

道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用分析

祝青

(成武泰兴公路工程有限公司, 山东 成武 274200)

摘要: 钢纤维混凝土属于新型复合材料, 由于其性能优越, 如: 卓越的抗冲击性能, 较高的抗剪、抗拉、抗弯强度, 耐久性好等, 已被各类工程广泛应用。文章围绕钢纤维混凝土发展情况与主要特点进行分析讨论, 提出钢纤维混凝土施工技术 in 道路桥梁施工中的应用流程与应用方法, 以显著提升路面或桥面力学性能, 有效延长道路桥梁工程的使用寿命, 保障交通运输安全。

关键词: 钢纤维混凝土 道路桥梁 应用流程

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.20.175

钢纤维混凝土是一种新型复合材料, 将短钢纤维(乱向分布)均匀加入普通混凝土内, 基于纤维强化体系可有效提高混凝土抗冲击、抗拉、抗剪以及抗疲劳等性能, 且在延性方面表现较好。在道路桥梁工程中运用钢纤维混凝土, 有利于提高道路质量、延长道路使用寿命, 但是此种方法也存在部分不足, 如流动性不佳, 在搅拌及振捣进程中, 钢纤维极易成团或折断, 凝结时间较短等, 对此加强钢纤维混凝土施工技术研究具有重要意义, 本文主要围绕钢纤维混凝土施工技术展开详细分析。

一、钢纤维混凝土发展概述

随着国家对基础设施投入的增大, 道桥工程飞速发展, 混凝土是道桥工程领域常用材料, 同样发展迅速。目前各国学者对混凝土研究越加深入, 高效减水剂、高分子材料、多种纤维逐渐应用于混凝土当中, 高性能混凝土(高强度、耐久性好、流动性好等)被研究出来。然而, 高性能混凝土虽然满足了人们对混凝土性能的部分要求, 但是其抗拉强度低、脆性大的缺点依旧没有得到改善, 这些不足依旧会限制混凝土材料在道路桥梁工程中的应用。为了改善这些不足, 研究者提出将纤维作为增强材料加入混凝土中, 即纤维增强混凝土。加入纤维后混凝土的延性和抗拉性能都有较为明显的提高。钢纤维、玄武岩纤维、碳纤维、聚丙烯纤维等都是目前常用的纤维类型。相较于其它纤维, 钢纤维具有较高的弹性模量和抗拉强度, 与混凝土复合使用后有较高的优越性, 故钢纤维混凝土是目前广泛使用的纤维混凝土。钢纤维混凝土韧性、抗裂性能、耐久和疲劳性等都较好, 因此在道桥工程中, 钢纤维混凝土在路面铺设、桥面铺装和机场跑道等方面较为常用。钢纤维混凝土的使用可以减小面层的厚度, 加长伸缩缝的长度, 延长路面的疲劳寿命, 同时可以降低路面的维修费用。由

于其强度相较普通混凝土而言较高, 在相同的强度要求下, 使用钢纤维混凝土更加经济^[1]。

二、道桥工程中采用钢纤维混凝土的优势

混凝土中由于掺入了钢纤维, 当混凝土出现开裂后, 横跨裂缝的钢纤维成为主要抵抗外力作用的承受者, 抑制混凝土内部裂缝的继续发展。钢纤维混凝土与普通钢筋混凝土相比, 在力学和物理性能方面具有较大优势。

(一) 混凝土耐久性能得到提高

混凝土中掺入了钢纤维, 使得钢纤维混凝土具有良好的耐久性能, 如钢纤维混凝土的耐冻融性、耐磨性以及耐腐蚀性。根据相关试验结果表明, 普通混凝土经过150次冻融循环后, 其抗压强度会下降60%以上, 而掺入钢纤维后的混凝土, 其抗压强度仅下降20%。另外, 钢纤维混凝土具有较好的耐腐蚀性。普通混凝土在腐蚀性海水中, 混凝土中的钢筋会容易锈蚀, 导致锈蚀层体积膨胀而胀裂混凝土。钢纤维混凝土则只有表层钢纤维出现锈斑, 内部钢纤维则未受腐蚀, 充分表明了钢纤维混凝土相比普通混凝土, 具有更优的耐腐蚀性。

