

黄土地区新老路基沉降观测数据分析*

蔡利平¹, 蒋甫², 应荣华²

(1. 湖南环达公路桥梁建设总公司, 湖南长沙 410001; 2. 长沙理工大学公路工程学院, 湖南长沙 410076)

摘要: 结合西部课题, 通过对陕西试验路段新老路基沉降的长期观测, 采用一种合适的曲线对新老路基沉降进行模拟, 得到新老路基的沉降规律和沉降差异以及黄土的沉降规律, 同时还得出新老路基在长期荷载和短期荷载作用下的沉降差异。通过拟合曲线可以预测新老路基不同部分的最终沉降值, 为预测新老路基的不协调变形以及建立黄土路基沉降的本构方程提供参考。

关键词: 公路; 沉降观测; 路基沉降; 终期沉降; 曲线拟合

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

文章编号: 1671-2668(2005)03-0053-02

在老路基拓宽工程中, 新老路基沉降之间的差异很容易在新老路基结合部位出现因不协调变形而产生的裂缝, 因此, 沉降控制尤其是工余沉降量和最终沉降的预测对老路基拓宽建设具有重要意义。沉降观测是变形观测的方法之一, 也是目前对新老路基结合部位安全监测的主要手段, 观测数据的统计分析是沉降观测的主要工作, 一般采用回归分析的方法, 函数模型有线性函数、指数函数或双曲线函数等几种。本文结合长沙理工大学(原长沙交通学院)所承担交通部西部课题“新老路基结合部位处治技术研究”, 取陕西铜川试验段的黄土为土样, 通过现场沉降观测数据对黄土地区新老路基的沉降规律进行分析。

1 现场观测试验介绍

在一个横断面内埋设 4 根观测管, 每个断面埋设 4 根观测管, 3 号管埋设在新老路基的最上层, 距离路面 20 cm, 其布置如图 1 所示。

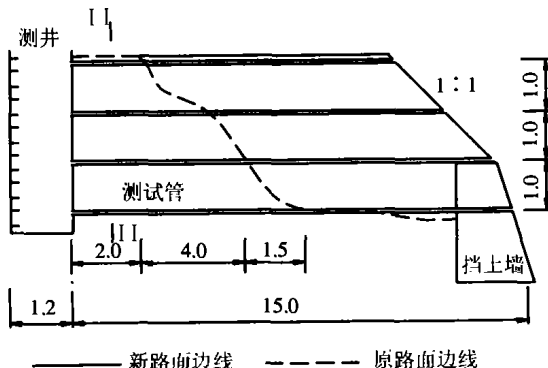


图 1 沉降管的埋设图(1-1 断面, 单位: m)

由于 3 号管距离路面最近, 其沉降代表路面的沉降, 因此以 3 号管的沉降数据作为例子进行分析。在图 1 中, 虚线为新老路基交界线, 测点为从左向右排列, 每隔 0.5 m 设置一个测点。3 号测管共 31 个测点, 第一个测点在测井边界处, 测点 5 在新老路基结合处。

2 观测数据分析

经过 289 d 的观测后, 对 3 号管的每个测点的沉降进行分析, 发现其沉降规律与指数衰减方程式 ExpDec3:

$$y = y_0 + A_1 e^{(-x/t_1)} + A_2 e^{(-x/t_2)} + A_3 e^{(-x/t_3)} \quad (1)$$

式中: y_0 为最终偏移量; A_1 、 A_2 、 A_3 为振幅值; t_1 、 t_2 、 t_3 为衰减系数。

比较吻合, 因此可用 ExpDec3 方程式来进行沉降规律拟合。

选取测点 1 为代表, 用 Original 软件对沉降值进行拟合。其沉降曲线和拟合曲线如图 2 所示。

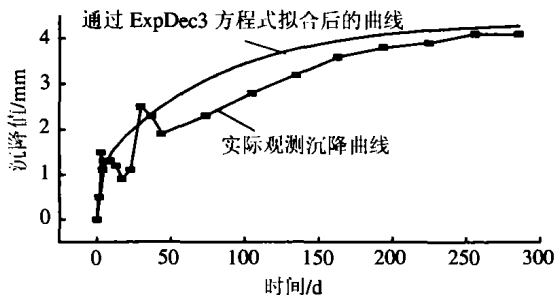


图 2 1 号测点的沉降曲线和拟合曲线

用 ExpDec3 方程式对 3 号测管的 31 个测点进

* 基金项目: 交通部西部科技项目“新老路基结合部处治技术”(200131882260)

