

旧路改造工程路堤稳定性安全监测方案设计*

谢正文, 胡汉华

(中南大学资源与安全工程学院, 长沙 410083)

摘要: 本文从旧路改造工程的特点出发, 通过室内实验获取土力学参数并对沉降量进行预测计算。利用沉降仪、测斜管、孔隙水压力计、土压力盒等多种测试仪器, 选取有代表性的观测断面, 对经过土工格栅加筋处理的软土地基进行了高路堤施工期间的沉降与稳定观测, 并提出适合工程特点的控制标准。从而达到控制路堤稳定、检验填筑质量、控制差异沉降、为路面施工提供技术支持的目的。

关键词: 旧路改造; 沉降; 水平位移; 稳定监测

中图分类号: X924.2 **文献标识码:** A

Design of the monitoring stability for the reconstruction of old road improvement

XIE Zheng-wen, HU Han-hua

(Central South University, Changsha 410083)

Abstract: This paper is based on the peculiarity of the reconstruction of old road improvement. Experimentation is used to gauge the soil mechanics parameters, and the settlement is calculated. Choosing the high embankment which is strengthened by the geogrid as research objects, using settlement gauge, deflection inclinometer and piezometer, earth pressure cell as testing apparatus, the stability and settlement of representative sections are observed. Embankment stability control, accretion quality examination, different settlement control and road surface construction technology are achieved.

Key words: old road improvement; settlement; lateral displacement; stability observation

软土的特点是含水量大、压缩性高、强度低、透水性差, 其埋藏地通常较深。软基受荷后沉降量大, 极易导致地基失稳。在软基上修筑高等级公路时, 沉降与稳定是两大突出的问题。尤其是修筑路堤较高时, 在保证工期的前提下如何确保施工中路堤的稳定性是相当重要的^[1]。随着我国国民经济的发展, 对 20 世纪 60~80 年代修建的公路进行改建, 是我国目前经济条件下, 发展交通运输业的必经之路。

新旧路构筑材料的力学物理参数差异, 在交界处沉降差的产生会导致路面沉降裂缝的产生。因而在旧路改造施工中对路基沉降与稳定观测对路面修建期的决定起着重要作用。

1 工程概况

湘南地区某山区二级公路 2004 年开始改造升为平原微丘区二级公路, 旧路拓宽改造路段有 41 处, 改造线路占全长的 52.06%; 根据该设计要求该工程在施工及运营期需要进行沉降与稳定观测, 直至满足路面施工要求。观测路段选择了两种不同情形的路基路段: 旧路拓宽非软基路段和旧路裁弯取

收稿日期: 2005-05-19

作者简介: 谢正文, 硕士研究生。

* 项目名称: 湖南省竹城公路科研基金项目资助(编号: ZCK001-04)。

直软基路段。

非软基观测路段处于台地地貌单元,原路基属于中湿类型,地下水较为发育。地基岩土从上至下依次为种植土:清灰色,软塑-可塑,主要成分为高液限粘土,厚0.6~0.7m;高液限粘土:褐黄色,软塑-可塑,含铁、锰质结核及5~15%的中细砂,厚1.0~1.8m;灰岩:深灰色,厚层,粗晶结构,岩质坚硬,微风化。灰岩风化残积土在水的长期浸泡下软化而形成厚度不等的软土,其上部一般为硬塑至可塑状,下部为软塑状,具隐蔽特点。

2 监测目的与内容

实验工程主要研究新旧路堤的非均匀沉降差的形成机理,预测新路基工后沉降,设计路面防裂结构;利用软基路堤沉降观测成果,计算最终沉降量,

推算剩余沉降量,为卸载和铺筑路面提供技术依据;控制路堤施工安全。

为了达到观测目的,在拓宽路段施工填筑过程中和预压沉降期,对新老路基和新地基的沉降、路基防裂结构物应力应变实行动态观测。在裁弯取直路段新路基施工填筑过程中和预压沉降期,对地基的沉降、水平位移和孔隙水压力、路堤土工材料应力和路堤的沉降及位移实行动态观测。

3 土力学基本参数

在试验路段对新路地基、新路基取土场取土样,在实验室内进行固结试验和三轴压缩固结试验、饱水快剪试验,测定再塑土样的力学参数指标,为选择监测方法提供所需要的力学参数指标(见表1)。

