

# 路桥施工中钢纤维混凝土施工技术应用分析

杨永炎

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 目前, 钢纤维混凝土是一种广泛应用于公路桥梁施工的新技术。与常规混凝土相比, 钢纤维混凝土的抗拉强度在配筋、模板安装和钢纤维比等方面均有提高。复合材料的弯曲、剪切和压缩强度显著提高。通过具体工程实践, 探讨了钢纤维混凝土在公路桥梁施工中的应用, 并探讨了其在公路桥梁建设中的具体应用方法。

[关键词] 钢纤维混凝土; 施工技术; 路桥施工; 应用分析

DOI: 10.33142/aem.v5i3.8210

中图分类号: U41

文献标识码: A

## Application Analysis of Steel Fiber Concrete Construction Technology in Road and Bridge Construction

YANG Yongyan

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** At present, steel fiber reinforced concrete is a new technology widely used in highway bridge construction. Compared with conventional concrete, the tensile strength of steel fiber reinforced concrete is improved in terms of reinforcement, formwork installation, and steel fiber ratio. The bending, shear, and compressive strength of composite materials have significantly improved. Through specific engineering practice, the application of steel fiber reinforced concrete in highway bridge construction was explored, and its specific application methods in highway bridge construction were discussed.

**Keywords:** steel fiber reinforced concrete; construction technology; road and bridge construction; application analysis

### 1 概述

#### 1.1 钢纤维混凝土概述

钢纤维混凝土(SFRC)由于其高韧性,在现代建筑工程中得到了广泛的应用。基于纤维复合材料理论,提出了一种基于纤维复合理论的SFRC结构体系。基于钢纤维力和间距理论,基于结构开裂动力学理论,合理计算了结构开裂所需的钢纤维力。为了确保这种新材料的抗拉强度,其内部结构的尺寸必须最小化。事实上,在使用钢纤维混凝土时,通常有一些因素直接影响其内部结构性能,例如钢筋长度、直径、混合材料比例、砂比以及其自身结构的类型。特别是,当基层存在较弱的铺装层时,采用钢纤维砼作为铺装层的排水材料,其地下排水深度会极大地影响其内力性能。

#### 1.2 技术优越性

##### 1.2.1 钢纤维混凝土的强度高、重量小

在公路和桥梁施工方面, SFRC 覆盖层的厚度仅为普通混凝土的一半。在摊铺作业中, 施工人员不需要在摊铺操作中设置纵向接缝。通常, 交叉缝间距在 20-30cm 之间。SFRC 可以显著提高路面的抗冲刷性能和抗张承载力, 提高道路和桥梁的整体施工质量, 并为道路和桥梁推广提供理论和技术支持。

##### 1.2.2 抗冲击力、抗弯、抗拉

由于 SFRC 的空间分布较小且不够连续, 因此 SFRC

具有多向色散特性。结构特性可以显著改善其弯曲和拉伸性能, 也可以提高其抗冲击性能。试验结果表明, SFRC 的抗拉强度比普通 SFR 高 2.25-2.5 倍, 弯曲极限高 2 倍, 韧性高 50 倍。优质钢纤维混凝土的强度是常规混凝土的 100 倍以上。

##### 1.2.3 减小路桥损耗, 延长路桥寿命

通常, 公路桥梁在使用过程中会受到自然磨损。然而, 当路面裂缝或某些性能超过其承载能力时, 会对道路和桥梁造成严重破坏。在采用钢纤维混凝土技术后, 路桥工程增加了三大优势。第一, 改善了混凝土的膨胀和张力。工程实践证明, 其收缩率可降低 15%-35%, 应用效果十分显著。第二, 材料的抗剪性得到了改善。试验结果表明, SFRC 能显著改善材料的抗剪性能, 其抗剪强度可提高 50%-100%。第三, 良好的耐磨性和抗冻性。实践中, 由于钢纤维具有极强的温度变化特性, 可以增强其对环境的适应性, 有效抑制温度变化效应, 显著减少路基和桥梁的开裂和膨胀, 应用效果显著。

## 2 SFRC 的物质配比和成分

事实上, SFRC 在道路路面中的推广和使用, 除了高强度外, 还必须具有良好的耐磨性和抗渗性。因此, 基本防水剂的选择通常是使用常规防水剂, 但在工程实践中, 其黏度会达到 400 kg/m 以上。表 1 列出了碎石标准配级。

