

# 受施工振动土体的工程性质研究\*

张孟喜

(兰州铁道学院土木系 兰州 730070)

**博士学位论文摘要** 结合兰州地区黄土的特点,分析总结了不同施工活动对土体扰动的影响因素,系统研究了受施工振动土体的工程性质,获得以下主要成果:

(1) 受施工活动的扰动影响,引起土体应力状态、应力路径的改变,土体的孔隙比、含水量及压密固结状态发生变化,某些施工方法还可能引起土体成分的混合置换、化学成分的改变,这些主要指标的变异将影响土体强度、变形特性的改变。对密实度相同的土体,随含水量增加,土体峰值强度降低;对含水量相同的土体,随密实度增加,其峰值强度增加。

(2) 三轴加载试验表明,在较小的侧压力作用下,含水量较低或密实度较大的土体,随着荷载的增加,其体积应变表现为剪胀性,其余表现为剪缩性。不同的卸载应力路径,其破坏形式不同,孔隙比的变化规律也不同,对以侧向卸载为主,其 $e$ 随卸载过程不断减小,破坏形式为压缩破坏;对竖向与侧向卸载比例相同的应力路径,卸载过程中 $e$ 保持不变;对以侧压加载为主,其 $e$ 随加载过程不断增大,破坏形式为挤长破坏。不同应力路径下应力-应变曲线差别很大,就破坏时的轴向应变而言,挤长破坏要比压缩破坏小很多,约为 $1/3 \sim 1/2$ 。对于同一种破坏形式(如挤长破坏),其抗剪强度指标基本接近;若对于不同的破坏形式,其抗剪强度指标不同,挤长破坏的粘聚力 $c$ 比压缩破坏低15%左右,挤长破坏的内摩擦角 $\varphi$ 比压缩破坏低21%左右,因此采用常规加载强度变形数据代替卸载问题是偏于危险的。

(3) 黄土受卸载扰动后的应力-应变曲线呈双曲线,具有良好的归一化特性;其初始的变形模量比常规加载情形高得多。

(4) 基坑开挖卸载作用产生对周围土体的扰动,侧向扰动范围约为开挖深度的1.3倍,在基坑底部的竖向扰动范围约为开挖深度的3倍。

(5) 强夯施工对土体产生的扰动范围可分为强扰动区、中扰动区、被动扰动区及弱扰动区,在强夯作用的强扰动区,土体的密实度、比贯入阻力、承载力、锤击数等有大幅度提高;在中扰动区,也有一定提高。

(6) 提出了考虑建筑物附近地面最大水平加速度、最大水平速度、振幅及建筑物强度刚度等因素的强夯所引起的扰动影响系数,用来衡量强夯振动对建筑物扰动程度。推导了在非饱和黄土中打桩扰动的小孔扩张理论公式,根据模型试验实测资料,初步划分为受打桩扰动影响周围土体的强、中、弱、非扰动区及桩底扰动增强区与桩周地表隆起区。

(7) 土体受加筋扰动作用后表现明显的各向异性,土工合成材料加筋土表现为应变软化特性,推导了加筋土挡墙正交各向异性基数解及土工合成材料加筋土应变软化的本构方程。加筋土挡墙的模型试验与数值分析结果表明,采用合适的加筋方案,加筋扰动作用导致加筋土挡土的面板只承受很小土压力,荷载通过筋条力来平衡。

(8) 提出了在 $p-q-e$ 坐标系中建立破坏曲面以描述扰动的概念,建立了以平均应力、偏应力及孔隙比增量相对值的扰动度公式,可用于衡量受不同施工扰动影响对周围土体的扰动程度。

**关键词** 施工扰动, 应力状态, 应力路径, 卸载, 基坑开挖, 强夯, 挤土效应, 扰动度

## STUDY ON ENGINEERING PROPERTIES OF SOIL MASSES DISTURBED DUE TO CONSTRUCTION

Zhang Mengxi

(Department of Civil Engineering, Lanzhou Railway University, Lanzhou 730070 China)

2000年1月28日收到初稿。

\* 国家自然科学基金重点基金(59738160)资助项目的子项研究。

作者 张孟喜 简介: 男, 1963年生, 1999年在同济大学土木学院结构工程专业获博士学位, 导师是孙钧院士; 现为兰州铁道学院土木工程系副教授, 土木工程CAD研究所所长, 主要从事岩土工程、结构工程领域的科研与计算机软件的开发工作。