

# 软土地区路桥人行道衔接间沉降的治理措施

吴劲松<sup>1</sup>, 刘继华<sup>2</sup>

(1.宁波市鄞州区规划设计院, 浙江宁波 315192; 2.宁波市鄞州区城投公司, 浙江宁波 315192)

**摘要:**由于软土地基的高压缩性, 必然导致路桥间衔接处因刚柔相接, 路堤沉降凹陷而出现错台等问题。过去对此只从行车安全出发治理车行道部分, 而忽视了人行道部分同样存在这个问题, 它也会危及人身安全, 并给运行管理带来诸多后患。鉴此, 该文结合工程实例介绍了针对人行道部分所采取的治理措施、技术经验及综合效益。

**关键词:**软土地基; 路桥; 人行道; 衔接间沉降; 治理措施

**中图分类号:**U418.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2006)06-0029-02

## 1 概述

宁波市鄞州区开辟的新城区位于宁波市东南角, 区域内大部分为耕地。从工程地质勘察报告中得知, 距地面以下 10 m 范围内系灰色淤泥或淤泥质粘土, 其物理力学指标平均值为: 天然重力密度  $\gamma=16.8 \text{ kN/m}^3$ , 天然含水量  $W=55\%$ , 孔隙比  $e=1.5$ , 液性指数  $I_L=1.6$ , 压缩系数  $a_{1-2}=1.5 \text{ MPa}^{-1}$ , 压缩模量  $E_{s1-2}=1.68 \text{ MPa}$ , 地基允许承载力  $\sigma=50 \text{ kPa}$ , 处于饱和流塑状态, 属高压缩性土; 该层以下 5 m 以内的土质虽有些不同, 可它的液性指数还是大于 1.0, 仍为高压缩性土; 其再往下的土层除了有间隔极薄的软塑层外, 以硬塑为主, 是较好的持力层。道路与桥衔接处的路堤土基回弹模量为 8 MPa, 而《城市道路设计规范 CJJ37-90》(以下简称《城规》)要求, 路槽底面土基回弹模量宜大于或等于 20 MPa, 因此, 在道路结构层设计中按宁波地区习惯做法, 在挖除一定深度的表层腐植土换填上塘渣(岩渣)外, 再在其上增填塘渣垫层, 来达到上述要求。道路竣工运行 1 a 后测试结果为: 路堤高度在 2~2.5 m 时, 沉降量为 25~30 cm, 并依据道路路堤施工前两侧有无紧挨建筑物之区别, 从工程实测中得出如下结论: 道路施工前, 其红线外无紧挨建筑物的路堤沉降量要大于有建筑物的沉降量; 同时还呈现出已有建筑物离红线越远, 其对抑制沉降量的影响越小的趋势。

究其原因, 除有地面荷载的影响外, 关键在于该区域内路堤底面土壤因受压力作用而发生变形。有三个不同阶段: (1) 体积压缩阶段——此时土粒移动主要在垂直方向, 土粒骨架受压而挤紧, 孔隙减小而横向位移不大; (2) 土体受剪阶段——由于荷载继续增加, 土粒除向下外, 同时还向四周

移动, 形成剪应变区域并逐渐发展成一弯曲裂面, 此时滑动甚小; (3) 土体向外膨胀阶段——此时土壤的抗剪力已经完全发挥, 土体开始塑性流动。所以这几个阶段变化所引起的总沉降量, 系由垂直沉降和横向变形引起的沉降所合成。而紧挨路堤红线已有建筑物的沉降要小于无建筑物时的沉降的原因, 就是因其横向变形受到两侧建筑物限制的缘故。对于整个受压土层的深度, 通常是按路堤荷载产生的增加压力等于土壤自重压力的 20% 处为界限确定, 在此深度内的土层称为压缩层。总之, 影响道路沉降的因素很多, 主要有填土高度、地面荷载、填土容重、施工速率、软土层厚度、软土强度及渗透性质等方面。

在上述情况下, 桥梁与路堤衔接处形成的刚柔相接段必然会因路堤沉降而出现错台等问题。为消除此隐患, 以往设计只是在路桥衔接处的主体部位——车行道, 采用设置搭板和地基处理相结合的技术措施进行治理, 从而使车辆行经不再跳车, 得以平稳通过, 但人行道部分的路桥衔接却被认为系主体部位等原因而忽视。可是在实际运行中, 人行道部分的地面荷载虽小于车行道, 但其路堤高度大于车行道, 且填筑压实度因埋有各类地下管线而小于车行道, 因此它的路堤压缩变形引起的沉降也较大, 最终在路桥衔接处因路堤沉降导致铺面开裂、断裂并出现错台, 既影响美观又可能导致行人绊跌, 危及安全。

