

论分析钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用

龙梅虎

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]公路桥梁作为一项重大的经济建设项目,对推动地区经济发展,提高人民生活水平起到了举足轻重的作用。近几年,伴随着交通运输业的迅猛发展,公路桥梁工程的规模越来越大,施工规范也越来越高。混凝土是桥梁和公路建设中使用最为普遍的一种结构形式,它的结构和性能受到人们的高度重视。基于此,文章分析了钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用策略。

[关键词]钢纤维混凝土施工技术;技术应用;路桥施工;施工技术

DOI: 10.33142/ect.v3i3.15688

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Discussion on the Application of Steel Fiber Reinforced Concrete Construction Technology in Road and Bridge Construction

LONG Meihu

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

Abstract: As a major economic construction project, highway bridges play a crucial role in promoting regional economic development and improving people's living standards. In recent years, with the rapid development of the transportation industry, the scale of highway and bridge engineering has become increasingly large, and the construction standards have also become higher. Concrete is the most commonly used structural form in bridge and highway construction, and its structure and performance are highly valued by people. Based on this, the article analyzes the application strategies of steel fiber reinforced concrete construction technology in road and bridge construction.

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

引言

公路桥梁项目是交通网络的基本组成部分,在城镇化过程中起着至关重要的作用。各主管机关和施工企业要尽最大的努力改善道路桥梁的施工质量,采取多种措施,选用合适的施工工艺和施工技术,使公路桥梁的安全得到有效的保障。钢纤维混凝土作为一种新型的桥梁建设方法,具有操作简便、经济效益高等优点,能够较好地解决由于普通混凝土结构强度不够而引起的一系列质量和安全问题^[1]。

1 钢纤维混凝土应用于路桥施工中的优势

1.1 节省混凝土、钢筋材料用量

由于其优越的力学特性,使其在公路、桥梁等领域得到了充分的应用,在某种意义上替代了常规公路桥梁建设中的水泥混凝土地位。正是其优异的特性,使得在相同的强度条件下,减少了混凝土的使用,大大节省了建设费用,同时也减少了桥梁和公路的自重。通过试验和计算,在相同的强度条件下,采用不同比例的钢纤维混凝土,其所需的混凝土比素要少 30%。此外,高强度钢纤维(SFRC)可以替代某些常规混凝土中的钢筋用量,且可选择比普通钢材略细 1~2mm 的钢材。

1.2 施工便捷,缩短工期

钢纤维混凝土的抗拉强度比普通混凝土更大,能够在

现场进行连续施工。特别是对于大体积混凝土施工的公路、桥梁施工,采用钢纤维混凝土施工技术可以大大节省施工周期,并能在某种意义上减少施工时间。与常规混凝土比较,采用钢纤维混凝土可缩短公路桥梁建设周期 1/3。

1.3 提升桥面整体性能及观感

公路桥梁施工除了本身的功能和特色之外,其外观也非常关键。作为城市及我国道路交通网络的标志之一,采用钢纤维混凝土,具有比一般混凝土更高的结构强度,可以在一定程度上降低材料的用量,减小其尺寸,让整个桥梁看起来更加轻薄美观,并且在增加了抗拉强度之后,在仅设置横向缝不设置纵缝的情况下,能够形成一个统一整体,改善了整个桥面的使用效果和外观^[2]。

2 钢纤维混凝土施工技术在路桥工程施工中的影响因素

2.1 工程建设周期因素分析

在公路桥梁的建设过程中,由于各种因素的干扰,导致了工程进度的不确定性,进而降低了整体的经济效益。在采用钢纤维混凝土技术进行施工时,必须确保项目的进度符合时间要求,从而改善项目的状态。就工程技术的运用而言,项目工期已成了最大的制约,因此,必须在工程建设期间,适当引入相关的钢纤维混凝土施工技术,确保

