

浅谈地基变形及其处理方法

王 莹¹, 潘 霞², 马志明³

(1. 路桥集团第一公路工程局科研所, 北京市 100024; 2. 金华市市政设计院, 浙江金华 321017;
3. 金华市经济技术开发区, 浙江金华 321017)

摘 要:地基变形和稳定是地基基础设计的主要问题, 该文对地基变形及处理方法进行了阐述, 具有一定的参考价值。

关键词:地基变形; 沉降; 软基处理

中图分类号: TU47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)04-0183-02

1 概述

高速公路的桥头跳车现象比较常见, 尤其是在南方水网发达地区。产生这一现象的主要原因是由于桥涵通常位于沟壑地段, 地下水位较高, 且多属于软土, 在软土上填筑路基, 便极易产生沉降, 造成桥梁桥台和路基刚度突变。因此, 软基处理的好坏, 直接影响到工程质量的优劣。

地基基础设计中所关心的两个最主要的问题就是地基的变形和稳定。其中变形主要指沉降, 稳定性丧失与过大沉降有关。因此设计中对基础沉降的控制, 施工中对沉降的监测, 就成了保障建筑物安全的重要措施, 遇有软弱地基, 须进行加固, 应主要考虑如何降低沉降。其实地基变形还包括侧向变形, 沉降与稳定都与侧向变形相联系, 控制侧向变形能在一定程度上减小沉降, 并增加了地基的稳定性。在地基加固措施中, 可采用限制侧向变形或利用侧向变形的办法, 有必要进一步研究。

2 沉降分析

工程中计算地基沉降往往是按一维问题来考虑的, 即假设地基土没有侧向变形, 只有竖向压缩, 计算沉降所用的压缩性指标由无侧向变形的压缩试验测定。而实际建筑物地基很多会发生侧向变形, 这在一定程度上, 影响着地基的沉降。

实际工程中地基侧向变形不可能完全限制, 如相对竖向压缩变形较小则可忽略不计。但是对

于软弱地基或饱和土而言, 在荷载刚施加时, 水来不及排出, 体积尚未压缩, 地基沉降由于侧向变形而引起, 随着水的排出, 土骨架压缩, 产生进一步的沉降, 即固结沉降或竖向沉降。因此, 日常工程中的总沉降量由两部分组成, 即土的固结变形和剪切变形, 其中土的固结变形与体积变形相联系, 决定于水的排出和土骨架的收缩; 而土的剪切变形是由于土体形状改变, 导致膨胀等侧向变形。

3 沉降计算方法

根据上述分析, 在沉降计算时, 必须将地基变形作为二维问题或三维问题来处理, 地基土的材料参数泊松比是反映侧向变形影响的主要指标。当泊松比 $= 0.5$ 时, 无体积变形, 竖向荷载作用下的地面沉降全部由侧向变形引起, 比如饱和土。当泊松比 $= 0$ 时, 则在竖向荷载作用下, 不发生侧向膨胀, 全部沉降都是压缩沉降。一般土体泊松比在 $0 \sim 0.5$ 之间, 故在竖向荷载作用下, 沉降由两部分组成。

在实际计算中要反映侧向变形很难, 因此, 迄今为止, 实际工程沉降计算主要采用无侧向变形的分层总和法算得的沉降乘以修正系数来解决, 其中修正系数是一个经验值, 工民建全国规范和许多地方规范都作了类似的规定。上海地基规范中规定修正系数随荷载增大而增大。这是因为荷载较大时, 泊松比较大, 侧向变形显著, 因而无侧向变形的分层总和法算得的沉降就有更大误差, 需要采用较大值的修正系数。

4 公路工程中限制侧向变形的办法

对西河桥施工工艺研究, 取得了较好的经济效益和潜在的社会效益, 解决了自锚悬索桥施工中的存在的一些技术难点, 同时摸索出大跨度自锚式悬索桥的一些施工经验和数据, 为钢梁的安装、悬索桥的建设提供了有益的借鉴。