(二) 混凝土各项强度增大

混凝土中掺入钢纤维, 有效提高了混凝土强度, 同时提高了抵抗外力的能力, 如混凝土抗压强度、抗剪强度和抗拉强度的提高, 尤其是混凝土抗拉强度提高较为明显, 加入钢纤维后的混凝土抗拉强度约提高25%~50%, 这是钢纤维混凝土在道桥工程中得到应用的重要原因之一。

(三) 混凝土抗冲击性能和抗裂性能得到提高

混凝土中掺入钢纤维, 由于钢纤维自身优势的抗裂性和韧性, 提高了混凝土抗冲击性能和抗裂性能。掺入钢纤维后的混凝土, 其抗冲击性能可提高2~7倍。另外, 钢纤维有利于限制混凝土内部裂缝的发展, 钢纤维混凝土因此而具

有较好的抗裂性能^[2]。

三、钢纤维混凝土技术在道桥工程中的应用流程与应用方法

(一) 应用流程

本文以某道桥工程作为分析对象，该项目原设计桥面为8cm沥青混凝土，但由于在工程施工过程中主跨梁顶面未设置调平，导致其梁面平整度控制难度大大提升，进而导致沥青混凝土层施工质量无法切实满足工程施工需要，同时，在原设计中外箱梁顶竖向预应力筋顶端位于沥青混凝土层内，不仅对混凝土的正常摊铺产生了不利影响，还提升了锚头的防腐难度。为切实保证桥梁工程的顺利施工，工作人员采用钢筋纤维增强钢网混凝土CF40进行桥梁的桥面铺装。

1. 施工准备

首先，为保证工程项目能够顺利进行，要求施工人员充分获取施工现场的信息数据与资料参数，明确影响施工正常开展的外部因素，完成相关内容的全面分析，确保施工过程有序进行，保证材料制备所涉及的机械装置配备齐全。

其次，要确保施工过程中所采用的钢筋混凝土材料通过质量检测，符合安全标准，并且根据工程的实际需要，明确钢纤维混凝土的比例配制。在此过程中，一方面，要做好水和外掺剂的选择，要求在制作钢纤维混凝土的过程中严格控制用水量，依照120~170g/m³的标准进行适当添加，并控制好水灰比，确保其数值在0.4~0.5之间。在施工过程中要根据实际情况加入一定量的减水剂，以促进提升钢纤维混凝土材料的性能^[3]。另一方面，要做好钢纤维混凝土施工技术的配合比，在确定配合比参数的过程中，其相关内容大致与普通混凝土材料的配比流程一致，主要步骤可依次分为：依照材料的实际强度参数及设计要求确定适配抗折强度；确定水灰比参数后要依照适配抗压强度完成相关数据的测算，全面分析混凝土强度，确保其满足施工质量要求；在计算钢纤维体积率时，要将材料抗折强度作为计算基础，确保其参数不高于1.5%；要掌握单位体积内的用水量，要求施工人员在工程开展前通过实验的方式确定具体的添加量；根据实验结果确定材料的含砂率，并进一步探究材料的体积率、种类等数据参数；采用体积算法确定具体的配合比参数。

最后，要合理选择相关材料的铺设方式，依照不同的施工区域进行针对性设计。同时要注意：施工人员需要对桥面进行全面检查，准确检测桥面标高参数，对于超出设计要求的松散部分应及时清除处理，使铺装层厚度满足安全标准。为了确保铺装层与桥面板有效连接，要对上层结

