

袋装砂井预压排水固结法处理软土地基分析

戴智敏 周宏楚

(广东省公路建设公司, 广州 510600)

摘要:京珠高速公路广珠段地处珠江三角洲河网地区, 全线大部分路段建造在深厚软土地基上。采用袋装砂井预压排水固结法处理软土地基。通过 K33+600、K34+200 两个断面荷载—沉降速率—时间的观测资料, 总结分析预压系统的设计思路以及路堤填筑过程中路基沉降的特征。

关键词: 公路 软土地基处理 袋装砂井 薄层轮加法

中图分类号: U416.1+6

文献标识码: B

1 引言

京珠高速公路广珠段途径番禺、中山、珠海, 地处珠江三角洲河网地区, 全线大部分路段都建造在深厚软土地基上。该地区具有两个显著的工程地质特点:

(1) 地基软土厚度大, 含水量高, 压缩性大, 强度、天然承载力小。

(2) 地基淤泥中砂、粉砂颗粒含量占 40% ~ 60%, 渗透性相对较好 (K 在 10^{-6} cm/s 量级), 固结系数相对较大 (C_v 在 $10 \sim 3$ cm²/s 量级), 且在不同深度含有大量的细砂层、贝壳层或透镜体, 对地基的排水固结有利。

在上述地基上修筑高速公路, 由于其压缩性高, 透水性差, 在建筑物的荷载作用下会产生相当大的沉降, 而且沉降的延续时间长。另外, 由于地基强度低, 地基承载力和稳定性往往不能满足工程要求, 因此必须对其进行处理。袋装砂井预压排水固结法是处理软土地基的方法之一, 特别对于高速公路这样建设周期长, 路堤本身又是现成预压荷载的工程, 其优势更加明显。

2 预压系统的主要设计思路

袋装砂井预压排水固结法, 是在地基中设置袋装砂井作为竖向排水体, 并铺设横向排水垫层, 同时对地基施加固结压力来实现的。由于天然软土地基抗剪强度低, 一次性加载或速率过快的分级加载, 都可能使地基中剪应力增加超过土层固结强度增长而产生危险。因此, 对于路堤施工来说, 预压系统 (在此即路堤填筑) 的设计就成了整个工序的重点和难点。加载系统设计的关键在于确定合理的分级加载速率和每次加载的大小。

在进行预压荷载设计时, 通常把总的填土高

度分成二、三级, 并据此来确定分级填土的高度和预压时间。但这样的加载计划往往难以确保施工期内路基的安全稳定, 并且可能使施工时间过于延长而不符合实际要求。为此有关技术人员在实际工作中, 结合路堤填筑的施工特点, 总结出“薄层轮加”的加载方法, 根据每次填土后地基强度的增长来安排填筑速度, 按每次填土的厚度、地基强度的增长量和施工期间土的动态变形特点作为确定停歇间歇时间的依据。

“薄层轮加”加荷方法的设计可按以下思路来进行:

(1) 以地基土天然状态下所能承受的最大填土高度为依据, 确定软土地基的极限填土高度。

(2) 计算每级填土厚度所需的强度增长值, 并计算该强度增长相应要求的固结度。

(3) 计算达到以上固结度所需的预压时间, 作为确定停歇时间的依据。

(4) 施工期间进行动态观测, 确定合理的控制标准, 并对设计数据进行检验、补充、修正。

3 路堤填筑施工中地基沉降特征分析

3.1 地基沉降特征

“薄层轮加法”的关键是必须保证准确连续的动态观测, 通过对动态观测数据的分析, 掌握路堤在施工过程中的变形动态, 确定合理的控制标准, 指导施工, 保证施工的安全稳定。

动态观测最常规的方法是地表沉降观测, 地表沉降速率是实行施工中控制填土速率的主要指标之一。本文以广珠东线第八标段填土速率和填土高度都不同的两个断面 K33+600、K34+200 为例进行讨论, 分析其沉降特征和地表沉降的基本规律 (图 1、图 2)。