施工程序的规范化,使作业标准化,降低安全隐患,合理地安排工程的建设内容,控制工程的施工进度,从而确保工程的成本。

2.2 工程施工地点因素分析

在公路桥梁建设中,转换路段的稳定和可靠度是影响公路桥梁建设的重要因素,一旦出现失误,轻则酿成灾害,给项目带来重大的经济损失。其中,对于不同的工地,其所处的环境也是不同的,因此,在建筑的构造形式等上,会有一定的差异,若不能很好地处理,将会对项目建设产生一定影响。因此,在进行路桥建设前,必须先对建设区域的地质环境进行调研,充分掌握当地的地质状况,根据各种情况进行分析,以便在具体的工程建设过程中制订出合理方案,在发生突发事件时能够迅速反应,减少对项目的不利影响,为公路桥梁项目顺利、高效地进行打下坚实的基础。

2.3 工程施工自然环境因素分析

由于公路桥梁建设所处的自然环境较为开放,其自身的自然环境对其建设有较大影响。首先,不能轻视水在大自然中的作用,在建设过程中,若没有良好的排水条件,将导致水进入,从而导致基础的强度降低。此外,风、雨、雪等天气条件也非常关键,这不但关系到工程的建设质量,而且还关系到项目的建设进程,因此,必须要事先掌握天气状况,将天气条件对工程建设的影响降到最低,以确保项目建设的顺利有序^[3]。

3 钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用策略

3.1 工程案例

以某城市快速路钢纤维混凝土路面铺装工程为例。这条公路的长度为 28.2 公里,基础从上到下、由低到高分分别是:4%的水泥稳定碎石基层、18cm 的普通混凝土底层、18cm 的钢纤维混凝土路面。研究表明,该结构具有良好的力学性能。根据试验结果,优选出的混合料水胶比为 0.32、水泥掺量 420kg/m³、砂率 40%、粉煤灰 25%、聚羧酸减水剂与引气剂复合掺量 1.5%、0.03%,并对其进行了试验研究。在施工中,使用手工将钢纤维均匀地洒在路面上,使用滑动式摊铺机进行摊铺,铺设速率约为 1.2m/min;混凝土的输送采取槽车,进料温度低于 25℃;振动振动以 2.3kw。

3.2 路面铺装

与一般水泥混凝土道路比较,钢纤维混凝土路面在工作方面有着显著的优点:抗裂能力强,开裂量小,不易产生贯通裂纹,具有较好的抗磨损性能和较光滑的路面纹理,较低的车辙深度,且具有良好的耐疲劳性能,延长了汽车的使用寿命。采用滑模摊铺机铺设,其摊铺速率以 1.0~2.0m/min 为宜;混凝土路面的厚度通常在 12~26cm 之间,其容许误差在-0.5cm~+1.0cm。为了保证道路的平整性,

在第一次浇筑之前,必须使用 3m 长的机械式振梁碾压平整。并在凝结之前,对路面进行纵横方向的碾压,纵缝宽 3~4mm,横缝 5~8mm,缝深度 1/3~1/4。由于钢纤维混凝土路面表面不能使用覆膜,否则会造成表面的干缩变形,应采取喷洒的方法进行保湿,并在 14 天内完成。在其强度未达 70%时,不允许通行。应用该技术对沥青混合料进行处理后,其开裂情况得到了明显的改善^[4]。

3.3 钢纤维混凝土制作

采用钢纤维混凝土施工技术的重点是合理配置优质的结构,并合理应用到实际工程中。钢纤维混凝土的生产过程分为五个阶段。第一,对该项目施工中所需要的基础材料进行研究;第二,对钢纤维和混凝土配合比进行分析,选出最优设计;第三,采用适当的钢纤维填充方式;第四步,将材料进行混合,制成样品;第五,在试件凝固完成后,对试件进行强度和力学特性测试,以确定其满足施工要求。混凝土基础原料可以按素混凝土配合比来算。在将钢纤维嵌入到混凝土中时,应从全局出发,综合各种影响因素。在实际工程应用中,随着钢纤维掺入量的增加,对混凝土本身的增强作用越来越明显。如果掺入太多,就会影响到与结构强度有关的抗剪和抗弯性,或者破坏了钢筋的刚度,造成了较大的钢材损耗。为此,必须对钢纤维的最优掺量进行合理估算。在进行了以上分析之后,需要进行混合料混合,进行钢纤维混凝土的制备、试块的制作和预压实验。对其进行预压实验,以检验其符合施工要求。由于该项目设计的挠度不超过 300mm,所以经过施工单位的研究,可以采用重型夯法对其进行预压沉降测试。经测试,各项指标均满足设计指标。

