

聚丙烯纤维对海砂混凝土的耐久性试验研究

崔海军

(扬州工业职业技术学院 建筑工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要:为实现混凝土的绿色节能目标,以海砂含量和聚丙烯纤维掺量作为两种变量,分析其对混凝土的抗氯离子侵蚀性、抗渗透性和抗碳化性等耐久性性能的影响,结果表明:①在纤维掺量一定的情况下,随着海砂掺量的增加,混凝土的电通量、渗水高度和碳化深度逐渐增加,并且增加速率随着海砂掺量的增多而逐渐增加;②当海砂掺量一定时,随着纤维掺量的增加,混凝土的电通量、渗水高度和碳化深度逐渐减小,其降低速率随着纤维掺量的增多而呈逐渐减小的趋势;③当海砂掺量为50%时,需要在该混凝土中掺入1%的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响,而当海砂掺量为100%时,则需要更多的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响。因此,从经济性和环保性的角度综合考虑,建议选择海砂掺比50%、纤维掺量1%的材料来制备环保型混凝土。

关键词:海砂;聚丙烯纤维;抗氯离子侵蚀性;抗渗透性;抗碳化性

中图分类号: U414 **文献标志码:** A

随着建筑行业的大力发展,部分地区出现了细骨料(细砂)等材料短缺现象,而海砂材料则储量较多并且成本较低,不少研究者对海砂混凝土进行了研究。漆贵海等^[1]分析了近年来中国国内在海砂混凝土研究方面取得的进展和成果,指出了海砂混凝土研究中一些亟待解决的问题;施养杭等^[2]揭示海砂对混凝土结构耐久性的不良影响;黄华县等^[3]通过将河砂浸泡在氯化钠溶液中来模拟海砂,测定其抗折强度、抗压强度和氯离子扩散系数;李雁等^[4]采用五因素、四水平的正交试验设计方法对高性能海砂混凝土的配合比进行了试验;苏卿等^[5]定量分析了河砂和海砂混凝土受氯盐侵蚀后,氯离子在混凝土中的含量与分布;蒋真等^[6]对海砂混凝土和淡化海砂混凝土进行了加速碳化试验;冷发光等^[7]对海砂混凝土应用技术的若干要点进行了阐述;殷惠光等^[8]通过对氯盐侵蚀及长期弯曲荷载协同作用下海砂混凝土梁的耐久性进行了试验研究;卞立波等^[9]通过海砂混凝土不同条件下力学性能和耐久性的测试,对海砂高强混凝土中的钢筋锈蚀能力进行了研究;刘伟等^[10]通过硫酸盐干湿循环试验,对比研究了采用不同砂配制的混凝土抗硫酸盐侵蚀性能;毛江鸿等^[11]对海砂海水浇筑的钢筋混凝土板进行了双向电渗试验;陈良辅等^[12]探讨了掺合料与耐蚀剂对于内掺型富氯海砂混凝土的适用性与可行性;程琤

等^[13]得出30%~40%的海砂掺合比对泵送混凝土的和易性最优;秦斌^[14]得出海水和海砂中的盐分以及海砂的砂质等对混凝土的抗压强度与劈裂抗拉强度基本没有不良影响。

上述研究者通过对海砂混凝土进行分析,得出了海砂材料中含有侵蚀性离子,会对混凝土的性能造成破坏等结果。因此为了提高海砂混凝土的性能,扩展海砂混凝土的使用用途,在混凝土中掺入活性纤维也是可行措施之一。该文配制3种不同海砂含量的海砂混凝土,并在混凝土中掺入不同含量的聚丙烯纤维,来分析两种变量对混凝土耐久性能的影响,以便得到最佳配合比,为绿色环保混凝土的研发提供依据。

1 材料与方法

1.1 原材料

水泥:采用山东某公司生产的P.O42.5R水泥,其化学成分如表1所示。

表1 水泥化学组成

| 表1 水泥化学组成 | | | | | % |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ |
| 22.47 | 5.26 | 2.96 | 63.34 | 3.13 | 2.84 |

收稿日期:2021-04-27(修改稿)

基金项目:江苏省住建厅科技项目(编号:2020ZD001108);江苏省高等职业院校专业带头人高端研修资助项目(编号:2020GRFX105);扬州工业职业技术学院自然科技类课题(编号:2021xjzk010)

作者简介:崔海军,男,副教授,E-mail:19408313@qq.com

细砂:石家庄某公司生产;淡化海砂:重庆某公司生产;石:上海某公司生产;聚丙烯纤维:天津某生产;水:蒸馏水;根据上述基本原材料,对混凝土进行配制,其中海砂的掺量分别为 0%、50% 和 100%,聚丙烯纤维的掺量分别为 0、0.5%、1% 和 2%,其配合比如表 2 所示。

