

真空联合堆载预压加固桥头软基地表沉降分析

陈兰云¹, 朱建才²

(1. 金华职业技术学院 浙江金华 321017 2. 浙江大学建筑设计研究院 杭州 310027)

[摘要]根据浹里陈大桥桥头试验段的地表沉降的现场监测结果,主要分析了加固区的地表沉降随时间的变化规律、影响区的地表沉降特征以及对周围建筑物的影响;真空能量与地表沉降的关系以及停泵后的地表回弹量。结果表明,真空联合堆载能大幅消除沉降量,减少工后沉降量,达到防止“桥头跳车”的作用。

[关键词]地表沉降 桥头 真空联合堆载 真空能量

[中图分类号]P642 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2005)03-0083-03

近几年来我国高等级公路发展迅速,从已建软土地基上高等级公路运行情况看,工后沉降特别大,在桥头部位会造成“桥头跳车”,防止“桥头跳车”是高等级公路建设中急需解决的问题。真空堆载联合预压法是一种较好的桥头软基处理方法,目前在高等级公路的软基处理中应用较多,已取得了许多研究成果[1-9]。在真空联合堆载预压处理软基的过程中,主要是通过预先大幅度消除沉降来达到减少工后沉降。本文根据浹里陈大桥桥头试验段现场的地表沉降的监测结果,对真空堆载联合预压处理软基所产生的地表沉降特征进行了较全面的分析,对指导真空堆载联合预压的设计与施工具有实际意义。

1 工程地质条件与工程概况

1.1 工程地质条件

本试验段真空堆载加固场地面积约为3600m²,软粘土层厚度大于50m,土层分布如下:第一层为粘土、亚粘土,为1.6m厚的“硬壳”层;第二层为淤泥质粘土,层厚1.70m;第三层为淤泥,层厚13m,灰色,流塑,高压缩性,路基主要压缩层;第四层为亚粘土,层厚2.50m,物理力学性质一般~稍好;第五层为淤泥质粘土、粘土,层厚6.00m;第六层为亚粘土、淤积粘土,层厚4.5m;第七层为亚粘土、粘土,层厚10.90m。

1.2 真空堆载联合预压试验段工程概况

路桥至泽国一级公路起点为台州市路桥区松塘大转盘,全长9.979km,终点为温岭市泽国镇下洪洋村。路桥至泽国一级公路桥头段软基处理试验段位于浹里陈大桥两侧桥头段,K0+657-K0+722段采用真空联合堆载预压法处理。

本试验段真空堆载加固场地面积约为3600m²,塑料排水板的设计打设深度为21m,平面布置为梅花型,间距为1.2m,采用静压打设方式。在抽真空过程中,布置的射流泵为6台,一般开2~4台,剩余的为备用。自2003年1月24日开始抽真空预压,实际施工过程中,真空排水预压52天,自3月18日开始填筑路基,至4月8日路面填筑完毕,开始联合预压,7月8日停泵。

2 地表沉降监测分析

在加固区内共埋设了9个沉降板;加固区外埋设了22个沉降板以监测影响区的地表沉降特征,以及影响区的最大影响范围。

2.1 加固区地表沉降随时间变化规律分析

图1为某加固区沉降板的地表沉降变化曲线,图2为该沉降板的沉降速率变化曲线图。从图中可以看出,自1月24日开始抽真空,地表迅速下降,沉降曲线较陡,沉降速率较大;随着抽真空时间的增加,各点的沉降速率逐渐变小,沉降曲线趋于缓和。

[收稿日期]2004-05-20; **[修订日期]**2005-02-23; **[责任编辑]**陈仁俊。

[第一作者简介]陈兰云(1964-),男,1985年毕业于东北工学院(现东北大学)矿山建筑专业,副教授,工学硕士,主要从事岩土工程、地基处理的教学与科研。

在 3 月 18 日开始填筑路基处, 累计沉降曲线存在一个明显的拐点, 曲线斜率变陡, 沉降速率由 6mm/day 增大为 22mm/day, 说明真空预压与堆载预压的联合加速了固结沉降的速度。在 4 月 8 日路基填筑完毕后, 沉降速率逐渐下降, 至 7 月 8 日停泵为止, 最大沉降量为 1738mm, 沉降速率接近 0.3mm/day。真空堆载联合预压消除沉降的效果极为明显。