3.4 材料配合比设计及试验

在进行钢纤维混凝土制备和试件测试的基础上,根据现有的钢纤维混凝土物性指标,制定合理的材料配比,并结合路桥工程的实际工况,对其抗压、防裂等多个方面的工作需求进行综合评价。在此项目中,采用了调整后的预制混凝土试件,按照相应的操作流程和方法进行浇筑和维护,然后使用专门的设备对其进行规范化测试。通常,测试工作都是由独立的第三方检测机构或者具有检验资格的实验室进行,试件的数量可以根据设计方案和配比调整后的状态来决定,根据具体的条件进行持续调整,制造出一定数量的试件,再根据测试的结果选择出最适合的、效果最好的配比方案,应用到工程中去^[5]。

3.5 桥梁工程

在桥梁建设中,钢纤维混凝土技术可以应用于桥面铺装、桥墩加固、湿接缝和防撞栏等处,对提高结构的耐久性和力学性能具有显著优势。例如,将 6~10cm 厚的钢纤维混凝土在常规沥青或普通面上覆盖 6~10cm 厚的钢纤维混凝土,可以有效地改善其抗车辙和冲击性能,并将其使用寿命延长 3~5 年。本项目在使用 14mm 粗直径端钩型

钢纤维掺量 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 的情况下,路面的裂缝显著降低,未发生过大的病害,节省了 30% 的维修成本。薄壁构件(如桥墩和桥台)是其最脆弱的部分,在车辆荷载和风雨侵蚀作用下,容易产生开裂和剥蚀等病害。在水泥基材料中加入 10%~15% 的钢纤维,可防止裂纹发展,增强结构的整体性,使其使用寿命可达 10 年以上。本项目为防止钢筋腐蚀,主塔使用 C60 钢纤维混凝土进行了初步的施工。在桥梁伸缩缝及湿接缝等处,因受温差及车荷载影响,易出现裂缝、脱空及渗漏等质量问题。应用钢纤维混凝土后,接头处的剪切性能、防水性能及耐久性能得到明显改善。

3.6 桥面切缝

由于混凝土材料的硬化是一个非常复杂的过程,存在着不同程度的温度、化学应力,这些因素的综合影响,是影响其整体性能的重要因素。以往的设计中,为了减轻这种不良效应,一般都是在钢筋混凝土结构上设置伸缩缝,使其在受力过程中产生一定的变形,从而防止出现局部应力集中破坏。然而,本项目所采用的钢纤维混凝土是一种具有独特构造特征的新型钢纤维混凝土,其构造特点对钢纤维混凝土的设计要求更加苛刻,同时钢纤维混凝土的引入显著提高了钢纤维混凝土的抗拉和韧性,导致常规的纵缝无法满足钢纤维混凝土构件的使用。由于裂缝的存在会影响到钢纤维在混凝土中的持续分配,导致其受力性能下降,因而目前钢纤维混凝土桥面一般仅设置横向伸缩缝。在实际工程中,项目组在各墩相应部位增设了水平伸缩缝,以保证其在养护期间的变形,并保证其使用功能与美观,并保证其在桥梁工程中的应用。切割时间是设计横向伸缩缝的关键,如果切割太久,切割会对未完成硬化的钢筋造成干扰,造成钢筋内聚力弱化,从而引起钢筋出现过早的非规则裂缝,因此,需要对钢筋混凝土进行合理切割。此外,在切割之前,要对面板进行全面清洗与烘干,并在切割后对其进行适当修补与封闭,避免水分、杂物等进入缝隙,导致桥梁结构的损伤,从而保证钢纤维混凝土桥面在长时间使用期间的工作状态^[6]。

