

高等级公路软基沉降观测的精度指标 及观测规范化问题

⑦
27-30

白忠良 徐泽中

(河海大学 南京 210098)

吴赞平[✓] 华 斌

(江苏宁沪高速公路股份有限公司 南京 210049)

U412.366
U416.106

摘要 在沪宁高速公路沉降观测实践的基础上,探讨适合于公路软基沉降观测的规范化问题。提出堆、等、超载的预压期、路面施工期和运行期沉降观测精度取2~1mm,相应用二等或三等水准;路堤施工期沉降观测精度取3~2mm,相应用四等水准。路堤填筑期一般每填筑1~2层或7~10d观测一次;预压初期每7~10d观测一次;路面施工期每做一层观测一次。文章对沉降观测的实施提出了具体要求。

关键词 高速公路 软基 沉降 观测 精度指标

地基

高等级公路软基路段的沉降观测成果是用以判断路堤施工进度中安全和预压是否达到稳定的依据。目前高等级公路的沉降观测没有专门的规范可循,施工单位多采用塔尺的等外水准方法观测,这种方法当地基发生沉降只有几毫米时,很难获得真实的结果。因此,研究沉降观测的精度、统一测量方法及操作规范、统一记录格式和成果整理等技术问题已刻不容缓。本文根据GB50026—93《工程测量规范》,结合高等级公路沉降观测的实践经验和具体条件,探讨适合于公路软基沉降观测规范化问题,旨在使沉降观测技

术向规范化方向发展。

1 沉降观测的精度指标及频率

沉降观测的精度和频率与各施工阶段的沉降量有关,现分述于下。

1.1 沉降观测的精度指标

通常,沉降观测的精度指标与沉降量有关。沉降量越小,观测精度越高。在公路施工中,沉降量的变化与路堤填筑、预压、路面结构层施工及建成后运行等四个阶段相关。下面取沪宁高速公路A至D标段(156km)各个施工期的观测资料进行沉降量级的统计(表1)。

表1 不同施工期15d沉降量级的统计

施 工 期	沉 降 量 区 间					
	0~5mm		5~10mm		>10mm	
	出现次数 总观测次数	出现频率 (%)	出现次数 总观测次数	出现频率 (%)	出现次数 总观测次数	出现频率 (%)
路堤填筑期(原地面到路床)	$\frac{1511}{3680}$	41.2	$\frac{709}{3680}$	19.2	$\frac{1460}{3680}$	39.6
预压施工期(堆、等、超载)	$\frac{135}{322}$	41.9	$\frac{97}{322}$	30.1	$\frac{90}{322}$	28.0
路面底基层施工期	$\frac{53}{73}$	72.6	$\frac{8}{73}$	11.0	$\frac{12}{73}$	16.4
路面基层施工期	$\frac{155}{192}$	80.7	$\frac{22}{192}$	11.5	$\frac{15}{192}$	7.8
路面面层施工期	$\frac{142}{161}$	88.2	$\frac{14}{161}$	8.7	$\frac{5}{161}$	3.1

第一作者简介:白忠良,男,教授,从事软基沉降观测及水闸沉降观测研究,曾发表《船闸变形观测》等论文。

表1表明:路堤施工期小于5mm沉降量出现频率为41.2%,进入预压期和路面施工期后,小于5mm沉降量由41.9%增加到88.2%。因此,随着路堤升高,观测精度越来越高。本文根据各特征时段的沉降量大小选择不同的精度指标。堆、等、超载的预压期、路面施工期和运行期沉降观测精度应取2~1mm才有意义。在路堤施工期中,由于大沉降量出现频率较多,观测精度可适当低一些,取3~2mm为宜。

1.2 沉降观测的频率

沉降观测的频率取决于沉降量的大小、加载方法和观测目的等。通常要求观测的次数能反映出沉降变化的过程,又不遗漏变化的时刻。

为了说明确定观测频率的方法,现取软土较薄的粘土层路段进行分析,其沉降过程线呈现单一走向的曲线(图1)。从图中可看

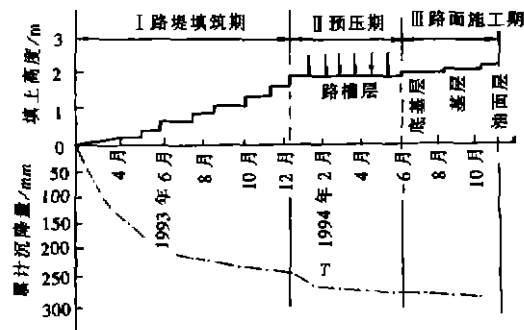


图1 沉降过程线

出:第I阶段为路堤填筑期,随着土的荷载加大,沉降速率较大,观测频率应大一些。一般每填筑1~2层或7~10d观测一次。第II阶段为预压期,该阶段沉降的特点,先是发生大的沉降,经转折点T后,很快趋于缓和,因此预压初期的观测频率为每7~10d观测一次,