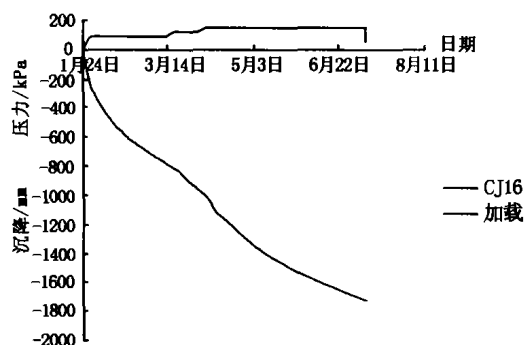


图 1 地面沉降曲线图

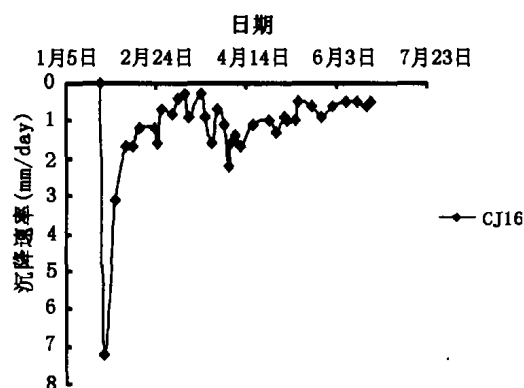


图 2 沉降速率变化曲线图

2.2 影响区的地表沉降分析

图 3 为真空联合堆载预压停泵时的最终实测沉降等值线图。从图中可以看出, 沉降以加固区中心最大, 向周围逐渐递减, 形成一个锅底形状。加固区周围的两处居民住宅在加固期间未受影响, 基本无沉降或沉降很小。

图 4 为影响区的地表沉降变化曲线, 从图中可以看出, 离加固区边界越远, 沉降值越小。沉降速率在抽真空的初期较大。随着抽气时间的增加沉降继续增大, 但沉降速率逐渐减少。

2.3 地表沉降速率与真空能量的关系

如图 5 所示, 2 月 8 日以前用两台抽, 平均沉降速率呈快速下降趋势, 2 月 8 日改用 3 台抽后, 2 月 9 日沉降速率未见明显上升趋势, 2 月 10 日有微弱的上升, 幅度不大。2 月 16 日改用 4 台抽, 沉降速率有微

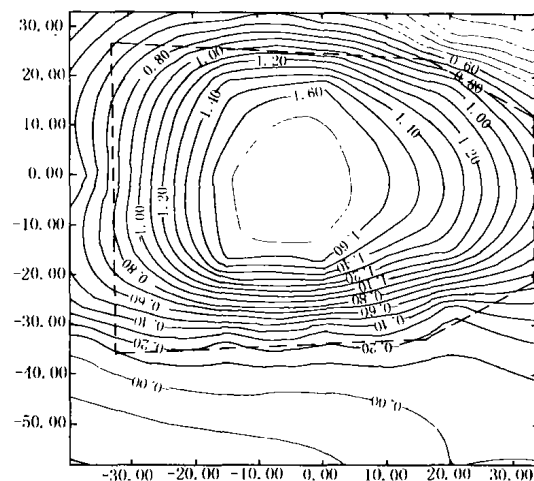


图 3 真空联合堆载预压停泵时沉降实测等值线图

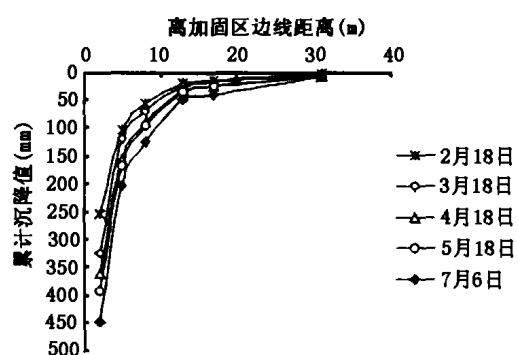


图 4 影响区地表沉降曲线变化图

弱的上升。2 月 20 日改用 5 台抽, 在 2 月 21 日沉降速率仍有微弱的上升, 之后由于膜破漏气导致沉降速率下降。由此可知, 在抽真空的初期, 真空能量的增加可在一定的范围与时间内提高沉降的速率, 但对总体沉降速率影响不大, 沉降速率随着固结程度的增加不断减少。

在试验观测中发现, 在真空联合堆载预压的后期, 当出水量比较小时, 出水量已较少的情况下, 增加真空能量并不能加快地表的沉降速率。增加真空泵的数量并不能提高沉降速率, 由于水箱水的倒灌入膜下, 有时地表沉降速率反而下降。研究表明, 在停泵或回气后, 再抽真空, 出水量大大增加, 地表沉降速率大幅加快。

2.4 停泵标准与地表沉降回弹的观测分析

自 2003 年 1 月 24 日抽真空至 7 月 8 日停泵, 共计 166 天。在 7 月 8 日停泵前, 表面沉降速率已基本趋向稳定, 连续 10 天的平均沉降速率为 3mm/day。目前按照真空联合堆载预压的经验要求达到连续 10 天的平均沉降速率小于 2mm/day。但在本

