

# 粉喷桩加固淤泥地基出现空桩段的再处理

张 威<sup>1</sup>, 彭 洪<sup>2</sup>

(1. 兰州交通大学, 甘肃兰州 730070; 2. 中国市政工程西北设计研究院, 甘肃兰州 730000)

**摘 要:**回顾了广东惠澳线地方铁路淤泥土地基加固处理的情况, 对该路段 DK17+171 处水泥粉喷桩成桩过程中出现的空桩段进行了原因分析并进行了再处理, 提出了在使用粉喷桩加固软土地基中应注意和遵循的原则。

**关键词:**淤泥土地基; 加固; 空桩段; 处理; 广东省

**中图分类号:** TU472.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0014-02

## 1 设计概述及地质情况

惠澳线地方铁路 DK16+870~DK17+270 段路堑及路堤内分布有软土, 采用水泥粉喷桩处理, 桩直径 500 mm, 纵横向桩间距 1.5 m×1.5 m, 该工点范围内, 路堤段路基每侧加宽 0.2 m, 且地表铺 0.3 m 中粗砂垫层。

根据前期的调查与勘探, 工点主要地层由浅至深分别为: (1) 砂粘土, 褐黄色, 土质均匀, 具粘性, 可塑, 厚约 1~6 m, 为二级普通土; (2) 淤泥, 灰黑色, 土质较均匀, 呈透镜体分布于 DK16+860~DK17+270 之间, 软塑~流塑, 厚约 0~7 m, 为 1 级松土; (3) 花岗岩, 灰白色, 肉红色, 风化极严重, 呈土状及碎块状, 手捏易碎, 风化厚度大于 6 m, 为 3 级硬土。

粉喷桩处理深度根据地层厚度分布不均而由施工控制, 必须穿透淤泥软土层, 且水泥用量每延米不少于 50 kg。

## 2 现场情况及存在问题

位于施工段落内 DK17+171 处, 在地基处理施

工完成 3 个月建成后 1~1.5 m 盖板涵后, 发现涵体多处开裂、下沉, 下沉量约 0.4 m, 不符合质量标准, 故拆除重建。在重建中对地基进行了开挖, 基坑开挖范围约长 20 m, 宽 6 m, 深 4 m, 路堤内的桩体部分被挖除, 在基坑中看到经粉喷桩处理过的地基, 只是在原地面上下各 1 m 处可见到粉喷桩桩体, 桩体质量良好, 均匀致密, 桩体下部 1 m 以下的淤泥中未见到粉喷桩桩体, 后经在坑壁沿桩体竖向下挖, 发现有 0.4 m 左右的空桩带, 空桩带以下可见到呈管状的桩体, 管状桩体的壁厚 3~5 cm, 管内为淤泥, 可插入约 2 m 长的钢筋。基坑底部为灰黑色的淤泥, 呈软塑~流塑状。

## 3 再处理方案分析

(1) 采用换填方法: 因粉喷桩成桩质量差到什么程度, 继续往下挖能否挖到完整的桩体心中无数, 继续下挖采用换填方法怕坑壁发生坍塌使事态扩大。

(2) 采用抛石挤淤: 目前淤泥土层的厚度有 6~7 m, 呈软塑状, 抛石挤淤的条件不好, 可能挤不动。

(3) 采用框架梁: 从涵洞结构考虑将该涵变为框架梁, 而现有的地基承载力小于 80 kPa, 满足不了框架梁对地基承载力 120 kPa 的要求。

收稿日期: 2005-05-24

作者简介: 张威(1981-), 男, 山东莱州人, 硕士研究生, 研究方向为桥梁与隧道工程。

触条件来处理。总之, 如何模拟层间接触状况, 特别是如何考虑防水层的影响, 是建立合理模型的一个关键问题, 也是研究铺装层结构设计理论的一个重点。要采取理论计算与试验分析相结合的方法, 将计算结果与试验和实测结果相对比, 寻找一种与结构实际受力吻合的模型。

## 5 结束语

桥面铺装层是一种特别的路面结构, 如何合理

简化荷载模型, 以及如何进行分析与研究, 是总结当前国内桥面铺装结构分析的主要方法, 当务之急是加快对沥青混凝土桥面铺装的进一步研究, 以明确桥面铺装层之外各结构层力学特性及相关参数, 为桥面铺装的设计和施工提供指导; 同时, 加强对各铺装层材料的材料性能指标和测试技术的研究, 开发适应桥面破坏机理的新材料; 另外, 还要改进铺装技术及提高施工质量, 从根本上解决桥面铺装早期损坏问题。

