

文章编号:1005-0523(2010)03-0038-06

高速公路零征地加筋拓宽路堤监测分析

郑智能^{1,2}, 凌天清², 周 滨³

(1. 重庆交通大学 土木与建筑学院, 重庆 400047; 2. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400044;
3. 广东高速公路有限公司, 广东 广州 528231)

摘要:为掌握高速公路零征地加筋拓宽路堤施工和运营过程中特性, 对其进行了系统的监测和分析。监测为期2年, 监测项目包括路基侧向水平位移、土压力、孔隙水压力等。监测表明, 各监测指标的变化主要发生在拓宽路堤施工期与完工后3个月内, 其后各监测指标变化较小; 采用粉喷桩处理软土地基时, 粉喷桩为刚性桩, 桩与桩间土不是协调变形, 以粉喷桩为主承受上部荷载。分析结果表明: 设计方案和施工方案较好, 能保证拓宽工程的变形和稳定性要求; 零征地加筋拓宽路堤具有较高的稳定性和安全性; 为避免拓宽路基的不均匀沉降导致路面开裂, 对于拓宽路基宜采用先进行一段时间的堆载预压, 然后再修筑路面的施工方法。

关键词:高速公路; 路基拓宽; 加筋土; 监测

中图分类号:U417.1+15

文献标识码:A

佛开高速公路于1996年12月正式建成通车; 随着该地区经济发展, 交通量急剧增加, 原4车道已不适应经济高速增长的需要。佛开高速公路扩建工程就是对原高速公路两旁各加宽两车道, 使原双向4车道变为双向8车道。佛开高速公路拓宽工程具有征地难题、路基填土高、地基软土性质差等特点。

由于拓宽路基和老路基的修筑历史、填料等差异问题, 路基拓宽往往存在稳定性问题和不协调变形两大类的问题; 新老路基的不协调变形将会导致路基、路面的开裂, 路边水下渗等危害^[1-4]。如何保证拓宽路基的稳定性和减少新老路基的不协调变形, 是拓宽工程需要解决的问题。桂炎德等^[5]在沪杭甬高速拓宽工程中, 对结合部采取了填料控制、防水、排水、加筋、台阶挖设等措施; 周志刚等^[6]通过非线性有限元计算分析, 结合现场沉降观测、FWD弯沉检测, 论证了土工格栅处治填挖交界路基非均匀沉降的合理性。凌建明等人^[7]对新老路基结合面处治、拓宽路基填料及压实度控制、路基加筋、轻质路堤、地基处理、支挡结构以及路基路面综合处治等7种技术的处治机理、效果和设计施工要点进行了分析。以上这些研究与实践主要集中在采用土工格栅等加筋材料以克服新老路基的不均匀沉降、对土工格栅减少不均匀沉降的设计方法与机理进行研究; 而对加筋拓宽路基实体工程的监测、工程实体运行效果的分析较少。

为解决佛开高速公路的软基上路基加宽技术难题和难征地的社会问题, 项目提出集拓宽路基不均匀沉降处理、软基加固和边坡加固、零征地功能一体的加筋拓宽技术方案。项目组对于该技术方案进行过筋土界面拉拔试验^[8]、土工离心模型试验^[9]、足尺静力试验和数值分析等多方面的研究。本文主要是对零征地加筋拓宽路堤依托工程进行监测, 以了解零征地加筋拓宽路基的工作性能, 对以后类似的零征地加筋拓宽路基工程提供参考。

1 零征地加筋拓宽路基工程监测方案

为保证监测工作的可靠性, 选择了佛开高速公路K12+905和K13+025两个断面为监测断面, 这两个断面的地质情况与路基情况是一致的。每个断面的监测包括沉降、水平位移、孔隙水压力、土压力等6个项目。具体断面监测仪器布置图如图1。具体仪器埋设见表1。

收稿日期:2010-03-22

基金项目:广东省交通厅科学技术项目(GDJT2005.02)

作者简介:郑智能(1977—), 男, 博士研究生, 讲师, 从事道路工程方面的教学与科研。

表 1 加筋土挡土墙试验断监测仪器布置

项次	名称	断面类型	埋设时间	断面位置	数量/单位
1	沉降标	加筋土	开挖前 填筑前后	K12+905 和 k13+025 K12+905 和 k13+025	2/个 6/个
2	测斜管	加筋土	开挖前 填筑前	K12+905 和 k13+025 K12+905 和 k13+025	2/个 2/个
3	孔压计	加筋土	填筑前	K12+905 和 k13+025	6/个
4	土压力盒	加筋土	填筑前	K12+905 和 k13+025	6/只
5	水分计	加筋土	填筑期间	K12+905 和 k13+025	12/个
6	沉降管	加筋土	填筑期间	K12+905 和 k13+025	2/根

