

文章编号:1002-5634(2008)03-0030-03

# 混凝土受硫酸盐腐蚀的试验方法

贺瑞春, 陈记豪, 赵顺波

(华北水利水电学院, 河南 郑州 450011)

**摘 要:**在归纳室内加速试验方法的基础上,设计了一种新的模拟现场条件的硫酸盐侵蚀混凝土的试验方法:采用强度等级为 C20, C40, C60, C80 的混凝土和高、中、低 3 种硫酸盐溶液浓度,以及接近自然状态的干湿循环方式,确定了宏观测试指标和测定试样中硫酸盐侵蚀深度和硫酸根离子分布及量化分析的方法,为该方面的研究提供了一条新途径。

**关键词:**混凝土;硫酸盐腐蚀;模拟试验方法;硫酸根浓度;混凝土强度;腐蚀深度;定量分析

**中图分类号:**TU503 **文献标识码:**A

由于现场长期试验需要耗费大量的时间、人力和物力,很多关于混凝土受硫酸盐腐蚀的研究都在实验室内进行,其关键技术是模拟现场条件。硫酸盐腐蚀是与混凝土耐久性相关的问题之一,自 1960 年以来我国学者就此课题开展了大量的研究并取得很多成果。文献[1-2]规定了鉴别环境水腐蚀性和水泥抗硫酸盐腐蚀的试验方法和侵蚀条件,采用分别浸泡于硫酸盐溶液和清水中 6 个月后的水泥砂浆试件的抗弯强度比作为评价指标。但文献[1]规定的试验需要大量试件和较长的时间,且未确定硫酸盐溶液的浓度;文献[2]规定的试验需要较短的时间,并给定了硫酸盐溶液浓度。文献[3]取代了文献[1],以膨胀率作为评定指标,该评价指标与文献[4-5]相同。上述标准中规定使用的小尺寸试件易受制作条件变化的影响导致测试结果出现较大的离散性。

由于目前尚没有评价混凝土抗硫酸盐侵蚀性的统一方法,一般常采用水泥抗硫酸盐侵蚀方法,但却因不同学者制定试验方案的措施不同,使试验结果之间缺乏可比性,一定程度上影响了研究的开展。为此,笔者在分析总结试验研究现存问题的基础上,提出了一种硫酸盐侵蚀混凝土的室内试验新方法,为

这方面的研究开辟了一条新途径。

## 1 试件尺寸及混凝土强度

文献[1-3]分别选用 10 mm × 10 mm × 30 mm, 10 mm × 10 mm × 60 mm 和 25 mm × 25 mm × 280 mm 的水泥砂浆试件,文献[4-5]采用了 25 mm × 25 mm × 285 mm 的试件,国内外学者展开的试验研究中也采用了几种不同尺寸的试件。有研究表明:采用 40 mm × 40 mm × 160 mm 的碎石混凝土试件和水泥砂浆试件,以及边长 100 mm 的立方体混凝土试件,所得抗硫酸盐侵蚀性的基本趋势相同;但碎石混凝土试件对硫酸盐侵蚀更为敏感,侵蚀破坏更明显和迅速<sup>[6]</sup>;小尺寸的砂浆试件试验结果差异较大<sup>[7]</sup>,且水泥砂浆的组分、微观结构、密度以及强度与混凝土试件的不同<sup>[8]</sup>。因此,考虑到与文献[9]衔接,笔者所进行的试验选用边长为 100 mm 的立方体试件。

混凝土强度等级是混凝土结构设计和建造的重要指标,部分学者采用 C30, C50, C70 混凝土开展了混凝土抗硫酸盐腐蚀试验研究,目前尚未见硫酸盐侵蚀和混凝土强度等级关系的研究成果。为了使试验结果便于实际工程应用,所开展的试验选取混凝

收稿日期:2008-04-10

基金项目:河南省杰出青年科学基金项目(04120002300);河南省高校创新人才培养工程培养对象基金项目(豫教高[2004]294号)。

作者简介:贺瑞春(1982—),男,山西原平人,在读硕士研究生,主要从事混凝土材料性能方面的研究。

土强度等级为 C20, C40, C60, C80.

