymer modified mortar decreases more slowly over time and the ratio is higher than 29% after immersed in sulfuric acid solution for 180 days . When add the polymer to the mortar , the density of the mortar increases obviously and the platinum film adhesive structure appears which could effectively lead to the improvement of the anti-corrosion performance of the polymer modified mortar .

Key words : polymer ; modified mortar ; corrosion resistance

混凝土是现代土木建筑工程中用量最大、用途最广的一种建筑材料。混凝土建筑物随着运行年限的增长 ,由设计、施工、管理等多方面因素引起的工程老化与病害不断发生。化学工业及污水处理等的混凝土建筑物的修补加固是一个世界性的问题 ,而且耗资巨大。为节约能源和材料 ,改善混凝土和砂浆的强度、韧性、延性、耐久性 ,一条途径是采用由水泥砂浆、混凝土和有机高分子材料组成的复合材料^[1-4]。为此 ,研究混凝土病害修补新材料 ,用聚合物高分子材料对水泥砂浆改性有着十分重大的意义。笔者主要研究了聚合物砂浆浸泡在质量分数为 5% 的盐酸(以下简称为 5% 盐酸)、5% 的硫酸(以下简称为 5% 硫酸)以及饱和硫酸钠 3 种溶液中的耐腐蚀性能。

1 试验原材料及配合比

水泥为江苏双龙集团龙潭水泥厂生产的

42.5 级普通硅酸盐水泥 ,其 3 d 和 28 d 的抗折强度分别为 5.4 MPa 和 8.5 MPa ,3 d 和 28 d 的抗压强度分别为 25.5 MPa 和 48.4 MPa ,安定性合格。砂为Ⅱ区天然河砂 ,细度模数为 2.8。聚合物高分子材料是经优选后机械稳定性非常好的 A 乳液^[5] ,固含量为 54.0%(质量分数) ,pH 值为 5.0 ,密度为 1.07 g/cm³。经力学性能及抗渗、抗冻等耐久性能试验 ,聚合物水泥砂浆试验配合比见表 1。

表 1 聚合物水泥砂浆配合比

编号	聚灰比/%	灰砂比	水灰比
P0	0	1:2	0.42
P5	5	1:2	0.31
P10	10	1:2	0.28

注 :掺入聚合物有明显的减水效果 ,为保持工作性能一致 ,故调整了砂浆的水灰比。

作者简介 :刘大智(1966—)男 ,江苏兴化人 ,实验师 ,硕士 ,从事新材料研究。E-mail :liudaz@hhu.edu.cn

2 试验过程及结果

按照表 1 中的配合比制成 40 mm×40 mm×160 mm 的棱柱体砂浆试件 ,成型 1 d 后拆模 ,养护 28 d后将这 3 组试件浸泡在试液中 ,试液包括 5% 盐酸、5% 硫酸、饱和硫酸钠溶液以及自来水 ,浸泡龄期有 30 d、90 d 和 180 d。到达规定龄期后 ,对试件进行抗压强度和抗折强度试验 ,并计算浸泡在腐蚀溶液中试件的强度与浸泡在水中的对比试件的强度之比 (称为强度保持率) 。聚合物水泥砂浆和普通水泥砂浆耐腐蚀试验结果见表 2 和表 3。

表 2 浸泡后的抗折强度保持率 %

溶 液	30 d			90 d			180 d		
	普通	5% 聚灰	10% 聚灰	普通	5% 聚灰	10% 聚灰	普通	5% 聚灰	10% 聚灰
	砂浆	比砂	比砂	砂浆	比砂	比砂	砂浆	比砂	比砂
5% 盐酸	68.7	68.2	76.4	74.7	71.0	73.7	53.9	64.8	71.8
5% 硫酸	81.2	79.5	63.6	90.1	71.0	68.4	60.8	84.6	71.8
饱和硫酸钠	131.0	120.0	97.3	130.0	112.0	104.0	115.7	106.6	116.7

表 3 浸泡后的抗压强度保持率 %

溶 液	30 d			90 d			180 d		
	普通	5% 聚灰	10% 聚灰	普通	5% 聚灰	10% 聚灰	普通	5% 聚灰	10% 聚灰
	砂浆	比砂	比砂	砂浆	比砂	比砂	砂浆	比砂	比砂
5% 盐酸	45.0	66.0	82.6	57.4	63.8	65.3	40.4	64.6	60.9
5% 硫酸	36.0	35.3	41.4	40.4	34.9	32.9	34.1	34.6	29.0
饱和硫酸钠	103.0	103.0	100.0	106.0	97.0	94.0	112.0	98.1	82.5

