

文章编号: 0451-0712(2005)12-0137-03

中图分类号: U418.326

文献标识码: A

醋酸钙镁代替食盐作为融雪剂对 钢筋腐蚀性问题的研究

程川海, 刘 凯, 路新瀛

(清华大学土木工程系 北京市 100084)

摘 要: 对醋酸钙镁代替食盐作为融雪剂的关键问题之一“融雪剂对钢筋的腐蚀性”进行了研究, 通过实验对国内和国外在应用醋酸钙镁作为融雪剂方面普遍担心的两个问题进行了验证, 结果表明醋酸钙镁代替食盐作为融雪剂可以大幅度降低对钢筋的腐蚀。

关键词: 融雪剂; 醋酸钙镁; 食盐; 钢筋; 腐蚀

食盐是过去常用的融雪剂, 它对公路和桥梁路面, 以及路面下的钢筋和周围动植物的危害性都相当大^[1,3], 是诱发钢筋腐蚀的重要因素之一。为了解决食盐作为融雪剂的危害, 人们开始寻找无氯环保型的融雪剂。醋酸钙镁是国外特别是美国最先代替食盐作为融雪剂的产品之一^[2], 国内目前还很少使用。醋酸钙镁作为融雪剂还没有被广泛推广, 其原因主要有两个方面: 国内方面, 还有很多人担心醋酸钙镁是不是比食盐对钢筋的腐蚀性小很多; 国外方面, 虽然已经确定单独使用醋酸钙镁的确比食盐对钢筋的腐蚀性小很多, 但还不确定在以前食盐作为融雪剂已经腐蚀的钢筋混凝土路面上洒醋酸钙镁, 会减少还是增加对钢筋的腐蚀。本文利用电化学交流阻抗原理在融雪剂中加速钢筋腐蚀的方法, 证明了不但单独使用醋酸钙镁比食盐对钢筋的腐蚀性小很多, 而且在已经被食盐腐蚀了的钢筋上用醋酸钙镁也会减少钢筋的腐蚀, 从而可以解除人们的顾虑。

1 试验原理

图 1 是交流阻抗法采用的腐蚀等效电路。

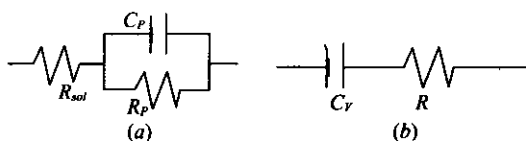


图 1 腐蚀等效电路

图 1 中 (a) C_p 为界面双层电容, R_p 为钢筋试样的极化阻抗, R_{sol} 为溶液阻抗。 R_p 、 R_{sol} 都是遵从欧姆定律的阻抗, 因此, 可视为一般电路。交流阻抗的原理是: 给等效电路施加不同频率的极小交流电压 ($< 10 \text{ mV}$), 从此时的交流阻抗中测定 C_p 、 R_p 、 R_{sol} 。因为电路中有 C_p , 所以电压和电流的相位不同。用矢量表示电位和电流, 以便进行研究。图 1 中 (a) 若用 Z_p 表示交流阻抗矢量, 则电位可用 $E = Z_p I$ 表示。图 1 中 (b) 这样的串联回路中, Z (记为 Z_s) 有与 (a) 完全相同的 $E \sim I$ 关系 (与 (a) 等效), 其阻抗和容量分别以 R_s 、 C_s 表示时, (a) \sim (b) 之间的关系为:

收稿日期: 2005-07-12

参考文献:

- [1] 王涓. 水泥混凝土桥面沥青混凝土铺装防水粘结层的性能研究[D]. 南京: 东南大学, 2004.
- [2] 黄晓明, 吴少鹏. 沥青与沥青混合料[M]. 南京: 东南大学出版社, 2002.
- [3] 吴明. 防水材料的力学性能[A]. 中国建筑防水材料[C]. 1994.
- [4] 罗晓辉, 高金歧, 傅裕寿, 徐世法. 桥面铺装基底粘结材料性能研究[J]. 北京建筑工程学院学报, 1999, 15(2).
- [5] JTJ032-94, 公路沥青路面施工技术规范[S].

$$(R_s - (R_{sol} + R_p/2))^2 + (1/\omega C_s)^2 = (R_p/2)^2$$

式中的 ω 为交流波的角速度。因此 R_s 和 $1/\omega C_s$ 能够测定,故将在各种频率 $f(\omega/2\pi)$ 下测定的 R_s 和 $1/\omega C_s$ 之间的关系描绘在复数平面上时,其轨道如图 2 所示。

