

## 阿博高速公路软土地基沉降监测分析

司维兵,付玉涛,王翰强

(山东省第一地质矿产勘查院,山东 济南 250014)

**摘要:**沉降观测是验证软土地基设计、指导施工的重要手段,对阿荣旗至博克图高速公路 K42+400~K42+500 段软土地基处理后现场沉降观测结果及差异沉降量进行分析,表明沉降主要发生在集中填筑期内,沿路基横断面沉降量的分布是不均匀的;验证了采用砂垫层+土工格栅法处理软土地基对减小横向差异沉降和提高地基承载力效果良好。

**关键词:**软土地基;沉降观测;横向差异沉降;沉降速率;阿博高速公路

**中图分类号:**U416

**文献标识码:**B

## 1 概述

沉降监测区位于阿荣旗(黑蒙界)至博克图高速公路 K42+400~K42+500 段,监测区为低山丘陵区,线路区为一缓坡,地下水埋藏较浅,表层出露地层岩性为第四纪全新世坡积低液限黏土,一般厚度为 3.0~5.0 m,较为湿软,呈可塑状,且具冻胀性,其下覆盖厚约 5.0 m 的第四纪全新世残坡积碎石土,呈松散状;下伏基岩为侏罗纪伊利克得组全风化凝灰岩。此路段采用挖除换填砂砾处理。各地层特性分述如下:

第四纪全新世坡积低液限黏土:灰黑色—黄褐色,一般含水量高。厚度 1.5~5.0 m。

第四纪全新世残坡积、坡积碎石:黄褐色—浅黄色、杂色,局部直接出露,砂砾石及黏性土充填,松散。一般厚度 2.0 m 左右。

晚侏罗纪伊利克得组凝灰岩:紫红色、灰绿色,碎屑结构,块状构造,厚层—巨厚层。

## 2 沉降仪标埋设

此路段采用挖除换填砂砾处理,首先清除表层具有冻胀性的低液限粘土,换填并强夯压实路基土,在路基底部铺设土工格栅。沉降板埋置于路堤中线和左路肩、右路肩的基底,每一剖面埋设 3 块沉降

板,当设有砂垫层时,沉降板埋置于砂垫层下、软弱土地基之上(表 1)<sup>[1-3]</sup>。

表 1 监测断面情况汇总

序号	桩号	软弱土厚度(m)	设计填土高度(m)	地基处理方式	断面描述
1	K42+400	4.0	7.0	换填砂砾	一般路堤
2	K42+450	3.2	7.8	换填砂砾	桥头断面
3	K42+470	3.0	8.1	换填砂砾	桥头断面

## 3 地基表面沉降量

在断面 K42+400, K42+450, K42+470 处理设沉降板,各断面的填土高度、时间与沉降曲线如图 1 所示。沉降观测资料统计见表 2<sup>[4,5]</sup>。

2009 年 6 月 13 日开始路基填土至 2010 年 6 月底路基施工结束,填土工作分为 3 个阶段:“年前施工期”、“冬季停工期”和“年后施工期”;在“年前施工期”阶段(填土高度 5 m 以上),路堤填筑速率较快,沉降量增加非常迅速,说明地基土在荷载作用下排水固结的速率较快,月平均沉降量为 13~33 mm,地基表面累计沉降量均超过 50 mm,占地基表面总累计沉降量的 80% 以上,可见沉降主要发生在“年前施工期”内。在“冬季停工期”内,沉降速率开始变缓,在不长的时间内沉降速率已很快变小,229 天内沉降量均未超过 10 mm, K42+400 断面路基右侧地基表面沉降未超过 1 mm,可见地基表面沉

\* 收稿日期:2012-04-11;修订日期:2012-06-06;编辑:曹丽丽

作者简介:司维兵(1977—),男,山东淄博人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:sdyt93311@sina.com。