表 2 混凝土配合比

| 水泥 | 组成/(kg·m ⁻³) | | | | 聚丙烯纤维/% |
|----|--------------------------|----|-----|-----|-----------|
| | 细砂 | 海砂 | 石 | 蒸馏水 | |
| 50 | 64 | 0 | 144 | 20 | 0、0.5、1、2 |
| 50 | 32 | 32 | 144 | 20 | 0、0.5、1、2 |
| 50 | 0 | 64 | 144 | 20 | 0、0.5、1、2 |

1.2 试验方法

根据混凝土耐久性测试标准,制备混凝土的标准试件,并将混凝土放在自然养护条件下进行养护,环境温度约为 25℃,相对湿度在 90% 以上。养护后对混凝土进行耐久性性能测试。

2 结果与讨论

2.1 电通量的变化

对不同海砂掺量和纤维掺量的混凝土试块进行抗氯离子侵蚀性测试,得到电通量的变化规律见图 1。

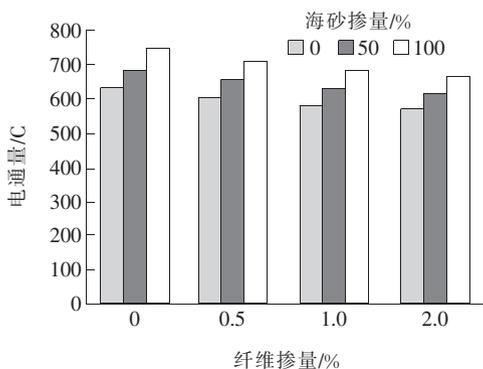


图 1 电通量的变化

从图 1 可以看出:① 在纤维掺量一定的情况下,随着海砂掺量的增加,混凝土的电通量也逐渐增加,并且增加速率随着海砂掺量的增多而逐渐增加。这是因为海砂中含有一定量的氯离子,而氯离子具有一定的腐蚀性,从而随着海砂掺量的增加,混凝土电通量逐渐增加;② 当海砂掺量一定时,随着纤维掺量的增加,混凝土的电通量逐渐减小,其降低速率随着纤维掺量的

增多而呈逐渐减小的趋势。这是因为纤维能够填补混凝土空隙,并促进水泥的火山灰反应,降低混凝土的渗透系数。因此,纤维的掺入提高了抗氯离子侵蚀的能力,降低了混凝土的电通量;③ 对比试验数据可知:普通混凝土的电通量为 634 C,则当海砂掺量为 50% 时,需要在该混凝土中掺入 1% 的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响,此时混凝土的电通量为 631 C;而当海砂掺量为 100% 时,则需要更多的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响。从经济性和环保性的角度综合考虑,建议选取海砂占比 50%、纤维掺量 1% 的材料来制备环保型混凝土。

2.2 渗水高度的变化

对不同海砂掺量和纤维掺量的混凝土试块进行抗水渗透性能测试,得到渗水高度的变化规律见图 2。

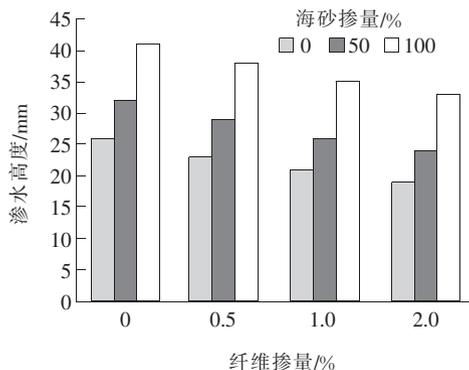


图 2 渗水高度的变化

从图 2 可以看出:① 在纤维掺量一定的情况下,随着海砂掺量的增加,混凝土的渗水高度逐渐增加,并且增加速率随着海砂掺量的增多而逐渐增加。这是因为海砂中的氯离子具有较强的侵蚀性,与水泥中化学成分发生反应,生产氯化盐化合物,从而降低混凝土的密实性,导致混凝土的空隙率增加,进而抗渗性能下降;② 当海砂掺量一定时,随着纤维掺量的增加,混凝土的渗水高度逐渐减小,其降低速率随着纤维掺量的增多而呈逐渐减小的趋势。这是因为纤维的比表面积相对于水泥、砂石等材料要小得多,因此纤维能够填充混凝土的内部结构,提高混凝土的抗渗性;③ 对比试验数据可知:普通混凝土的渗水高度为 26 mm,则当海砂掺量为 50% 时,需要在该混凝土中掺入 1% 的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响,此时混凝土的渗水高度为 26 mm;而当海砂掺量为 100% 时,则需要更多的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响。从经济性和环保性的角度综合考虑,建议选取海砂占比 50%、纤维掺量 1% 的材料来制备环保型混

