

基于麦克风冲击共振法测试的钢-混凝土界面脱空损伤诊断的试验研究

周云^{1,*}, 刘蒙¹, 易伟建¹

1. 湖南大学, 土木工程学院, 湖南 长沙 410082

摘要: 钢-混凝土组合结构因其具有承载力高、抗震性能好、耐火性能优良和施工方便等优点, 被广泛用于高层建筑及桥梁中。由于施工质量和混凝土收缩徐变等因素的影响, 钢与混凝土界面常发生脱空损伤, 从而导致钢材与混凝土的协同工作性能降低, 并影响构件的承载能力与变形能力, 因此对此类损伤的识别与评估至关重要。目前传统的检测手段难以对此类损伤进行有效的辨识, 本文将采用一种低成本、快速、高效的非接触式无损检测技术-麦克风冲击共振测试, 来识别钢-混凝土组合结构界面脱空损伤。本文将脱空区域的局部钢板和钢壳区域视为四边约束的板壳模型, 以四边约束板壳的自振频率公式为基础, 对矩形脱空区域损伤自振频率进行解析求解分析。在试验方面, 本文分别在一个钢-混凝土组合板构件和一个钢管混凝土柱构件中设计了相同的两组大小不同、厚度不同的矩形、圆形和正方形泡沫板模拟钢混凝土组合板与钢管混凝土的脱空损伤。采用力锤冲击激励损伤区域的局部钢板和钢壳, 进行钢-混凝土界面脱空损伤的力锤冲击试验, 采用非接触式麦克风声学传感器拾取声压信号, 对声信号中的共振部分进行频谱分析, 对比损伤区域与非损伤区域的信号频谱特性, 探究不同面积、形状和深度的脱空损伤对信号频谱的影响。接着对脱空区域进行了数值模拟, 本文采用显式动力学分析的方法模拟损伤区域钢板和钢壳表面的振动, 提取点激励下钢板和钢壳表面的瑞雷波及振动信息, 通过矩形脱空钢板和钢壳的麦克风冲击共振试验模态振型与有限元模型振型的匹配, 得到动力边缘效应系数与损伤尺寸之间的关系, 从而对损伤-频率公式进行修正, 为麦克风冲击共振法测试在实际工程中的钢-混凝土组合结构界面脱空损伤的损伤尺寸识别应用奠定基础。

关键词: 钢-混凝土组合结构 脱空损伤 麦克风 声学测试 频谱分析