

# 水平荷载作用下钢筋混凝土桩的损伤断裂研究 及其桩土共同作用全过程分析

王 成

(重庆交通学院桥梁系 重庆 400074)

**博士学位论文摘要** 在分析研究国内外有关水平荷载桩土共同作用分析方法以及研究状况的基础上,对桩身混凝土的损伤与断裂以及钢筋对混凝土损伤断裂微裂纹扩展的约束影响进行了深入地研究,建立了在水平荷载作用下桩土体系共同作用下非线性全过程分析的耦合数值模型。

(1) 分别用有效应力和应变表示的损伤演化规律对圆截面混凝土桩的抗弯损伤进行了分析和推导,得出了桩的破坏极限弯矩的表达式。

(2) 提出了混凝土损伤变量的新的定义形式,并将损伤分析与断裂力学分析联系起来;首次运用裂纹线场分析方法对混凝土中的微裂纹进行了分析;得出了裂纹线上损伤断裂区无量纲长度与无量纲拉伸应力之间的关系、不同微裂纹间距所对应的最大荷载以及混凝土桩抗弯的损伤演化方程;分析了混凝土内微裂纹密度变化对混凝土损伤断裂的影响,并对混凝土桩的抗裂度计算进行了讨论。

(3) 分别采用裂纹线场分析方法和应力强度因子分析方法研究了混凝土桩中配置钢筋对混凝土裂纹扩展的约束作用,其中首次推得了有限宽混凝土板中心裂纹在裂纹面任意位置受一对拉力的应力强度因子解析表达式;得出了约束效果与钢筋截面积、钢筋弹性模量、混凝土弹性模量、钢筋间距大小和初始微裂纹长度等有关的解析表达式;分析了钢筋对混凝土裂纹扩展的止裂作用。

(4) 利用截面条分法对圆截面钢筋混凝土桩进行数值计算,得出了在不同截面配筋率和不同损伤模式下钢筋混凝土桩的弯矩-曲率关系和桩身刚度随弯矩增大而减小的非线性全过程曲线。

(5) 建立了一种空间的20节点有限元、12节点无限元及16节点接触面单元相耦合的数值计算模型,针对水平荷载作用的桩土体系编制了相应的包括3种材料和4种非线性本构关系融为一体的耦合数值模型计算程序,可以模拟计算桩身混凝土损伤断裂引起的刚度降低和桩周土体不同应变软化模式对桩身水平位移的影响。

(6) 利用所编制的程序,对一个水平荷载长桩实例和一个短桩算例进行了计算,得出了不同水平荷载和不同土软化模式下的桩身水平位移曲线、桩身弯矩分布、桩前土抗力与桩后土抗力沿桩长的分布、桩前地面水平位移与竖向隆起位移沿桩径向远方的衰减曲线、桩后土体与桩分离随水平荷载的关系等结果,并据此分析了桩土体系受荷全过程的机理以及破坏规律。

(7) 对桩基规范常取桩的地面水平位移为10或6mm所对应的水平荷载作为桩的水平承载力的情况与本文水平荷载桩的全过程计算结果的比较分析表明:桩身水平位移取值对桩的水平承载力影响是敏感的。

**关键词** 水平荷载桩, 全过程分析, 桩的损伤断裂, 耦合数值模型

## DAMAGE CRACKING STUDY AND COMPLETE ANALYSIS OF PILE-SOIL INTERACTION ON REINFORCED CONCRETE PILE UNDER LATERAL LOAD

Wang Cheng

(Department of Bridge Engineering, Chongqing Jiaotong Institute, Chongqing 400074 China)

2000年10月7日收到来稿。

作者王成简介:男,1962年生,2000年6月在重庆建筑大学(现合并为重庆大学)建筑工程学院岩土工程专业获博士学位,导师是邓安福教授;现为重庆交通学院桥梁系教授,主要从事岩土工程及桥梁工程领域的科研和教学方面的工作。