

# Review of Research on Influence of Fiber on Concrete Performance

Dachang LIU

Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400041, China

**Abstract:** From the two aspects of fiber content and length, the influence of single admixture hybrid fiber on mechanical and durability of concrete is analyzed respectively. The current application of fiber reinforced concrete is summarized, and the existing problems of fiber concrete in mixing and construction are put forward. It will provide reference for the application and research of fiber concrete.

**Keywords:** Fiber reinforced concrete; Mechanical property; Durability; Engineering application

## 纤维对混凝土性能的影响研究综述标题

刘大昌

重庆交通大学, 重庆, 中国, 400041

**摘要:** 从纤维的掺量和长度两个方面分别分析了单掺和混杂纤维对混凝土力学和耐久性能的影响。总结了纤维混凝土当前的应用, 以及提出了纤维混凝土在拌和、施工中的存在的问题。为以后纤维混凝土的应用、研究等提供了参考。

**关键词:** 纤维混凝土; 力学性能; 耐久性能; 工程应用

### 1 引言

混凝土自问世以来就成为建筑行业应用最广泛的材料, 其主要优点是材料来源广、施工方便、可塑性强、抗压强度高。但同时混凝土存在自重大、抗拉强度低、脆性及韧性较差等缺点。这些缺点极大的限制了混凝土的应用和发展, 如果混凝土的通病能够改善, 使得混凝土的性能充分发挥, 将会产生更多的经济效益。

纤维混凝土 (Fiber Reinforced Concrete 又称 FRC) 是将非连续的短纤维或连续的长纤维加入到水泥浆、砂浆或混凝土中组成的水泥基复合材料的总称。20 世纪 70 年代, 纤维混凝土开始发展, 研究表明, 将纤维加入到混凝土中能够明显的改善混凝土的抗拉、抗弯、抗冲击、抗裂性能、抗渗、抗冻性能, 同时对于混凝土的抗渗、抗冻等也有明显的改善效果。根据弹性模量的不同可以将纤维分为高弹性模量的纤维和低弹性模量的纤维, 其中低弹性模量的纤维可以改善混凝土的韧性、抗热爆炸性能、抗冲击性能等。有机纤维、尼龙、聚丙烯、聚乙烯等是目前应用较多的低弹性模量的纤维。钢纤维、玄武岩纤维、碳纤维、玻璃纤维等是目前应用较多的高弹性模量的纤维。

高弹性模量的纤维不仅能够提高混凝土的韧性还可以提高混凝土的刚性和抗拉强度等。

### 2 纤维对混凝土力学性能和耐久性能的影响

当前对纤维增强混凝土性能的研究主要集中在单掺纤维和混杂纤维上, 纤维对混凝土的影响因素主要集中在纤维的掺量和纤维的长度两个方面。

#### 2.1 纤维的掺量对混凝土力学性能的影响

潘慧敏等研究了玄武岩纤维的掺量对于混凝土性能影响的变化规律, 研究表明, 在一定掺量范围内玄武岩纤维使混凝土的抗压强度没有发生明显的增强效果甚至有所降低, 抗拉性能、抗冲击性能、韧性等有大幅度的提高, 改善效果较明显。并且得出了玄武岩纤维的最佳掺量为  $2 \sim 2.5 \text{kg/m}^3$ 。Dias 研究了短切玄武岩纤维对增强混凝土基体性能的影响, 实验结果表明, 当纤维的体积掺量在 0.1% 时, 混凝土的抗压强度有所降低。说明纤维的加入并不能改善混凝土基体的强度。王钧等研究了不同掺量下玄武岩纤维对混凝土性能的影响, 结果表明, 混凝土的抗压强度几乎没有发生改变, 但抗冲击、抗折性能等都有不同程度的提高。

权莉等研究了钢-聚丙烯混杂纤维对砼强度的影响, 得出结论, 混杂纤维能够使砼的弯曲韧性在很大程度上得到改善。当钢纤维的掺量为 0.5%~1.0%, 聚丙烯纤维的掺量为 0.1%~0.15%时, 混杂纤维使得混凝土的弯曲韧性指数有明显的提高, 发挥出了钢纤维和聚丙烯纤维混杂的“正混杂效应”, 从而使混凝土的性能得到提高<sup>[1]</sup>。王学志等人使用 0.3%、0.6%、0.9%、1.2%掺量的玄武岩、聚丙烯混杂纤维对混凝土性能的影响, 结果表明, 当混杂纤维的总掺量为 0.3%、0.6%、0.9%, 而玄武岩、聚丙烯纤维在其中占的比例为 1:1 时, 混凝土的劈裂抗拉强度分别提高了 8.5%、6.3%、8.2%<sup>[4]</sup>。

## 2.2 纤维的长度对混凝土力学性能的影响

李晓丽等人研究了不同尺寸的碳纤维和聚丙烯混杂, 研究其对轻骨料混凝土力学性能的影响, 实验研究表明, 当碳纤维的长径比在 400~600 变化时, 碳纤维、聚丙烯混杂纤维的劈裂抗拉强度在一定范围内随着碳纤维长径比的增大而增长, 当碳纤维的长径比大于 600 之后劈裂抗拉强度有下降的趋势<sup>[2]</sup>。

王成启等人利用长度不同的碳纤维、微细钢纤维、普通钢纤维加入到混凝土基体中。研究它们对混凝土力学性能的影响, 结果表明, 微细钢纤维对于混凝土劈裂抗拉强度的提高作用效果最明显, 普通钢纤维次之, 碳纤维最低。而碳纤维由于具有较小的直径, 对于砼的初裂增强效果更明显。纤维对混凝土基本的裂前韧性与纤维的直径成反比<sup>[3]</sup>。