## 2 治理措施

针对上述情形, 自 2003 年开始, 采取相应的技术措施进行治理, 简介如下。

(1) 结构方面, 人行道部分设置搭板。由于侧向紧挨的是路堤挡墙(以下简称挡墙), 如果搭板仍同车行道一样布置, 会造成挡墙与搭板的相互交叉甚至重叠, 结构设计上对互相衔接处的处理也比较困难; 此外, 两者间还会产生不均匀沉降带

收稿日期: 2006-03-14

作者简介: 吴劲松(1972-), 男, 浙江宁波人, 工程师, 从事市政工程设计工作。



来的问题,经不同方案作技术经济比较后,最后选用了搭板与挡墙融为一体的结构:即把挡墙与搭板用钢筋混凝土连成一体,使挡墙与搭板结合成薄、轻、巧的 L 型挡土结构(详见图 1、图 2),既承担挡土功能,又起到搭板作用,而此间布设的搭板和枕梁仍用常规做法(详见图 3)。这样的结构,挡墙高度在 2.55 ~ 3.2 m 间,其墙壁厚仅为 25 cm,

搭板与挡墙结合在一起,可共同受力。针对挡墙而言,其抗滑和抗倾覆性能也大为提高,稳定性好且地基应力也相应减小。经实践检验,不仅解决了上述原先存在的问题,也提高了各方面的受力性能,还方便一体化施工,取得了一举多得的成效,这也正显示出采用此类组合结构的优点。

(2)地基处理,采用水泥搅拌桩(以下简称搅

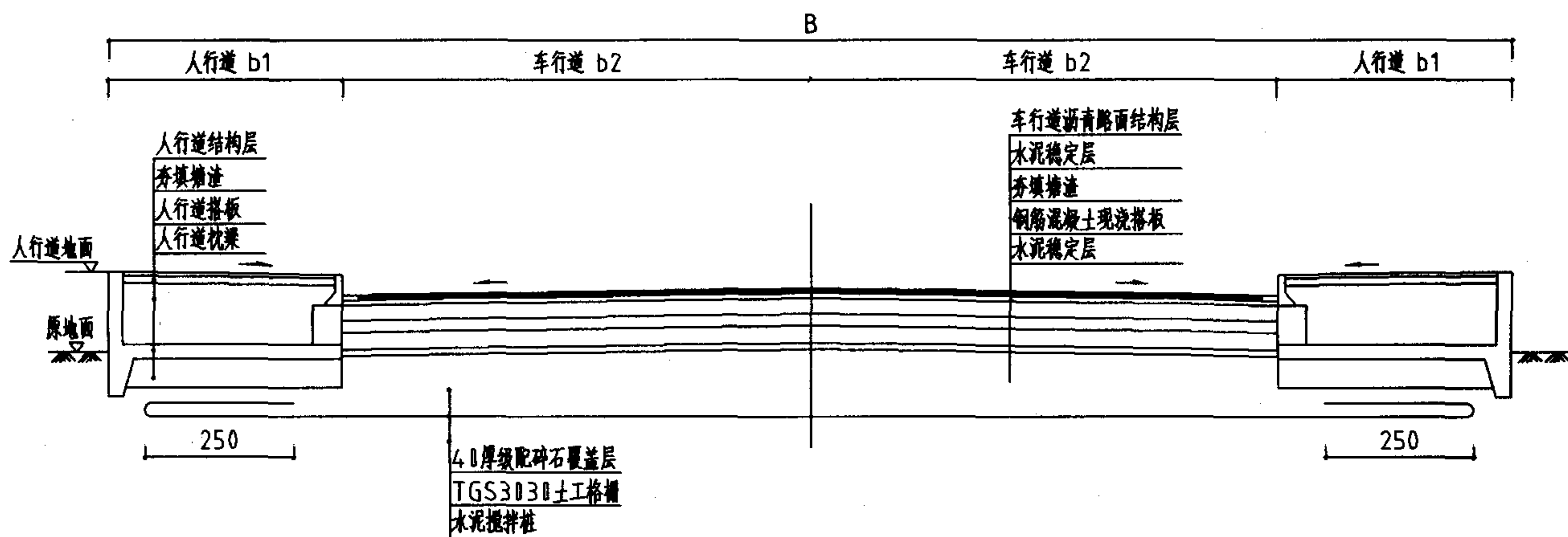


图 1 全横断面搭板布置图(单位:cm)

