

钢纤维混凝土材料在旧混凝土路面修补应用岩土工程师考试
PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/542/2021_2022__E9_92_A2_E7_BA_A4_E7_BB_B4_E6_c63_542536.htm 随着国民经济建设和公路交通事业的飞速发展，城市道路和国道干线公路上的车辆荷载及密度越来越大，行驶速度越来越快，致使路面的损坏也日趋严重起来。特别是对损坏的水泥混凝土路面而言，它不仅翻修投资大，且施工周期较长，严重影响交通畅通及行车安全。如用普通水泥混凝土修复路面虽有强度高，板块性好，有一定的抗磨性及承受气象作用的耐久性好等特点，但它的最大缺陷是脆性大、易开裂、抗温性差，路面板块容易受弯折而产生断裂，所以就要求路面面板应有足够的抗弯、抗拉强度和厚度。用钢纤维混凝土修筑路面，就是意将钢纤维均匀地分散于基体混凝土中（与混凝土一起搅拌），并通过分散的钢纤维，减小因荷载在基体混凝土引起的细裂缝端部的应力集中，从而控制混凝土裂缝的扩展，提高整个复合材料的抗裂性。同时由于混凝土与钢纤维接触界面之间有很大的界面粘结力，因而可将外力传到抗拉强度大、延伸率高的纤维上面，使钢纤维混凝土作为一个均匀的整体抵抗外力的作用，显着提高了混凝土原有的抗拉、抗弯强度和断裂延伸率。特别是提高了混凝土的韧性和抗冲击性。实践证明，采用钢纤维混凝土这一新型高强复合材料对路面修理，既可提高路面的抗裂性、抗弯曲、耐冲击和耐疲劳性，而且可改善路面的使用性能，延长使用寿命从而减少老路开挖，对节省工程造价等具有重要的经济效益和社会效益；为提高道路补强与改造提供了良好的途径。

1基本要求

1.1钢纤维

混凝土材料 钢纤维混凝土就是在一般普通混凝土中掺配一定数量的短而细的钢纤维所组成的一种新型高强复合材料。由于钢纤维阻滞基体混凝土裂缝的产生，不但具有普通混凝土的优良性能，而且具有良好的抗折、抗冲击、抗疲劳以及收缩率小、韧性好、耐磨耗能力强等特性。可使路面厚度减薄50%以上，缩缝间距可增至15m~30m，不用设胀缝和纵缝。钢纤维混凝土用钢纤维类型有圆直型、熔抽型和剪切型钢纤维。其长度分为各种不同规格，最佳长径比为40~70，截面直径在0.4mm~0.7mm范围内，抗拉强度不低于380mpa。在施工时钢纤维在混凝土中的掺入量为1.0%~2.0%（体积比），但最大掺量不宜超过2.0%。水泥采用425#~525#普通硅酸盐水泥，以保证混合料具有较高的强度和耐磨性能。钢纤维混凝土用的粗骨料最大粒径为钢纤维长度的 $\frac{2}{3}$ 。不宜大于20mm。细集料采用中粗砂，平均粒径0.35mm~0.45mm，松装密度1.37g/cm³。砂率采用45%~50%。

1.2 钢纤维混凝土配合比

钢纤维混凝土混合料配合比的要求首先应使路面厚度减薄，其次是保证钢纤维混凝土有较高的抗弯强度，以满足结构设计对强度等级的要求即抗压强度与抗折强度，以及施工的和易性。钢纤维混凝土配合比设计基本按以下步骤进行。（1）根据强度设计值以及施工配制强度提高系数，确定试配抗压强度与抗折强度；钢纤维混凝土抗折强度设计值的确定： $f_{ftm} = f_{tm} (1 + a_{tm} p_{f/l} / d_f)$ 式中 f_{ftm} ——钢纤维混凝土抗折强度设计值； f_{tm} ——与钢纤维混凝土具有相同的配合材料、水灰比和相近稠度的素混凝土的抗折强度设计值； a_{tm} ——钢纤维对抗折强度的影响系数（试验确定）； p_f ——钢纤维体积率，%； l_f/d_f ——钢

