

高速公路软土地基沉降观测要点分析

刘祚民

(西北工业大学 力学与土木建筑学院, 陕西 西安 710072)

摘要:在多年实践的基础上,对高速公路软土地基沉降观测工作中各个环节进行了全面分析和总结,探讨了沉降观测工作的要点,确保观测精度,使整个沉降观测工作技术可行、经济合理。

关键词:高速公路;沉降观测;精度指标;平差方法;实施细则

中图分类号:U416.01 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2007)01-0006-04

路基沉降观测工作一般可分为填筑期观测、预压期观测、路面施工期观测和工后观测4个阶段。其中前3个阶段(施工期)的沉降观测可以对高速公路施工过程实施沉降稳定动态控制,正确控制填筑速率以确保路堤稳定性;并能确定加载预压强度和卸载时间,使不利的沉降量提早发生;同时能确定结构物和路面的施工时间,确保结构物安全,减小路面施工期沉降量,以节省投资;从而有效控制工后沉降量和不均匀沉降,保证路面结构完整和车辆高速平稳行驶。工后沉降观测可以进一步验证地基处理效果,验证沉降预测的精确性。

1 技术设计

路基沉降观测必须先做好技术设计,其目的在于根据作业的具体要求,从全局考虑,统筹安排,使整个沉降观测工作能及时有效进行,为实施沉降稳定动态控制提供可靠准确、连续完整的实测资料。

1.1 沉降观测的精度指标

确定沉降观测的精度指标通常有3条标准,一是采用规范中规定的固定值;二是根据沉降增量的大小确定精度指标;三是通过探讨沉降观测中误差与建筑物允许变形值的比值关系^[1-2]。

1.1.1 沉降增量的观测精度指标

为了确保沉降稳定动态控制顺利进行,沉降观测的精度必须能够真实反映路基沉降速率。对高速公路不同施工期中路基沉降的一般变化规律进行比较分析,结合现场观测条件(一般填筑期和预压初期观测条件较差,预压后期和路面期观测条件较好),认为在填筑期和预压初期沉降增量的中误差 $m_{\Delta s}$ 宜取 (2.5 ± 0.5) mm,在预压末期和路面施工期沉降增量中误差 $m_{\Delta s}$ 宜取 (1.5 ± 0.5) mm。

1.1.2 累计沉降量的观测精度指标

沉降观测点初设或接管后观测所得高程为初读数,累计沉降量为历次初读数间隔时间内的沉降增量之和。假设每次采用相同的观测方法,沉降增量中误差为 $m_{\Delta s}$,则经过 n 次初读数后累计沉降量的中误差 m_s 为

$$m_s = \sqrt{n} m_{\Delta s} \quad (1)$$

由上式可见,累计沉降量的观测精度随着初读数的次数增多而降低。据统计,江苏省高速公路平均路基高度约3.5 m,整个施工观测期内观测点初设、接管、重设等共约15次左右,估计 $m_{\Delta s} = 4.0$ mm,实测累计沉降量的观测中误差约为8 mm。

1.2 沉降观测的平差方法

在高速公路建设过程中,施工单位埋设的水

* 收稿日期:2006-12-15

作者简介:刘祚民(1975-),男,四川德阳市人,在读博士生,主要研究方向为道路工程。

准网的精度,往往低于沉降观测的精度要求。采用附合水准路线进行观测后,若按一般附合水准路线平差方法来消除观测中的闭合差,水准点本身的误差将直接影响观测结果的精度。针对这种情况,沉降观测的平差方法应该充分考虑水准点本身的误差。

某附合水准路线起于 BM_1 水准点,终于 BM_2 水准点,共 n 个测站,其间有一观测点 A ,距 BM_1 点 k 站,距 BM_2 点 $n-k$ 站。 BM_1 是基准点,高程为 H_1 , BM_2 的高程每次由 H_1 通过联测高差进行不断的修正。设测站高差中误差为 m_c ,第 s 次附合观测时两水准点高差为 ΔH_s ,则经过 r 次观测后, BM_2 点高程最终值 H_2 及其中误差 m_2 为

$$H_2 = H_1 + \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r \Delta H_s; m_2 = m_c \sqrt{\frac{n}{r}} \quad (2)$$

现对 A 点第 r 次(每次观测条件相同)观测结果进行平差。设第 i 测站高差为 h_i ($i=1, \dots, n$),则 A 点由 BM_1 和 BM_2 所求得的高程和中误差为

$$H'_A = H_1 + \sum_{i=1}^k h_i; m'_A = m_c \sqrt{k} \quad (3)$$

$$H''_A = H_2 - \sum_{i=k+1}^n h_i; m''_A = m_c \sqrt{\frac{n}{r} + (n-k)} \quad (4)$$

