

文章编号: 1002-0268 (2004) 11-0001-04

# 多功能路基沉降测定板开发研究与应用

申爱琴, 苏毅, 岳鹏飞

(长安大学公路学院, 陕西 西安 710064)

**摘要:** 首次研制开发了多功能路基沉降测定板, 与其它沉降测试设备相比, 该装置功能齐全、易于加工、方便埋设、观测直观且数据可靠。利用该装置可以对台背路基不同时间纵向、横向、深度方向上的沉降进行观测, 从而全方位揭示路基沉降变形规律。沉降板的设计避免了周围介质对测试结果的影响, 保证测量精度和可靠性, 而且沉降板埋设过程中不影响施工。在惠州西林河大桥工程中使用多功能沉降板, 效果良好。

**关键词:** 多功能沉降板; 台背路基沉降; 测量精度; 可靠性

**中图分类号:** U416.03

**文献标识码:** A

## Research on Development and Application of The Multi-function Settlement Plate

SHEN Ai-qin, SU Yi, YUE Peng-fei

(Highway College, Chang'an University, Shaanxi Xi'an 710064, China)

**Abstract:** In the research, multi-function settlement plate is developed. Compared with other settlement observation device, it has many advantages such as multi-function, easy making, convenient embedment and observation with reliable data. With such multi-function settlement plate, the bridge approach settlement of longitudinal, transversal and downward direction can be observed at different time. And the rule of bridge approach settlement can be acquired perfectly. The design of it avoids, in the greatest degree, the influence from surroundings and it guarantees measuring accuracy and reliability. Furthermore the imbedding of the device doesn't interfere with construction. It has been applied to the project of XiLinHe Bridge and turned out good results.

**Key words:** Multi-function settlement plate; Bridge approach settlement; Measuring accuracy; Reliability

## 0 引言

路基沉降的测定方法有很多, 最常用的主要有沉降板法、液面沉降仪法、沉降管法。这些沉降测量设备存在着费用较高、或测量精度不够、或安装时影响施工、不易安装或观测不直观等诸多弊病, 本研究在大量调查研究的基础上, 首次研制开发了多功能沉降板装置, 并首次使用于惠州西林河大桥台背沉降测试。这种沉降板装置的优点主要有以下几个方面:

(1) 装置可以对台背路基不同时期在纵向、横向、深度方向上的沉降进行观测, 从而全方位揭示台背路基沉降规律。

(2) 装置的设计极力避免了周围介质对其作用而产生的误差影响, 保证了测量结果的真实性及可靠性。

(3) 易于加工, 在埋设过程中不影响施工, 且观测方便。

## 1 多功能沉降板设计及安装

### 1.1 设计

为了观测不同深度处的沉降量, 需要在路基内部多个层面上设置沉降板, 沉降板通过中心位置的螺丝与导管连接, 各节导管采用内外螺纹连接, 一直升到地面。这样, 通过测量导管管顶的标高变化, 即可比较准确地反映沉降板所在层面的沉降变形。导管分节连接, 则尽可能地减少了对台背路基施工的影响。

为了观测路基同一位置在不同深度的沉降量, 需要在路基断面沿深度方向上平行设置多层沉降板, 见

收稿日期: 2003-09-23

作者简介: 申爱琴 (1957-), 女, 四川绵阳人, 教授, 主要从事路基路面材料结构与性能、道路新材料开发与应用研究。

图 1(a)。为此,在设计沉降板时,使第 2 层沉降板的螺孔大于第 1 层沉降板的螺孔,与其相接的导管也相应比第 1 层导管大一级,便于使第 1 层的导管顺利通过,一直升到地面,第 3、4 层沉降板以此类推。

为了防止导管周围填料对其挤压,产生摩阻,影响导管和沉降板的自由升降,在导管周围加装套管,

使导管和周围填料隔离。这样,才能保证导管能与沉降板一起上下运动,沉降板随下层土体的变化而自由升降。为了保证每层沉降量观测的独立性、真实性,且不受装置系统影响,在 2 个沉降板之间的导管外加两级不同管径的套管,如图 1(b) 所示。