表 1 碎石标准配级

| 配级范围 | 粒径   | 筛孔尺寸/mm |        |       |        |       |       |      |     |
|------|------|---------|--------|-------|--------|-------|-------|------|-----|
|      |      | 40      | 30     | 25    | 20     | 15    | 10    | 5    | 2.2 |
|      |      | 通过百分率/% |        |       |        |       |       |      |     |
| 连续   | 5~40 | 95~100  | 55~70  | 39~55 | 25~40  | 14~27 | -15   | 0~5  |     |
|      | 5~30 |         | 95~100 | 66~77 | 45~60  | 25~40 | 11~21 | 3~12 | 0~5 |
|      | 5~20 |         |        |       | 96~100 | 55~70 | 25~40 | 5~16 | 0~5 |

### 3 公路、桥梁建设中钢纤维混凝土施工技术的发展途径

#### 3.1 公路施工中使用钢纤维混凝土施工技术

##### 3.1.1 混凝土路面的碾压

在公路建设中,碾压路面是一个非常关键的施工过程。SFRC 施工技术可以达到沥青混合料的综合利用效果。在碾压混凝土中加入一定量的钢纤维可以有效地提高碾压混凝土材料的强度和韧性,从而提高碾压混凝土的整体力学性能。在制备沥青混合料时,可以使用 B 和 F 钢纤维掺合料。一般来说,前者占 0.6%,后者占 0.53%,以改善碾压混凝土路面的结构。碾压过程中,必须检查路面。首要任务是测试路面材料的密实度;此外,还应该注意道路的平整度。在钢纤维混凝土生产中,钢纤维混凝土的表面平整度较差。因此,必须对沥青路面进行全面碾压和严格检查,以确保沥青路面的平整度。

##### 3.1.2 全截面混凝土路面

采用 SFRC 浇注技术不仅可以保证沥青混合料的稳定性,可以减少沥青混合料厚度(通常为常规沥青混合料重量的 50%~60%),还可以节省大量材料。此外,它还可以充分发挥钢纤维的特性和功能,提高全断面混凝土路面的整体性能。

##### 3.1.3 混凝土罩面

目前,我国许多混凝土路面由于长期使用和各种原因的影响,产生了不同程度的质量问题。通常,为了保证其使用和延长其使用寿命,对混凝土路面采用了适当的混凝土保护措施。将钢纤维混凝土技术应用于钢筋混凝土保护层的施工,可以更好地保证其质量。目前,国内外钢纤维混凝土保护层的施工方法有直接加固、分离加固和组合加固。例如,组合类型包括原始盖和钢纤维盖。两者的共同作用可以提高沥青混合料的力学性能,从而更好地保证沥青混合料修补效果。

##### 3.1.4 复合式混凝土路面

混合混凝土石路面是一种既可作为沥青石路面又可作为沥青碎石路面的混合混凝土石道路。由于其成本低、能耗低,在公路桥梁工程中得到了越来越多的应用。在沥青混合料的应用中, SFRC 技术对沥青混合料性能也有很大的影响。合理使用 SFRC 技术可以改善沥青路面的性能。

当路面有三层时,可以使用钢纤维混凝土作为过渡层,这样可以更好地保证路面的质量。

#### 3.2 钢纤维混凝土技术在桥梁施工中的应用

##### 3.2.1 桥面铺装

SFRC 技术在桥梁路面施工中也发挥着重要作用。该技术的正确应用将大大提高桥面的质量,从而达到延长桥面使用寿命的目的。此外, SFRC 技术不仅可以减小桥面厚度,还可以保证桥面的使用效果,减轻桥面重量,提高桥面稳定性。

##### 3.2.2 混凝土桩施工

钢纤维混凝土技术也可用于提高混凝土桩基的承载力。桩端一般采用钢纤维混凝土,以利于桩身的穿透。此外,由于钢纤维混凝土的存在,它也有助于增强桩的韧性,提高桩的冲击强度。与常规混凝土相比,钢纤维混凝土技术可以有效减少沉桩过程中的锤击量,提高沉桩过程的沉桩质量。采用钢纤维混凝土增强桩端渗透性,可以显著增强桩端的渗透效果,也便于施工。在设计中,如果采用全钢纤维混凝土,将大大增加工程成本。由于项目的成本,钢纤维混凝土施工通常只需要在桩的末端或顶部。