## 2 试验过程

### 2.1 溶液浓度的选择

硫酸盐包括硫酸钠、硫酸钾、硫酸钙和硫酸镁, 均能对混凝土产生侵蚀作用, 尤其是硫酸钠、硫酸钾和硫酸镁更为常见<sup>[10]</sup>. 硫酸钠与硫酸钙相同, 仅硫酸根离子参与反应, 生成石膏、钙矾石和硅酸钠. 硫酸镁侵蚀更具有破坏性, 它不但与混凝土组分反应, 而且会引起水化硅酸钙分解, 破坏凝胶结构, 因此选择硫酸钠和硫酸镁溶液进行试验研究.

硫酸盐溶液浓度是影响侵蚀产物的主要因素, 一些学者报道侵蚀产物石膏、钙矾石和 2 种产物共存的溶液浓度分别为

石膏  $v[\text{SO}_4^{2-}] < 1\ 000\ \text{mg/L}$ ,

钙矾石  $v[\text{SO}_4^{2-}] > 8\ 000\ \text{mg/L}$ ,

石膏 + 钙矾石  $1\ 000\ \text{mg/L} \leq v[\text{SO}_4^{2-}] \leq 8\ 000\ \text{mg/L}$ .

根据文献[11]规定, 环境水可以分为轻微、中等、严重和非常严重 4 个等级, 分别对应于浓度为

轻微  $v[\text{SO}_4^{2-}] \leq 200\ \text{mg/L}$ ,

中等  $200\ \text{mg/L} < v[\text{SO}_4^{2-}] \leq 1\ 000\ \text{mg/L}$ ,

严重  $1\ 000\ \text{mg/L} < v[\text{SO}_4^{2-}] \leq 4\ 000\ \text{mg/L}$ ,

非常严重  $4\ 000\ \text{mg/L} < v[\text{SO}_4^{2-}] \leq 10\ 000\ \text{mg/L}$ .

为了模拟中等、严重和非常严重侵蚀, 采用硫酸根浓度为 800, 6 000, 50 000 mg/L 的侵蚀溶液. 当混凝土受 800 mg/L 溶液侵蚀时, 主要侵蚀产物为钙矾石; 受 6 000 mg/L 溶液侵蚀时, 主要产物为石膏和钙矾石; 受 50 000 mg/L 溶液侵蚀时, 主要产物为石膏. 同时进行清水浸泡同期对比. 选用工业元明粉配置硫酸钠溶液, 每 30 d 更换一次以保证溶液浓度. 为便于分析比较, 硫酸镁溶液浓度与硫酸钠相同.

### 2.2 侵蚀龄期的确定

大部分试验采用高浓度加速试验, 龄期约为 1 a, 与实际差异较大, 也有部分试验尝试进行硫酸盐长期侵蚀. 本课题组早期的试验表明, 硫酸盐对混凝土的破坏在 360 d 内并不显著<sup>[12]</sup>. 因此选用 30, 90, 180, 270, 360, 540, 720, 900 d 作为侵蚀龄期, 长期浸泡试验数据是整个硫酸盐侵蚀研究的基础.

### 2.3 干湿循环方式

干湿循环是一种基本的加速试验方法, 但由于具体工艺安排的差异, 给相关试验的对比带来困难. 例如干湿循环和冻融循环条件下的长期浸泡试验, 干湿循环试件 58 °C 干燥 132 h, 冷却至 25 °C 保持

24 h, 然后在 58 °C 溶液内继续浸泡. 结果表明, 干湿循环试件的膨胀率最大, 冻融循环次之, 长期浸泡最小<sup>[13]</sup>. 成昆铁路受硫酸盐侵蚀混凝土干湿循环和长期浸泡现场试验的工艺安排为: 浸泡 14 h, 晾干 1 h, 然后 80 °C 干燥 6 h, 冷却 1 h. 试验结果表明干湿循环和长期浸泡效果相同<sup>[14]</sup>.

加热干湿循环被广泛应用于加速试验, 但试件被加热到 80 °C 以上时会产生膨胀, 改变了硫酸盐侵蚀机理. 在加热干燥过程中, 混凝土组分和侵蚀产物均会分解<sup>[15]</sup>, 70 °C 以上时混凝土出现裂隙和强度降低; 80 °C 以上时混凝土强度随干燥次数的增加而降低<sup>[16]</sup>.

为模拟混凝土结构因自然干湿循环变化, 且保证硫酸盐与混凝土充分反应, 试验确定干湿循环工艺安排为: 浸泡 15 d, 自然干燥 15 d.

## 3 测试指标

### 3.1 宏观指标

在各龄期观测的混凝土试块外观、质量变化、抗压强度和劈裂抗拉强度, 作为宏观指标.