3.7 施工质量控制

保证钢纤维的分布、密实饱满、无离析泌水、采用合理的保护和养护方法是钢纤维混凝土施工质量的关键,要从施工工艺、设备运行和环境条件等多个角度对其进行全面防治。在进行钢纤维混凝土混合的过程中,应尽量延长到 3min 以内,并采用分批缓慢的方式加入,单次加入的量不能大于 $30\text{kg}/\text{m}$ 。建议使用强力搅拌机器,双卧轴、行星式搅拌机比单卧轴搅拌机具有更好的分散性。在进行泵送作业时,要经常对管道进行清理,同时要注意对管道进行加压及转速的控制,防止管道中的钢纤维堆积造成管道阻塞。浇注要连续均匀,间隔不能大于 30min,将上一层的混凝土反复振捣 3~5cm,避免出现冷裂纹。由于钢

纤维干燥要求高,要求使用高频 $\geq 50\text{Hz}$,功率 $\geq 1.8\text{kW}$ 的嵌入式振动棒,以 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的网格布置,每次振捣 20~30min,直至底层混凝土 5cm 处。振动棒的拔取要迅速,振点交错均匀,不能有漏振和超振现象。如桥面铺装等薄层件,也可采取平振机振实或抽真空等措施来改善。由于钢纤维混凝土在干后容易发生塑性收缩,所以要采取适当的湿润养护方法,如洒水、覆盖等,同时要对周围气温进行适当调节,使其在 $10\sim 30^\circ\text{C}$ 之间。养护期应至少 14 天,避免曝晒,强风,寒冷等气候条件下进行。如桥面铺装和路面等关键部位,为了提高其摩擦因数,必须在干后 3~5 小时之内采取拉毛等措施。如有需要,可将封闭养护液涂于混凝土的表层,以降低水份的挥发。钢纤维混凝土在浇注过程中容易出现物料、废料四溅的现象,在施工过程中要通过喷洒水降尘、及时清理等方法来降低对周围的影响。在堆放、运输、投料等过程中,要小心搬运,防止刺伤、刮伤。作业工人应穿戴防护用品,并应配戴防护手套、口罩及护目镜,对所使用的机械,要进行定期维修保养,并按照规定的要求进行检验和保养。

4 结论

综上所述,与传统的混凝土相比,钢纤维混凝土在许多方面都有着明显的优越性,它不仅可以节约混凝土等原料,而且可以大大减少施工时间,改善整个桥面板的受力和外观。在实际应用中,可用于梁体桥面施工、桥梁结构施工或路桥改造加固施工等多种工程,相关部门和承包商应该更加重视和研究钢纤维混凝土的建造工艺,使其真正的应用价值得以实现,为推动公路桥梁和城镇化的发展提供科技支撑。

【参考文献】

- [1] 向俤乐. 浅析市政路桥施工技术中钢纤维混凝土技术的运用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(33):106-108.
- [2] 赵四海. 钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(20): 78-80.
- [3] 黄士人. 钢纤维混凝土施工技术在路桥工程施工中的实践策略[J]. 运输经理世界, 2024(29):100-102.
- [4] 于泽洪. 钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2024, 9(16): 47-49.
- [5] 李新伟. 钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的应用[J]. 运输经理世界, 2023(31): 98-100.
- [6] 张义堂. 路桥施工中钢纤维混凝土技术应用[J]. 运输经理世界, 2023(25): 85-87.

作者简介: 龙梅虎(1992.1—), 男, 毕业院校陕西师范大学; 所学专业计算机科学与技术, 当前就职单位新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司, 职务技术员, 职称级别初级。