凝土。

2.3 碳化深度的变化

对不同海砂掺量和纤维掺量的混凝土试块进行抗碳化性能测试,得到碳化深度的变化规律如图3所示。

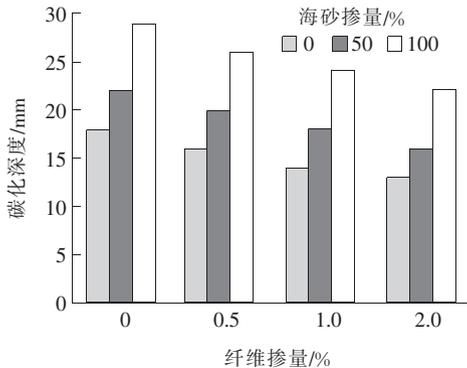


图3 碳化深度的变化

从图3可以看出:①在纤维掺量一定的情况下,随着海砂掺量的增加,混凝土的碳化深度也逐渐增加,并且增加速率随着海砂掺量的增多而逐渐增加。这是因为海砂中的氯离子为活性离子,会对混凝土的孔隙结构造成腐蚀破坏,从而使得混凝土的抗碳化性能降低;②当海砂掺量一定时,随着纤维掺量的增加,混凝土的碳化深度逐渐减小。这是因为纤维能够与水泥发生微集料复合效应,改善了硬化浆体以及骨料—浆体过渡区的孔结构,使得二氧化碳在纤维混凝土中的扩散变慢,提高了混凝土的抗碳化性能;③对比试验数据可知:普通混凝土的碳化深度为18 mm,则当海砂掺量为50%时,需要在该混凝土中掺入1%的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响,此时混凝土的碳化深度为18 mm;而当海砂掺量为100%时,则需要更多的聚丙烯纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响。从经济性和环保性的角度综合考虑,建议选取海砂占比50%、纤维掺量1%的材料来制备环保型混凝土。

3 结论

该文以不同海砂比例、纤维掺量作为两种变量,配制混凝土。并对混凝土进行3种耐久性性能试验,得到了电通量、渗水高度和碳化深度与海砂比例、纤维掺量之间的相关关系,所得结论如下:

(1)当纤维掺量一定时,随着海砂掺量的增加,混凝土耐久性能(电通量、渗水高度和碳化深度)迅速降低。

(2)当海砂掺量一定时,随着纤维掺量的增加(0~2%),混凝土耐久性能(电通量、渗水高度和碳化深度)缓慢提高。

(3)当混凝土中存在海砂时,可以通过掺入一定量的纤维来弥补海砂对混凝土的不利影响。

参考文献:

- [1] 漆贵海,王玉麟,李硕,等.海砂混凝土国内研究综述[J].混凝土,2013(5):57-61.
- [2] 施养杭,王丹芳,吴泽进.海砂混凝土及其耐久性保护[J].工程力学,2010,27(S2):212-216.
- [3] 黄华县,欧阳东,蔡瑞环,等.模拟海砂混凝土氯离子渗透性试验研究[J].混凝土,2007(3):22-24.
- [4] 李雁,易永胜,高全,等.高性能化海砂混凝土配合比设计的正交试验研究[J].建筑技术,2010,41(2):162-164.
- [5] 苏卿,姜福香,赵铁军.滨海环境中海砂混凝土受氯盐侵蚀的试验研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2010,42(2):226-230.
- [6] 蒋真,赵铁军,宋晓翠.海砂混凝土碳化性能研究[J].工程建设,2009,41(4):11-14.
- [7] 冷发光,丁威,周永祥,等.海砂混凝土应用技术的若干要点[J].施工技术,2011,40(7):97-100.
- [8] 殷惠光,李雁.长期荷载及氯盐侵蚀协同作用下海砂混凝土梁耐久性试验研究[J].建筑技术,2011,42(2):159-162.
- [9] 卞立波,宋少民,李飞.海砂混凝土耐久性能研究[J].混凝土与水泥制品,2012(2):11-14.
- [10] 刘伟,谢友均,董必钦,等.海砂混凝土抗硫酸盐侵蚀性能研究[J].工业建筑,2014,44(8):131-135,143.
- [11] 毛江鸿,金伟良,张华,等.海砂混凝土建筑的耐久性提升技术及应用研究[J].中国腐蚀与防护学报,2015,35(6):563-570.
- [12] 陈良辅,邵威宏,张启龙.富氯海砂混凝土的应用可行性探讨[J].材料科学与工程学报,2015,33(5):662-665,679.
- [13] 程琤,李星震.海砂混凝土配比中海砂含量的优化试验研究[J].淮海工学院学报(自然科学版),2019,28(2):61-64.
- [14] 秦斌.海水海砂混凝土基本力学性能研究[J].混凝土,2019(2):90-91.