### 3.2 硫酸盐侵蚀深度和硫酸根浓度

应用钻芯直径为 20 mm 的工程钻芯机在各试块侵蚀面钻芯, 然后用 SYJ-150 型低速金刚石切片切割机切片分层, 第一层为 1.5 mm, 第二层为 2.0 mm, 以后各层为 5.0 mm. 切片自然干燥后, 研磨成可以通过 0.08 mm 筛的粉末. 采用化学分析方法测定混凝土中的硫酸根浓度, 对受硫酸盐侵蚀的试样和清水中试样各层内硫酸根的含量进行比较, 确定硫酸根侵蚀深度以及硫酸根分布规律.

### 3.3 侵蚀产物量化分析

由热重法 (TGA) 和差热分析法 (DTA) 进行侵蚀产物的量化分析, 将混凝土粉末试样进行 TGA 和 DTA 分析, 随着温度的升高, 混凝土组分和侵蚀产物将逐渐分解, 根据各组分不同分解温度, 由热重曲线确定分解物质的质量和温度变化. 温度曲线由 TG/DSC 仪确定, 产物含量将通过比较混凝土组分和侵蚀产物质量变化确定.

## 4 结语

基于目前混凝土抗硫酸盐侵蚀性的试验研究现状, 对边长为 100 mm 的立方体试件进行混凝土抗硫酸盐侵蚀试验, 制定了可行的试验方案, 确定了宏观测试指标、硫酸盐侵蚀深度和硫酸根离子分布规律及侵蚀产物的测定, 为混凝土耐硫酸盐腐蚀性能的机理研究提供了一种新试验方法.

## 参 考 文 献

- [1] 中国建筑材料工业部. GB749 - 65 水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法[S]. 北京:中国工业建筑出版社,1965.
- [2] 编著责任者不详. GB2420 - 81 水泥抗硫酸盐侵蚀快速试验方法[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1981.
- [3] 编著责任者不详. GB/T749 - 2001 硅酸盐水泥在硫酸盐环境中的潜在膨胀性能试验方法[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [4] 编著责任者不详. CA52 - 95 暴露于硫酸盐中波特兰水泥砂浆的潜在膨胀性的测试方法[S]. 美国:美国材料试验协会,1995.
- [5] 编著责任者不详. ASTM C1012 - 95 暴露于硫酸盐溶液中的水硬性水泥砂浆的长度变化的标准测定方法[S]. 美国:美国材料试验协会,1995.
- [6] 高礼雄,姚燕,王玲,等. 水泥混凝土抗硫酸盐侵蚀试验方法的探讨[J]. 混凝土,2004(10):12 - 13.
- [7] Funkenbusch P D. Micro - structural strengthening in cold worked in situ Cu - 14. 8Vol% Fe composite[J]. Script Metall,1981(15):1349 - 1354.
- [8] 欧阳东. 混凝土抗硫酸盐侵蚀试验的一种新方法[J]. 腐蚀与防护,2003,24(9):369 - 370.
- [9] 中国建筑科学研究院. GB/T 50081 - 2002 普通混凝土力学性能试验方法标准[S]. 北京:中国工业建筑出版社,2002.
- [10] 张誉,蒋利学,张伟平,等. 混凝土结构耐久性概论[M]. 上海:上海科学技术出版社,2003.
- [11] 中国土木工程学会. CCES01 - 2004 混凝土结构耐久性设计与施工指南[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [12] 李晓克,杨晓明,赵顺波. 硫酸盐侵蚀混凝土中硫酸根离子分布的神经网络预测分析[J]. 华北水利水电学院学报,2007(4):15 - 17.
- [13] 梁咏宁,袁迎曙. 硫酸盐侵蚀环境因素对混凝土性能的影响——研究现状综述[J]. 混凝土,2005(3):27 - 30.
- [14] 亢景富. 混凝土硫酸盐侵蚀研究中的几个基本问题[J]. 混凝土,1995(3):9 - 18.
- [15] 游宝坤,席耀忠. 钙矾石的物理化学性能与混凝土的耐久性[J]. 中国建材科技,2002,11(3):13 - 18.
- [16] 杨晓明,赵顺波,李晓克,等. 在亚高温循环作用下混凝土强度劣化规律试验研究[J]. 港工技术,2007(1):25 - 28.

