

基于道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术应用分析

宋雷雷

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆乌鲁木齐 830000

【摘要】钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用作用十分广泛，能够显著提升结构的性能和质量，为我国的道路桥梁建设提供强有力的技术支持。然而，为了确保施工质量和结构安全性，还需要在配合比设计、搅拌、运输、振捣、浇筑等各个环节进行严格控制，并遵循相关的施工规范和标准。

【关键词】钢纤维混凝土；道路桥梁；应用

钢纤维混凝土技术是一种在普通混凝土中掺入乱向分布的短钢纤维，形成的新型多相复合材料技术，这种技术通过充分利用钢纤维和混凝土两者的优势，改善了混凝土的性能。在钢纤维混凝土中，钢纤维的均匀乱向分布对控制混凝土中裂缝的扩展和形成具有显著效果。钢纤维混凝土技术通过优化混凝土的性能，为道路、桥梁等工程提供了更优质的建筑材料，具有广阔的应用前景。

1 钢纤维混凝土技术的特性

1.1 抗拉性能

钢纤维的加入显著提高了混凝土的抗拉强度，在混凝土中掺入适量的钢纤维，其抗拉强度可以提高25%~50%，甚至在某些情况下提高幅度可以达到50%~80%。这一增强效果主要归功于钢纤维在混凝土中的均匀分布，有效地承担并分散拉力，从而显著增强了混凝土的抗拉能力。在实际应用中，钢纤维混凝土的抗拉性能使它在承受弯曲和剪切力时具有更好的表现，特别适用于需要较高抗拉强度的结构，如桥梁、公路路面、机场道面等等。

1.2 抗裂性能

钢纤维的类型和添加量是影响钢纤维混凝土抗裂性能的关键因素，常见的钢纤维类型包括钢丝纤维和钢板纤维等，它们都具有较高的弹性模量和设计强度。同时，钢纤维的添加量与抗裂性能成正比，但当添加量超过一定限度时，可能会出现钢纤维的聚集现象，反而降低混凝土的抗裂性能。另外，混凝土的配合比和配筋率也是影响钢纤维混凝土抗裂性能的重要因素，不同的配合比和配筋率会影响混凝土的坍落度、抗压强度等性能，从而间接影响抗裂性能。在实际应用中，钢纤维混凝土因其优异的抗裂性能而被广泛应用于各种工程领域。例如，在抗震框架节点中，钢纤维混凝土可以代替箍筋满足节点对强度、延性、耗能等方面的要求。

1.3 耐久性能

钢纤维混凝土的耐久性能是其在实际使用过程中保持结构性能的能力，主要受到其材料组成、制作工艺、施工质量和使用环境等多种因素的影响。具体而言，钢纤维混凝土在冻融循环中表现出良好的耐久性。例如，掺有1.5%的钢纤维混凝土经过150次冻融循环后，其抗压和抗弯强度仅下降约20%，显示出较强的抗冻融性能。同时，钢纤维混凝土在空气、污水和海水都呈现出良好的耐腐蚀性，即使在污水和海水中暴露5年后，试件的碳化深度也较小，仅有表层的钢纤维产生锈斑，内部钢纤维并未锈蚀。

2 钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用

2.1 在道路施工中的应用

2.1.1 注意事项

2.1.1.1 制造配比

钢纤维混凝土在道路施工中的制造配比会根据具体的工程要求、材料特性以及环境条件等因素进行调整。一般来说，钢纤维混凝土的配比需要考虑水泥、骨料、水以及钢纤维的比例。水泥的用量通常在450~500kg/m³的范围内，骨料的用量（包括粗骨料和细骨料）的用量大约为1100kg/m³，水的用量则根据不同的季节和施工环境选择，一般在190~250kg/m³之间。至于钢纤维，其用量通常在50~100kg/m³的范围内。另外，为了保证钢纤维混凝土具有良好的抗弯强度，以满足结构设计对抗压强度与抗折强度的规定，以及确保工程施工的易和性，配合比的设计尤为重要。同时，集料的选择也很关键，宜选用连续级配，粗集料粒度不适合超过20mm，钢纤维的长度通常在25~60mm之间，直径在0.4~0.7mm之间，长度与直径的最佳比率一般为50~70，钢纤维混凝土的配合比中钢纤维的体积率一般控制在1.0%~1.2%。

