

钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用分析

李常璠

(浙江省建投交通基础建设集团有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要 道路桥梁工程的桩基、箱梁、墩台以及路面等结构主要采用混凝土浇筑而成,普通的混凝土材料容易受到温度、外部应力、冻胀等各种因素的影响,进而产生结构性裂缝。在混凝土材料中添加适量的钢纤维之后可显著提高其抗拉性能、抗冲击性能等参数,对提高结构强度、预防结构裂缝等具有突出的效果。因此,在道路桥梁工程中应该积极使用钢纤维混凝土材料提高其整体性能和环境耐受力。本文研究钢纤维混凝土的性能特点、配合比、搅拌方法、浇筑方法,并且分析了这种施工方法在路桥工程中的应用方式,旨在为相关人士提供参考。

关键词 钢纤维混凝土 道路桥梁工程 原材料 混合比

中图分类号:U415

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2022)07-0016-03

道路桥梁工程的质量通病集中在混凝土结构上,常见类型包括路面、墩台、箱梁等部位的结构裂缝,混凝土本身的性能对这些结构物的质量、强度等具有深远的影响。钢纤维混凝土作为一种优异的复合型材料,具备突出的抗拉、抗冲击、抗弯折性能。将这些施工材料应用于道路桥梁工程中可显著提高其质量,研究钢纤维混凝土施工技术对促进此类工程项目的发展具有积极的作用。

1 钢纤维混凝土的性能特点

道路桥梁工程的强度、抗震性及耐久性与混凝土结构的抗拉性能、抗弯性能等密切相关,普通的混凝土材料在施工时会因为温度控制不到位、养护措施不规范而产生裂缝,在普通混凝土材料中添加适量的钢纤维可显著地提高其抗拉性能、抗剪性能以及抗弯性能,形成复合型材料。钢纤维混凝土材料具有如下特点:

(1) 突出的抗拉性能。混凝土材料本身具有一定的抗拉性能,当其受到内、外部应力的作用,并且这种应力超过材料本身的抗拉性能时,就会在混凝土结构上产生裂缝。例如,大体积混凝土浇筑之后会因为水泥的水化生热而形成热胀冷缩效应,热量积聚在混凝土结构内部,产生向外的膨胀作用力,当这种作用力超过抗拉性能时就会形成裂缝。钢纤维分布在混凝土材料内部,水泥附着在这些纤维材料上,其抗拉性能会显著提升。钢纤维混凝土结构的抗冲击性能、抗弯折性能也会因此而显著提高;

(2) 优越的经济性。钢纤维

混凝土材料的性能非常优越,在同等强度和承载力下,钢纤维混凝土材料的体积用量比普通混凝土更少,水泥、粗细集料的用量也更加节约,施工成本也有所下降;

(3) 具有明显的收缩性。普通混凝土材料在凝固时会逐渐流失水分,在夏季高温条件下水分流失速度较快,如果不能及时补水,甚至会引发干缩裂缝。在混凝土中加入钢纤维之后会降低其收缩值,通常下降幅度可达到7%~9%,这种混凝土材料具有显著的抗干缩裂缝性能^[1]。

2 钢纤维混凝土的配置方法

2.1 原材料要求

第一,钢纤维。按照材质划分,钢纤维材料包括普碳钢纤维、不锈钢纤维、合金纤维等,不同材质的钢纤维在抗拉强度上存在很大的差异,钢纤维的长度一般在20mm~60mm之间,国内常用的钢纤维长度为30mm、35mm,通常单根钢纤维的抗拉强度不得低于800N/mm。在施工之前要对钢纤维的长度、物理性能、直径等性能参数进行严格的检查,并且确保其表面不存在油污、泥土等污染物^[2]。另外,钢纤维粘结在一起,会形成团块,这种情况在配置混凝土时会产生严重的干扰,导致其不能搅拌均匀。

第二,水泥。根据混凝土的设计强度选择合适的水泥材料,并且在施工之前通过专业机构检测水泥的细度、体积稳定性、坍落度、初凝时间和终凝时间等性能参数,不同厂家、不同批次的水泥都要经过严格的检测。

第三,粗、细集料的质量要求。检查粗、细集料时要重点关注其材质、粒径范围、含泥量等关键参数,以含泥量为例,粗集料在开采、加工和运输的过程中可能会沾染淤泥、黏土等污染物,如果不能严格控制这一参数,由此配置成的混凝土材料会存在较大的质量缺陷,凝固之后易产生裂缝。粗集料采用集配关系来配置,常规的粒径为2.36mm、4.75mm、9.5mm、16mm等,粗细相间的粒径可使其达到良好的密实程度^[3]。