工艺有利于主缆整形, 并具有防碰撞、防风雨的特点。

7 结语

自锚式悬索桥技术含量高, 施工难度大。通过

收稿日期: 2006-06-01

作者简介: 王莹(1973-), 女, 天津人, 工程师, 主要从事道桥设计工作。

软弱地基的处理方法很多,或添加固化材料、或排水固结、或打桩处理,限制侧向变形也是一种比较有效的方法,可单独使用,也可同其他方法结合使用。以下举例说明几种公路工程中常用的处理方法:

(1)加筋路堤

所谓加筋是指铺设土工布和土工格栅,一般用于软弱土的路堤或带有局部软土的台后填土区域,在路堤或填土内铺设一层或多层土工布和土工格栅,增强路堤稳定性,减小地基沉降。作为拉筋的土工布通过与土接触面上的剪应力,对地基施加了向内的剪应力,使土的侧向变形减小了。该方法在公路上普遍使用。满足工后容许沉降量,施工方便且价格便宜。

(2)护坡道

在主道路之外实施护坡道,来加强路堤的稳定性和减少地基的沉降量,限制侧向变形,当护坡道的标高高于主道即形成路堑形式时,效果更好。

(3)结构上的帽形基础

将基础设计成帽形,主要作用有:a)限制地基内土体的侧向变形,减小侧向变形导致的沉降;b)将上部荷载传向深部,起了加大基础埋置深度的作用,限制了侧向变形,且埋置深度越大,侧向变形越小。该方式目前广泛使用于海洋平台基础。主要特点是价格便宜,技术有效。

(4)现有结构物的纠偏处理

处理方法有两类:a)抬起下沉较多的一侧,以扶正结构物,往往代价较大;b)使下沉较少的一侧多沉一些,如掏土法。在沉降较小侧的外边,打一排钻孔,其深度和间距视情况而定。逐步从孔中掏土,孔周土体因应力释放而向孔的方向移动,对结构物基础来说,即向外侧向位移,会引起基础的沉降,将沉降调整到与结构物另一边基础的沉降相同,从而使结构物扶正。

(5)对建筑物加固

通过切断沉降源对现有建筑物进行加固。假如建筑物周边有沉降源时,可通过桩排式的地下连续墙,切断沉降源,限制现有建筑物地基的侧向变形,限制了沉降的进一步发展。

5 沉降控制标准

主要是控制工后沉降。一般路段,工后沉降的控制,本质上是使道路纵坡、横坡不致因沉降差而造成路面结构的损坏,从路面功能性、结构性要求上分析,一般工后不均匀沉降指标为4‰。由此得出工后沉降指标(容许值)即:桥台为10 cm,一般路

段50 m过渡段时为30 cm,应以纵向的工后沉降值作为设计控制指标。

6 软基路段施工周期控制

软基沉降是随时间而发展的,根据沉降速率来控制路堤和路面填筑的时间,既可预防路基失稳,又可控制工后沉降。经验证明填筑底基层的条件为路床顶面的沉降速率连续两个月小于5 mm/月,铺筑路面的条件为基层的沉降速率连续两个月小于3 mm/月,路堤为分层填土施工,每层土的填筑速度及相邻填筑时间,根据沉降速度或路基两侧土隆起情况进行控制,施工中随时检测。

7 软基沉降处理方法

地基处理方案的选择,可分为排水固结法、复合地基法和超轻质材料法三类。

7.1 排水固结法

排水固结法本身不能减少总沉降量,关键应加快土体的固结速度。

7.2 轻质路堤技术

粉煤灰是一种质轻且具有一定水稳性的无粘性材料,其路用性能满足道路路堤的技术要求;在粉煤灰中加入约6%的消石灰可改善其强度和稳定性;粉煤灰具有重量轻,压缩性小,渗透性好,摩擦系数大等优点;在静载作用下,粉煤灰路堤内的应力与位移基本是线性关系,在荷载较大时出现非线性关系;弯沉和回弹模量测试表明,粉煤灰路堤整体强度较高;在相同路堤高度下,粉煤灰填筑与土质填筑相比,稳定安全系数提高约10%,总沉降量可减少15~20%;应格外重视粉煤灰路堤的边坡防护及隔离层设置,防止地表水或地下水浸入路堤。