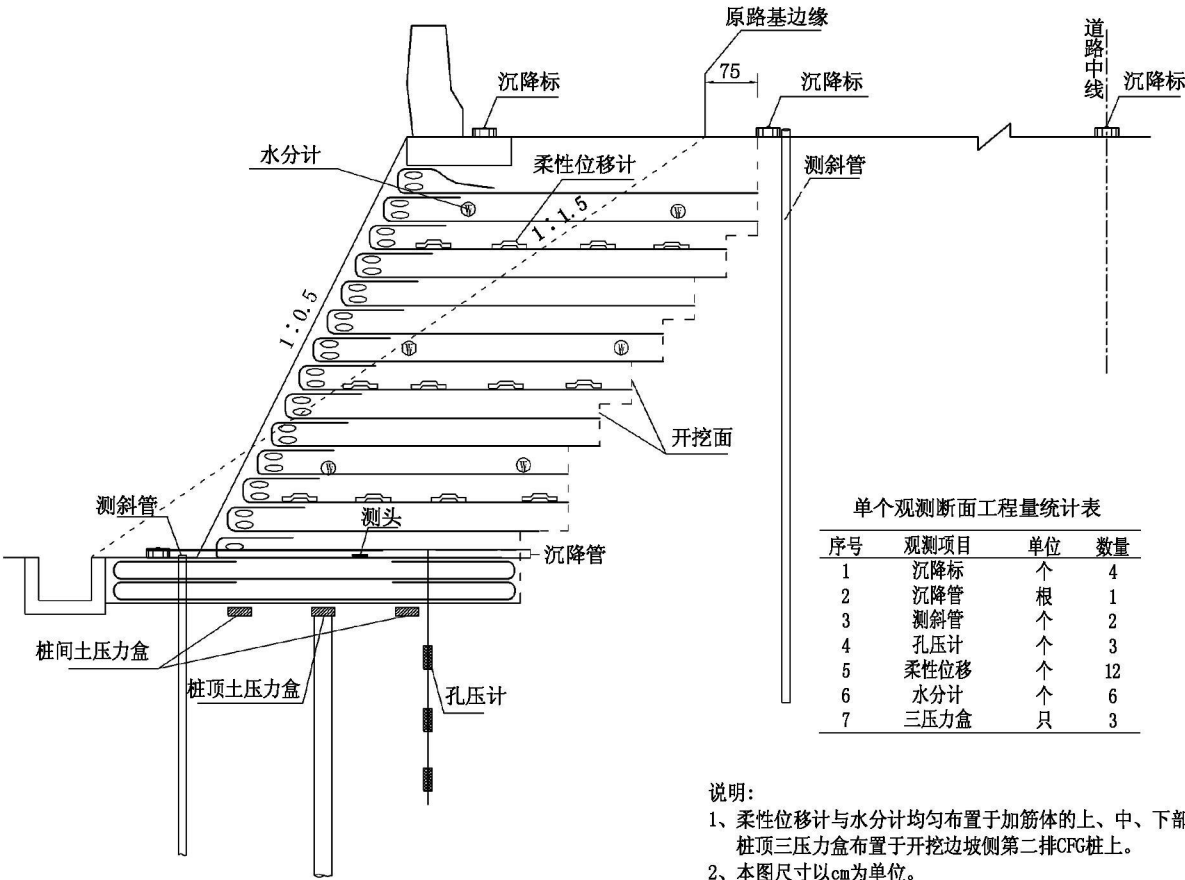


图 1 零征地加筋拓宽工程监测断面仪器布置图

2 监测结果分析

2.1 深部水平位移

加筋拓宽路堤试验工程路段一共设置了 6 个测斜仪监测点,分别为 K12+910 右路肩、K12+965 右路肩、K13+025 右路肩、K12+905 右坡角、K12+965 右坡角和 K13+025 右坡角。

从测斜仪的监测结果来看,各个断面沿深度方向的水平位移量有所差异,但其大致数值范围和规律是一致的。同一断面处、同一水平深度,坡脚下的水平位移较路肩下的水平位移大。随着深度的增大,位移逐渐减小。路肩累计最大位移约为 8 mm;坡脚最大累计位移约为 20 mm。各断面的深部水平位移主要是发生在施工期内,施工结束后,各点的位移变化较小。从以上监测结果可以看出,即使考虑施工期间,由于