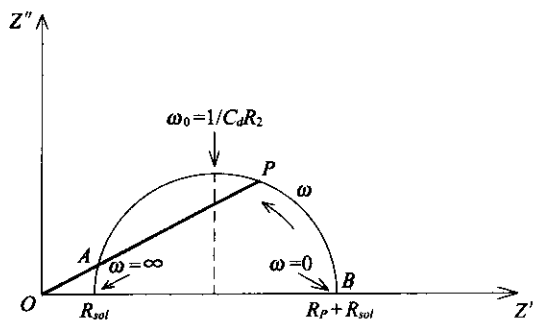


图 2 腐蚀的阻抗轨迹

如图 2 所示轨道变为半径为 $R_p/2$ 的半圆。频率无限大时的阻抗用 R_{sol} 表示。 $1/\omega C_s$ 最大时,频率 $\omega_{max} = 1/C_p R_p$ 。此外,在图 1(b)中,因 $Z_s = R_s - j(1/\omega C_s)$,例如用图 2 中的 ω_p 测定 R_s 和 $1/\omega C_s$ 之间的关系,若能用图中的 P 点表示,此时的交流阻抗矢量可用图中的 OP 线表示。换言之,电压与电流的相位只相差 φ 。同时,矢量 OP 的绝对值和 I_{max} 的积为 E_{max} 。图 1 中 (a) 的等效电路中,因电容的阻抗是 $1/\omega C_p$, $\omega \rightarrow \infty$ 时, C_p 的阻抗为零,电路阻抗仅为 R_{sol} 。 $\omega \rightarrow 0$ 时, C_p 的阻抗为无穷大,电路阻抗为 $(R_{sol} + R_p)$ 。因而,从定性的角度也容易理解图 2 中 A 和 B 点的关系。可以知道腐蚀速度(与 $1/R_p$ 成正比例)随浸渍时间的增加而增加。

实验根据此原理测出钢筋在不同融雪剂中腐蚀的 R_p ,然后比较 R_p 的大小就可以判断对比不同融雪剂的腐蚀性强弱^[4,5]。

2 试验方法

本文设计了 4 个实验,钢筋分别在如表 1 所示融雪剂中进行快速腐蚀。

表 1 实验方案

实验编号	融雪剂成分	意义
实验一	0.6 mol/l 氯化钠	氯化钠单独使用
实验二	0.6 mol/l 醋酸钙镁	醋酸钙镁单独使用
实验三	0.6 mol/l 氯化钠 + 0.6 mol/l 醋酸钙镁	混合使用
实验四	先: 0.6 mol/l 氯化钠	先使用氯化钠,腐蚀过程中加入醋酸钙镁继续腐蚀
	后: 0.6 mol/l 氯化钠 + 0.6 mol/l 醋酸钙镁	

对比实验一、二的结果可以解决国内人们还在担心的问题。通过实验四可以解决在先使用食盐作为融雪剂已经对钢筋造成腐蚀的情况下再使用醋酸钙镁会减少还是增加钢筋腐蚀的问题。而实验三为经济不发达地区提供了节省使用醋酸钙镁的途径。

电化学系统测试装置为“Princeton Applied Research”牌 PARSTAT2263 型高级电化学系统测试仪。将图 3 所示的装置接入该电化学测试仪,用相应的软件即可测得钢筋试样的极化阻抗 R_p 值。

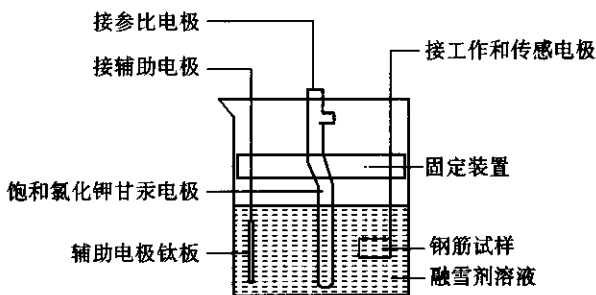


图 3 实验装置

3 试验数据与分析

4 个实验的交流阻抗图谱如下。

实验一: $R_p = 2.05 [\text{ohm} \cdot \text{cm}^2]$

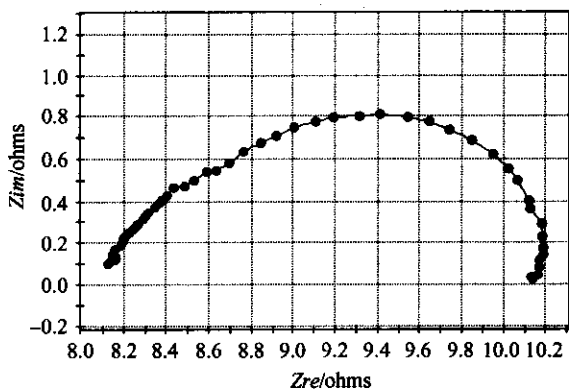


图 4 实验一交流阻抗图谱

实验二: $R_p = 122.85 [\text{ohm} \cdot \text{cm}^2]$

实验三: $R_p = 44.06 [\text{ohm} \cdot \text{cm}^2]$

实验四: $R_{p1} = 1.91 [\text{ohm} \cdot \text{cm}^2]$; $R_{p2} = 44.38 [\text{ohm} \cdot \text{cm}^2]$