目前公路上普遍使用二灰土(即石灰、粉煤灰土),特别是在当地土质塑性指数不能满足石灰土用土时,采用二灰土得到了比较好的效果,一般配比为5:15:80。

7.3 复合地基法

地基加固需考虑土的特性、变形机理、加固方案的成熟性、施工技术的可靠性和质检的难易程度。根据总沉降量大小,初步确定处理方案:沉降量>40 cm,采用深层处理;沉降量30~40 cm,采用浅层处理;沉降量<30 cm,则不作处理,采用路堤预压,自然沉降法。施工周期较长的公路,从经济和技术可行的角度出发,土基处理的思路是:一般路段采用预压排水法或结合砂井排水板预压法处理,桥头和构造物过渡地段采用加(下转189页)

表 3 机械搅拌与交叉喷射施工参数			
搅拌区	喷射压力 (MPa)	排量 (L/min)	提升速度 (cm/min)
机械搅拌区	6	200~300	500~100
交叉喷射搅拌区	30	600	

4 结语

自 20 世纪 70 年代高压旋喷工艺问世以来,该工艺得到了迅猛发展和广泛应用,经历了从单重管到普通三重管的发展历程后,随着地下空间开发向着大深度方向发展,高压旋喷技术也正向追求大深度、大桩径方向发展。通过对该领域的文献资料进行调查和总结可以得出如下结论:

(1)日本作为该技术的发源地,直到今天仍然是这一技术的领跑者,相关的行业协会及企业一直对这一领域进行系统研究,研究内容包括超高压大排量泵,喷嘴的结构形式以及不同深度不同土质条件下的参数匹配等等。同时韩国、欧洲和北美一些发达国家在这一领域也实现了跨越式发展,济身于世界先进水平;

(2)代表当前国际先进水平的高压旋喷技术

主要包括:双高压旋喷、超级旋喷等,这些工法具有桩径大、效率高、加固深度大、施工质量可靠等特点;

(3)作为高压旋喷核心设备的高压泵,目前水平是最高压力 100 MPa,最大输出流量 500~600 L/min,意大利、日本和韩国的专用高压旋喷泵已达到或接近这一水平;

(4)我国旋喷技术的主流代表为普通三重管,加固深度在 40 m 以内,加固桩径为 1.5 m。新开发的双高压旋喷工艺加固深度为 50 m,桩径达到 2 m,但这一技术的稳定性与可靠性有待在将来的工程实践中接受检验;

(5)我国未来的旋喷技术发展在追求大深度、大直径的同时,也应加强施工控制技术(如施工过程中各类参数的实时采集与显示)研究,以确保隐蔽工程的质量。

参考文献

[1]刘建航,侯学渊.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
[2]牛虹.高压旋喷法的施工特性及设备[J].工业建筑,2002,32(10):52-59.

(上接 184 页)固土桩(目前主要为水泥深层搅拌桩)或碎石料桩处理。对软基地区等级较高的新老路拼接地段的地基处理方法,一般采用高压喷射注浆法,形成 17~20 cm 厚的沉降隔墙,进行分离式拼接段地基处理,以避免了由于修建新路而导致老路沉降的影响。常用的具体方法如下。

(1)预压排水法:此法主要是形成排水系统和加压系统。其中排水系统分为水平排水和竖向排水系统,水平排水系统是指路堤下设置的砂、碎石垫层或砂沟或复合土工布形成地表水平排水系统。竖向排水系统目前主要采用塑料排水板(一般间距 1.5 m~2.0 m)和砂井(最大间距 4 m)两种形式。加压系统采用路堤填土进行堆载预压的方法,可分为等载预压和超载预压。对一般路段采用等载预压,桥头部位及重点地段可采用超载预压。

(2)深层搅拌桩(粉体或浆喷两种):能减少总沉降量 20~49%;这主要与桩长、面积置换率等有关。主要通过以下方面来控制沉降:a)桩身范围内的沉降减少。一般情况下,最好打穿软土层;b)处理后的路基能抵抗侧向变形,有利于减小桥台桩的侧向压力;c)能适应快速加荷的施工条件。

(3)其它形式的土桩复合地基的效果类似于深层搅拌桩,目前使用较多的是水泥深层搅拌桩。

8 结语

地基变形分析是一门比较复杂的研究课题,在日常的工程处理中,主要是从施工周期、技术可行、投资经济以及施工、检测方便的角度去限制和利用地基变形。