设置水平向的土工格栅,使工程的水平位移大大减少;土工格栅增强了路基的稳定性。

2.2 路肩沉降

共选择了 7 个断面的路肩进行沉降监测;监测结果见图 2。

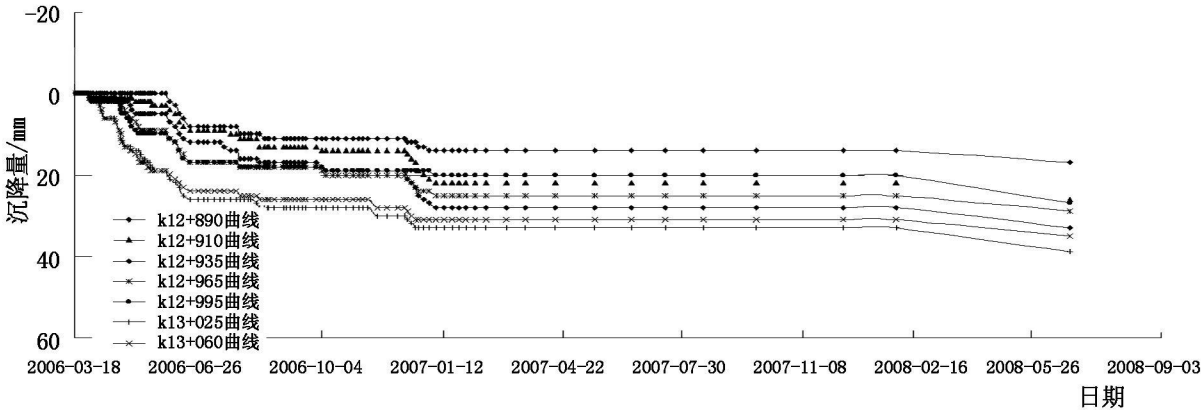


图 2 路肩沉降曲线

从图 2 可以得到,从 2006 年 3 月到 2008 年 6 月的观测期间,各断面路肩沉降的规律是一致的。可以把沉降分为两个阶段:从 2006 年 3 月到 2007 年 2 月第一阶段;2007 年 2 月之后为第二阶段。第一阶段为施工结束初期,路肩快速沉降、各个断面路肩的沉降较大,达 20~40 mm。该期间的沉降量约占总沉降量的 95%以上。第二阶段为平稳期,路肩基本没有沉降。

2.3 孔隙水压力

对 K13+025 断面上,6.5 m、8.5 m 和 11.5 m 三个不同深度的空隙水压力进行了监测,监测结果如图 3 所示。

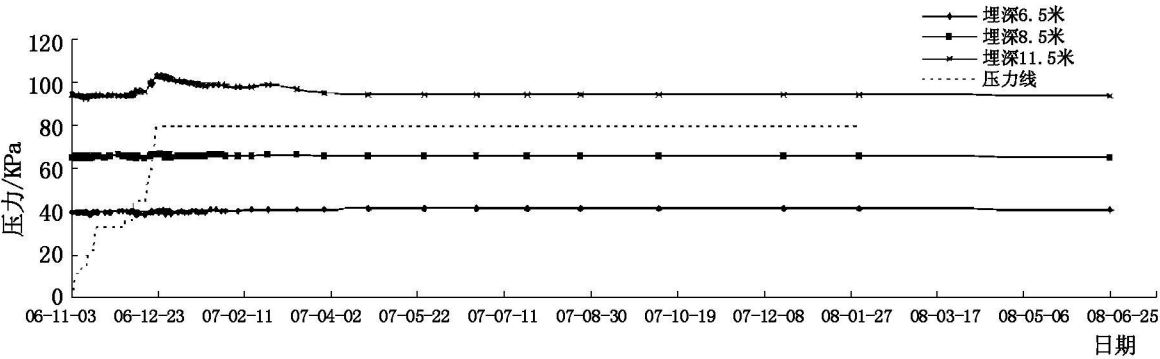


图 3 K13+025 孔隙水压力曲线

从图 3 可以得到,在监测周期内,各个监测点的孔压基本没有变化。孔隙水压力仅随该点深度增加而增大;而与路堤填筑进程的关系不明显。路堤拓宽工程的填筑并没有在软土地基内产生明显的超孔隙水压力。这说明在该工程中,粉喷桩处理后的软土地基被压缩较少,路堤荷载主要由软基处理的粉喷桩承受;粉喷桩是一种刚性桩,与周围的土体并不是协调变形。