从表 2、表 3 可以看出 :① 聚合物水泥砂浆在 5% 的盐酸溶液中随着时间的增长 ,其抗折强度、抗压强度保持率的下降趋势平缓 ,浸泡 180 d 其抗折强度、抗压强度保持率基本维持在 60% 以上 ;聚合物水泥砂浆在 5% 的盐酸溶液中浸泡 30 d、90 d、180 d 后的抗压强度保持率均高于普通水泥砂浆相应的强度保持率 ,表明聚合物的掺入提高了水泥砂浆的耐盐酸侵蚀性能。② 聚合物水泥砂浆在饱和硫酸钠溶液中浸泡 180 d 后其抗折强度保持率超过 100% ,其抗压强度保持率大于 80% ,表明聚合物水泥砂浆可以应用于长期接触矿化度非常高的水环境 (如含有大量 SO_4^{2-} 和 Na^+ 的防水、防腐工程) ;但是聚合物水泥砂浆在饱和硫酸钠溶液中浸泡 30 d、90 d、180 d 后的强度保持率反而低于普通水泥砂浆相应的强度保持率 ,而且强度保持率随聚合物掺量的增加而降低 ,原因可能是普通水泥砂浆水化较充分 ,生成的 Ca^{2+} 较多 ,与 SO_4^{2-} 结合后提高了砂浆的密实性 ,所以其强度保持率较高 ,具体原因还有待进一步的研究。③ 聚合物水泥砂浆在 5% 的硫酸溶液中随时间的增长 ,其抗压强度保持率的下降趋势平缓 ,浸泡 180 d 后其抗压强度保持率维持在 29% 以上 ,抗折强度保

持率维持在 70% 以上。

3 结果分析与讨论

材料表现的宏观性能及特征都受其内部微观结构的影响。砂浆的宏观性能是其微观结构的反映 ,而普通砂浆的微观结构与高分子聚合物复合水泥砂浆微观结构肯定存在差异。掺入高分子聚合物后水泥砂浆性能的改变 ,除了与试验本身条件有关外 ,笔者还试图通过扫描电子显微镜 (SEM)、X 衍射 (XRD) 分析等先进的分析技术手段研究比较其内部组成、结构的差异。

3.1 SEM 分析

SEM 照片见图 1~3。

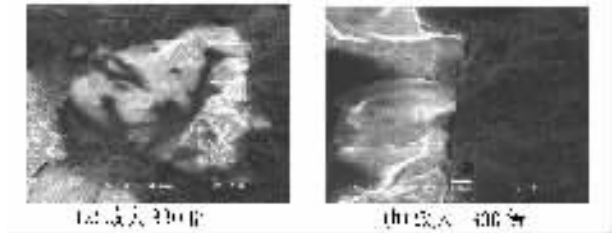


图 1 P0 砂浆的 SEM 照片

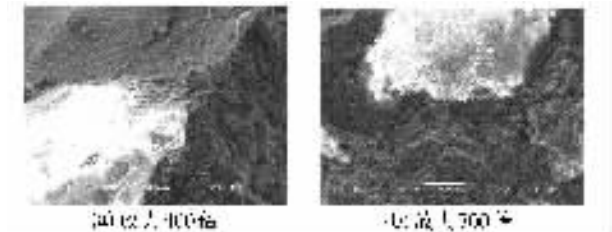


图 2 P5 砂浆的 SEM 照片

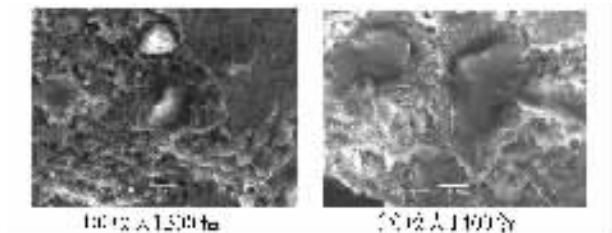


图 3 P10 砂浆的 SEM 照片

由图 1 可以看出 ,28 d 龄期的 P0 普通水泥砂浆的水泥石结构与集料界面存在较多裂缝、缺陷 ,相对而言其他 2 种试样的裂缝、缺陷较少 ,特别是 P10 试样几乎看不到有明显的裂缝。产生裂缝的主要原因是水泥水化产生收缩 ,在普通水泥砂浆中加入高分子聚合物后 ,形成的柔性网状胶膜结构有效地改善了水泥石结构与集料的结合形态 ,使得内部结构趋于完善。这就从微观结构上解释了掺入高分子聚合物后其强度大幅度提高的原因。比较图 1、图 3 可以发现 ,在相同的放大倍数下 ,P0 试件的结构明显较为疏松 ,而在 P10 试件中未发现明显的缺陷。从

图 3 中可以清晰地看到高分子聚合物硬化后所形成的胶膜结构。

3.2 XRD 分析

P0 和 P10 砂浆的 X 射线衍射图谱见图 4(图中 CH 代表 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, S 代表 SiO_2 , F 代表钙长石, CC 代表 CaCO_3 , C_2S 代表 $\beta\text{-C}_2\text{S}$)。由图 4 可以看出, 聚合物水泥砂浆的衍射图谱中未发现与普通砂浆不同的水化产物的衍射峰。28 d 龄期的普通砂浆和聚合物水泥砂浆图谱最明显的区别是普通砂浆的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的特征峰强度(衍射峰峰值)明显高于聚合物水泥砂浆, 而未水化水泥熟料 $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 的特征峰强度则低于聚合物水泥砂浆。这说明普通砂浆的水化程度比聚合物水泥砂浆的高。P0 和 P10 砂浆中的 SiO_2 含量较多, 在衍射角 2θ 为 27° 左右时的衍射峰峰值很大, 该峰值对本文的定性分析意义不大, 故没有标明。