以后每个月观测1~2次。第III阶段为路面施工期,分底基层、基层和油面层三期施工。根据设计厚度,每层分一次或二次碾压。该阶段沉降量平稳,观测频率为每做一层观测一次。若下层与上层施工间隔较长,则随间隔的长短增加观测次数。

2 水准测量的精度与方法

观测精度指标确定后,选用何种等级的水准测量是众所关心的问题。现取水准测量规范中,二、三、四等水准测量的观测中误差 $m_{\text{观}}$ (尺上一次读数中误差)分别为0.18mm,0.78mm,1.04mm,以此来分析一测站的高差中误差和两期观测测站之差的中误差。根据理论推导,如不考虑水准点误差,二期观测由一个测站完成的高差之差的中误差分别是:二等水准为 $\pm 0.25\text{mm}$,三等水准为 $\pm 1.1\text{mm}$,四等水准为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。若二期观测由水准点起连续两个测站完成,则高差之差的中误差分别是:二等为 $\pm 0.35\text{mm}$,三等为 $\pm 1.6\text{mm}$,四等为 $\pm 2.1\text{mm}$ 。因此观测精度指标为2~1mm时,应采用二等水准,否则用望远镜放大率大于30倍的进口水准仪作三等水准观测。在路基填筑中,要求达到3~2mm的观测精度时应采用四等水准。三、四等水准测量的技术指标如表2所示。

3 沉降观测的实施

3.1 准备工作

3.1.1 沉降标的制造及埋设

图2a中,沉降标由200mm长,直径为25.4mm的钢管和600mm×600mm×9mm的沉降板组成。底部钢管用互成120°的撑脚三

表2 三、四等水准测量的主要技术指标

等级	水准仪型号	视线长度/m	前后视距差/m	前后视距累积差/m	红、黑面(基、辅面)读数较差/mm	红、黑面(基、辅面)高差较差/mm	往、返较差,附合允许闭合差/mm
二	DS1	50	1	3	0.5	0.7	$\pm 0.6\sqrt{n}$
三	DS1	100	3	6	1.0	1.5	$\pm 1.4\sqrt{n}$
三	DS3	75	3	6	2.0	3.0	$\pm 1.4\sqrt{n}$
四	DS3	100	5	10	3.0	5.0	$\pm 2\sqrt{n}$

注:n为测站数。

角板焊接在沉降板中心处,节管用管箍连接。节管顶部用护管帽盖住。施工人员按设计的桩号断面将沉降板埋入铺好的砂垫层上。实际操作时,当第一层土压实后,在压实面上挖土坑(深度为20~30cm),铺上5cm左右的砂垫层,层面要水平,将沉降标放在砂垫层上(图2b),管顶应低于压实面5~8cm,随即测量管顶至底板的高差,还土夯实至管顶,并测量管顶标高(初读数),当第二层土施工完毕后,在管顶位置接上第二节钢管。观测时,每节管的顶面有上、下管顶标高,下节管顶面标高用于计算第一次沉降量,上节管顶标高作为下次计算沉降量的数据。循序逐节升高,重复上述工作。

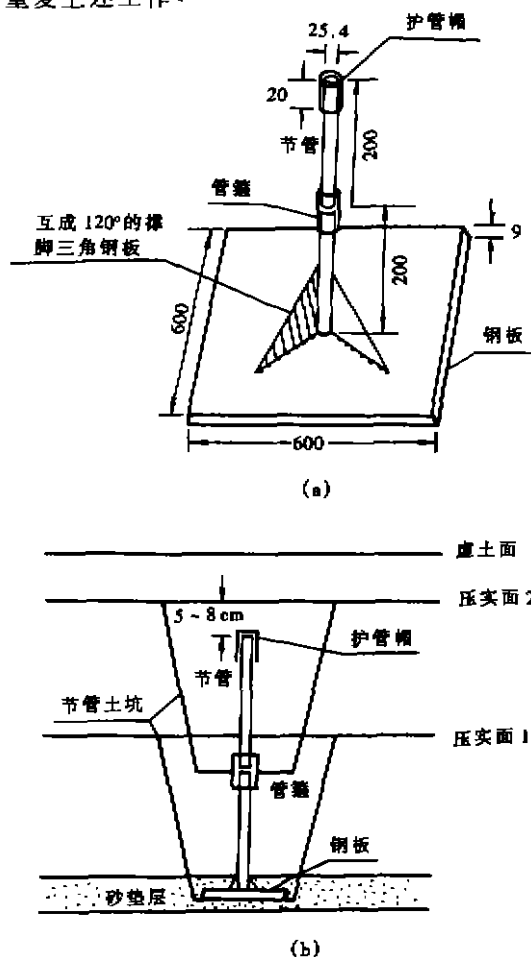


图2 沉降标埋设示意(单位:mm)
(a)沉降标结构示意图;(b)沉降标埋设及接管操作

路基填筑过程中,由于路堤荷重的作用,使路堤坡脚处可能产生水平位移和垂直位移。因此在沉降标埋设断面的一侧坡脚处设置若干垂直于路基的位移桩。如果路基经过地基处理,且能满足压实要求,可以不埋设位移桩。