构进行凿毛处理，利用高压水枪清洁桥梁表面，确保杂质不会影响工程质量。

2. 钢筋敷设

钢筋敷设的施工步骤主要分为：遵循设计图纸的施工内容，准确标注钢筋的敷设位置；在钢筋交汇区域利用打孔的方式，向其添加短钢筋材料，把控好材料长度；依照实际施工位置进行固定处理，并对钢筋进行绑扎，确保钢筋网与支架网能够保持极高的稳定性和强度，且两者之间的间隔距离要满足预先设计好的数值大小。

3. 模板安装

首先，在钢筋敷设完成后要开展钢模支立工作，要求所采用的支架和钢架都可以有效实现平顺过渡。其次，要确定模板与梁顶的实际连接位置，并做好全面检查，判断模板安装区域是否存在漏浆问题。如有，需要进行填补处理，可采用喷涂隔离剂的方式，使桥梁成品表面能够相互粘结，避免构件脱模，切实达到加强工程整体质量的目的。

4. 浇筑与振捣

①材料铺设之前要在桥梁结构表层进行洒水处理，并控制好洒水周期。通常需要每隔3h左右开展一次洒水工作，直至施工结束后方可停止洒水处理。同时，施工人员要使用专业设备进行找平工作，保证桥梁结构满足平整性要求。

②振捣摊铺环节，在切实保证结构表面平整后，要通过人工的方式使混凝土结构具有良好的均匀性。在工程边角区域使用振捣棒，而在工程中间区域则需使用振捣器械完成施工处理，当前最常使用的设备主要以平板振捣器为主。该设备的优势在于激振频率高、振幅小，能够大幅度提升构件的密实度，且成型效率高，可以切实保障混凝土表面密实。此外，要避免产生拥包现象，拥包是指结构表面出现局部隆起，通常是由于混合料的用量不够准确，或是基层未充分压实，需要施工人员进一步缩短同一位置的停留时长，控制好振捣时间，防止出现漏振、过振的情况^[4]。

③提交处理阶段，要求施工人员严格遵循技术标准，对混凝土表面进行清洁处理，保证铺设后的路面能够满足均匀度要求。

④成型阶段，该阶段属于工程施工的关键环节，若钢纤维混凝土材料杂质过多、纤维不够匀称、含砂量超标都会严重影响工程质量。因此，需要施工人员采用真空吸水的方式完成桥梁表面的细化处理，使各项数据参数满足安全标准，并在模板拆除后全面检查钢纤维材料的外漏情况。若存在外漏，需要进行抹平处理，保证施工质量达标。

⑤刻槽施工，在刻槽时需要控制好刻槽深度与间距。通常情况下，槽宽需要设置在5mm左右，槽深则要保持在

6mm, 槽间距需控制在20~30mm之间, 刻槽的总体面积要占到桥面积的15%左右。

5.切缝处理

切缝处理的主要工作是设置横向伸缩缝, 要求施工人员从桥墩顶部开始将间隔距离控制在30m左右, 并进行横向伸缩缝的铺设, 横向伸缩缝要与防护栏保持垂直, 管理人员要把控好固化时间, 通常情况下固化时间需要超过24h。

6.养护

在混凝土制作完成后, 要对混凝土进行养护工作, 由于混凝土自身对温度和水的要求较高, 所以, 养护的主要目的在于创造适合混凝土存放的环境。首先, 要保证温度适当。我国对于混凝土保养的温度要求为18℃~22℃之间, 该温度下的混凝土能够有效保证硬化度。其次, 要保证环境的湿度维持在95%以上, 保证混凝土的各项性能不发生变化。最后, 要定期采取相应的养护方法。常用的养护方法分为: 自然养护, 利用平均气温高于5℃的自然条件, 在混凝土表面浇水, 在养护期间不与构件、水泥和外加剂接触, 常温天气养护时间不能少于7d, 如有特殊抗冻要求, 则至少维持14d。蒸汽养护, 借由锅炉制备的蒸汽笼罩在混凝土表面实现衬砌养护, 依靠蒸汽维持混凝土表面温度和湿度, 适用于冬季养护。养护液法, 在混凝土结构表面涂抹养护液, 养护液在挥发后形成塑料薄膜, 将之与空气隔绝, 阻止混凝土的水汽挥发, 适用于夏季养护。满水法, 在混凝土四周搭接铁钉固定, 在浇注完成后使用粗木进行抹平, 并提前进行喷雾养护, 该方法能够有效保持混凝土的表面强度, 不会出现空鼓现象, 使混凝土保持良好的外观, 同时降低找平、护角等维修费用。应结合实际情况, 合理选择混凝土的养护方法, 以保证工程质量^[5]。