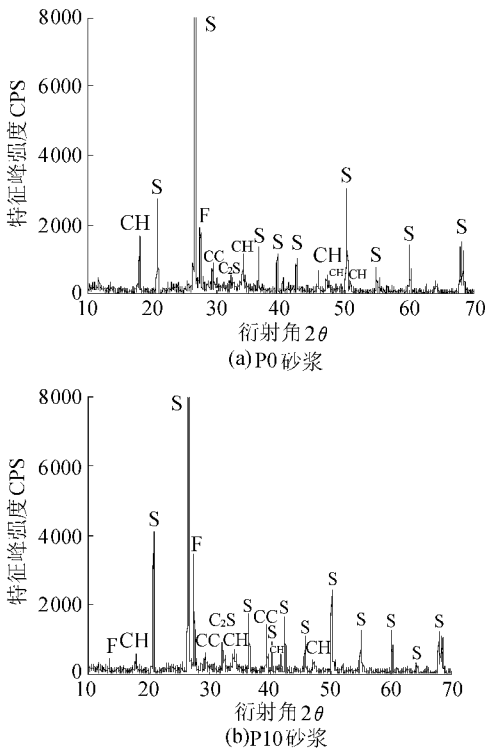


图 4 P0 和 P10 砂浆的 X 射线衍射图谱

出现这种现象主要是由于在水泥砂浆中掺加了高分子材料聚合物乳液, 其养护条件是先湿养 7 d, 后干养 21 d, 以利于高分子材料聚合物乳液的成膜, 因此普通砂浆中的水泥比聚合物水泥砂浆中的水泥水化充分得多。在水泥水化不完全的条件下, 聚合物砂浆仍普遍表现出高于普通砂浆的强度, 也从另一个方面说明了高分子聚合物对水泥砂浆的强度增长有较大的贡献^[5]。

4 结 语

a. 在 5% 的盐酸溶液中浸泡 30 d, 90 d, 180 d 后聚

合物水泥砂浆的抗压强度保持率均高于普通水泥砂浆, 聚合物的掺入提高了水泥砂浆的耐盐酸侵蚀性能。

b. 聚合物水泥砂浆在饱和硫酸钠溶液中浸泡 180 d 后其抗折强度保持率超过 100%, 抗压强度保持率大于 80%, 表明聚合物水泥砂浆可以应用于长期接触矿化度非常高的防水、防腐工程中。

c. 聚合物水泥砂浆在 5% 的硫酸溶液中随着时间的增长, 其抗压强度保持率的下降趋势平缓, 浸泡 180 d 后其抗压强度保持率维持在 29% 以上, 抗折强度保持率维持在 70% 以上。

d. 掺入聚合物后水泥砂浆的密实性明显提高, 而且形成柔性的网状胶膜结构, 但普通砂浆的水化程度要比聚合物水泥砂浆的高。

参考文献:

[1] 林宝玉, 吴绍章. 混凝土工程新材料设计与施工[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
[2] 梁雪岩. 聚合物砂浆在混凝土表面修补中应用[J]. 低温建筑技术, 2005(1): 113-115.
[3] 李庚英, 熊光晶, 陈晓虎, 等. 抗酸腐蚀复合改性水泥砂浆的研制及其性能[J]. 混凝土, 2000(6): 39-41.
[4] 韩春源. 单体比例和聚灰比对苯-丙乳液水泥砂浆性能的影响[J]. 水利水电科技进展, 2000, 20(1): 37-38.
[5] 刘大智. 聚合物水泥砂浆复合材料性能研究[D]. 南京: 河海大学, 2004.

(收稿日期 2007-12-14 编辑 骆超)

· 简讯 ·

河海大学水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心通过质量认证

河海大学水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心日前通过了 ISO9001 质量管理体系贯标认证。该中心在建设过程中, 积极推进 ISO9001 质量管理体系贯标认证工作, 制订发布了包括质量方针、质量目标、管理职责及程序等内容的质量管理体系文件, 在项目立项和设计开发过程中均严格按照规定进行管理, 并开展了体系内审、管理评审和顾客满意度调查等工作。该中心通过 ISO9001 质量管理体系贯标认证后, 即具备了参与市场投标的资格, 将大幅度增强中心的竞争力。另外, 该中心研发的 HND2270S 数据采集传输服务器近日通过南京市科技局鉴定, 承担的澹台湖水文水质自动监测站设备通过苏州水务投资发展有限公司验收, 申报的“河海科技水电监控平台软件 V1.0”先后获得国家版权局著作权认定和江苏省信息产业厅软件产品登记证书。

(本刊编辑部供稿)