

基于钢纤维混凝土技术的道路桥梁施工分析

王 浩

中交一公局厦门工程有限公司 福建厦门 361000

摘要: 本文以某桥梁加固专项工程为例,分析基于钢纤维混凝土技术的道路桥梁施工。钢纤维混凝土施工技术具有力学强度高、抗裂性与韧性较好、抗冲击性能较好等主要优势,在实际施工过程中应注意原材料原则与配合比设计,并根据施工需求对钢纤维混凝土及其原材料质量进行检查,做好混凝土搅拌运输工作避免结团现象出现,同时按照既定施工组织设计流程进行施工,以此来合理高效的使用钢纤维混凝土技术,助力道路桥梁施工质量的进一步提升。

关键词: 钢纤维混凝土技术;道路桥梁施工;应用

前言:钢纤维混凝土是在普通混凝土中掺入乱向分布的短钢纤维所形成的一种新型的多相复合材料。乱向分布的钢纤维结构能够减少混凝土内部裂缝的形成与扩展,优化混凝土抗拉、抗弯与抗冲击国际性能,有效提升混凝土物理强度,是当前道路桥梁施工中所使用的主要材料之一。基于以上钢纤维混凝土的性能优势,文章将主要分析基于钢纤维混凝土技术的道路桥梁施工流程与关键点,以此提升工程质量,提高道路桥梁安全性,促进道路桥梁施工的可持续发展。

1. 工程概况

该道路桥梁工程是桥梁加固专项工程。该公路是连接某沿海城市与腹地的高速干线公路,全长134km。由于外界环境因素与使用年限的影响,该道路桥梁中桥梁部分桩基冲刷严重,道路损伤严重,并且存在钢筋外露、桩身夹泥、局部掏空等病害,经验算桩基承载能力不满足设计荷载要求;部分桥梁等存在独柱墩,不能满足现行设计规范规定的抗倾覆要求。针对以上问题,需对其进行加固施工,施工内容主要有桥梁新增桩基承台加固15组、桥梁立柱增大截面加固27个、独柱墩钢盖梁加固171个,道路桥梁路面施工[1]。为全面提升道路桥梁加固施工的质量,结合施工方案与施工组织设计,在道路桥梁里面的摊铺施工中选择钢纤维混凝土技术进行施工。

2. 钢纤维混凝土技术优势

2.1 力学强度较高

与常规混凝土相比,钢纤维混凝土有着明显提升的抗压强度,在受到强烈外力作用下难以发生破坏,承压性能与压缩强度良好。钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用,

能够有效改善路面抗磨损性能,提升其使用寿命,根据相关测试数据显示,钢纤维混凝土与常规混凝土相比,其抗压强度能够提升10%~80%,抗拉强度提升50%~100%,抗弯强度提升50%~80%,抗剪程度提升50%~100%,力学强度优越,非常适合该道路桥梁工程项目施工[2]。

2.2 抗裂性与韧性较好

在混凝土中加入钢纤维,能够有效控制混凝土所产生的压缩形变现象。在实际施工当中,钢纤维混凝土在承受压力的时候,随着负荷增加,其韧性优势持续发挥,对混凝土产生约束力并保护混凝土结构,使混凝土产生良好的塑性,从而支持后续施工顺利开展与工程项目可持续使用。

2.3 抗冲击性能较好

良好的抗冲击性能是钢纤维混凝土的典型特征。钢纤维本身具有较好的粘性,因此在受到外力冲击时候会产生反弹,以此抵消外界冲击力,尤其在道路桥梁工程中的使用,可以更好应对雨水、河水对桥梁桥墩的持续冲刷,提升工程使用寿命[3]。根据相关数据显示,钢纤维在混凝土中占比保持0.18%~0.21%的时候,其冲击韧性最高,与常规混凝土相比可提升50倍左右,抗冲击韧性提升5~8倍。

3. 钢纤维混凝土道路桥梁施工技术

3.1 原材料与相关参数

根据该道路桥梁工程施工组织设计,选择C5混凝土进行施工,原材料与相关参数为:

水泥:52.5普通硅酸盐;砂:选用河砂,细度模数为2.72,表现相对密度为2.658g/cm³;碎石:选用4.75~9.55mm与9.5~19mm两种规格的碎石,掺配比例为3:7,表现相对密度

为 2.672g/cm³；钢纤维，实际掺量为每方 60kg；水，日常饮用水；外加剂，BJ 聚羧酸高效减水剂，减水率 28%，掺量为 1.0%。整体混凝土设计坍落度为 130~170mm，试配其强度为 59.9Mpa，水泥强度为 52.5Mpa，水灰比为 0.43，用水量为 214KG，水泥用量为 481kg，砂率为 38%[4]。