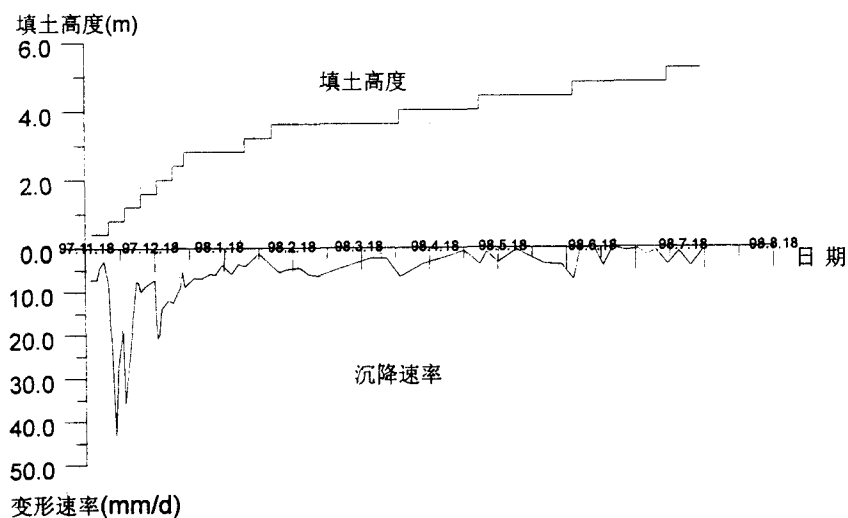


图 1 K33+600 荷载—沉降速率—时间曲线

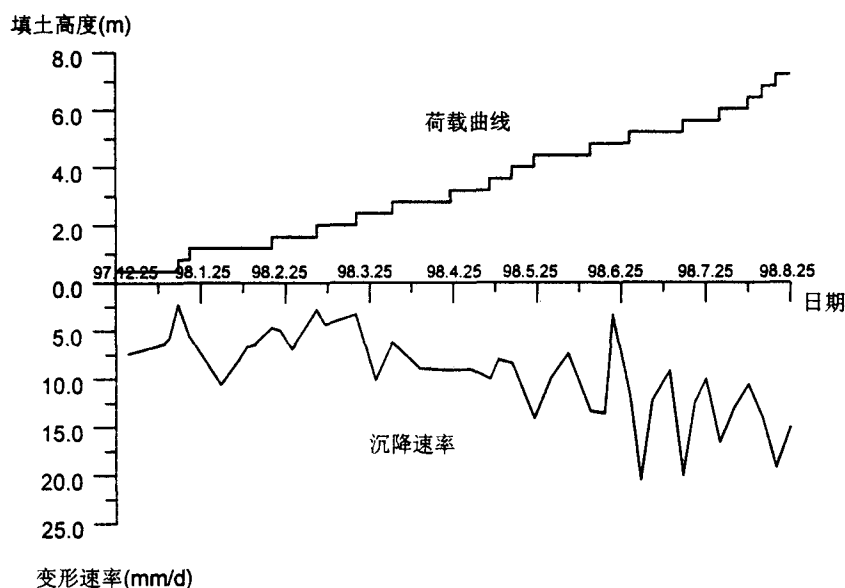


图 2 K34+200 荷载—沉降速率—时间曲线

从曲线中可以看出,地表沉降速率随加载而增加,随停载而减少。整个过程呈有规律的变化,主要体现了以下几个特征:

(1)沉降量基本与荷载呈一定比例增长。应力与应变基本符合虎克定律,荷载越大,沉降量越大。如 K33+600 填土高度为 5.2m,截止 1998 年 8 月 19 日总沉降量为 1.144m;K34+200 填土高度为 7.2m,总沉降量达 2.656m。

(2)地基沉降对荷载的反应较灵敏,加载过程中,沉降速率明显增大;停载阶段,沉降速率变小。

(3)地基沉降量与加载速率成正比。K33+600 从 1997 年 11 月 18 日到 1998 年 8 月 18 日共 9 个

月填土 5.2m,总沉降量为 1.144m;而 K34+200 从 1997 年 12 月 25 日到 1998 年 8 月 18 日,7.5 个月共填土 7.2m,总沉降量达 2.656m,比 K33+600 断面明显要大。

(4)沉降速率与加载速率呈现明显的相关性。K33+600 填土时间长,填土高度小,沉降速率的变化幅度较小。特别是到后期,即使在加载期间,沉降速率的变化幅度也较小,表明地基处于良好的固结状态。而 K34+200 断面由于填土速率过快,停载预压时间不足,沉降速率曲线体现出大幅度的波动,即使到后期,仍出现 20mm/d 以上的沉降速率。虽然路基并没出现剪切破坏的现象,但反

映了在总沉降量中瞬间沉降所占的比例过大,而固结沉降的比例过小。瞬间沉降量过大反映了地基土的剪切变形过大,其结果往往会造成总沉降量过大。

(5)从路基横向上看,呈现路肩小、路中大的盆形沉降特征,路肩沉降量大致为路中沉降量的 75% 左右。

3.2 施工指导

地表沉降作为了解地基土动态变形的主要依据之一,对实际施工具有较大的指导意义。具体表现在以下几个方面:

(1)通过分析地基沉降曲线,预测地基土的最终沉降量。

(2)通过对沉降特征的分析,了解地基的变形动态和稳定程度,从而制定出相应合理的控制标准,以指导施工。在实际施工中我们综合考虑进度与安全两方面的因素,提出以下控制标准:在极限填土高度以下,加载期间单日沉降控制在 20mm 以内;极限填土高度以上,加载期间单日沉降控制在 15mm 以内;停载期间,沉降速率小于 8mm/d 可

进行下一级加载。

(3)通过对路中与路肩沉降差异的分析,确定路堤合理的预留拱度和边坡坡度。

4 结语

(1)“薄层轮加法”是路堤填筑施工合理的方法,它不仅保证了施工过程中路基的安全稳定,而且缩短了预压时间,加快了施工进度。

(2)沉降特征是了解地基在施工过程中变形动态的基本指标之一。综合分析地基沉降性质,确定合理的控制指标指导施工,是保证“薄层轮加”施工方法顺利实施的前提。

(3)上述沉降指标经广珠东线高速公路实践检验,为今后类似条件下的施工提供了经验借鉴。

参考文献

- 1 公路软土地基路堤设计与施工技术规范 JTJ017-96[S],北京:人民交通出版社,1997
- 2 曾国熙等.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1988
- 3 日本道路协会编,蔡恩捷译.道路土工软土地基处理技术指南[S].北京:人民交通出版社,1989

(收稿日期:2001-10-22)