## 1.2 安装

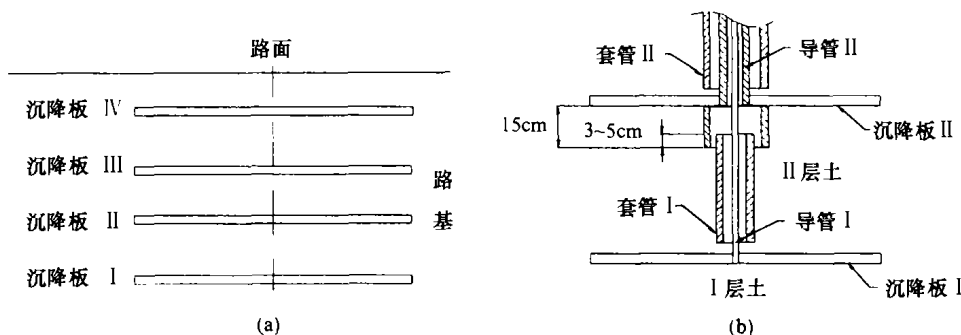


图 1 多功能沉降板设计原理图

多功能沉降板的安装与施工同时进行。首先,将测试层 I 的层面整平,放置沉降板 I,用水平尺调平。将沉降板中心螺孔用钢套盖住直接填料,按照填筑路堤的层厚要求填筑压实 2~3 层,再沿沉降板的中心位置向下挖出直径约 15cm 的孔道,直至沉降板中心螺孔上的钢套露出。取掉钢套,接上若干节导管,高度以露出顶面为宜。导管外加套管,套管底要距沉降板约 15cm。套管外填料夯实到顶面,再用钢套盖住。以后的安装以此类推。

## 2 多功能沉降板应用

### 2.1 多功能沉降板布置

为探求台背回填区的路基沉降规律,同时为了验证和评定桥台台背病害防治技术方案的处治效果,在惠州西林河大桥台背两侧均埋设了多功能沉降板装置,其中,龙门桥台台背按原设计文件施工,而增城桥台台背采用病害防治技术推荐方案经过特殊处治。

沿路线横断方向,每层的沉降板分别布置于路线与行车道轮迹线,如图 2 所示,以此探求开放交通后行车荷载对整个台背路基沉降的影响,即探求台背回填区的横向沉降规律。

沉降板分 4 层埋设,每层埋设高度按路基施工压实度要求进行控制,其具体要求如表 1 所示。

表 1 路堤压实度标准

| 填挖类别  | 路床顶面以下 | 高速公路、一级 | 二、三、四级 |
|-------|--------|---------|--------|
|       | 深度/cm  | 公路/%    | 公路/%   |
| 零填或挖方 | 0~30   | ≥95     | ≥93    |
|       | 0~80   | ≥95     | ≥93    |
| 填方    | 80~150 | ≥93     | ≥90    |
|       | >150   | ≥90     | ≥90    |

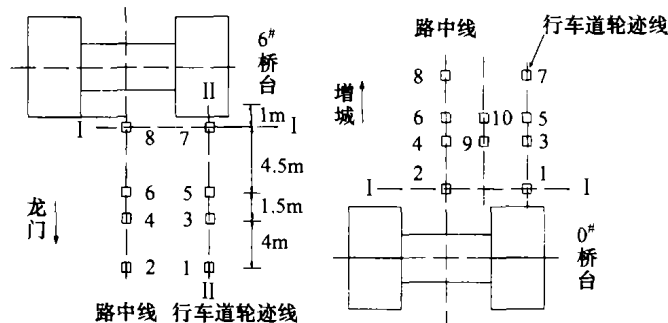


图 2 桥台多功能沉降板埋设布置平面图

西林河大桥桥头沉降板在深度方向上的布置如图 3 所示,以此探求不同压实区、不同深度处的沉降规律。

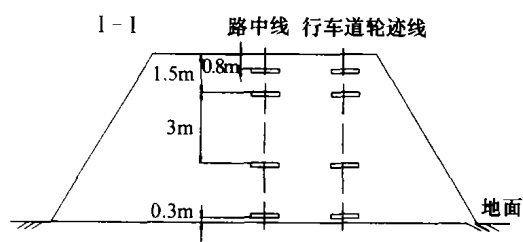


图 3 西林河桥头沉降板埋设横向剖面图

在台背回填区的路中线及行车道轮迹线分别布置 4 个观测点,如图 4 所示,桥台与路基衔接处沉降一般较大,常为跳车部位,因此在距桥台约 1m 处的路

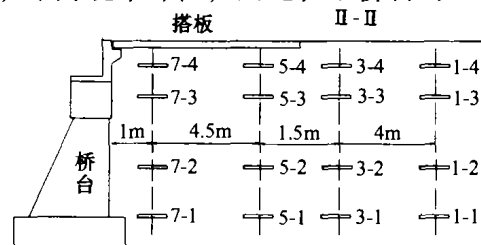


图 4 桥台多功能沉降板埋设布置纵向剖面图

中线及行车道轮迹线上分别布置一个测点；搭板尾端容易产生二次跳车现象，因此在搭板尾端前后各约0.5m处布置测点，比较二者的差异；在距搭板约4m的路中线与行车道轮迹线上分别布置1个测点，以此来比较搭板区路基与一般路基的沉降差异。沉降板在纵向上如此布置可以较全面地探求台背回填区的纵向沉降规律。