##### 3.2.3 局部结构加固

在 SFRC 的生产过程中,主要使用剪切型加固。然而,无论使用哪种钢纤维-碳化硅,其含量不得超过 0.9%。在工程实践中,钢纤维混凝土通过喷嘴喷射到待加固的部分,以达到局部加固效果。型钢不仅可以修复开裂的桥面,还可用于加固桥面上的薄弱部分,以提高桥面的整体稳定性。

##### 3.2.4 隧道衬砌以及边坡防护

公路桥梁工程隧道衬砌以及边坡防护施工中,由于其地质条件不利,建议在常规混凝土支护的基础上,采用钢纤维混凝土技术加固。该措施不仅可以提高边坡的稳定性,而且可以避免边坡上的岩体坍塌,从而威胁桥面的安全。此外,在工程实践中,也可以采取喷射混凝土加固措施。结果表明,该方法具有良好的支护效果,加固效果更加明显。然而,这种方法的实施成本很高,没有很好的经济效益。

#### 3.3 道路桥梁施工中运用钢纤维混凝土技术的注意事项

##### 3.3.1 选择合理的原材料

根据钢纤维混凝土的特点,应用于钢筋混凝土时应进行分类,应用于混凝土时应选择合适的施工环境和施工工艺。因此,在道路和桥梁施工之前,必须仔细调查项目现场的地质和气象条件,以便根据调查结果合理选择 SFRC 施工技术。在选择原材料时,必须坚持经济原则,根据路桥施工原则,根据材料施工现场的需要,结合市场的变化,选择性价比高的材料,以节约材料的采购成本。

##### 3.3.2 遵循钢纤维掺入比例的要求

钢纤维与混凝土之比的计算公式为:素混凝土抗弯强

度设计值 $\times(1+\text{钢纤维长径比}\times\text{钢纤维体积比}\times\text{钢纤维与强度系数})$ 。当钢纤维含量超过规范范围时,将影响整体承载力。当钢纤维含量低于规定范围时,混凝土的整体承载力将受到影响。因此,在采用 SFRC 技术时,必须严格控制混凝土和钢纤维的配合比,以提高 SFRC 的使用效果。

### 3.3.3 保证钢纤维的均匀搅拌

在搅拌钢纤维混凝土时,要严格遵循工程需要,在实际工作中,要合理选择搅拌设备,防止搅拌机机械超载。搅拌车超载将对搅拌车的搅拌质量产生不同程度的影响,进而对工程建设产生不利影响。为使钢纤维砼与混凝土充分融合,在配制时,应根据“先干后湿”的要求,加入或改其他原料,使之更好地发挥钢纤维砼的作用。

### 3.3.4 坚持连贯性原则

如果浇筑过程中出现停顿,钢纤维混凝土和钢纤维混凝土将脱节,导致其力学性能下降。基于此,负责公路、桥梁施工和混凝土浇筑的施工必须认识到,在混凝土浇筑过程中必须遵循连续性原则。浇筑过程中,应根据施工规范合理控制浇筑材料,确保连续浇筑。此外,在浇筑钢纤维混凝土时,应使用平板振动器,以增加其浇筑的密实度,从而提高其承载力。此外,对于未来的道路和桥梁工程,钢纤维混凝土的接缝也应适当处理。

### 3.3.5 确保运输过程的稳定性

公路桥梁建设是一项相对复杂的建设工程。由于整个项目路线相对较长,每个项目段的项目位置之间应该有一段距离。因此,在施工期间,存在原材料运输的链接。随着对原材料运输的要求越来越高,由于运输过程中的问题,性能将变得更差。钢纤维混凝土是一种用于运输的特殊材料。因此,应采取适当措施确保其在运输过程中的基本工作性能。在短途运输中,运输时间越长,气体含量和黏度越低,因此运输时间越短利于钢纤维混凝土在施工中的性能表现。此外,为了确保钢纤维在混凝土中的均匀分布,在运输过程中应尽量避免剧烈振动。

## 4 案例分析

### 4.1 工程概况

在公路桥梁中, SFRC 是一种主要的施工技术。桥墩加固采用钢纤维混凝土施工技术。严格按照设计和施工工艺进行施工。具体内容包括:前期施工场地清理、中期钢筋模板安装、后期混凝土搅拌、钢纤维混凝土路面施工。完工后,根据施工进度计划对施工现场表面进行凿毛处理,并安排专门的维护人员进行后续维护。通过对该方法的分析,认为该方法是一种有效的方法。