## A Test Method about Sulfate Attacking on Concrete

HE Rui-chun, CHEN Ji-hao, ZHAO Shun-bo

(North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450011, China)

**Abstract:** Based on the summary of the laboratory accelerate tests, a new test method is designed for simulating the field conditions. The strength grade of concrete is from C20, C40, C60, C80, three typical concentrations of low, medium and high of sulfate solution are adopted, wetting and drying cyclice modes closing to natural state is established. the macroscopic test indexes, the method of measuring the corrosion depth and sulfate-ion concentration, and the quantification analysis, are defined, this provides a new method for such researches.

**Key words:** concrete; sulfate attackion; simulating test method; sulfate-ion concentration; concrete strength; corrosion depth; quantitative analysis

# 混凝土受硫酸盐腐蚀的试验方法

作者: [贺瑞春](#), [陈记豪](#), [赵顺波](#), [HE Rui-chun](#), [CHEN Ji-hao](#), [ZHAO Shun-bo](#)  
 作者单位: [华北水利水电学院, 河南, 郑州, 450011](#)  
 刊名: [华北水利水电学院学报](#)  
 英文刊名: [JOURNAL OF NORTH CHINA INSTITUTE OF WATER CONSERVANCY AND HYDROELECTRIC POWER](#)  
 年, 卷(期): 2008, 29(3)  
 被引用次数: 2次

## 参考文献(16条)

1. 中国建筑材料工业部 [GB749-1965. 水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法](#) 1965
2. [GB2420-1981. 水泥抗硫酸盐侵蚀快速试验方法](#) 1981
3. [GB/T749-2001. 硅酸盐水泥在硫酸盐环境中的潜在膨胀性能试验方法](#) 2001
4. [CA52-1995. 暴露于硫酸盐中波特兰水泥砂浆的潜在膨胀性的测试方法](#) 1995
5. [ASTMC1012-1995. 暴露于硫酸盐溶液中的水硬性水泥砂浆的长度变化的标准测定方法](#) 1995
6. [高礼雄, 姚燕, 王玲. 水泥混凝土抗硫酸盐侵蚀试验方法的探讨](#)[期刊论文]-[混凝土](#) 2004(10)
7. [Funkenbusch P D. Micro-structural strengthening in cold worked in situ Cu-14.8Vol% Fe composite](#) 1981(15)
8. [欧阳东. 混凝土抗硫酸盐侵蚀试验的一种新方法](#)[期刊论文]-[腐蚀与防护](#) 2003(09)
9. 中国建筑科学研究院 [GB/T 50081-2002. 普通混凝土力学性能试验方法标准](#) 2002
10. [张誉, 蒋利学, 张伟平. 混凝土结构耐久性概论](#) 2003
11. [中国土木工程学会 CCES01-2004. 混凝土结构耐久性设计与施工指南](#) 2004
12. [李晓克, 杨晓明, 赵顺波. 硫酸盐侵蚀混凝土中硫酸根离子分布的神经网络预测分析](#)[期刊论文]-[华北水利水电学院学报](#) 2007(04)
13. [梁咏宁, 袁迎曙. 硫酸盐侵蚀环境因素对混凝土性能的影响—研究现状综述](#)[期刊论文]-[混凝土](#) 2005(03)
14. [亢景富. 混凝土硫酸盐侵蚀研究中的几个基本问题](#) 1995(03)
15. [游宝坤, 席耀忠. 钙矾石的物理化学性能与混凝土的耐久性](#)[期刊论文]-[中国建材科技](#) 2002(03)
16. [杨晓明, 赵顺波, 李晓克. 在亚高温循环作用下混凝土强度劣化规律试验研究](#)[期刊论文]-[港工技术](#) 2007(01)

## 相似文献(10条)

1. 期刊论文 [梁咏宁, 袁迎曙, LIANG Yong-ning, YUAN Ying-shu. 硫酸盐腐蚀后混凝土单轴受压本构关系](#) -[哈尔滨工业大学学报](#)2008, 40(4)

为了研究硫酸盐侵蚀环境下混凝土力学性能的变化,对受硫酸盐腐蚀的普通混凝土进行单轴受压实验.通过实验室加速腐蚀的实验方法,测定不同腐蚀时期的混凝土的应力应变全曲线,研究受腐蚀混凝土应力-应变曲线上的几个特征值(峰值应力及应变、弹性模量、割线模量、拐点应力及应变、收敛点应力及应变)随腐蚀程度变化的规律,对腐蚀后混凝土的应力应变全曲线进行拟合.结果表明:随腐蚀的进行,混凝土峰值应力、弹性模量先增加后减小,而峰值应变是先稍微有所减小,而后急剧增大;该实验条件下获得了受腐蚀后混凝土应力应变曲线上各特征值与峰值应力 $f_c$ 的关系式,建立了曲线上升段参数 $\alpha$ 的数学表达式.可以以受腐蚀混凝土的强度为基本参数,分别求解受腐蚀混凝土峰值应变、弹性模量,上升段曲线拟合参数、拐点应力以及收敛点应力.从而得到受腐蚀混凝土一系列的力学参数和本构关系.