纤维长径比，当 $f_{tm} < 6.0 \text{ n/mm}^2$ 时，可按表1采用。（2）根据试配抗压强度计算水灰比；（3）根据试配抗压强度，确定钢纤维体积率，一般浇筑成型的结构范围在 $0.5\% \sim 2.0\%$ 之间；（4）按照施工要求的稠度确定单位体积用水量，参照表2；（5）确定砂率，见表3；（6）计算混合材料用量，确定试配配合比；（7）按照试配配合比进行拌合物性能试验，调整单位体积用水量和砂率，确定强度试验用基准配合比；（8）根据强度试验结果调整水灰比和钢纤维体积率，确定施工配合比。试验结果表明，在经验和计算的基础上确定水泥用量、砂率及水灰比，并根据不同配比时的钢纤维混凝土强度进行试验（见表4），当水泥用量在 $380 \text{ kg/m}^3 \sim 400 \text{ kg/m}^3$ 时强度较高，但此时砂率较小，砂石中有分离现象。因此将砂率调到 0.48 ，如此强度虽有降低，但其余性能却可得到改善。为此，调整最佳配比即水泥 黄砂 碎石 水 = $1 \quad 2.16 \quad 2.34 \quad 0.48$ 。1.3钢纤维混凝土拌和 为防止钢纤维混凝土在搅拌时纤维结团，在施工时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。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。投料顺序及搅拌时间为：粗集料 钢纤维（干拌 1 min ） 细集料 水泥（干拌 1 min ），其中钢纤维在拌和时分三次加入拌和机中，边拌边加入钢纤维，再倒入黄砂、水泥，待全部料投入后重拌 $2 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$ ，最后加足水湿拌 1 min 。总搅拌时间不超过 6 min ，超搅拌会引起湿纤维结团。按此程序拌出的混合料均匀。尚若在拌和中，先加水泥和粗、细集料，后加钢纤维则容易结成团。而且纤维团越滚越紧，难以分开，一旦

发现有纤维结团，就必须剔除掉，以防止因此而影响混凝土的质量。

1.4 钢纤维混凝土浇捣

钢纤维混凝土浇捣与普通混凝土一样，浇筑和振捣是施工中的重要环节，直接影响钢纤维混凝土的整体性和致密性。不同之处就是其流动性较差，在边角处容易产生蜂窝，因此，边角部分可先用捣棒捣实。板角采用插入式振动器振捣，然后用夯梁板来回整平。在混凝土面层抹平过程中，因钢纤维直径较粗而易冒出路面，影响到行车安全，故在施工时需注意清除。

2 工程实例

某二级公路水泥混凝土路面修补工程

段全长112m，宽2×3m，修补前路面板呈破碎、断裂状，原为一般普通混凝土浇筑，部分板底基层下沉。现用钢纤维混凝土修补路面，基层补强采用c15素混凝土浇筑，旧混凝土路面平均凿除深度25cm（包括基层松动部分），拟采用12cm厚、c30钢纤维混凝土浇筑路面。

2.1 施工材料

2.1.1 原材料

水泥：425# 普通硅酸盐水泥；
细集料：用中粗砂，平均粒径0.35mm~0.48mm，含泥量<2%；
粗集料：碎石5mm~20mm，含泥量<1%，质地坚硬；
钢纤维：选用长度30mm、当量直径0.60mm由浙江某厂生产的低碳结构钢剪切扭曲型，型号dn-30，其强度380mpa以上。该产品性能稳定，使用效果良好。

2.1.2 配合比

钢纤维混凝土配合比设计按照抗折强度和抗压强度双控标准要求及施工的工作度采用以抗折强度为主要指标进行设计。设计抗折强度6.5mpa、抗压强度35mpa。经试验室进行几种配比方案确定：水泥 黄砂 碎石 钢纤维 水并强度试验，结果见表5。

2.2 施工工艺

2.2.1 基层处理及路面浇筑

在钢纤维混凝土浇筑前，为提高水泥混凝土面层下基层和垫层的刚度，做好对旧混凝土板及板底基层的处理工作，

即在破损板及板底脱空破裂的旧混凝土板块凿除后，对部分板底基层进行补强处理。凿除旧混凝土板时，凿除深度必须满足原路面设计要求，再将原基层松动部分全部清除。被清除后的基坑及深度一律用c15贫混凝土进行处理。待混凝土半干状态时即可浇筑路面。按要求先用c15普通混凝土浇筑至路面面层厚度12cm时，经底面层整平处理后再用钢纤维混凝土浇筑。