### 4.2 各流程技术要点

#### 4.2.1 清洁

在设计施工方案时,应根据项目的具体要求进行相应的清洁工作。在公路桥梁建设中,早期疏浚是工程建设的重要组成部分。良好的清洁程序不仅可以减少因清洁不当

而导致的问题,而且有助于未来的维护。因此,施工人员应特别注意清洁施工杂质。在钢纤维混凝土上,必须清除浮浆混凝土,以确保桥面的平整度。此时,梁的顶面可以用活水润湿。已建成桥梁的疏浚可以加快桥梁铺装的进程,为今后的桥梁铺装打下良好的基础。

#### 4.2.2 钢筋铺设

只有在材料质量达到标准后,才能安装相应的钢筋。根据钢筋的绑扎要求和规范,主筋在箍筋和主筋之间进行机械连接和绑扎。锚固过程中,必须严格遵守施工方案中规定的钢筋间距和相应位置。对于下一步施工作业,可以将绑扎的钢筋笼一起放置在相应的固定界面上。为了提高配筋的整体质量,在配筋时要合理选择配筋数量和配筋方式,避免配筋过程中出现错位、变形等现象,保证配筋质量,并实现有效的加固布置。

#### 4.2.3 模板安装

在钢纤维混凝土模板安装过程中,技术人员需要根据整个桥梁设计的实际要求和特点,选择合适的模板安装工艺,以确保模板的水平位置和高度位置满足桥梁施工的要求。在实际组装模板期间,必须按照设计图纸接合水平和垂直轴、柱侧和控制线。根据安装位置,先钉踢脚板,然后安装柱模板,并在两个垂直方向上增加对角支撑。安装模板时,必须保留混凝土施工现场的位置,以避免在随后的浇筑过程中发生砂浆爆炸。必须确保安装的模板能够满足承载能力、刚度和整体稳定性的要求。模板安装后进行质量检查时,必须确保模板处于稳定状态。必须检查模板接缝的紧密度和光滑度。

#### 4.2.4 混凝土配制

项目中使用的混凝土必须满足项目对其强度、耐久性和易性等指标的要求。在保证实际使用性能的情况下,应最大限度地发挥钢纤维混凝土的加固效果,最大限度地减少钢纤维混凝土用量,最大限度降低其成本。为了使 SFRC 具有更好的增强效果,在制备 SFRC 时,应根据 SFRC 的特性和要求选择 SFRC 的最佳比例。每吨水和混凝土的消耗量可根据项目的具体施工条件和现场的具体情况相应增加和调整。在本项目中,先将钢纤维粗骨料加入混凝土中,然后在加入混凝土 2 分钟后加水湿拌 5 分钟。通过对 SFRC 的工作性能和经济性能的分析,提出在保证其抗压强度的前提下,对 SFRC 工作性能和性能进行分析。在施工过程中,应将结块钢纤维及时除去。通过对试验结果的分析,提出了利用机械振动与手工振动相结合的方法,确保了振动后混凝土的质量,达到了土建施工的要求。在此基础上,将配制好的钢纤维混凝土直接铺设在桥面上,并对混凝土砂浆进行修整,采用找平层法进行表面处理,使其具有良好的施工效果。

## 5 结语

在公路桥梁施工中,由于其施工过程的特殊性,必须根据不同时期的特点采取不同的工艺方法。在国内许多建

筑工程中,钢纤维混凝土作为一种新的施工技术,这对保证项目的质量起着举足轻重的作用。本文结合实际工程,对钢纤维砼在高架桥上的应用进行了论述,并对其在路桥施工上的应用进行了详细的论述。目前,钢纤维混凝土是一种广泛应用于公路桥梁施工的新技术。与常规混凝土相比,混凝土的抗拉强度在配筋、模板安装和钢纤维比等方面均有提高。复合材料的弯曲、剪切和压缩强度显著提高。因此,在公路和桥梁的建设中,不仅要注意使用现有的钢纤维混凝土技术,还要根据现有的钢纤维混凝土工艺进行改进,以获得更好的工程效果。

#### [参考文献]

- [1]林晶. 钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用分析[J]. 工程机械与维修, 2022(4): 102-103.
  - [2]覃绍许. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用分析[J]. 运输经理世界, 2022(18): 142-144.
  - [3]商国峰. 钢纤维混凝土技术在公路桥梁施工中的应用分析[J]. 工程建设与设计, 2022(8): 110-112.
- 作者简介: 杨永炎(1993.1-), 男, 毕业学院: 湖南工学院, 专业: 安全工程, 单位: 新疆北新路桥集团股份有限公司, 职务: 安全员, 职称: 初级。