行曲线拟合,得出各个测点的曲线拟合参数,现对各个参数进行对比分析。

由式(1)可知, y_0 表示的是当 x 趋向于无穷大时的 y 值,在沉降管观测中就是每个测点的最终沉降,各个测点的最终沉降如图3所示。

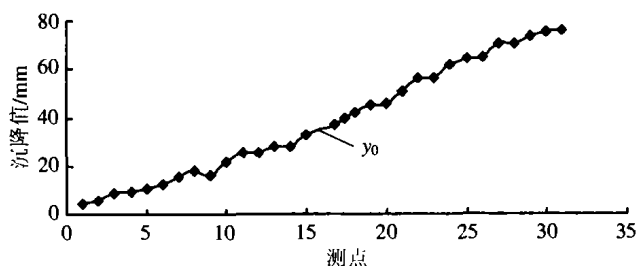


图3 通过方程式预测的各个测点的最终沉降值

从图3可以看出,测点1~31的最终沉降值呈增加的趋势,测点1~4在老路基范围内,其最终沉降值很小,其他为新路基上的测点,其最终沉降值随着与老路基距离的增大而增大。31号测点的最后沉降值是1号测点的20倍左右,这说明新老路基之间的沉降差异很大。把通过ExpDec3方程式预测的最终沉降值和实际观测286 d的沉降值进行比较(如图4所示)。

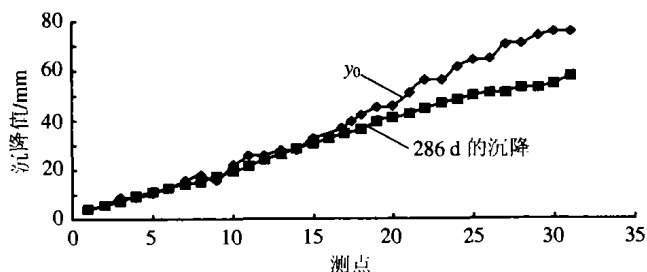


图4 预测的最终沉降值与286 d的观测值

从图4可以看出,测点1~20的最终沉降预测值和第286 d的实际观测值差距很小,这说明通过ExpDec3方程式预测沉降比较适合。而在测点20~31范围内,由于这些测点埋设在新路基内,与新老路基结合处的距离较大,新路基还处于没有完全固结的时间段,所以预测的最终沉降值比第286 d观测到的实际沉降值大,而且测点25~30的差值较大。

式(1)由常数 y_0 和三个形式一样的指数方程 $y = Ae^{(-x/t)}$ 组成,在这个沉降值预测中, A 值都是负值, t 都是正值,故方程式呈单调递增的趋势。函数 $y = Ae^{(-x/t)}$ 的斜率为 $-A/te^{(-x/t)}$,因此,当 A/t 和 t 的绝对值较大时,ExpDec3方程式的斜率较大,则沉降管的沉降较快。现把各个测点的 A/t 值和 t

值分别进行比较,结果如图5和图6所示。

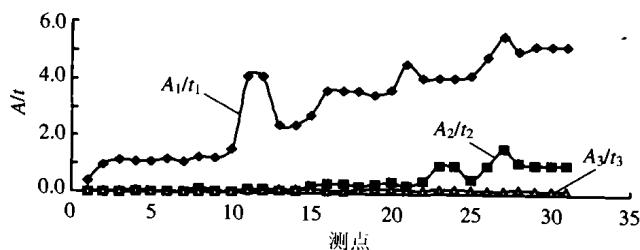


图5 各个测点的 A/t 值

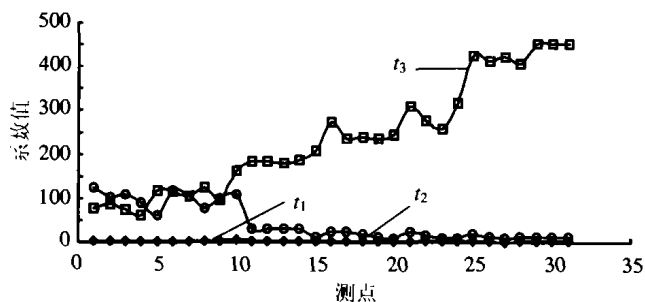


图6 各个测点的 t 值

从图5可以看出: A/t 值都是随着测点号增加呈增大的趋势,前10个测点的增大幅度很小,几乎不变化,而且值也较小,从第10个测点开始, A_1/t_1 增加较快; A_2/t_2 是在第15个测点处开始出现明显的增大趋势; A_3/t_3 的增幅不大。从图6中可以看出: t_1 值几乎不变化; t_2 值的总体趋势是减小,但是总体趋势较缓,在新老路基结合处左右的10个测点变化幅度较大; t_3 值有随着测点号呈增大的趋势,前10个测点的数值较小,且增幅不大,第10个测点后,数值呈明显的增大趋势。通过上面对 A/t 值和 t 值的综合分析可以得出,前10个测点(即新老路基结合处左右各5个测点)的沉降斜率较小,且沉降值较小,从第10个测点开始,沉降斜率呈递增的趋势,且增幅较大。