3.1.2 水准点布设及转置桥上水准点

水准点应选在垂直于路中心线50m外,土质坚硬便于长期保存和使用的地点,并埋设混凝土水准标石。路堤升至一定高度时,为了减少沉降观测由地面水准点传递到路面的高差影响,可将水准点转设到有灌注桩的耳墙桥角上。桥角水准点必须钻孔埋设有球状顶面的水准标点。桥角水准点用三等水准往返观测,高差闭合差为 $\pm 4\sqrt{n}$ (n 为测站数)。

3.1.3 水准仪及水准尺

二等水准测量仪器采用DS1型精密水准仪,配用因瓦水准尺;三、四等水准测量采用DS3型水准仪,配用3m长的红、黑面木质水准尺。水准仪各部分转动应灵活,望远镜制、微动螺旋作用应可靠,调焦镜运用及目镜调节不能有明显的晃动现象。每次观测前除检验圆水准器、十字丝位置正确性、自动安平水准仪补偿器灵敏度等项目外,必须进行 i 角的检验。DS1型水准仪 i 角不应超过15";DS3型水准仪 i 角不应超过20"。

水准尺必须牢固无损,尺底不应有松动,尺面不能有弯曲。水准尺必须装有圆水准器,不符合要求不能使用。需要指出的是:大多数施工队习惯用塔尺进行沉降观测,这是不能允许的。因为塔尺上没有圆水准器,尺子的垂直度难以控制。若尺子前后有倾斜,加上风的影响,则尺上3~5m处的读数误差影响可达5~10mm,这样就失去了沉降观测的精度意义。

3.2 沉降观测的外业

为了提高沉降观测精度,应按下列要求进行操作。

表 3 沉降观测记录表

沉降板编号 A7-06 埋设桩号 K16+480		路槽底面标高 8.35 m 原地面标高 7.04 m		地基处理方法 砂垫层 设计总沉降量 350 mm			备 注
观 测 日 期	填土顶面 标高/m	累计填土 高度/m	接管顶标 高/m	本次沉降量 /mm	累计沉降量 /mm	荷 载 称 名 称	
94-04-30	7.37	0	7.337	0	0	路堤底	
94-05-26	7.66	0.29	7.311 7.523	26	26	加载第一层	
94-06-01	7.75	0.38	7.509 7.717	14	40	加载第二层	
94-06-17	7.99	0.62	7.711 7.935	6	46	加载第三层	
94-07-15	8.37	1.00	7.933 8.346	2	48	路槽层	
94-08-10	8.37	1.00	8.346	0	48	路槽层	
94-09-12	8.69	1.32	8.343 8.673	3	51	底基层	
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	

a. 每期观测做到四个固定:固定观测人员;固定仪器及水准尺;固定后视尺读数;固定测站及转点。由于沉降量由两期观测高程之差求得,每次观测的高程即使有 $m_{\Delta h}$ 的误差,只要固定仪器, i 角校正到很小,不等差引起的高程误差 $m_{\Delta h}$ 可以在两期高程相减中给予消除,所求得的沉降量是正确的。

b. 观测时必须携带尺垫,严禁用砖石或不设尺垫作为转点。

c. 一测站观测高差必须用红、黑面(或基、辅面)读数,各项限差及路线允许闭合差如表 2 所示。

d. 每次观测结束后,应及时填写沉降观测记录表(表 3)。表中本次沉降量一栏,“正”号表示下沉;“负”号表示上升。在沉降观测中,上升情况一般不会出现。必须注意,当计算的沉降量出现 -1 mm 或 -2 mm 时,表明测量误差所致;如出现较大的“负”值(-3 mm 以上),则表明相邻两期观测中必有一期的观测误差较大,必要时对近期的结果进行复测,如无问题,说明前一期的结果有问题,可在下一期的观测中进行判别。

e. 为了便于沉降分析,应在记录手簿中填上观测时的荷载名称。

3.3 沉降观测的成果整理

成果整理时,首先检查手簿中的数据 and 计算是否正确,观测限差是否符合要求,文字说明是否齐全。然后将观测数据填入表 3,计算两期观测的沉降量和累计沉降量。为了清楚地表示时间、填土高度和沉降量之间的关系,应绘制沉降点的时间-填土高度-沉降量的关系曲线(见图 1)。

4 结 语

a. 高等级公路沉降观测是判断路堤施工进度是否安全和达到稳定标准的依据。通过实测绘制沉降过程线,推求最终沉降量和工后沉降量。因此,沉降观测的资料应有较高的可靠性。

b. 为了确保观测成果的精度,根据大量的实测资料统计出各个施工期沉降量变化的规律,提出路堤施工期的观测精度为 $3 \sim 2\text{ mm}$,预压期及路面施工期的观测精度为 $2 \sim 1\text{ mm}$ 。

c. 根据公路软基沉降观测面广量大与测点布设等实际情况,本文提出用四固定方法适当放宽视距不等差的要求,理论上是正确的,实践上是合理的,易于施工人员掌握。

(收稿日期:1997-12-15 编辑:马敏峰)