前 3 个实验图谱都是单个的半圆,通过 R_p 大小可以比较溶液对钢筋腐蚀性强弱,第 4 个实验是 2 个半圆,可见在已经被食盐腐蚀的环境中再加入醋酸钙镁后 R_p 迅速变大。由于腐蚀速度与 $1/R_p$ 成正比例,通过比较以上实验的 R_p 值我们可以得出如下结论。

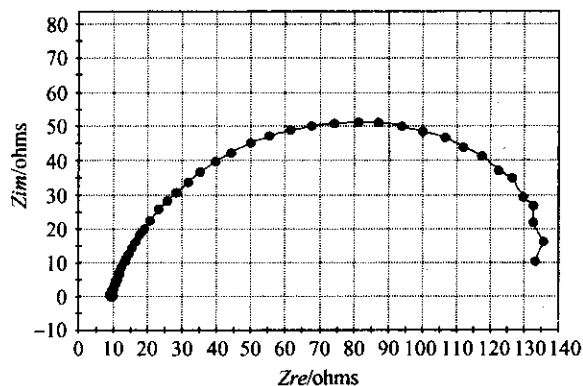


图 5 实验二交流阻抗图谱

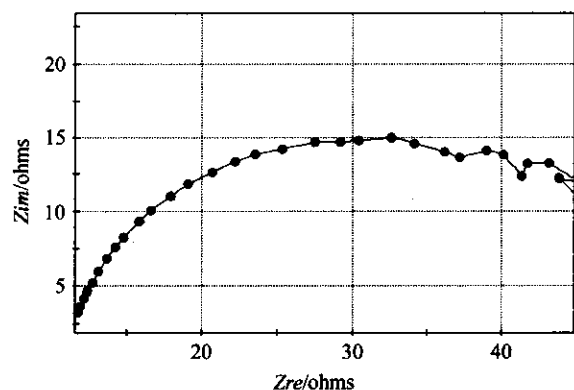


图 6 实验三交流阻抗图谱

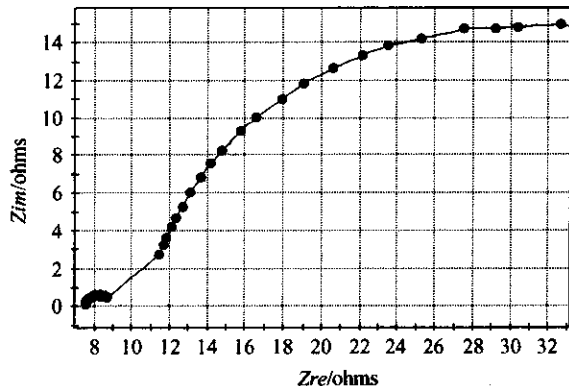


图 7 实验四交流阻抗图谱

来的 1/22(实验四),不同浓度下略有差别。

(3)在经济不发达地区使用融雪剂,为了减少食盐对钢筋的腐蚀并且降低成本,可以将食盐和醋酸钙镁混合使用,等量混合使用后对钢筋的腐蚀速率是单独使用食盐的 1/21(实验一和三),不同浓度下略有差别。

参考文献:

- [1] 谢朝晖.减轻氯化物融雪剂破坏性的措施[J].公路, 2004,(2).
- [2] Highway deicing comparing salt and calcium magnesium acetate. Transportation Research Board National Research Council. Washington, D.C. 1991.
- [3] 傅沛兴.北京地区融雪剂问题与防钢筋锈蚀措施[J].建筑技术开发,30(2).
- [4] 史美伦.交流阻抗谱原理及应用[M].国防工业出版社.
- [5] 曹楚南.腐蚀电化学原理[M].化学工业出版社, 1985.

4 结论

(1)单独使用食盐作为融雪剂对钢筋的腐蚀速率是单独使用醋酸钙镁的 50 倍(实验一和二),不同浓度下略有差别。

(2)在先使用食盐作为融雪剂对钢筋造成腐蚀的环境中加入醋酸钙镁继续腐蚀,腐蚀速率降为原

A Study on CMA Worked as Deicing Agent Instead of Salt on Corrosion of Steel Bars

CHENG Chuan-hai, LIU Kai, LU Xin-ying

(Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The corrosion of steel bars is discussed when CMA (calcium magnesium acetate) is used as a kind of deicing agent instead of salt. The experiments show that CMA can greatly decrease the corrosion of steel bars in comparison of it with salt. It is also applicable when CMA is used in steel bars which has been used salt as deicing agent.

Key words: deicing salt; CMA; salt; steel bar; corrosion