第四,减水剂。混凝土的流动性是影响施工效果的重要因素,在配置混合料时可在其中添加适量的减水剂,其作用是优化钢纤维混凝土的水胶性能,改善其流动性,减水剂大的主要成分是聚羧酸。

2.2 合理设计混合比

要保证钢纤维混凝土的性能,就应该根据设计要求严格控制各种原材料的比例,道路桥梁工程中使用的普通混凝土通常都提出了具体的强度要求,即使没有加入钢纤维,普通混凝土的强度也不能低于设计强度的标准值,加入钢纤维之后是在原有的设计基础上实现进一步的性能提升。为了确定最佳混合比,施工之前可制作钢纤维混凝土试块,采用不同的比例,对比混合料的坍落度、流动性、凝固后的强度,进而确定出最佳的混合比。在工程实践中通常将钢纤维的体积率控制在1.0%~1.5%之间。

2.3 钢纤维混凝土的拌合及运输方法

第一,钢纤维混凝土的搅拌。(1)钢纤维的处理。钢纤维容易发生塑性形变,在运输过程中有可能结块,将其直接投入混合料搅拌时难以分布均匀,进而影响混凝土质量,为了避免这一情况,可使用专门的打散机将其彻底分离开,消除结团、结块的现象;(2)搅拌机械。路桥工程的混凝土用量大,需采用机械方式来搅拌配置,大规模配置时可使用大型的拌和站或者滚筒式搅拌机,少量配置时可人工方式来处理;(3)加料方式。各种材料进入搅拌机械的顺序直接影响着钢纤维混凝土的质量,按照先细料后粗料的方式逐步加料。因此,应先加入水泥,然后依次加入钢纤维、细集料、粗集料和水。另外,钢纤维应该分批、分次加入搅拌,一次性投料会导致其在机械中结块,不能分布均匀;(4)拌和方式。在水泥、钢纤维和粗细集料没有搅拌均匀之前不应提前加水拌合,因为加水之后水泥会变成黏稠的浆液,粘附性增强,如果钢纤维没有搅拌均匀就加水,后续再搅拌也难以达到良好的效果。因此,在工程实践中可先采用干拌方式,当各

种材料混合均匀之后再加水搅拌。通常干拌的时间控制在1~2分钟之内,之后再加水搅拌2~3分钟之内。单次拌和过程中不能将搅拌机填满,由于水泥和集料具有较高的粘稠度,单次搅拌量过大会导致机械设备难以负荷^[4]。因此,单次搅拌量应控制在机械设备容量的60%以内。

第二,钢纤维混凝土的运输。混凝土中的粗集料和钢纤维在运输过程中有可能逐渐沉积在底部,导致其出现离析的质量缺陷,此时,上层混凝土水泥浆液,骨料和钢纤维分布在下层,其流动性严重下降,水泥泵车也无法将其灌注到位。为了避免这一问题,施工单位在制备混凝土时要合理选择作业位置,距离浇筑点不能过远,减少路程时间。另外,钢纤维混凝土本身存在特定的凝固时间,通常初凝时间在1到3个小时之内,钢纤维混凝土在运输时要将路程时间控制在初凝时间之前^[5]。

3 钢纤维混凝土在道路桥梁施工中的应用

3.1 钢纤维混凝土的应用范围

第一,路面铺装。理论上讲钢纤维混凝土材料可用于各种路桥混凝土结构施工,但最主要的使用场景是路面铺装。路面结构最常见的质量通病是结构性裂缝,这是因为路面混凝土结构受到地基不均匀沉降、温度控制不到位等多种因素的影响,容易产生结构裂缝。而钢纤维混凝土结构凭借良好的抗冲击性和抗拉性,在预防路面结构裂缝方面具有突出的优势。

第二,局部加固。路桥的墩台、箱梁、排水结构等承受着较大的应力或者较为复杂的环境条件,这些部位常常产生结构性裂缝,为此,可使用钢纤维混凝土材料对这些重要的部位进行充分的加固,防止其受到应力作用而产生裂缝或者表层脱落的问题。

第三,桩基施工。桥梁工程的桩基是非常关键的结构承载物,并且桩基埋设于地下,容易受到地下水、冻胀等各种不良因素的影响,因此,可使用钢纤维混凝土材料浇筑桩基础结构。

3.2 施工准备

第一,支模。路桥工程现浇混凝土施工要在基础面上搭建模板,常用的模板材料为胶合板、钢模板或者铝合金模板等,在选择模板时要综合考虑其承载力、密封性以及表面的平整性,模板搭建顺序为底模、侧模、端模以及顶模,搭建过程中要采取有效的措施对其实施加固,防止模板在混凝土的冲击下出现变形,在模板的接缝位置要设置密封条,防止漏浆。