(4) 采用打入桩或碎石桩,费用高、时间长,没有现成的施工队。

(5) 采用粉喷桩:一致认为采用粉喷桩重新处理比较合适,但对成桩效果不理想的原因分析是否准确,继续采用粉喷桩重新处理能否成功心中无数,还应通过现场试验后来确定。

为了保证工期与检查成桩效果和查找原因需要,2002年1月2日进行现场粉喷桩(干法)试验,每米50 kg 喷灰量,但是成桩效果不理想,决定取土样做土的物理指标试验和水泥掺入比拌合试验。1月4日再次进行现场粉喷桩试验,每米50~100 kg 喷灰量,低速慢档全桩复喷、复搅,成桩效果仍不理想,仍有2~4 m深的空桩段。1月5日进行现场搅拌桩(湿法)试验,水泥含量每米50~100 kg的喷浆量,低速慢档全桩复喷、复搅。1月6日现场查看搅拌桩成桩初凝效果,通过对比,认为搅拌桩(湿法)的成桩效果好于粉喷桩(干法),应采用搅拌桩进行涵洞地基的再处理。施工时按下列要求进行:

(1) 使用1档低速钻进,全桩复搅、复喷,停浆面标高30.3 m。

(2) 搅拌桩直径0.5 m;水泥浆中的水泥(425 #)用量加大到每米100 kg。

(3) 桩体沿涵轴方向按矩形布置,桩中心距1.2 m(线路方向5排)×1.0 m(涵轴方向23根),桩底至花岗岩风化层0.5 m深处,桩数115根;桩长约7 m;总计约805延米。

(4) 施工完成后对桩体进行成桩性检测和取样试验(做7 d、28 d龄期的抗压强度),当地基强度达到150 kPa时仍采用原基础形式修建该涵。

(5) 涵基础底面与搅拌桩桩顶间铺设0.3~0.5 m厚砂垫层。

(6) 成桩28 d后进行整体基础部分的施工。

#### 4 产生空桩段的原因分析

在起初DK17+171处加固地基的施工过程中,当钻头喷灰搅拌提升至地面附近时,桩位出现翻浆冒泥,桩头附近出现最深达近2 m的空洞,为了保证成桩质量,采取向空洞内人工倒入水泥及回填土,同时操作桩机反复搅拌的办法予以弥补,28 d龄期开挖桩身浑圆坚硬,桩径达到设计要求。结合再处理的现场粉喷桩与搅拌桩的试验情况分析认为:产生空桩的主要原因是由于该段地层含水量过大而引起的。

(1) 《粉体喷搅法加固软弱土层技术规范》TB 10133-96中指出“本规范适用的加固范围为天然含水量大于30%的淤泥质土、粘性土和粉性土地基;当地基土pH值小4或天然含水量大于70%时不宜采用。粉喷加固深度不宜大于15 m。”为了查明原因,在试验现场从钻头提出桩顶时带出的土体中,采取了代表深度在2~4 m范围的土样进行土的物理指标测试,其数据表明该段地层的天然含水量为76.9%,超出规范标准约10%(从现场情况看地层的实际天然含水量可能还要大于该值),其余指标符合规范要求。

(2) 因粉喷桩采用短螺旋钻头进行搅拌,当粘性土体含水量过大时,土体呈流塑状态,钻头在搅拌过程中土体不易被搅碎,而土体却将钻头包裹成一个整体,钻头在慢速旋转时就会在土体中形成一个较大半径的扰动带,将喷出的水泥粉搅入到钻头以外的土层中,从而造成不了桩和没有水泥喷入的现象;当钻头旋转速度较高时扰动半径变小,将水泥连续带甩的直接喷至钻头外侧,在孔壁上形成一个水泥富集的管壳状桩体。

(3) 在搅拌成桩时,粉状水泥的掺入是靠有一定压力的气体吹入的,而呈流塑状态的粘土排气性很差,吹入土中的气体无法沿钻杆壁正常排出,在上覆土压力较小时只能随提升的钻头将桩顶部的土体顶出孔口,形成一定长度的空桩。

#### 5 水泥浆搅拌桩(湿法)成桩效果好的原因

因水泥浆搅拌桩(湿法)采用“一字型”钻头进行搅拌,土体的切削量小,从而钻头在搅拌过程中使土体完全被搅碎,不会像粉喷桩(干法)施工时将钻头包裹成一个整体,所以采用搅拌桩法(湿法)时,在喷射泥浆时能与土体完全搅拌,发生一系列的水化与固结反应,不会出现空桩段,且成桩效果良好。

#### 6 结束语

该工点之所以能够得到较为理想的再处理效果,一是摸清了空桩段产生的原因,即地层含水量过大。二是采用水泥浆搅拌桩法(湿法)处理措施得当。水泥土搅拌法是一项加固软土地基的新技术,从经过多年的推广与实践来看,其优势显而易见,处理方法的采用(干法或湿法)对地层情况的分析尤为重要,应针对各工程对象的具体特征,认真分析灵活运用。