(二) 应用方法

1.桥面铺装运用

钢纤维混凝土施工技术进行桥面铺装时, 需要控制好材料的铺装厚度, 保证桥梁的自身重量得到大幅度降低, 使工程整体结构得到切实优化, 并把控好各项配比参数。例如, 水泥选择P·O42.5普通硅酸盐水泥; 砂采用中粗砂; 石料粒径在钢纤维长度2/3左右; 水灰比需要控制在0.43; 钢纤维为1%; 中砂用量为970kg/m³; 水用量为170kg/m³; 含砂率需保持在46%; 塌落度控制在70mm左右; 桥面铺装的钢纤维混凝土在28d后, 应保证抗折强度高于6.3MPa, 抗压强度高于46.5MPa。

2.边坡加固

在桥梁工程边坡加固时, 需要利用钢纤维混凝土施工技术使其具有良好的稳定性与可靠性, 使整体结构保持极

高的耐久性。在应用过程中, 施工人员可采用喷射设备将钢纤维混凝土添加到边坡结构上, 使结构具有一定的防渗效果, 借助钢纤维混凝土较低的透水性、较高的回弹率防止离析现象的产生。

3.局部加工

在使用钢纤维混凝土施工技术完成桥梁局部加工的过程中, 需要采用转子型喷射机进行材料喷射工作, 要求喷射距离控制在15cm左右, 用以解决桥梁应用过程中可能出现的面板裂缝, 进一步提高桥梁的抗震效果。

4.桥梁罩面

道桥工程本身会受外界温度变化影响, 容易在温度应力的作用下, 使混凝土表面产生裂缝, 需要施工人员采用钢纤维混凝土施工技术预防出现裂缝现象, 避免裂纹不断扩大, 具体的应用方式主要分为三种: ①直接式, 是指将混凝土材料直接覆盖在桥梁路面上, 通常应用在破坏程度相对轻微的部位。该方法操作便捷, 能够充分凸显混凝土材料的性能优势。②结合式, 是指混凝土之间进行充分结合, 彼此形成有机整体。③分离式, 添加的钢纤维混凝土需要与旧混凝土保持相对独立, 无须进行连接操作, 要求在中间设置隔离层, 确保各层面能够单独发挥修复作用^[6]。

四、结语

综上所述, 现阶段钢纤维混凝土凭借着优良的抗形变、抗冲击以及抗压、抗弯、抗剪、抗裂、抗疲劳性能, 在道桥工程领域得到了推广应用。由于不同道桥工程存在差异, 需根据项目实际情况, 选择合适的施工方式、科学制定施工方案, 对施工各个环节进行管控, 切实提升钢纤维混凝土施工成效, 保证工程建设质量可靠, 提高人们与车辆通行舒适性与安全性。

参考文献

- [1]薛天锋.钢纤维混凝土技术在道路桥梁建设中的实践研究[J].河南科技,2021,40(04):109-111.
- [2]尹宝生.钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用分析[J].智能城市,2021,7(13):165-166.
- [3]阿丽亚·沙塔尔.钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的实际运用[J].黑龙江交通科技,2021,44(09):136,139.
- [4]陈石林.基于钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的实践分析[J].运输经理世界,2020(05):106-108.
- [5]杨玉森.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,2021(34):115-117.
- [6]韩景科.钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用新探[J].工程建设与设计,2020(05):180-182.