2.2.2 钢纤维混凝土搅拌

钢纤维混凝土搅拌采用滚筒式搅拌机。为使钢纤维在混凝土中分散均匀，采用二次投料三次搅拌法，即先将石子和钢纤维干拌1min，加入砂子、水泥再干拌1min，最后注水湿拌1.5min左右，总搅拌时间控制在6min内，搅拌时间过长会形成湿纤维团。且每次的搅拌量宜在搅拌机公称容量的1/3以下。

2.2.3 运输与浇筑

混凝土运输采用自卸运输车，运至施工地点进行浇筑时的卸料高度不得超过1.5m，以防混凝土离析。钢纤维混凝土采用人工摊铺，用人工将其大致摊铺整平，摊铺后用平板振动器振捣，振捣的持续时间以混凝土停止下沉，不再冒气泡并泛出水泥浆为准，且不宜过振。振捣时辅以人工找平，混凝土整平采用振动梁振捣拖平，再用钢滚筒依次滚压进一步整平，整平的表面不得裸露钢纤维。在做面时需分两次进行，即先找平抹平，待混凝土表面无泌水时，再做第二次抹平，抹平后沿模板方向拉毛，拉毛深度1mm~2mm。拉毛时避免带出钢纤维，如采用滚式压纹器进行处理则效果更佳。

2.2.4 养护与切缝

钢纤维混凝土设有多种切缝。胀缝与路中心线垂直，缝壁必须垂直，缝隙宽度必须一致，缝中不得有连浆现象，缝隙内应及时浇灌填缝料，当混凝土达到强度25%~30%时，采用切缝机进行缩缝切割，切缝深度3cm，缩缝设

置16m?道。施工缝位置宜与胀缝或缩缝设计位置吻合，施工缝与路中心线垂直，不设置传力杆。对胀缝、缩缝均采用10#石油沥青，灌式填缝。混凝土做面完毕后，及时采用湿法养护，终凝后及时覆盖草袋，并每天均匀浇水，保持潮湿状态，养护10d~15d。与此同时做好封闭交通，待强度测试达到规定要求后即可开放交通。

2.3 施工质量控制

钢纤维混凝土的质量除对原材料、配合比以及施工过程的主要环节进行控制外，还重点对钢纤维混凝土的搅拌、钢纤维的投入以及混凝土振捣的控制，同时按规定对每天所浇筑混凝土的28d抗折、断块抗压强度进行检验，均达到了设计要求，使平整度、坍落度、主要技术指标得到有效控制。

3 经济与社会效益

从经济和社会效益分析，钢纤维混凝土路面与普通水泥混凝土路面相比，其特点：
1 面层厚度可减薄至1/2以上，使施工工期缩短，因此节约原材料及减少工程量后所带来的一切费用；
2 路面使用寿命延长因此而节省的费用；
3 减少缩缝带来的材料、人工等所节省的费用；
4 节省养护、减少时间延误及维修费用；
除此以外，还有路面质量好，接缝少，延长车辆使用寿命等费用。综合分析，对于旧混凝土路面，若采用钢纤维混凝土进行罩面修复，则一次性投资的费用比挖掉重建混凝土路面要节省许多。同样，从一次性投资、使用年限、维修费用、资金的时间价值来全面评价钢纤维混凝土路面工程的经济效益，与新铺沥青混凝土路面评价综合效益，钢纤维混凝土路面虽一次性投资较前者高，但从其维修费用、使用年限的不同考虑，以及和资金的时间效益，用年成本法计算其等值年金，结果表明钢纤维混凝土路面每年支出的费用比沥青混凝土路面要低35%。采用钢纤维混凝土修补法，

不但可使钢纤维混凝土的质量及其增强效果得到保证，而且还可提前开放交通，具有显著的经济效益和社会效益。4结语 钢纤维混凝土自发展以来，已在公路路面、桥面、机场跑道等工程中得到广泛应用，同时也取得了一定的经济效益和社会效益。它除了具有良好的抗弯强度外，而且还具有优异的抗冲击、抗开裂性能。在对钢纤维混凝土进行的冲击荷载等试验研究中表明：掺以体积率为1%~2%的钢纤维增强混凝土与基体比较，其抗冲击强度可提高10倍~20倍，弯曲韧性可提高20倍左右，抗弯强度可提高1倍~6倍，抗拉强度可提高2倍左右，疲劳强度提高50%，抗裂强度可提高2倍，抗压强度可提高10%~30%。由此可见，钢纤维混凝土的抗裂性与抗冲击是非常优异的。此外，用钢纤维混凝土修筑旧混凝土路面还能达到早期强度高，提前通车的目的。（百考试题岩土）100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com