3.2 配合比设计

根据混凝土坍落度试验与施工要求，配合比设计如表 1 所示：

表 1：配合比设计

水	154	154	154
水泥	513	481	453
砂	636	665	693
碎石	1082	1085	1085
钢纤维	60	60	60
外加剂	5.12	4.81	4.53
水胶比	0.30	0.32	0.34
砂率 %	37	38	39
塌落度	150	160	155
容重 g/cm ³	2480	2470	2470
7d 强度	52.2	49.4	45.7
28d 强度	65.9	60.7	58.2

3.3 分散与搅拌钢纤维

钢纤维材料通常采用袋装形式，具有密集的体积，在施工之前需要使用钢纤维分散装置来分散钢纤维，以此保证钢纤维在投放至搅拌机之后不会出现结团现象，提升钢纤维整体使用效率，助力施工的顺利开展。常见的钢纤维分散装置为振动型，分散筛在电机的带动下开始振动，钢纤维从筛网掉落至下方集料斗，由集料斗运输分散后的钢纤维进入搅拌机进行搅拌操作。需要注意的是，钢纤维材料的添加需要均匀缓慢，并保持筛框两侧的弹簧元件具有相同弹性以此确保振动均匀性，提升钢纤维分散效果。搅拌过程中的投料顺序也至关重要，与常规混凝土搅拌不同，钢纤维搅拌要求更加高，常用的方法有两种，第一是将水泥、水、集料等进行初次搅拌之后再加入钢纤维继续搅拌，该方法操作简单，节省时间，但搅拌均匀性会受到影响 [5]。第二种是先均匀搅拌粗细集料，后加入钢纤维进行搅拌，最后加入水与水泥搅拌，此种方法能够确保钢纤维材料与其他材料搅拌均匀。由于该项工程要求施工质量较高，且钢纤维造价成本高，为提升使用效率，选择第二种方法进行搅拌。

3.4 处理铺装层下梁面

对桥梁铺装层下梁面的处理需结合实际施工情况灵活选择方案。本次项目施工选用剪力钢筋进行处理。将剪力钢筋插入 T 梁引桥部分浇筑整体层，实际插入整体层与铺装层的长度分别为 6m 与 5m，剪力钢筋型号选择为 d10mm，间距为 75cm × 75cm。这种铺装层下梁面处理方式能够有效增加铺装层长度，同时提升梁面强度，增加工程项目实际使用寿命。另外需要注意的是，施工过程中需要考虑桥面行驶车辆安全性，可选择剪去或压弯部分超出梁面的钢筋头，防止对车辆正常安全行驶造成影响。

3.5 钢纤维混凝土的拌和与运输

上文提到钢纤维混凝土需确保搅拌均匀以提升使用效率，在后续搅拌环节中，根据材料实际使用情况，将最大搅拌量控制额定量的 75% 左右。为全面提升搅拌均匀性，选择二次加料三次搅拌的方式，投料之前需对材料进行精确计量，后续开展投料操作。先将钢纤维与碎石搅拌 90s，待钢纤维充分分散之后加入砂与水泥，继续干拌 60s，然后直接注水湿拌 90s，整体拌和时间不超过 6min，避免钢纤维出现结团问题，同时在搅拌之前需要注意挑选出锈蚀与结块严重的钢纤维 [6]。运输方式的选择也至关重要，在运输过程中需在最大程度上保证钢纤维均匀性，一般情况下选择混凝土搅拌车开展运输工作，能够减少由于振动导致的钢纤维下沉现象出现。为推动顺利运输施工，可以在钢纤维混凝土中适当加入高效缓凝减水剂，以提升拌和料和易性来避免结团问题的发生。

3.6 摊铺与振捣压实

在该道路桥梁加固施工的桥面铺装环节中，钢纤维浇筑振捣压实质量直接决定桥面铺装质量。在浇筑混凝土之前，需对桥面进行清理处理，清除桥面上的碎石、尘土等，一般可用轻清水进行冲洗，针对桥面铺装层较为薄弱的部位，需使用浓浆水泥实施扫浆施工。钢纤维混凝土的摊铺作业需保证混凝土本身均匀性，因此可将钢纤维混凝土运输至指定施工位置进行施工，其中卸料环节应及时迅速，在 2min 内的转动操作下均匀搅拌熟料，卸料完成之后选用铁锹整平混凝土，不能使用振动梁推浆。此次振捣采用振捣器，根据实际浇筑位置选择不同型号的振捣器，若钢纤维混凝土浇筑超过 2m 则需使用串筒式溜槽，结合施工缝位置确定混凝土浇筑顺序。浇筑当中需及时观察其坍落度性能，在出现问题的时

候及时调整混凝土配合比[7]。此次浇筑施工范围较大,需在各个施工点配备振动棒与施工人员,混凝土摊铺设计并高出设计标高 0.5cm, 以此确保后续收浆工作进行顺利。