2. 期刊论文 [胡明玉, 唐明述, 龙伏梅. 新疆永安坝混凝土的碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀](#) -[混凝土](#)2004, ""(11)

通过对新疆永安坝混凝土样品的扫描电镜、能谱分析和X射线衍射分析,结合永安坝所用原材料、所处地理环境和气候等特征,发现永安坝混凝土所遭受的腐蚀为碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀.这是在我国发现的首例碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀.文章还探讨了碳硫硅钙石的形成机理,提出了防止腐蚀的初步设想.

3. 学位论文 [史长城. 混凝土碳化与硫酸盐腐蚀共同作用下混凝土耐久性试验研究](#) 2007

混凝土耐久性研究是当今混凝土结构研究中的一个重要组成部分,而混凝土碳化与硫酸盐腐蚀均是混凝土耐久性研究的重要组成部分.碳化破坏混凝土的碱性环境,导致钢筋锈蚀,混凝土结构失效.硫酸盐腐蚀是一种化学腐蚀,它的主要产物为钙矾石、石膏以及近年来新发现一种腐蚀产物——碳硫硅钙石(TSA),前两种产物主要是导致混凝土开裂失效,后一种产物主要是破坏混凝土中的水化硅酸钙(C-S-H),使混凝土软化破坏.目前,对混凝土碳化的研究比较深刻全面,但是对混凝土部分碳化区的研究还不够深入.对混凝土硫酸盐腐蚀的研究也取得了不少成果,但是对硫酸根的扩散过程还缺乏的定量的分析,对各种产物的形成机理与条件的认识还不够明确.另外,以往的研究多是仅仅研究混凝土碳化或硫酸盐腐蚀,很少有人进行混凝土碳化与硫酸盐腐蚀共同作用下的研究,基于此本文主要做了以下几个方面的工作并取得系列成果:

1: 对同一试件分别使用彩虹指示剂与酚酞试剂两种试剂测量碳化深度,对比研究了不同水灰比不同湿度以及不同碳化龄期两种试剂测量的混凝土碳

化深度的变化规律,最后,通过热重分析试验对两种试剂的测试结果进行验证。彩虹指示剂的测试结果显示混凝土部分碳化区很短,热重分析的结果与彩虹指示剂的测试结果相吻合。酚酞试剂测试的碳化深度偏小,水灰比越小,偏差越大。

2: 分别采用BP神经网络与RBF神经网络分内推与外推两种形式对彩虹指示剂的测试结果进行了分析与预测。发现BP网络的外推效果较好,而RBF网络的内推效果更优。

3: 分三种工况研究了四种浓度的腐蚀溶液(硫酸根浓度分别为:0, 850mg/L, 3500mg/L, 7300mg/L)中混凝土碳化与硫酸盐腐蚀共同作用下混凝土的劣化机理,三种工况分别是硫酸盐单独腐蚀、先碳化再硫酸盐腐蚀以及碳化与硫酸盐腐蚀交替。测试的指标包括混凝土抗压强度、劈裂抗拉强度、质量变化以及不同腐蚀龄期混凝土中的硫酸根含量及相应的热重分析试验。经过一年的腐蚀发现,三种工况下的抗压、抗拉强度均未达到破坏,也未出现明显的质量损失。硫酸根含量与热重分析的结果表明:硫酸盐单独腐蚀工况硫酸根的侵蚀深度较小,但硫酸根含量较大,除最大浓度溶液中试件首层的主要产物为石膏外,其余的主要腐蚀产物为钙矾石;先碳化再硫酸盐腐蚀工况硫酸根的腐蚀深度较大,但硫酸根含量较小,表层已碳化区的混凝土中硫酸根主要以游离态存在,到了腐蚀后期有碳硫硅钙石(TSA)生成,内部未碳化区的主要腐蚀产物为钙矾石;碳化与硫酸盐腐蚀交替工况,表层混凝土中的硫酸盐侵蚀产物有一个先形成后来又因碳化而分解的过程,其腐蚀过程较前两个工况更为复杂。

