“智联友道·滴滴”杯

第十五届全国大学生交通运输科技大赛

THE 15TH NATIONAL COMPETITION OF TRANSPORT SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR UNDERGRADUATE STUDENTS

JS5-道路运输与工程Ⅰ

具有自修复功能的微胶囊在沥青路面中的可应用性分析

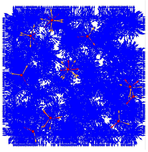
作者：何宇佳，李浩然，陈天和，姜小泽

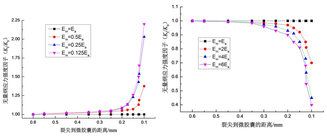
指导教师：朱月风

（石家庄铁道大学 交通运输学院，石家庄 050043）

主要成果

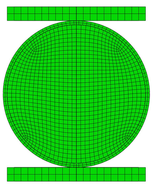
（1）建立了多尺度下含微胶囊的沥青路面结构离散元模型，分析了重载作用下微胶囊的力学响应。研究表明，重载作用下微胶囊所受压力要大于所受拉力，1.43MPa荷载作用下，沥青混凝土中面层内微胶囊的所受压力均值约为25mN。因此，在微胶囊尺度下，微胶囊应至少抵抗25mN的压力作用保持完好，才能在沥青路面中应用。



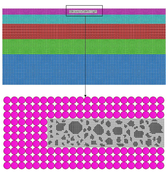


（2）微胶囊的弹性模量不同，在一定范围内会对沥青胶浆基体裂纹尖端的断裂参数产生重要影响，从而影响裂纹的扩展轨迹。而且，微胶囊的弹性模量越小，对裂尖断裂参数的强化作用越明显；微胶囊的弹性模量越大，对裂尖断裂参数的弱化作用越明显。

（3）下一步可建立单个微胶囊受力模型，模拟微胶囊在沥青路面中的实际环境，分析微胶囊自身相关参数，如微胶囊尺寸和囊壁厚度等对微胶囊力学性能的影响，为工程实践中微胶囊更好的应用提供理论依据。



创新点

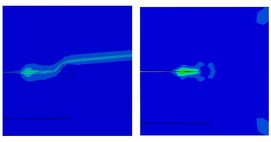


（1）多尺度下沥青路面中微胶囊的受力分析。

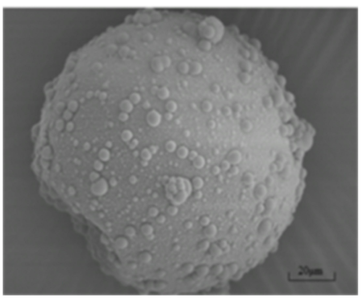
采用离散元方法建立由微观、细观、宏观三个层次组成的含微胶囊颗粒的多尺度沥青路面模型，并解决不同层次间参数传递的问题。通过建立的多尺度模型，求解重载作用下，微胶囊在沥青路面中的实际受力行为。

（2）改进扩展有限元方法的构建与验证。

改进扩展有限元法可以避免裂纹尖端奇异性未知或特别复杂时传统扩展有限元难以应用的问题，能够高效、精确地处理含多个微胶囊的沥青胶浆复合材料的断裂问题。应用改进扩展有限元方法实现对含有微胶囊的沥青胶浆复合材料中裂纹扩展过程的模拟，获得微胶囊力学参数和相对位置对裂纹尖端断裂参数以及裂纹扩展的影响规律。



应用前景



（1）在经济效益方面，虽然微胶囊型自修复沥青路面的材料成本略高于普通沥青路面，但是在寿命方面，预计微胶囊型自修复沥青路面的使用寿命将会增长3～5年，将极大降低企业的维护养护成本。

（2）在社会效益方面，利用本项目的研究成果，可以大大提升企业的自修复型沥青路面设计的自主技术，形成包括材料组成设计方法和路面性能评价方法等在内的成套技术，可有效减少沥青路面的开裂现象，节省宝贵的资源，减少对环境的污染，减少路面的大修对于交通的影响，有利于社会的可持续发展。