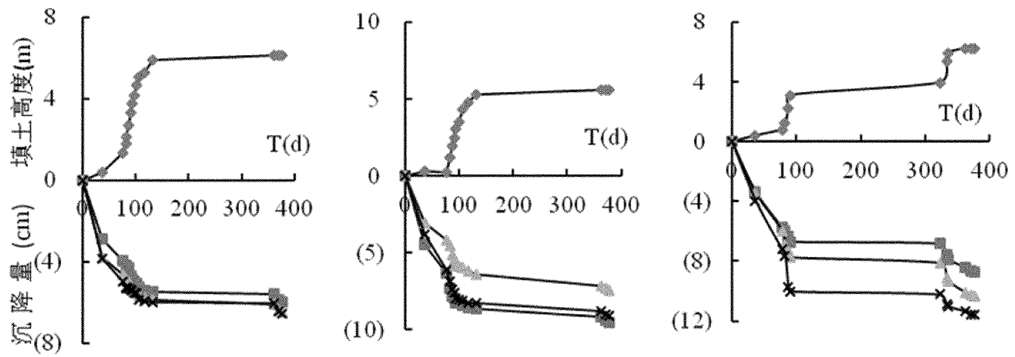


图 1 K42+400, K42+450, K42+470 断面填土高度、时间与沉降关系曲线

表 2 阿博高速公路沉降观测资料统计

断面	沉降板位置	年前施工期		冬季停工期		年后施工期	
		填土厚度/m	平均沉降量/mm	填土厚度/m	平均沉降量/mm	填土厚度/m	平均沉降量/mm
K42+400	时间	2009.6.13~10.24 (133d)		2009.10.25~2010.6.10 (229d)		2010.6.11~6.25 (14d)	
	左	54.57	12.4	0	1.01 0.132	4.07	8.85
	中	59.61	13.5	0	2.44 0.32	4.1	8.91
K42+450	时间	2009.6.13~10.24 (133d)		2009.10.25~2010.6.10 (229d)		2010.6.11~6.25 (14d)	
	左	86.36	19.6	0	5.13 0.68	3.5	7.61
	中	63.87	14.5	0	7.32 0.97	2.92	6.34
K42+470	时间	2009.6.13~9.12 (91d)		2009.9.13~2010.5.2 (323d)		2010.5.3~6.25 (54d)	
	左	67.17	22.39	0	1.34 0.12	19.1	10.6
	中	77.58	25.86	0	3.84 0.36	22.3	12.4
	右	100.34	33.45	0	1.98 0.183	9.7	5.4

K42+470 右路肩, 沉降量为 115.63 mm, 一般沉降量为 60~90 mm 之间, 这是由于砂垫层对应力有扩散作用, 使作用在下卧层土上的压力较小, 这样也会相应减少下卧层土的沉降量; 在冬季恒载期内, 3 个断面最大沉降量为 7.32 mm, 占路基中线地基表面总累计沉降量的 9.8%, 平均每月沉降速率 0.2 mm。

### 4 横向差异沉降分析

各断面沉降盆图根据路基宽度和路基中线、路基左路肩、路基右路肩各地基表面相对应时间的累计沉降量绘制的, 在图 2、图 3 中, “中—左”表示在一次观测中, 路基中点下地基表面累计沉降量减去路基左侧边缘下地基表面累计沉降量; “中—右”表示在一次观测中, 路基中点地基表面累计沉降量减去路基右侧边缘下地基表面累计沉降量。

降已基本趋于稳定。在“年后施工期”内, 当路基填筑后, 沉降量又开始增大, 但停止填土结束后沉降很快趋于稳定, 可见采用砂垫层处理软土地基可以提高地基承载力, 避免地基失稳破坏。最大沉降为