## 2.2 台背路基沉降规律

利用多功能沉降板，对西林河大桥两侧台背路基沉降进行了观测。通过对观测结果的分析，揭示了台背回填区的沉降规律。

### (1) 沉降随时间的变化

图5、图6为龙门及增城桥台台背施工完成后，台背路基沉降随时间的变化曲线。从图5、图6中可以看出，龙门台背按原设计文件施工，沉降明显大于增城桥头，沉降延续时间长。增城台背路基沉降不仅大为减小，且很快趋于稳定，这是由于增城台背经过了特殊技术处治，在压实后的基底上铺筑了水泥稳定石屑层和水泥稳定砂砾层，填筑至与承台持平，形成了坚实的板状体，起到扩大基础的作用，有效减小了地基的不均匀沉降；在承台及肋板周围50cm范围内浇筑无砂大孔混凝土，不仅使得地面水渗入桥台后能及时排离，而且解决了因结构限制靠近桥台部位无法压实的问题；在水泥稳定层上回填砂砾，砂砾材料透水性好、压缩快、工后沉降小。沉降观测数据表明：增城桥台技术处治方案取得了明显的效果。

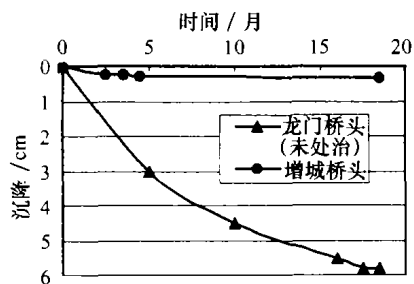


图5 路中线上台背路基沉降-时间关系图

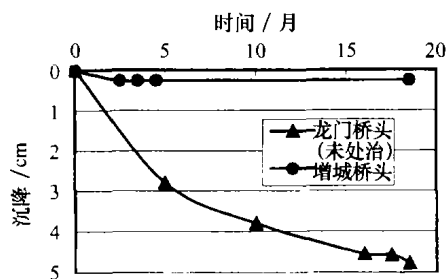


图6 行车道上台背路基沉降-时间关系图

### (2) 沉降在深度方向的分布

龙门台背路基沉降在深度方向上的分布如图7、图8所示。

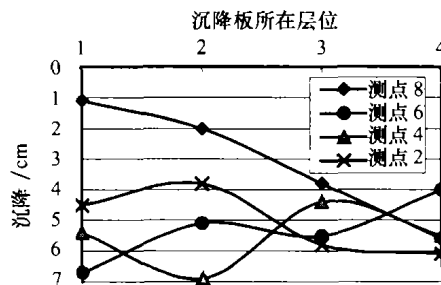


图7 龙门台背路中线处各点沉降在深度方向上的分布

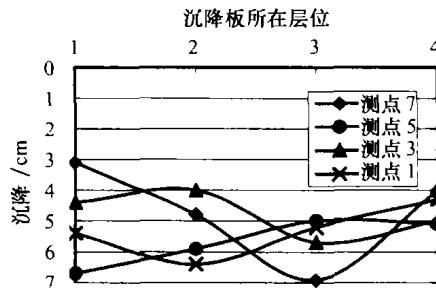


图8 龙门台背行车道上各点沉降在深度方向上的分布

从图7、图8可以看出，龙门桥台无论是路中线还是行车道，其总沉降量都较大，而且各层的沉降非常不均匀，最大沉降不一定出现在表面。按常理推知，下层土沉降，上层土随之沉降，因此愈接近表面，沉降应愈大。这种规律是在假定压实土体为弹性体、各层压实度相同的理想状态下得出的，但实际情况并非如此。除测点8外，大部分测点的各层沉降呈现曲线变化，并不是递增变化，最大沉降不一定出现在最顶层（第4层），如测点4最大沉降出现在第2层。这是由于龙门台背在填土分层碾压过程中，填料极不均匀（土石混杂），各层含水量控制不严，导致压实度不同，而土体密度却有向均衡发展的趋势，土体颗粒运动使得压缩沉降变形在路基内部重新分布，就会出现内部沉降大于表层沉降的情况。