按照权的定义,并取 $\mu = m_c$,可得

$$P'_A = \frac{1}{k}; P''_A = \frac{1}{\frac{n}{r} + (n-k)} \quad (5)$$

A 点高程最终值为

$$H_A = \frac{P'_A H'_A + P''_A H''_A}{P'_A + P''_A} \quad (6)$$

设本次观测的闭合差为 Δh ,则有

$$\Delta h = \sum_{i=1}^n h_i - (H_2 - H_1) = H'_A - H''_A \quad (7)$$

将(5)、(7)式代入(6)式,得 A 点高程最终值

$$H_A = H'_A - \frac{k}{h} \frac{r \Delta h}{(r+1)} \quad (8)$$

上式表明,在进行了 r 次联测后,先求出 BM_2 高程的最终值 H_2 ,然后计算闭合差 Δh ,根据式(7)得到修正的闭合差 $\Delta h'$ 后,再按一般附合水准路线平差方法将 $\Delta h'$ 平分到各测站,修正高差,继而可得到各观测点的高程的最终值。

观测精度将随观测次数的增加而不断提高,水准点高程的精度也越来越好。当 $r=4$ 时, $\Delta h' = 0.80 \Delta h$; 当 $r=5$ 时, $\Delta h' = 0.83 \Delta h$ 。可见观测次数超过 4 次后,水准点高程误差的影响已万方数据

很小,可不再修正,此后平差可固定取 $\Delta h' = 0.80 \Delta h$,即

$$H_A = H'_A - 0.80 \Delta h \frac{k}{n} \quad (9)$$

通过拟附合平差方法的分析,可知在沉降观测水准路线设计时,越早联测对后期观测精度越有利。当观测次数达到 4 次后,可固定水准点高程,其平差按(9)式处理。

1.3 沉降观测技术要求

观测精度应按测量规范根据实测数据进行计算评估。为了确保观测精度达到三等水准测量的要求,沉降观测可采用单程双测站、往返观测和附合水准路线等方法,观测的不符差应满足《工程测量规范》中三等水准测量的技术要求。水准观测时应及时检查较差或闭合差,应符合规范规定,不满足限差要求必须立即复测。

仪器、操作和外界环境是误差的三来源,为此,每次观测应尽量遵从 5 个固定原则:即后视尺固定;测站位置固定;转点固定;仪器设备固定;观测人员固定。其中关键是观测人员、仪器及水准尺固定^[3]。

1.4 观测点的布置及观测频率设计

高速公路沉降观测点的布置首先应满足沉降稳定动态控制的需要,其次考虑高速公路路线较长,应对布设密度进行优化,以节省投资。沉降观测的频率应能反映出路基荷载和沉降变化的过程,通常需根据具体情况确定,比如沉降量的大小、加载速率以及实施动态控制的要求等^[4-5]。

2 准备工作

准备工作主要包括水准点布设与检验和沉降标的制作,并以前者为重。高速公路沉降观测所用水准点分地面水准点和路面水准点两种。地面水准点密度应满足沉降观测断面的要求,一般纵向每 200 m 一个,以便 1~3 个测站视距不超过 80 m 即可完成测点的观测,可有效提高观测精度。

路面水准点设置在桥梁两端有灌注桩桥头的右侧护栏坎上,必要时根据现场需要可在跨线桥或人行天桥的桥墩上用射钉枪设置水准点。设置水准点、确定初始高程后,应及早进行拟附合水准点联测。联测步骤,(1)各水准点之间必须进行往返观测或单程双测站,其高差较差和检测已测段高差中数不符值应满足规定;(2)相邻水准点

高差中数中误差 1.0 mm;相邻水准点测站数不应超过 4 站;(3)对于高程不稳定的点,应查找原因并在其附近另设稳定水准点。

3 实施细则

3.1 沉降标初设

左右观测点距路中线横向间距可按路基顶面宽度/(2~0.25)m 设置,应防止埋设位置不准确,填筑施工后测点应位于路基边坡上。主线中间观测点应按布置表所定桩号埋设在路中线偏右侧 125 cm 处(中间带宽度 3.0 m 时)。其它匝道、支线观测点,对于无中间分隔带的单车道匝道等按路基顶面宽度/(2~0.25)m 设置,对于有中间分隔带的双车道匝道按布置表所定桩号埋设在路中线处。

桥头(桥台侧)、箱头(通道或箱涵侧)、管涵顶或管涵侧以及沿河渠布置的左右观测点,左右点埋设时应顺应桥台、通道、涵洞以及河渠的伸展方向埋设。桥梁过渡段和一般路段的左右点按所定桩号埋设,即左右点垂直于路线方向。

初埋时应准确确定出沉降标的坐标,同时可在路堤两侧打设边桩,边桩与观测点应三点一线,并记下观测点到两侧边桩的距离,以提高后期沉降观测过程中挖点的工作效率。边桩至少应保存到基底基层施工结束。