2.1.1.2 搅拌与运输

钢纤维混凝土技术在道路施工中的搅拌与运输工作是至关重要的环节，直接影响到混凝土的均匀性、稳定性和施工质量。搅拌工作主要需要注意以下几个方面：一是搅拌方法，为了保障钢纤维混凝土分布的均匀性，施工人员可以采取先干后湿法的搅拌方式，这种搅拌方式有助于钢纤维在混凝土中均匀分布，避免结团现象。二是搅拌时间，总搅拌时间应不少于5~6分钟，过长时间的搅拌可能会导致湿纤维结团，影响混凝土的质量。三是搅拌顺序，在搅拌过程中应先加入水泥和粗细集料，然后再加入钢纤维，这样可以防止钢纤维过早结团，确保其在混凝土中的均匀分布。四是搅拌质量控制，搅拌过程中应密切关注混凝土的状态，一旦发现纤维结团现象，应立即剔除，以防止影响混凝土的质量。运输工作主要需要注意以下几个方面：一是运输工具，钢纤维混凝土的运输应选用适当的运输工具，如自卸运输车，这些运输工具应能保证混凝土在运输过程中不离析和不分层。二是运输时间，应尽量缩短运输时间和距离，以避免因振动使钢纤维下沉，影响混凝土的均匀性，运输的最长时间应以试验提供的水泥初凝时间并考虑施工留有足够的操作时间为限。另外，在运输过程中应注意防止钢纤维受到污染。同时，对于长距离或交通不便的施工现场，如采取搅拌罐车运输，当出现坍落度损失较大时，可在卸料前适量掺入减水剂进行搅拌，但不得加水。

2.1.1.3 振捣和浇筑

钢纤维混凝土技术在道路施工中的振捣和浇筑是两个关键的步骤，对于确保混凝土的质量和强度至关重要。在振捣过程中，首先需要确保钢纤维混凝土被充分振捣，以提高混凝土的密实度，并确保混凝土与钢纤维之间的密合度。这通常通过使用振动棒或振动梁等工具来完成。在振捣过程中，应对振捣时间进行严格控制，并确保移动距离与插入深度符合施工要求，以避免出现漏振或过振等情况。同时，为了避免钢纤维在振捣过程中上浮，需要合理控制振捣时间和强度。浇筑钢纤维混凝土时，需要特别注意避免出现明显的浇筑接头，并且在每次倒料的过程中，都需要相压一定的距离（如20cm左右），以保证整体连续性。此外，浇筑过程中应确保传力杆得到有效保护，防止其出现倾斜或损坏。整个浇筑过程中，时间间隔应控制在一定范围内（如30分钟内），以确保混凝土的质量和强度。完成振捣和浇筑后，还需要对钢纤维混凝土进行抹光和养护。抹光作业应在混凝土初凝前进行，以覆盖露出的钢纤维并提高混凝土表面的平整度。养护过程则需要根据

具体的天气情况和混凝土的塌落度来确定，以确保混凝土在适宜的条件下硬化和达到设计强度。

2.1.2 具体施工应用

2.1.2.1 复合式路面中的应用

在复合式路面的设计中，钢纤维混凝土常被用作增强层，其厚度和钢纤维掺量根据路面的使用情况和交通量来确定。通常，钢纤维混凝土的厚度设计为普通混凝土路面厚度的50%~60%，而钢纤维的掺量则在0.8%~1.2%之间。这样的设计可以确保路面在承受重载和频繁交通时，仍能保持较高的强度和耐久性。复合式钢纤维混凝土路面可以做成两层或者三层，两层的复合钢纤维混凝土路面是在全路面板厚的上层铺设全厚约40%到60%的钢纤维混凝土，而三层的钢纤维混凝土路面则是上下两层均铺设钢纤维混凝土路面，中间的一层铺设普通的混凝土层，这种设计方式可以充分发挥钢纤维混凝土的优点，同时降低工程成本。

2.1.2.2 碾压式路面中的应用

在碾压式路面施工中，钢纤维混凝土的主要施工步骤包括原材料供应、拌和、运输、平仓、碾压和养护。其中，拌合过程中需要确保钢纤维与水泥混合均匀，可以通过先放入砂石，然后放入钢纤维，边放边搅动，最后放碎石块和水泥的方式实现。碾压过程中，通过机械大面积碾压成型，可以大大加快施工速度。钢纤维混凝土在碾压式路面施工中的应用，可以显著提高路面的强度和韧性。由于钢纤维的加入，路面的抗冲击、耐疲劳性能得以提升，从而延长路面的使用寿命。此外，钢纤维混凝土还具有较好的抗裂能力，可以减少路面的裂缝和损坏。在碾压式路面中，钢纤维混凝土的应用可以加大工作缝的间距。普通混凝土路面的伸缩缝间距通常在7.5~10m左右，而钢纤维混凝土路面的工作缝间距可以加大到30m以上，这不仅节省了工作缝处的维修费用，还可以减轻车辆通过工作缝时的震动，提高行车的舒适性和安全性。而且，过掺入钢纤维，可以在保证路面质量的前提下，减少路面的厚度。与普通混凝土路面相比，使用钢纤维混凝土可以减薄路面厚度30~50%，这不仅节约了材料成本，还减轻了路面的自重，有利于减少地基的承载压力。