3.7 切缝与养护

桥面铺装施工过程中应严格控制切缝施工时间,过早切缝可能会由于锯片振动,导致拌合料出现不同程度的松动情况,严重影响工程施工质量。过晚切缝则会使混凝土因收缩产生开裂,应确保混凝土强度保持在 8~15MPa 之间。养护环节也至关重要,待混凝土终凝之前洒水养护,混凝土达到一定强度(手指按压无明显痕迹)的时候覆盖湿麻袋,并持续在麻袋上洒水。麻袋覆盖时间为 7~10d,洒水养护时间为 14d。在养护期间,混凝土表面不允许堆放杂物,也不能通行车辆。在桥面铺装施工后期,需对钢纤维混凝土进行养护处理,养护流程与上述保持一致。

4. 钢纤维混凝土道路桥梁施工质量控制要点

4.1 原材料检验

对施工中所使用的钢纤维、水泥、砂、卵石、水、外加剂、掺和料等原材料进行检验,以此确保原材料质量达到规范要求,其中钢纤维的质量检验至关重要,可从这几个方面进行:抗拉强度,要求钢纤维抗拉强度保持在 380MPa 以上;是抗弯性能,钢纤维应承受直径 3mm 钢筋弯折 90° 不断,为全面保证检验质量,选择抽样检测方法,每次取样检测的钢纤维数量不少于 10 根;杂质含量,钢纤维表现不允许存在锈蚀、污渍等影响其搅拌均匀度的东西,也不得镀有害物质,避免杂质对钢纤维与混凝土黏结性产生影响;长度偏差,钢纤维长度偏差应小于标准长度 10%,采用随机抽查方法检测,每次检测数量不少于 10 根;等效直径合格率,采用重复检验法对钢纤维直径合格率进行检验,每次抽检数量为 100 根,要求用卡尺测量长度,确保钢纤维等效平均值满足相关规定要求[8]。其次是钢纤维混凝土质量,拌和物中钢纤维的均匀性十分重要,每个台班应做二次钢纤维体积率检查。通常采用水洗法检查钢纤维在拌和物中的取样制作抗压,抗折强度标准试件,坍落度不大于 50mm 的钢纤维混凝土用震动台振实;大于 50mm 的用木槌振实。抗压试块采用边长 150mm 的立方体为标准试件标准养护 28d 测定其抗压强度,抗折试件采用 150mm × 150mm × 550mm 的标准试件经标准养护,在龄期达 90d 时进行测试。

4.2 避免钢纤维混凝土搅拌成团

为保证混凝土混合料的搅拌质量,采用先干后湿的拌和工艺,应根据拌和物的粘聚性、均匀性及强度稳定性试拌,确定最佳拌和时间。钢纤维与水泥、粗细骨料和砂先干拌不得少于一分钟,在拌和时钢纤维分三次加入拌和机中,加水湿拌三十五秒,总搅拌时间不超过六分钟,超时搅拌会引起钢纤维结团。一旦发现有关结团现象,就必须剔除掉。同时在施工的时候每拌一次的搅拌量不宜大于搅拌机额定搅拌量的 80%。采用滚动式搅拌机拌和,在搅拌混凝土过程中必须保证钢纤维均匀分布,应采用钢叉抖料法,即将过磅的钢纤维用钢叉投入拌和机料斗中,一层钢纤维一层砂,使砂起到分散隔离作用。

5. 结束语

总的来说,钢纤维混凝土材料以自身优越的物理性能,在道路桥梁施工中起到了非常显著的作用,能够提升施工质量,延长工程项目使用寿命。但由于钢纤维混凝土本身成本较高,出于成本控制的需求,在实际施工过程中需严格保证钢纤维混凝土原材料质量,结合施工组织设计与实际需求控制材料选择、配合比、钢纤维分散,并保证各个环节的施工严格按照施工流程进行,以此来发挥钢纤维混凝土施工技术的最大效能。

参考文献

- [1] 邱永洁. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用[J]. 陶瓷, 2023(07):128-131.
- [2] 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(08):110-112.
- [3] 廖芳珍, 曾雄智. 自锁锚杆与钢纤维混凝土联合加固技术研究与应用[J]. 人民珠江, 2023,44(S2):103-108.
- [4] 李艳华, 陈坤. 大面积钢纤维混凝土柱脚防裂耐磨地坪施工技术[J]. 城市建筑, 2023,20(22):206-209.
- [5] 李乔乔. 纤维混凝土桥梁外表裂缝检测技术的仿真模型实验[J]. 粘接, 2023,50(10):169-172.
- [6] 步建安. 公路钢纤维混凝土的性能及滑模摊铺施工技术分析[J]. 交通世界, 2023(22):89-91.
- [7] 陈定辉. 钢纤维混凝土施工与泵送技术探析[J]. 江西建材, 2023(07):199-200+205.
- [8] 范燕飞. 聚丙烯纤维与纤维素纤维混凝土的防裂抗渗性能[J]. 合成纤维, 2023,52(12):69-72.