3.2 后续观测和接管

在后续每次观测之前,将沉降标挖出,观测管顶标高,与前次观测标高相比较,就可求得该时段内的沉降增量。期间如施工了压实土层,且厚度可确保接管后管顶闷头低于压实土顶面 15 cm,则在测得原管顶高程之后接管,以改善后期观测条件,并减少挖点工作量。接管后必须及时观测

管顶新高程(初读数),以便下次观测时求得沉降增量。依此循环,可完成填筑期、预压期的沉降观测工作。所有接管工作要求在现场观测时进行,以保证沉降观测数据的连续性和有效性。

3.3 资料整理

成果整理时,应准确、详细填写和整理有关沉降观测资料,其中包括:(1)水准点及观测点登记图;(2)现场沉降观测手簿;(3)观测点沉降表;(4)沉降观测汇编表;(5)水准点检验及观测精度验算表;(6)观测点荷载沉降过程线。

3.4 资料交接

高速公路的路基与路面施工通常不是由同一施工单位进行,路基施工单位应向路面施工单位完整移交沉降观测水准点、观测点的实物及相关资料。实践证明,观测资料的移交对后期沉降观测工作的有效开展有着直接的影响,应加强移交工作的管理。

4 结语

高速公路沉降观测工作成果是路基沉降稳定动态控制的重要依据。在现场工作开始之前,应结合路基沉降观测的特点做好技术设计。重点控制沉降观测的精度,根据实际情况制定相关技术要求 and 操作办法,合理布设观测点。

结合水准网精度的实际情况,拟拟合路线沉降观测时应采用适当平差方法,并随着观测次数进行调整,减小水准点高程误差的影响,提高观测精度。

现场观测工作至关重要,应统筹安排,合理进行。通过实践与分析,本文提出了高速公路沉降观测实施要点,在获得有效观测成果的前提下,提高工作效率,节约观测费用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部. 工程测量规范(GB50026-93)[S]. 北京:中国计划出版社,2001.
- [2] 聂让,许金良. 公路施工测量手册[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [3] 白忠良,徐泽中. 高等级公路软基沉降观测的精度指标及观测规范化问题[J]. 水利水电科技进展,1998(2):21-24.
- [4] 徐泽中,白忠良. 沪宁高速公路(江苏段)软土地基沉降观测和稳定验证分析[J]. 水利水电科技进展,1998(3):40-43.
- [5] 何良德,洪波. 高速公路软土地基沉降观测的精度控制[J]. 公路,2003(4):31-34.

Analysis of Settlement Observation Gists on Softsoil Foundation of Highway

LIU Zuo - ming

(College of Mechanics and Civil engineering, Northwest Polytechnical University, Sanxin Xi'an 710072, China)

Abstract: Though practice for several years, general analysis and summarization is acquired in settlement observation on softsoil foundation of highway. The methods and essential are discussed, which could ensure observation accuracy and make settlement observation feasible and economical.

Keywords: highway; settlement observation; accuracy index; adjustment approach; job guide manuals

(上接第5页)

层、链路层和网络层的各层方案的设计与选择,具有整体性。MANET 各层技术的研究,尤其是路由技术的研究,都可以从整体上对它的性能和适用

环境进行评估,从而选择最有效、最适用的技术方案,这对于 MANET 的建模与仿真具有实际意义。

参考文献:

- [1] IETF Working Group Charter. Mobile Ad-hoc Network (MANET)[EB/OL]. <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>. 2001-3-14.
- [2] OPNET Technologies, Inc. [EB/OL]. <http://www.opnet.com/>. 2002-03-19.
- [3] Scott Corson, Joseph Macker. Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations[S]. RFC2501. 1999.
- [4] Perkins E, Royer E, DasR. Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV) Routing, IETF Internet Draft[EB/OL]. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-aodv-09.txt>. 2001-11-9.
- [5] Royer E M, Toh C-K. A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks[J]. IEEE Personal Communications, 1999(4): 1121-1135.
- [6] Broch J, Maltz D A, Johnson D B, et al. A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols[A]. Proc. of ACM MobiComm98[C]. Dallas:proceeding of MOBICOM 1998.

Simulation Framework for Mobile Ad Hoc Network

KONG Li - fang, KONG Ling - dong

(School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Jiangsu Xuzhou 221008, China)

Abstract: Using OPNET a general framework is developed to test Mobile Ad Hoc Network(MANET) routing efficiency for different Medium Access Control(MAC)layers, network layers, and nodal mobilities. With this hierarchical integrated framework, it is possible to design different nodal mobility models, media access methods, and routing schemes, to compare end-to-end statistics (end-to-end delay, throughput and efficiency), and to select the most efficient and suitable solution.

Keywords: Mobile Ad Hoc Network (MANET); OPNET; simulation framework