2.4 全断面累计沉降

对 K12+905 和 K13+025 两个断面的坡脚按装水平沉降管,进行累计沉降监测。两个断面监测结果类似,仅以 K13+025 断面进行讨论;K13+025 断面累计沉降监测结果进行如图 4 所示。

从图 4 可以看出,全断面沉降呈 U 形;断面沉降的最大发生在距离坡脚向内 0.8~1.0 m 处,最大沉降约为 190 mm。各测点在 2006 年 12 月 12 日到 2008 年 6 月 25 日期间,沉降曲线都集中在一个狭窄的带内,该段时间内各点的沉降差异最大约为 25 mm;在 2007 年 2 月 15 日后,各点的沉降变化很小。说明加筋拓

宽路堤的沉降主要发生在路基的施工及其完成初期,而后的运营期间的沉降较小。因此为避免拓宽路基的不均匀沉降导致路面开裂,对于拓宽路基应先进行一段时间(本工程的预压期选择为6个月)的堆载预压,然后再修筑路面。

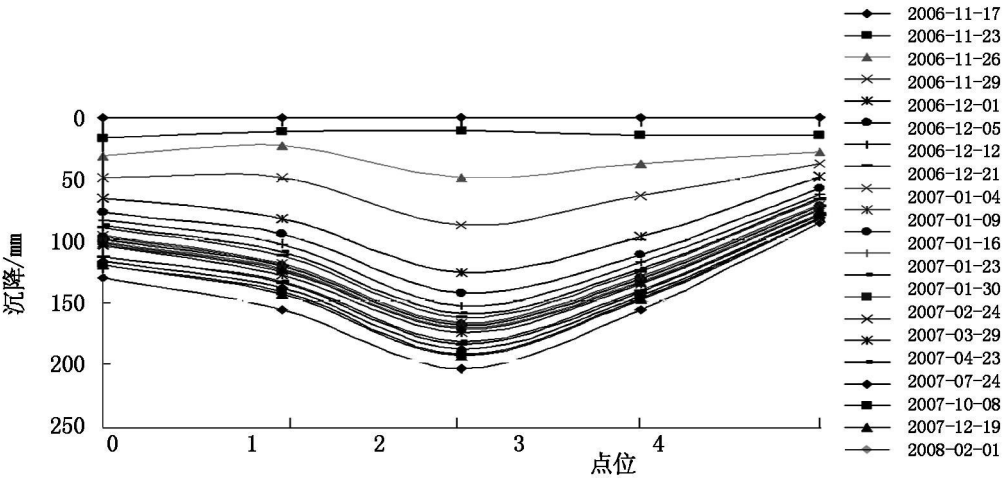


图4 K13+025 全断面沉降曲线

2.5 桩顶及桩间土压力

K12+905 和 K13+025 两个断面埋设了土压力盒,对粉喷桩顶和桩间的垂直土压力进行的监测,监测结果见图5。