#### 4. 会议论文 [滕春生, 项玉璞 混凝土的硫酸盐腐蚀及冻融破坏](#) 2004

本文通过某项工程的破坏实例,来论述混凝土的硫酸盐腐蚀,其腐蚀是研究混凝土耐久性的重大问题之一,并提出了混凝土抗硫酸盐腐蚀的防护措施。

#### 5. 学位论文 [汤海滨 混凝土耐腐蚀外加剂的试验研究](#) 2007

混凝土是当今土木工程中用途最广泛建筑材料之一。在恶劣的环境下,混凝土长期遭受腐蚀介质的作用,导致混凝土结构性能的劣化、耐久性降低而提前发生破坏。对于土木工程来讲,改善混凝土的耐久性已经成为研究的热点。

本文通过水泥胶砂抗硫酸盐腐蚀试验、混凝土氯离子渗透试验和混凝土干湿腐蚀循环试验,对选用的粉煤灰和硅灰混凝土耐久性进行分析比较。试验内容丰富而且试验周期长,抗硫酸盐腐蚀试验3个月,干湿腐蚀循环次数达到110次(110d),氯离子渗透试验龄期达到90d。

为了提高混凝土耐海水、土壤中盐等强腐蚀的性能,作者提出了在混凝土中掺加耐腐蚀剂的方法。结合各种混凝土掺和料在混凝土耐久性性能中的表现,并参考国内外有关的试验研究资料,确定混凝土耐腐蚀剂主要成分和配比。通过水泥胶砂抗硫酸盐腐蚀试验、混凝土离子渗透性试验、干湿腐蚀循环试验等对耐腐蚀剂的性能进行了测试。并对该混凝土耐腐蚀剂的耐腐蚀机理进行了简单分析。

本文采用扫描电子显微镜SEM对掺粉煤灰和硅灰的混凝土进行微观结构分析,对比了在清水养护和在干湿腐蚀循环后样品的微观结构的变化,通过对这些内容的讨论,对粉煤灰和硅灰抗腐蚀机理进行了深入探讨,对前面的抗硫酸盐腐蚀和抗氯离子渗透性能的研究进行了解释。

#### 6. 期刊论文 [董必钦, 罗帅, 邢锋, DONG Bi-qin, LUO Shuai, XING Feng 多因素作用对混凝土硫酸盐腐蚀的影响研究 - 混凝土2007, "" \(9\)](#)

研究了不同水灰比配制的混凝土在浸泡,干湿循环,弯曲荷载及其复合作用下的硫酸盐侵蚀规律;并用XRD等微观方法对侵蚀机理进行了表征.结果表明:混凝土在单一破坏因素作用下侵蚀规律与多因素共同作用下的侵蚀规律并不相同,多因素侵蚀作用的规律能更准确地反映实际工程中的侵蚀规律.

#### 7. 期刊论文 [梁咏宁, 袁迎曙, LIANG Yong-ning, YUAN Ying-shu 受硫酸盐腐蚀混凝土与钢筋黏结性能的研究 - 混凝土2008, "" \(2\)](#)

通过试验室加速腐蚀的试验方法,在对变形钢筋进行的拔出试验的基础上,得到了不同腐蚀程度的混凝土与钢筋的平均黏结强度与相对滑移的曲线,获得了硫酸盐腐蚀后混凝土与钢筋黏结性能随不同混凝土腐蚀程度的变化规律.结果表明:随腐蚀的进行,变形钢筋与腐蚀混凝土之间的极限黏结强度先增加后降低;同时,对受腐蚀混凝土进行了超声检测,得到了不同腐蚀时期混凝土的损伤层厚度,根据试验结果的统计分析,建立了极限黏结强度降低系数与损伤层厚度的数学表达式,给出了混凝土腐蚀后,钢筋与混凝土的黏结强度计算公式.