表1 土的部分物理力学指标表

取样地点	取样深度	土名	C	Φ	容重 γ (kN/m^3)	比重 G	含水量 ω_0 (%)	孔隙比 e_0	不同压力下的孔隙比 $P(\text{kPa})$				
									12.5	25	50	100	200
K7+000	新路基	种植土	13	10.8	19.8	2.73	12.0	0.55	0.53	0.52	0.52	0.51	0.49
K8+000	取土场	高液限粘土	12	11.9	19.5	2.73	19.2	0.67	0.63	0.62	0.60	0.57	0.55
K34+580	0.7m	淤泥质粘土	6	13.5	17.3	2.71	32.3	1.09	1.05	1.03	1.02	0.98	0.96
	1.2m	淤泥质粘土	6	15.0	16.0	2.70	37.5	1.32	1.26	1.23	1.19	1.04	0.98
	1.7m	淤泥质粘土	7	12.2	19.2	2.73	26.8	0.81	0.79	0.78	0.76	0.74	0.73

4 沉降与稳定监测设计方案

4.1 监测仪器

旧路拓宽路段破坏的特点是新旧路基出现沉降差,由于地基是非软基类型,观测重点是沉降观测,按其观测位置不同分为新路基地表、旧路面、新路堤内部三种不同位置。新路基地表和旧路面沉降观测采用单点位移计观测;新路堤分层沉降观测采用钢尺沉降仪进行观测;为了防止路堤沉降不均匀和约束新路堤填土发生横向位移,路堤内铺设了土工格栅。为了观测土工格栅受力情况和路堤的横向位移,在土工格栅下埋设土压力盒和应变计观测。在软基路堤路段,除了路堤、地基存在沉降外,还有地基的稳定性观测。采用孔隙水压力计观测地基内的孔隙水压力;地表水平位移采用位移边桩进行水准

观测;地基分层水平位移采用测斜仪观测。

单点位移计是应用电磁感应原理,利用电感调频位移计的活动导磁体在其磁通感应线圈内的相对位移,改变线圈的电感量,再通过电感调频电路将线圈电感量的变化变换成频率信号输出,由读数仪接收测读位移值。改善了沉降板施工干扰大、测点破坏导致监测数据的不完整;标示杆周围无法压实,测点不能完全代表路基沉降状况;误差大、精度低;测量劳动强度大;不能长期监测等缺点。

4.2 监测实施方案

沉降分为新路基地表、旧路面沉降、新路堤内部沉降三种不同位置的沉降观测。新路基地表和旧路面沉降观测采用单点位移计观测;新路基分层沉降观测采用钢尺沉降仪进行监测;结构物应力变化采用在土工格栅地面埋设土压力盒监测;孔隙水压力采用孔隙水压力计监测;地表水平位移采用位移边桩进行

水准观测;地基分层水平位移采用测斜仪监测。

4.2.1 有效压缩层厚度的确定^[2]

为了预测路基的总沉降量,首先要确定有效压缩层厚度。土的压缩变形量的大小与自重应力和附加应力有关。自重应力(P_{li})越大,则在相同的 ΔP_{li} 下,变形量越小。自重应力随着深度增加,附

加应力随深度而减小,见表 2。目前工程中一般把有效压缩层规定为附加应力与自重应力之比为 0.2 或 0.1 的深度,即

$$\sigma_z = (0.2 \sim 0.1) \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i \quad (1)$$

式中,0.2 适用于压缩性低的好土层,软弱土层取 0.1。

表 2 影响深度计算结果

桩号	硬土层埋深(m)	填土高度(m)	自重应力(kPa)	附加应力(kPa)	比值	影响深度(m)
K7+360	3.49	5.25	69.1	72.5	1.1	3.49
K7+460	5.18	7.62	102.6	130.9	1.3	5.18
K7+720	3.38	6.43	76.8	64.2	0.84	3.38
K7+840	6.93	3.57	137.2	59.9	0.44	6.93
K34+592	5.00	4.74	47.5	81.9	1.72	5.00
K34+705.8	5.00	5.24	47.5	90.5	1.91	5.00

根据路基地质图,当计算到硬土层(岩石)时附加应力与自重应力之比大于 0.2。所以有效压缩层厚度为硬土层上土层厚度。

4.2.2 沉降量预测计算

沉降量预测计算结果见表 3。

软土地基的总沉降(S)由瞬时沉降(S_d)、主固结沉降(S_c)及次固结沉降(S_s)之和计算^[3,4],即

$$S = S_d + S_c + S_s \quad (2)$$

表 3 沉降量预计计算结果

桩号	工程特征	地基影响深度(m)	填土高度(m)	新路地基总沉降(mm)	新路堤沉降量(mm)	路基顶面总沉降量(mm)
K7+360	高路堤	3.49	5.25	44.04	46.9	90.94
K7+460	高路堤	5.18	7.62	95.8	55.1	150.9
K7+720	高路堤	3.38	6.43	51.72	61.4	113.12
k7+840	高路堤	6.93	3.57	67.56	44.5	112.06
K34+592	软基	5.00	4.74	116.4	51.3	167.7
K34+705.8	软基	5.00	5.24	119.64	55.9	175.54