3 小结

通过以上对3号沉降管中的31个测点沉降观测数据的综合分析可知:可以用ExpDec3方程式 $y = y_0 + A_1e^{(-x/t_1)} + A_2e^{(-x/t_2)} + A_3e^{(-x/t_3)}$ 来拟合新老路基的沉降曲线,从图4中的实际观测数据与通过曲线计算得到的数据比较,可以说明这个方程式符合黄土的沉降规律。因此,可以用这个方程式预测新老路基将来任何时间的沉降值以及最终沉降值。而且通过对方程式中参数的比较,还可以得出新老路基沉降规律之间的差异以及新老路基不同部分的沉降差异。

(下转第62页)

理软土地基和地区性特殊土,特别是地下水位以上回填量大的工程,但是如单独使用,不能解决软土地基的沉降问题。

2.1.4 土体加筋

如砂桩、碎石桩、石灰桩及加筋土等,它是在地基土体中加入筋材,深层加固,构成复合地基以提高强度。此法适用人工填土的堤坝、挡墙结构及一般粘性土。

2.2 地基处理方法的综合应用

由于地基存在的问题往往相互联系和相互影响,除土质条件外,不同的构造物对地基有各种不同的要求。单一的处理方法,由于受工期、资金等多方面限制,往往难以解决问题,如饱和软粘土为软弱土层,其作地基的主要障碍是含水量大(呈饱和状态),因此沉降量大、承载力低、强度和稳定性差。要使其固结并具有足够的承载力,一般情况下难以办到,若单一采用堆载预压来提高承载力,则短期内难见成效;若采用复合的方法,综合发挥几种方法的各自优势,问题就不难解决。例如,城步县城丹、两江公路K6+600~630地段为软土地基,从地质条件和工期等多方面综合考虑,本着既满足工程要求、又简便施工的原则,采用挖除软土、底层用片石做三条盲沟、排除地下水、上填0.5~0.7 m厚的片石,再加铺一层20 cm的2~4 cm的级配碎石垫层反复碾压成型,以提高其强度和稳定性,处理后至今未出现沉降现象。

2.3 地基与构造物处理的综合运用

解决因路堤沉降量大于构造物在衔接处的沉降量而产生“错台”的现象,现在多采用:①减轻荷载,即采用轻质填料(如粉煤灰、泡沫筑路块等)填筑路

堤或在台背后增设箱涵、管涵,以减少台背路堤荷载。此法可省工省时,但只能使不均匀沉降减少而不能消除。②采用过渡式路面,在路堤下沉后加铺面层,改正高度。此法施工简便易行,但容易形成永久性病害,而且需要不断养护。③设置枕梁,采用搭板。近几年此法在处理桥头“错位”跳车中使用较多,可缓和桥头跳车,但不能消除不均匀沉降和对桩体产生的负摩阻力,如地基沉降量较大时,则可能出现“驼峰”。若对地基和背后路堤的处理综合考虑,地基处理同路堤减载或采用搭板复合应用,综合发挥各自的功能,使处理效果得以加强,能够达到最佳效果。

3 结束语

针对各等级公路的实际情况,具体分析了软土地基所造成的危害。地基对构造物造成不良影响的主要原因是地基的不均匀沉降和稳定性。虽然处理方法很多,但各有利弊,各自机理都有其针对性、适用范围和局限性,必须根据地质条件、工程特点、工期和投资等因素,从地基处理与结构处理方面综合考虑,采用科学合理的复合处理方法,才能取得良好的效果,从而大大提高公路建设水平。

参考文献:

- [1] JTJ 017-96,公路软土地基路堤设计与施工技术规范[S].
- [2] 杨洪军,等. 新台高速公路软基施工分析[J]. 公路与汽运,2003(6).

收稿日期:2005-03-07

(上接第54页)

参考文献:

- [1] 钱劲松,等. 老路拓宽差异沉降计算的研究[J]. 兰州铁道学院学报(自然科学版),2003(4).
- [2] 洪友堂. 沉降观测数据处理方法的改进[J]. 北京测绘,1999(2).

- [3] 周志刚,等. 老路拓宽设计方法的研究[J]. 长沙交通学院学报,1995(3).
- [4] 刘祖典. 黄土力学与工程[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1997.
- [5] JTJ 017-96,公路软土地基路堤设计与施工技术规范[S].

收稿日期:2005-04-27