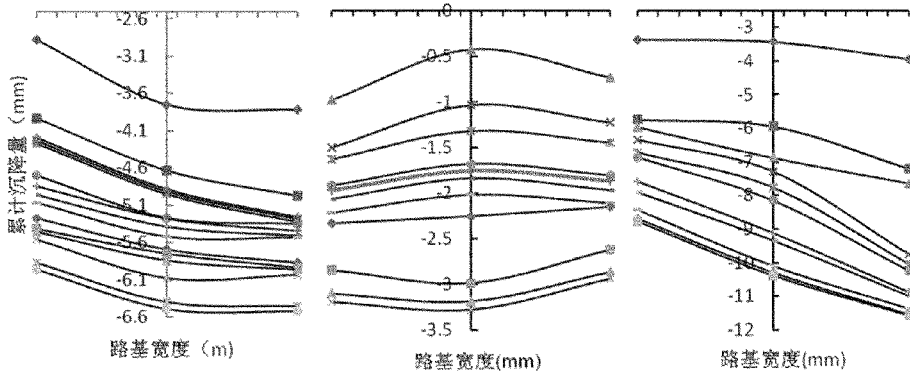


图 2 K42+400, K42+450, K42+470 断面沉降盆图

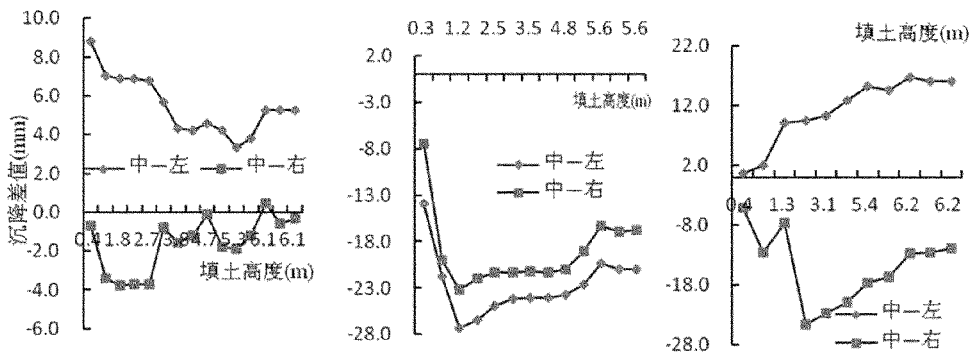


图3 K42+400,K42+450,K42+470断面沉降差与填土高度关系图

由图3可见,沿路基横断面沉降量的分布是不均匀的,各断面地基表面差异沉降量是随着填土高度逐步增大的,但地基表面差异沉降量并不大,增长速率较小,说明在路基底部铺设加筋土工格栅对减小横向差异沉降的效果是明显的;在“年前施工期”阶段,随着填土高度的逐步增加,差异沉降量增长较快,在“冬季停工期”内,差异沉降量增长幅度较小,在“年后施工期”阶段内,随着填土的继续增加,差异沉降量较大,随着路堤的填筑结束,差异沉降量基本趋于稳定。

## 5 结语

(1)沉降观测结果表明,阿博高速公路地基沉降

量与路堤高度密切相关,合理控制填土速率是路堤填筑期质量的关键。

(2)沉降主要发生在集中填筑期内,沿路基横断面沉降量的分布是不均匀的,差异沉降在填筑期内占主导地位。

## 参考文献:

- [1] 王晓谋,袁怀宇.高等级公路软土地基路堤设计与施工技术[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [2] 张留俊,王福胜.高速公路软土地基处理技术[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [3] 中华人民共和国行业标准.公路软土地基路堤设计与施工技术规范(JTJ017-96)[S].人民交通出版社,1997.
- [4] 岩土工程手册编写委员会.岩土工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [5] 殷宗泽.土体沉降与固结[M].北京:中国电力出版社,1998.

## Monitoring and Analysis on Soft Clay Ground Settlement of Abo Highway

SI Weibing, FU Yutao, WANG Hanqiang

(No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Settlement observations are important means to verify the soft soil and guide the design and construction of ground. In this paper, field settlement observations and differential settlement after the soft soil treatment in the section of K42 +400~K42 +500 of Arongqi to Boketu highway have been analyzed. It is showed that settlement occurred mainly in filling period. Distribution of settlement along the base cross - section is uneven. It is verified after the treatment of sand cushion + geogrid, the transverse differential settlement can be reduced and the bearing capacity of foundation good can be improved.

**Key words:** Soft ground; settlement observation; transverse differential settlement; sedimentation rate