

双重硫酸盐侵蚀下氧化石墨烯改性水泥砂浆的试验研究与数值模拟

Experimental and Numerical Studies on Cement Mortars Containing Graphene Oxide Under Dual Sulfate Attack

曾红燕^{1,2,3}

Hongyan Zeng^{1,2,3}

(1. 绍兴文理学院土木工程学院, 绍兴 312000;

2. 浙江省岩石力学与地质灾害重点实验室, 绍兴 312000;

3. 中国地质大学(武汉)工程学院, 武汉 430074)

(1. School of Civil Engineering, Shaoxing University, Shaoxing 312000, China;

2. Key Laboratory of Rock Mechanics and Geohazards of Zhejiang Province, Shaoxing 312000, China;

3. Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

摘要: 氧化石墨烯(简称“GO”)已被证明能够显著提高混凝土的力学性能,而它对混凝土抗腐蚀耐久性的影响研究,目前仍处于起步阶段。作为研究混凝土抗腐蚀性的重要手段,室内加速试验一般需要在高浓度硫酸盐溶液或剧烈的干湿循环条件下进行,然而这些加速方法会改变混凝土在真实野外暴露状态下的腐蚀机制。为了探究 GO 改性水泥基材料在真实野外条件下的长期腐蚀行为,本文采用试验研究和数值分析相结合的方法,研究了 GO 改性砂浆在四种不同硫酸钠浓度条件下(0%的水作为对照, 2.1%的田间条件, 5%的实验室标准条件和 15%的高浓度条件下的长期腐蚀(24 个月)的行为,考虑了腐蚀离子浓度的时变边界条件,提出了多因素耦合作用下 GO-砂浆中的离子传输模型,揭示了纳米掺量、腐蚀浓度和腐蚀龄期对水泥基材料抗腐蚀性的影响机理。结果表明,对于低浓度的硫酸盐侵蚀,钙矾石形成的同时所产生的结晶压力,被认为是导致混凝土性能退化的主要原因,而在高浓度硫酸盐钠溶液中,碱离子几乎完全从孔隙溶液中扩散出混凝土,因此在这种暴露条件下,混凝土的劣化机制主要是石膏的析出而不是钙矾石;此外,结果也表明选择具有优化纵横比和均匀分布的纳米片,将会更有利于提升水泥基材料的抗腐蚀性。本研究成果将为纳米片在建筑工程中的应用提供理论支持和技术应用。

关键词: 水泥砂浆; 氧化石墨烯; 盐分侵蚀; 离子传输; 改性机理