4.2.3 监测仪器、仪标的选型

非软基路堤的沉降量与施工进度、施工质量、筑材料有关。为了能直观的测量差异沉降量,测量仪器不仅要满足沉降总量的量程,还要满足测量精度,灵敏度达 0.01mm 的单点位移计才能满足工程需要。

由沉降预测计结果知非软基地基和路堤的沉降量都小于 100mm,选择 JMDL-4710A 单点位移计(量程 100mm、灵敏度 0.01mm)满足要求;软基地基路堤的地基沉降量大于 100mm,选择 CJY-80 钢尺沉降仪(量程 50 000mm,最小读数 1.0mm、重复性误差 ± 2.0 mm)和 CX-3 基坑型测斜仪(测角准确度 \pm

1 分、分辨率 0.1mm/500mm)以及 ETH-302 电子经纬仪(测角精度 2 秒、分辨率 3")、Zeiss DiNi 电子水准仪(每公里往返误差 0.3mm/km、最小显示读数 0.01mm);土压力和水压力分别采用 JMZX-5003A 智能弦式压力盒(0.3MPa)和 JMKY-4510A 孔隙水压力计。

4.2.4 监测仪标的布设

根据沉降观测目的需要,在老路堤内、新路堤地基内、新路堤与老路堤等高处埋设串联单点位移计,新路堤内部通过布设磁环。根据路堤稳定观测要求在路堤坡脚布设测斜管、在边沟和可能的移动位置范围内布设位移边桩,具体布设见图 1 和图 2。

应的沉降盆地)。

5 结语

工程设计方案必须与地形-地质-水文和施工可操作性等条件相结合,才能选择合理的处治措施以获得满意的工程效果。本文通过单点位移计组实现对新旧路堤差异沉降的直接观测,一方面适应了差异沉降量小的特点,另一方面直观反映出沉降差方便在差异沉降过大时即时采取措施控制。同时其工后长期观测的特点,在保证路堤施工安全的同时能为试验提供更充足的原始数据,对后来的运行控制提供可靠的依据。

参考文献

- [1] 钱林安. 灰色预测在乍嘉苏高速公路动态监测中的应用[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(2): 84-86
- [2] 李峻利, 姚代禄. 路基设计原理与计算[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001, 12
- [3] 折学森. 软土地基沉降计算[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998, 5
- [4] 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(JTJ 017-96)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1997, 10
- [5] 杨昊. 沈大高速公路改扩建工程软土地基处理的设计思路 and 施工控制要点[J]. 东北公路, 2002, 2, 11-14
- [6] 刘晓明, 吴戟, 龙正聪. 施工沉降观测在潭邵高速公路的应用[J]. 公路, 2003, 1, 52-56

中国安全生产科学研究院组织召开发展规划专家论证会

日前,按照国家安全生产监督管理局的要求,中国安全生产科学研究院制定了总体发展规划,组织了专家论证会并向总局规划科技司进行了汇报。

国家安全生产监督管理局副局长孙华山同志主持了专家论证会,与会专家北京矿冶研究院副院长汪旭光院士、北京化工大学高金吉院士、北京科技大学研究生院李仲学院长、国家自然科学基金委员会管理科学部陈晓田常务副主任等专家以及国家发改委、科技部的相关领导都提出了很好的意见和建议。他们认为,发展规划总体思路清晰、措施得力,要在发展目标、人才培养与学科建设等方面进一步明确;作为国家安全生产监督管理工作的主要科技支撑,安科院要充分利用现有资源,紧密贴和政府监管重点工作,发展自身优势领域,做大做强。

“重大危险源安全管理信息系统”科技成果鉴定会简讯

2005年7月29日,国家安全生产监督管理局规划科技司在中国安全生产科学研究院组织召开了“重大危险源安全管理信息系统”科技成果鉴定会。

“重大危险源安全管理信息系统”主要开展重大危险源的类别划分和辨识标准、信息系统的标准化、申报登记规范、评价分级方法等研究,并开发完整的一套《重大危险源安全管理信息系统》软件,为建立国家、省(自治区、直辖市)、市(地)、县(区)四级重大危险源监控信息网络系统提供信息平台。研究成果于2004年在河北、辽宁、江苏、福建、广西、甘肃、浙江和重庆等七省一市重大危险源申报登记试点工作中得到了应用,受到了普遍认可并取得了良好效果。

与会专家听取了项目组的研究工作报告、成果应用情况以及计算机软件测试结果的汇报,审阅了提供的鉴定资料,进行了热烈的讨论,一致认为,研究成果总体上达到了该领域国际先进水平,为政府和企业对重大危险源安全监管提供了有效、实用的技术手段和信息平台,可以推广应用;并建议进一步完善政府版,以满足不同层级的安全监管工作的需要。