2.2 在桥梁施工中的具体应用

2.2.1 注意事项

2.2.1.1 制造配比

钢纤维混凝土在桥梁施工中一般选择普通硅酸盐水泥或矿渣粉水泥，其用量通常在450~500kg/m³之间。砂则采用中粗砂，砂的级配应符合施工要求。碎石的选择同样重

要,其粒径不能超过钢纤维长度的 $2/3$,通常为 $5\sim 20\text{mm}$,以避免降低钢纤维的增强作用。在具体配比中,水、水泥、粗细集料以及钢纤维的比例都需要经过精确计算。一般来说,水的用量根据不同的季节和施工环境选择,大致在 $190\sim 250\text{kg}/\text{m}^3$ 之间。钢纤维的用量通常在 $50\sim 100\text{kg}/\text{m}^3$ 之间,具体取决于桥梁的设计要求和施工环境。

2.2.1.2 运输与搅拌

在大型桥梁施工项目中,钢纤维混凝土通常采用机械搅拌法,先将钢纤维和混凝土原材料(如水泥、骨料等)按照一定比例放入搅拌机中。具体的投料顺序和比例应根据桥梁的设计要求、混凝土的强度等级以及施工条件等因素来确定。

搅拌时间应严格控制,以确保钢纤维与混凝土充分混合。过短的搅拌时间可能导致钢纤维分布不均,而过长的搅拌时间则可能使钢纤维受损。因此,需要根据实际情况确定最佳的搅拌时间。钢纤维混凝土的运输方式主要有常规运输和泵送运输两种。在选择运输方式时,应充分考虑施工现场的实际情况、运输距离以及运输过程中的颠簸程度。对于距离较远或地形复杂的桥梁施工项目,泵送运输可能更为合适。

2.2.1.3 振捣与浇筑

在桥梁施工中,钢纤维混凝土的振捣通常使用插入式振动棒,振动棒可以有效地使钢纤维在混凝土中均匀分布,避免结团,并帮助混凝土达到更好的密实度。

振捣时间应根据混凝土的坍落度、钢纤维掺量等因素来确定,以确保混凝土内部充分密实。在振捣过程中,应注意避免振动棒与模板直接接触,以防止模板变形或损坏。同时,操作人员应密切观察混凝土的振捣情况,及时调整振动棒的位置和深度,确保整个浇筑区域的混凝土都能得到充分的振捣。钢纤维混凝土的浇筑必须连续进行,以确保混凝土的整体性和均匀性。在每次浇筑前,应确保前一层混凝土已经初凝,避免出现冷缝或施工缝。浇筑速度应适中,不宜过快或过慢。每次浇筑的厚度应根据混凝土的坍落度、钢纤维掺量以及施工条件来确定。

2.2.2 具体施工应用

2.2.2.1 在桥面装铺中的应用

钢纤维混凝土技术被广泛应用于桥面铺装层,其优良的舒适度、耐久性和抗裂性使得桥面铺装的质量和性能得到了全面的提升。由于钢纤维的加入,桥面的刚度和抗拆性大大增加,有效提升了原有路面的综合性能。同时,铺装厚度的缩小使路桥的结构自重与其受力状况得到极大的

改善。桥面伸缩缝是桥面的薄弱环节,钢纤维混凝土因其较强的耐冲击性,可以保证其与伸缩缝连接钢筋的牢固粘结,有助于减少伸缩缝在车辆行驶过程中产生的变形、位移或翘曲,从而延长伸缩缝的使用寿命。

2.2.2.2 在强化装结构中的应用

在桥梁强化结构中应用钢纤维混凝土时,应严格控制钢纤维的掺量、分布和施工质量,确保钢纤维混凝土的性能和质量满足设计要求。同时,还应根据桥梁的具体情况和设计要求,选择合适的钢纤维类型和掺加方式,以充分发挥钢纤维混凝土的优势。

2.2.2.3 在加固桥梁局部结构中的应用

钢纤维混凝土技术在加固桥梁局部结构的具体应用中,可以根据桥梁局部结构的损伤程度和加固需求,选择适合的钢纤维混凝土类型和掺加方式。例如,在桥梁的梁端加固中,可以采用喷射或浇筑的方式,将钢纤维混凝土应用于梁端表面或内部,以提高其强度和韧性。在桥墩加固中,则可以在桥墩表面涂抹或浇筑钢纤维混凝土,以增强其抗裂性和耐久性。需要注意的是,在加固桥梁局部结构时,应充分考虑结构的整体性和受力性能,确保加固措施与原有结构相协调,避免产生新的应力集中和损伤。

综上所述,钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用不仅提高了工程的质量和安全性,还降低了施工成本,推动了技术创新与发展。因此,在未来的道路桥梁建设中,应积极推广钢纤维混凝土技术,通过该技术的应用提升其建设质量。

参考文献:

- [1]周建国.钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用分析[J].运输经理世界,2023(33):107-109.
- [2]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.
- [3]侯强.探析钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用[J].四川建材,2023,49(03):7-8+11.
- [4]李东望.道路桥梁施工钢纤维混凝土技术应用[J].中国高新科技,2023(04):137-138+141.
- [5]田敏.基于钢纤维混凝土技术的道路桥梁施工方法[J].交通世界,2023(1):279-281.

作者简介:

宋雷雷,男,(1990.06-),毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆兵团水利水电工程集团有限公司,职务:职员,职称级别:中级。