## 2.3 纤维对混凝土耐久性能的影响

王学志等分别以单掺和混杂的方式研究了玄武岩、聚丙烯纤维在掺量 0.3%、0.6%、0.9%的体积掺量下对砼的耐久性能的影响, 结果表明, 在进行 7d 抗硫酸盐侵蚀后, 单掺聚丙烯纤维对于基体的抗压强度耐蚀系数有所提高, 并且在纤维掺量为 0.6%时最高, 而随着纤维掺量的增加, 对基体的抗压强度耐蚀系数的提高幅度有减少的趋势。玄武岩、聚丙烯纤维以 2:1 混杂时, 在纤维掺量为 0.3%、0.6%、0.9%时对于基体的抗压强度耐蚀系数都有所提高, 掺量为 0.3%时最高, 1.2%时有下降的趋势。与单掺聚丙烯纤维相比, 混杂纤维在相同的体积掺量下对于砼的耐久性的改善作用更明显<sup>[4]</sup>。

## 3 纤维混凝土在工程中的应用

与素混凝土相比纤维混凝土有更好的力学性能和耐久性能, 在工程领域具有更广泛的应用。

### 3.1 房建、预制构件

在重庆金夏苑大厦工程转换层大梁截面为 1200mm×2000mm 中使用杜拉纤维增强的 C50 高强度的混凝土, 该工程 2000 年 5 月浇筑完毕, 浇筑成型时混凝土内部的温度高达 80℃, 经过合理精心的养护, 拆模后该梁到现在未出现明显的裂缝, 这表明用杜拉纤维增强 C50 混凝土取得了良好的效果。

聚丙烯纤维可以增强混凝土的抗渗效果, 并取得了良好的应用, 国家大剧院基础底板和地下室防水采用聚丙烯纤维混凝土, 发现适量的纤维在加入混凝土后并不会影响混凝土的和易性, 拌合物粘聚性良好、泵送性能优良, 与普通素混凝土相比聚丙烯纤维混凝土有着良好的抗渗防水能力, 并且未发现明显的裂缝。

### 3.2 公路、桥梁、机场跑道

钢纤维混凝土和聚丙烯纤维混凝土是目前技术最成熟和应用最多的两种纤维混凝土。大连市东北路全长 10.5km, 其中隧道和桥梁的总长为 3.8km。使用钢纤维混凝土对该桥面进行铺装, 取得了优良的效果, 由于纤维混凝土在应用时, 一次性投入比较大, 但是从长远考虑, 纤维混凝土铺装病害少、维修方便、费用低, 所以经济效益更高。

钢纤维混凝土道路已经取得了广泛的应用, 上海虹口机场高架车道, 芜湖、烟台等机场的跑道等都使用了钢纤维混凝土, 并取得了良好的效果。

### 3.3 修补加固工程

北京石景山饭店建筑总面积为 22000 m<sup>2</sup>, 总高度为 74.5m。该建筑的工程剪力墙以及柱出现施工质量事故, 使用的是钢纤维混凝土进行加固、加过过程方便、工艺简单、并且工程质量有保证、花费少, 工期短等。

使用喷射钢纤维混凝土修复舞阳轧钢配电室被火严重烧伤的钢筋混凝土结构、质量牢固、极大的缩短了工期等。北京市市政设计研究院使用喷射的钢纤维混凝土对桥梁进行修复, 未发现新旧界面有剥离现象, 取得了良好的效果, 使用喷射钢纤维混凝土对路面和桥梁进行修复和加固、施工工艺简单、工期短等, 可以取得良好的经济效益<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

纤维的加入对于混凝土的抗压强度没有明显的提高,甚至有所降低;而能够使混凝土的抗拉、抗冲击、抗折等性能有不同程度的提高。使用不同长度、不同性能的纤维进行混杂,可以发挥出单掺纤维混凝土没有的优势,使两种纤维的优势充分的发挥出来,达到“正的混杂效应”。

纤维在搅拌过程中分散性未能得到很好的解决,应该加强纤维混凝土机械搅拌性的研究,并且混杂纤维混凝土没有相应的规范指导。

目前对于混杂纤维混凝土的研究大多集中在试验研究上,理论研究上较少。需要加强纤维对于混凝土增强增韧机理方面的研究以及正负混杂效应方面的研究。

## 致谢

本论文是本人在阅读大量的文献后完成的,论文写作的过程中各位老师和同学给了我很多的帮助,在此表示衷心的感谢。

## References (参考文献)

- [1] Bo Hu. Study on rapid assessment method of concrete against sulfate attack[D]. Chongqing:Master Thesis of Chongqing Jiaotong University, 2007.
- [2] Sichen Jiang, Xiaoli Li. Experimental study on lightweight aggregate concrete with different geometrical sizes of CF/PF hybrid fiber[J]. Bulletin of The Chinese Ceramic Society, 2012(5): 1096-1100.
- [3] Chengqi Wang, Keru Wu. Hybrid effects of different geometrical sizes of fiber reinforced concrete[J]. Journal of Building Materials, 2005, 8(3): 250-255.
- [4] Xuzhi Wang, JingJing He, Haofei Zou. Experimental study on sulfate corrosion of basalt and polypropylene hybrid fiber concrete[J]. China Concrete and Cement Products, 2005, 8(3): 250-255.
- [5] Huiwen Wan, Pengliang Wei. Experimental study on influence of hybrid fiber on concrete performance[J]. Concrete, 2013(10): 79-83.