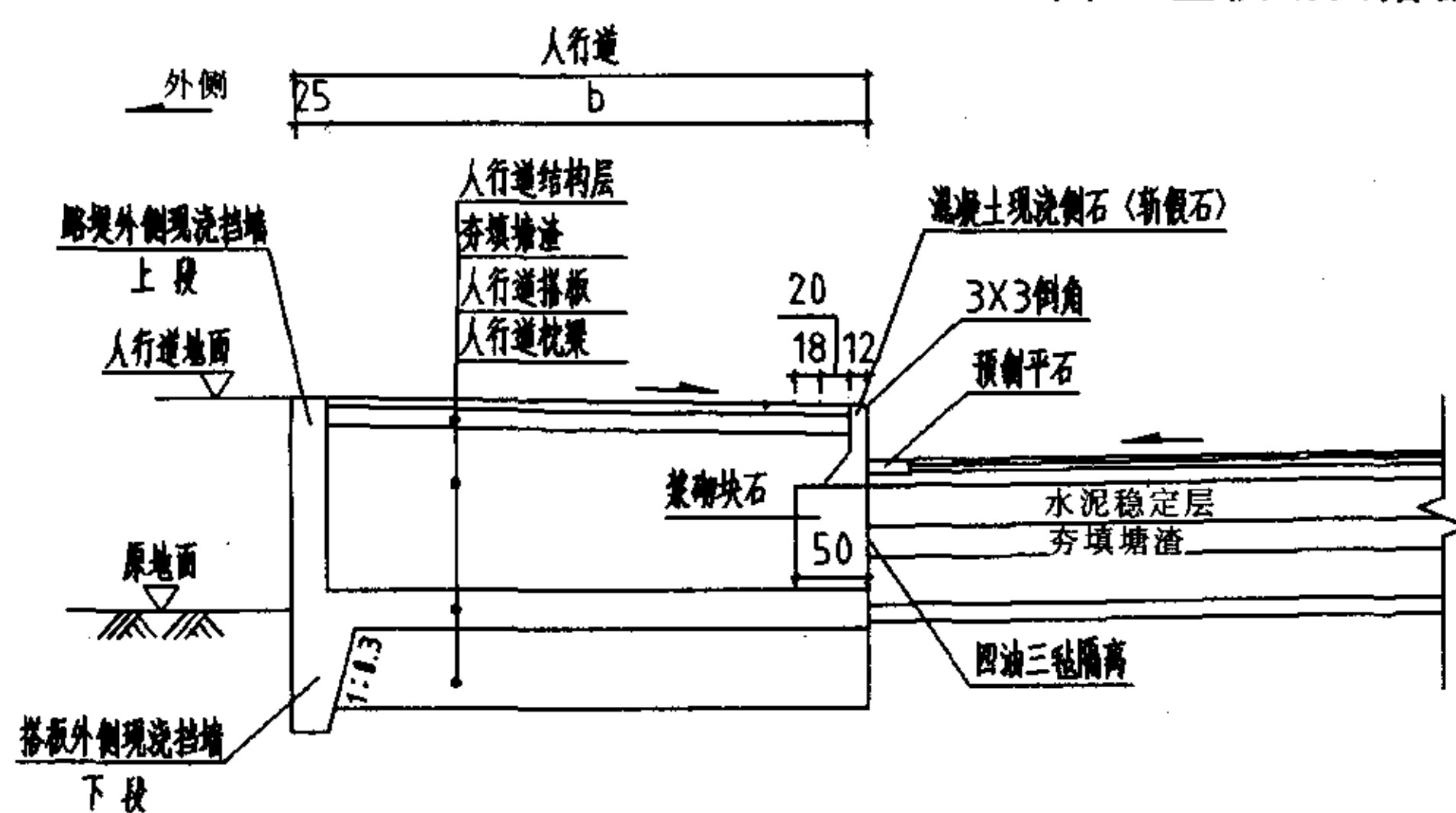


图 2 人行道搭板相邻部位衔接大样图(单位:cm)