第二, 绑扎钢筋。路桥工程中, 要在混凝土结构中设置一定数量的钢筋, 施工前通过批量检查的方式对钢筋的抗拉性能、屈服强度、抗弯性能等实施严格的检查, 必要时可委托专业的第三方机构。

第三, 桥面和路面洒水。钢纤维混凝土材料含有较大水分, 这是确保其流动性和凝固效果的关键因素, 路面或者桥面的基层具有一定的吸水性, 如果直接将混凝土浇筑在干燥的路面或者桥面基层上, 混凝土中的水分会大量流失, 进而严重影响其凝固质量。施工之前应该提前3小时在基层洒水, 确保水分彻底渗透, 此时再浇筑混凝土时就不会流失水分, 混凝土的运输时间和等待时间要在初凝之前。

3.3 钢纤维混凝土浇筑

第一, 机械检查。钢纤维混凝土通过泵车浇筑, 施工之前严格检查模板、钢筋的具体情况, 确保其固定牢靠。路桥工程大多采用一次性连续浇筑的作业方式, 为了保证实施效果, 混凝土运输车辆和混凝土泵车之间要达到良好的配合效果。

第二, 浇筑。施工过程中采用机械方式作业, 避免混凝土材料堆积在一起, 因而要根据作业面将其均匀地摊铺开来, 如果在局部位置出现堆积, 可采用人工方式将其摊铺均匀。混凝土运输车辆和浇筑车辆应该提高配合效果, 尽可能避免中断。

第三, 振捣。混凝土振捣操作可使用振捣棒或者振捣器, 但是在钢纤维混凝土的振捣操作中不宜使用振捣棒, 因为振捣棒插入到混凝土之后会导致钢纤维集中在一起, 形成集束, 达不到均匀分布的效果。因而在振捣钢纤维混凝土时应该以振捣器为主, 振捣器只作用在其表面, 不会引发集束的问题。

第四, 混凝土结构表面处理。合理情况下钢纤维应该均匀地分布在混凝土材料内部, 但是在振捣过程中有些钢纤维材料会移动到面层, 这些暴露在外部的钢纤维会成为严重的质量缺陷, 甚至会划伤作业人员。浇筑振捣结束之后应该及时抹面, 使暴露在外部的钢纤维材料重新回到混凝土内部。

3.4 后期处理及养护

第一, 切缝。采用一次性连续浇筑的方式虽然能显著提高钢纤维混凝土结构的施工效果, 但是在道路凝固之后还要在其表面实施切缝处理。路桥混凝土结构受到热胀冷缩效应的影响, 其体积会有所变化, 尤其是低温冻胀情况。混凝土结构凝固到一定强度之后, 要在其表面切缝, 为混凝土结构预留出足够的伸缩空

间。在实施切缝操作时要控制好间距、深度等参数, 通常切缝间距为30m, 深度一般控制在3cm之内, 切缝时要确保混凝土结构的强度达到设计强度的50%以上。

第二, 养护。(1) 钢纤维混凝土结构的养护效果是决定其施工质量的重要环节, 在浇筑完成的初期阶段, 要监控钢纤维混凝土的内部温度, 可在结构内部设置温度采集传感器, 当其超过安全阈值, 可通过冷水循环降温的方式来加以控制, 施工前要事先在混凝土结构中设置冷水管;(2) 在钢纤维混凝土结构养护阶段要重视环境温度, 夏季高温情况下将塑料薄膜覆盖在结构物表面, 可有效防止水分的快速流失, 进而预防干缩裂缝。冬季施工时要将施工时间控制在下午5点之前, 作业时的温度不得低于5℃。实际上钢纤维混凝土结构本身具有显著的抗拉效果, 可在一定程度上预防干缩裂缝和膨胀裂缝, 但是基本的养护措施依然是必要的。

4 结语

钢纤维混凝土材料凭借优异的抗拉性能、抗剪性能、抗冲击性能, 可显著提高道路桥梁工程的质量、环境耐受力以及抗震性能。钢纤维混凝土材料可用于浇筑路桥工程的桩基、墩柱、墩台、箱梁以及路面等结构物。在施工时要合理配置混合料的比例、钢纤维的投料方式、搅拌方式, 并且在浇筑之后通过振捣器将混合料密实到位。

参考文献:

- [1] 刘振英, 赵如愿, 李双丞, 等. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术应用研究 [J]. 交通世界, 2017(12):128-129.
- [2] 程敏. 浅谈钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用 [J]. 商品与质量, 2017(24):117.
- [3] 张海涛. 钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用浅述 [J]. 工程技术: 引文版, 2016(03):154.
- [4] 张波, 潘明冬. 浅谈钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中应用与质量控制 [J]. 建筑工程技术与设计, 2016(09):1020.
- [5] 高金虎. 论钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用 [J]. 环球人文地理, 2017(10):60.