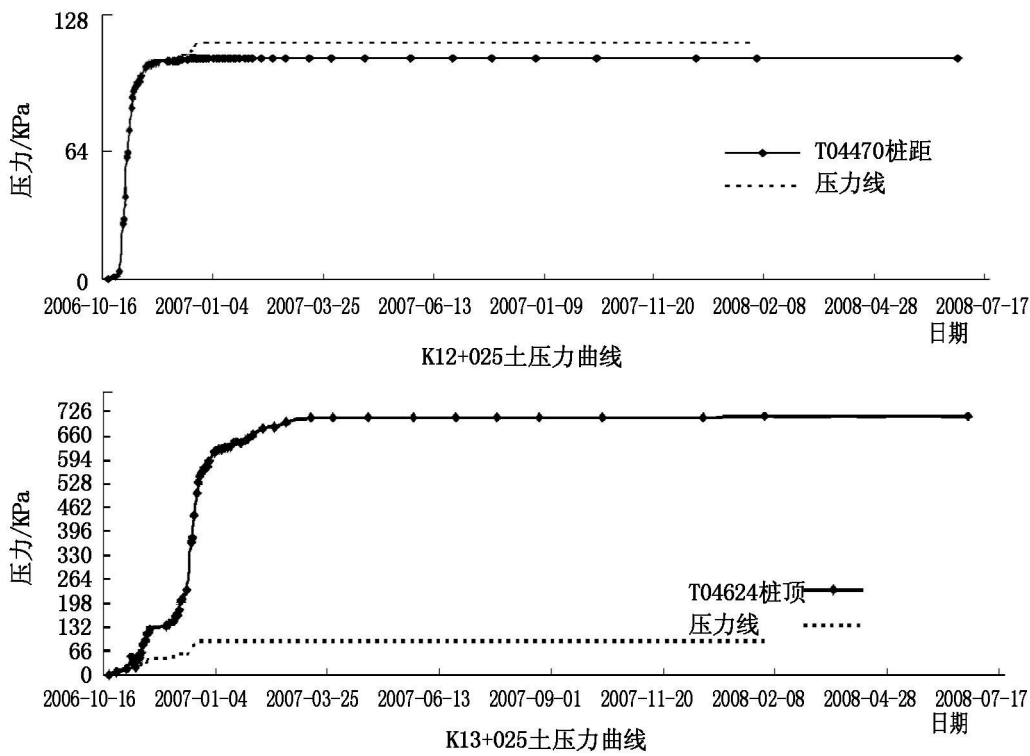


图5 土压力曲线

从图5可以看出。在路堤修筑的初期,桩顶压力、桩间压力和填土压力线三者大小基本相等,而在紧接的后面时期,桩顶的土压增加较快,并且远大于了填土的压力线和桩间土压力;而在这个时间桩间的土压力基本保持不变。监测结果表明为刚性的粉喷桩承受主要路堤荷载,而桩间土基本未承受荷载。这与

空隙水压力监测结果反映的情况是一致的。

2.6 土工格栅上柔性位移计监测

依托工程分别对 K12+905 和 K13+025 两断面的上、中、下三个部位的土工格栅的变形位移进行了测试,测试结果如图 6 所示。

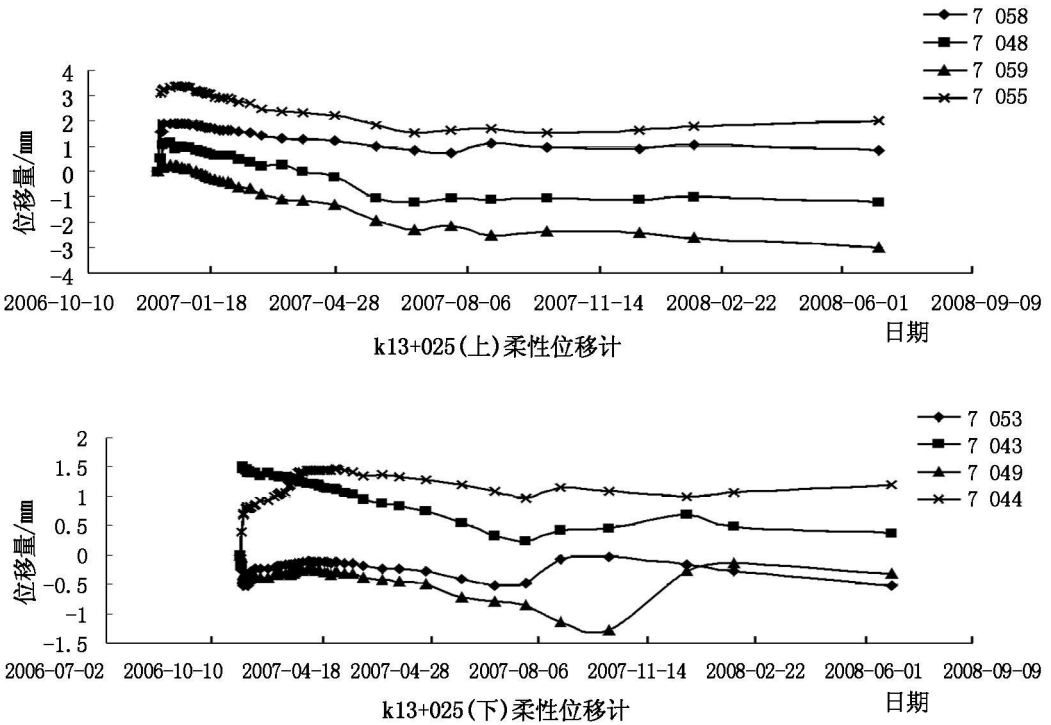


图 6 土工格栅带变形位移曲线

从图 6 可以看出,随着时间特别是在施工期间,土工格栅变形发生着动态变化。从施工到 2007 年 8 月,整个路堤内部应力逐渐调整,到 2007 年 8 月之后,土工格栅的位移量变化较小。因此在拓宽路基工程修筑早期,拓宽路基内部应力和变形,地基沉降等不断的调整变化,从而造成土工格栅的应力和变形发生动态的变化。土工格栅受力过程中容易形成局部应力集中,因此在选取土工格栅时应采用较大的安全系数。