#### 8. 学位论文 [朱兰芳 预应力混凝土受弯构件受硫酸盐腐蚀后的力学性能研究](#) 2009

混凝土结构耐久性问题是当今世界普遍关注的问题。目前,由于盐腐蚀造成钢筋混凝土结构耐久性退化已成为土木工程界面临的一大灾害,引起人们的普遍关注,成为研究的一大热点。硫酸盐侵蚀是影响混凝土耐久性的一个重要因素,其腐蚀作用将导致混凝土的强度降低和粘性丧失,引起钢筋混凝土结构的破坏,使建筑物在没有达到其预期的设计使用寿命就过早的发生破坏,造成人力和财力的极大浪费。

本文结合国家自然科学基金项目“现代预应力结构耐久性数值试验研究与理论分析”,在国内外已有研究成果的基础上,对预应力混凝土受弯构件受硫酸盐腐蚀后的力学性能变化进行了试验研究。采取实验室室内浸泡的方法对构件进行浸泡腐蚀,分别在3%、5%、10%浓度的硫酸钠溶液中浸泡腐蚀相应的时间后将构件取出,进行抗弯承载力试验。对混凝土的抗压强度、动弹性模量以及构件的开裂荷载、极限承载力等力学性能指标进行对比分析,得出一些结论,为硫酸盐腐蚀对预应力混凝土结构的耐久性影响工作做了前期的研究工作。

本文主要对以下几个方面进行了探讨分析:1.对腐蚀前后混凝土的抗压强度及动弹性模量进行了对比分析,得出混凝土经受硫酸盐腐蚀后强度的变化规律。2.对腐蚀后的预应力混凝土构件进行抗弯承载力试验,并与未经受硫酸盐腐蚀的构件进行对比分析,得出腐蚀前后构件力学性能的变化规律。

3.研究腐蚀溶液浓度及腐蚀时间对预应力混凝土构件各项力学性能的影响规律。

研究结果表明:腐蚀时间对预应力混凝土构件各项力学性能的影响较为明显,经受硫酸盐腐蚀两个月或腐蚀较长时间后,试验梁较未受腐蚀前的力学性能变化规律不同。总体来说,在腐蚀早期,各项指标较腐蚀前有所提高,但是浸泡较长时间后,有降低的趋势。腐蚀溶液浓度对构件的力学性能变化也有影响,基本上是腐蚀溶液浓度越大,变化越明显。

#### 9. 期刊论文 [程波, 王文华, 徐国孝, 张绍原, 邓淑娟, CHENG Bo, WANG Wen-hua, XU Guo-xiao, ZHANG Shao-yuan, DENG Shu-juan 混凝土和钢筋的硫酸盐腐蚀情况分析 - 浙江建筑2008, 25 \(3\)](#)

针对杭州某工程地下水呈酸性的特点,通过检测地下水的pH值和硫酸盐含量、混凝土碳化程度和现有强度、钢筋的现有实际直径和力学拉伸性能,从而确定该水样的腐蚀性以及对混凝土和钢筋的腐蚀程度,并根据检测结果提出处理意见。

#### 10. 期刊论文 [黄战, 邢锋, 董必钦, 殷慧, 罗帅, HUANG Zhan, XING Feng, DONG Bi-qin, YIN Hui, LUO Shuai 荷载作用下的混凝土硫酸盐腐蚀研究 - 混凝土2008, "" \(2\)](#)

本试验研究了荷载作用下混凝土的硫酸盐腐蚀,采用在线测定方法对不同水灰比的混凝土试件进行了与干湿循环有关的SD和MDF耐久性试验,研究荷载、干湿循环和硫酸盐侵蚀等破坏因素的单独作用及其复合作用对混凝土耐久性的影响规律;以相对动弹十模量为评价指标对多因素协同作用下的不同水灰比混凝土试件的抗硫酸盐侵蚀性能进行了表征,通过动弹十模量在硫酸盐侵蚀条件下自变化,探索更为实用的混凝土抗硫酸盐性能的评价方法,对防治混凝土硫酸盐侵蚀提出了一些对策。

### 引证文献(2条)

1. [李凤兰, 马利衡, 高润东, 赵顺波 侵蚀方式对硫酸根离子在混凝土中传输的影响](#)[期刊论文]-[长江科学院报](#)

2010(3)

2. [王彩文 成型压力和浸泡时间对混凝土抗硫酸盐侵蚀性能的影响](#)[期刊论文]-[武汉工程大学学报](#) 2009(5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbslsdxyxb200803009.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbslsdxyxb200803009.aspx)

授权使用: 深圳大学图书馆(szdxt), 授权号: 4cc5e8ae-b64f-44ca-9b62-9e6000ec3402

下载时间: 2011年1月3日