同时，从图7、图8可以看出，龙门桥台台背位于同一层位即同一深度处的各个测点沉降差异较大，如图7中，第2层测点2、4、6、8的沉降表现出较大的离散性。造成这种现象的原因同样是回填料极不均匀，粒径大小不一，压实不易控制，各处压实难以达到同一标准，出现了各层压实不均的情况，在路堤填土荷载的作用下，台背回填各处由于压实度不同产生了不同的沉降变形。

此外，由于每个测点的各层沉降并不是递增关系，而是曲线变化，因此，不同测点在同一深度处的沉降经过此消彼长，在表层（第4层）趋于收敛，但

其沉降的离散性(即不均匀性)仍不可忽视。这种不均匀性导致龙门台背路基顶面纵向产生了较明显的不均匀沉降,极易造成桥头路段的各种病害。

增城桥台台背经过一定的技术措施处治后,情况大为改善。从图9、图10可以看出,与龙门桥台比较,增城桥台台背路基的总沉降量大为减小,最大沉降一般出现在顶层(第四层),而且任意测点在不同深度处的沉降较为均匀,位于同一层位即同一深度处各测点的差异沉降相对较小,反映到路基顶面的纵向沉降比较均匀,如图11、图12所示。

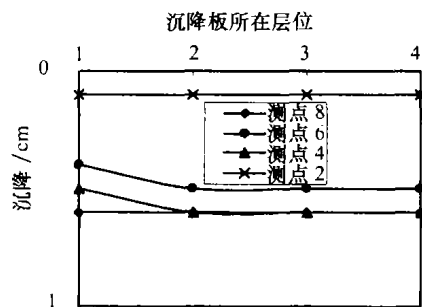


图9 增城台背路中线处各点沉降在深度方向上的分布

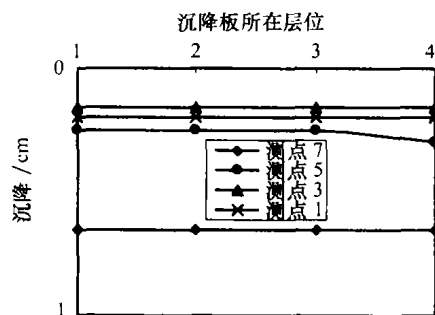


图10 增城台背行车道上各点沉降在深度方向上的分布

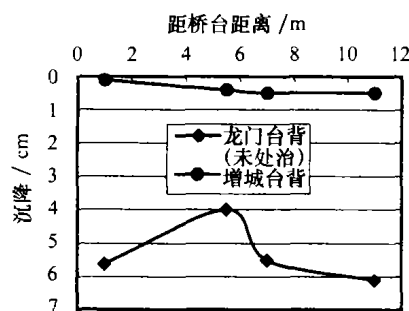


图11 路中线上台背路基沉降纵向分布

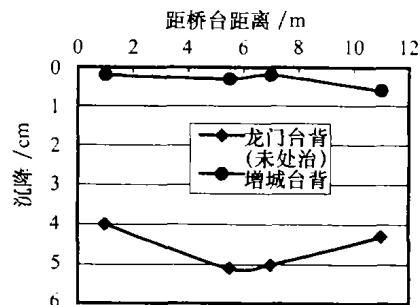


图12 行车道上台背路基沉降纵向分布

### (3) 沉降沿纵向分布

图11、图12为台背路基沉降趋于稳定后,沉降沿纵向的分布曲线。

从图11、图12中可以看出,增城桥头台背经处治后,与龙门桥头相比,沉降在纵向分布较为均匀,避免了纵向不均匀沉降过大带来的各种病害。同时,距桥台愈远,增城台背路基沉降愈大,这是因为增城台背回填采用了强度介于路基土与台墙材料之间的材料(砂砾),其填筑厚度沿长度变化,使得台背回填远薄近厚,目的就是刚度与沉降差异在回填区实现渐变。

## 3 结语

通过研制开发的多功能沉降板,不仅对台背路基不同位置的沉降量进行了观测,而且对同一位置在不同深度、不同时期的沉降量进行了观测分析,全面了解了台背回填区的沉降情况,阐述了引起台背不均匀沉降的重要因素,从而揭示了台背路基沉降规律,同时对台背技术处治方案的处置效果进行了评定和验证。该套设备易于加工,在埋设过程中不影响施工,观测方便,精确度较高,从西林河大桥台背沉降测试结果来看,使用该设备达到了预期的设计目的,效果良好。

### 参考文献:

- [1] 洪俊明,申爱琴,等.桥涵台后沉降病害防治技术研究报告[R].惠州公路局,长安大学,2003.
- [2] 王秉纲,胡长顺,等.跨越构造物路面结构设计与施工技术研究报告总报告[R].西安公路交通大学,1999.