3 结语

综合各观测数据,可以得出以下结论:

- (1) 各项测试数据看,在监测期末零征地拓宽路基各项测试数据趋于稳定,拓宽路堤已经处于稳定状态。
- (2) 各监测点监测值变化主要发生在修筑路堤期与路堤完工后 3 个月内,工后期间各监测值变化较小。比如累计最大侧向位移约为 20 mm,但该累计侧向位移中约 15 mm 发生在路堤修筑期间。设计方案和施工方案较好,能保证拓宽工程的变形和稳定性要求。
- (3) 孔隙水压和土压力测试结果都表明:采用粉喷桩处理软土地基,粉喷桩为刚性桩,桩与桩间土不是协调变形,粉喷桩主要承受上部荷载。
- (4) 对比各项监测指标,经过雨季期过程中,断面的沉降的变化较明显,而其他指标(侧向水平位移、土压力、孔隙水压力等)基本上无变化。因此,对于软土地基上的加筋土挡墙,为了保证拓宽工程的长期变形性能,应严格控制软土地基的处理及其沉降,并做好工程的防排水处理。
- (5) 零征地加筋拓宽路堤的水平位移和沉降主要发生在路基的施工及其完成初期,而后来的运营期

间的沉降较小。因此为避免拓宽路基的不均匀沉降导致路面开裂,对于拓宽路基应采用先进行一段时间的堆载预压,然后再修筑路面的施工方法。

参考文献:

- [1] 周宇,肖裕民.新旧路基拓宽常见病害分析[J].重庆交通学院学报,2006,25(1):71-74.
- [2] 黄琴龙,凌建明,等.旧路拓宽工程的病害特征和机理[J].同济大学学报:自然科学版,2004,32(2):197-201.
- [3] 傅珍,王选仓,陈星光,等.拓宽路基差异沉降特性和影响因素[J].交通运输工程学报,2007,7(1):54-57.
- [4] 聂鹏,曲向进,刘奉侨,丛林,郭忠印.沈大高速公路改扩建工程路基加宽容许工后不均匀沉降指标研究[J].公路交通科技,2005,22(11):19-20,53.
- [5] 桂炎德.高速公路拓宽设计方法初探[J].公路,2004(7):59-64.
- [6] 周志刚,郑健龙,李强.土工格网处理填挖交界路基非均匀沉降的机理分析[J].岩土工程学报,2002,24(5):576-579.
- [7] 凌建明,钱劲松,黄琴龙,张勇.路基拓宽工程处治技术及其效果[J].同济大学学报:自然科学版,2007,35(1):45-49.
- [8] 凌天清,周滨,吴春波,郑智能.筋土界面摩擦特性影响因素分析[J].交通运输工程学报,2009(10):7-12.
- [9] 贾圣东,董营营,汤东.离心模型试验在路基拓宽中的应用[J].路基工程,2008(4):66-68.

Monitoring and Analysis of Embankment Widening of Expressway by Reinforced Soils without More Land

Zheng Zhineng^{1,2}, Ling Tianqing², Zhou Bin³

(1.School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University, Chongqing 400047, China; 2.School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 3. Guangdong Expressway Co. Ltd., Guangzhou 528231, China)

Abstract: To master features of the expressway during construction and operation, a systematic monitoring and analysis are carried out. Lateral horizontal displacement, earth pressure, pore water pressure are monitored with the monitoring period of two years. Results show that all the indicators for monitoring changes mainly occur during construction of widening embankment and three months after construction. Then, all indicators change little. Cement injection pile which is used to treat the soft soil is rigid piles, the piles and the soil between piles do not co-deform; and the piles withstand the upper load. Monitoring results show that the recommended structure is safe and can ensure the requirement of deformation and stability for the project. In order to avoid the differential settlement of embankment leading, preloading should be adopted for a period of time prior to the pavement construction for widening embankment.

Key words: expressway; embankment widening; reinforced soils; monitoring

(责任编辑 王全金)