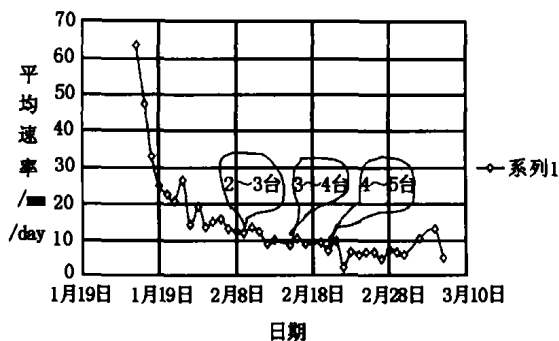


图5 平均沉降速率随时间变化图

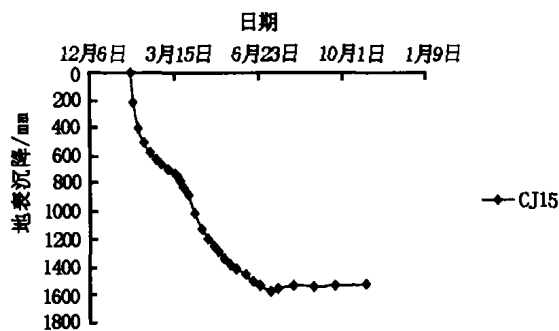


图6 地表沉降曲线图

3 结论

(1) 本试验段至7月8日停泵时平均固结度达到83%,路堤堆载在天然地基下中心点工后沉降为51mm,小于100mm,满足桥头软基工后沉降要求。真空联合堆载能大幅消除沉降量,减少工后沉降量,达到防止“桥头跳车”的作用。

(2) 沉降以加固区中心最大,向周围逐渐递减,形成一个锅底形状。加固区周围的两处居民住宅在加固期间未受影响,基本无沉降或沉降很小。

(3) 地表沉降速率与真空能量的关系表明,在抽真空的初期,当真空能量增加,地表沉降速率相应增大,但对总体沉降速率影响不大;在真空联合堆载阶段,出水量已较少的情况下,增加真空能量并不能加快地表的沉降速率。

(4) 在7月8日停泵后,地表产生回弹,三个多月的回弹量约为38mm,回弹速率随停泵时间的增加逐渐减少。

参 考 文 献

- [1] 娄炎. 真空排水预压法加固软土技术. 人民交通出版社. 2002.
- [2] 彭劭,刘汉龙,等. 真空-堆载联合预压法软基加固对环境的影响. 岩土工程学报,2002,24(5):656~659.
- [3] 徐泽中,刘世同,柴玉卿. 真空堆载联合预压法的渗流分析. 河海大学学报,2002,30(3):85~88.
- [4] 李豪,高玉峰,等. 真空-堆载联合预压加固软基简化计算方法. 岩土工程学报,2003,25(1):58~62.
- [5] 李就好. 真空-堆载联合预压法在软基加固中的应用. 岩土力学,2003,20(4),1999,58~62.
- [6] 龚晓南,岑仰润. 真空预压加固软基地基机理探讨. 哈尔滨建筑大学学报. 2002,35(2):7~10.
- [7] 谢弘帅,宰金璋,等. 真空降水堆载联合预压加固高速公路桥坡软基技术研究. 中国公路学报. 2003,16(2):26~30.

试验段,由于在真空预压52天后才开始填筑路基,路基填筑的时间较晚,且在联合堆载预压的后期又填了一层找平层,堆载预压对沉降的影响相对较大,因此可将真空联合堆载预压的停泵控制速率适当放大,控制在3mm/day之内。

在7月8日停泵后,地表产生回弹,图6为地表沉降曲线图。从图中可以看出,停泵后地表发生一定程度的回弹,停泵刚开始阶段回弹速率较大,从7月8日至8月4日各沉降标平均回弹量为24mm,平均回弹速率为0.9mm/day;之后回弹速率逐渐减慢,回弹速率随停泵时间的增加逐渐减少。

ANALYSIS ABOUT SURFACE SETTLEMENT OF BRIDGE-HEAD IN THE SOFT GROUND BY VACUUM-SURCHARGE PRELOADING

CHEN Lan-yun¹, ZHU Jian-cai²

(1. Jinhua College of Profession and Technology, Jinhua Zhejiang 321017

2. Institute of Building Design, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract: Based on the results of the on-the-spot monitoring about the surface settlement of the Jialichen bridge-head experimental site. This paper analyzes the variation law of the settlement within the time in reinforced section, the characteristics of the surface settlement in influenced section and its effect on the building around. It also analyzes the relationship between vacuum energy and the surface settlement, and the surface back-elasticity after stopping vacuum pump. The results indicates that vacuum-loading can greatly eliminate the surface settlement after the finished worked, functioning as a guard against the present existing situation of "leaping car at bridge-head".

Key words: surface settlement, bridge-head, vacuum-loading, vacuum energy.