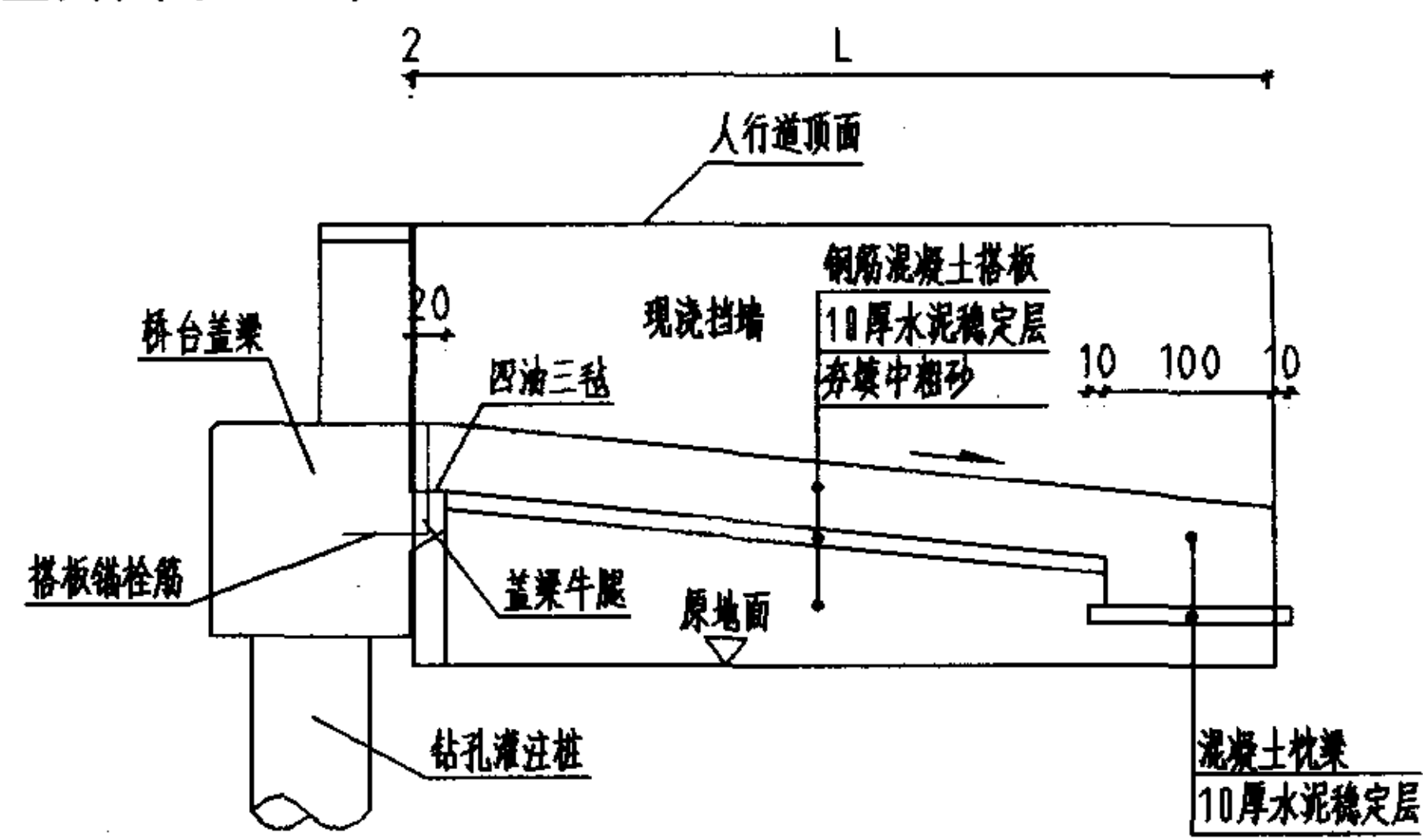


图 3 人行道搭板立面构造图(单位:cm)

拌桩)。它以水泥为固化剂,通过深层搅拌机械在地基深处将软土和固化剂强制拌和,利用固化剂和软土之间发生的一系列物理-化学反应,使软土固结成具有整体性、水稳性和一定强度的优质地基。此间虽水泥掺入量很小,可水泥的水解和水化反应完全是在具有一定活性的介质——土的围绕下进行的,其硬化速度缓慢且作用复杂,因此水泥土强度增长的过程比混凝土慢,其具体过程是:水泥颗粒表面的矿物很快与软土中的水发生水解和水化反应,生成氢氧化钙、含水硅酸钙、含水铝酸钙及含水铁酸钙等化合物,其中氢氧化钙、含水硅酸钙能迅速溶于水中,使水泥颗粒表面重新暴露出来,再与水发生后续反应,使周围的水溶液逐渐达到饱和。当溶液达到饱和后,水分子虽然继续深入颗粒内部,但新生成物已不再溶解,只能从细分散状态的胶体析出,悬浮于溶液之中,形成胶体。

当水泥的各种水化物生成后,有的自身继续硬化形成水泥石骨架;有的则与其周围具有一定活性的粘土颗粒发生反应。水泥水化生成的凝胶粒子的表面积比原水泥颗粒大 1000 倍,因而具有很大的表面能,有强烈的吸附活性,能使较大的土团粒进一步结合起来,形成水泥土的团粒结构,并封闭各土团间的空隙,最终形成坚固的联结。

通过搅拌桩处理的地基最终形成复合地基,不仅提高了承载力,而且由桩群体的压缩变形和桩端土的变形组成的沉降也相应减小。众多的工程实践表明,搅拌桩处理地基是用于高路堤下饱和土地基加固的好方法,所以同样适用于路桥人行道衔接处的路堤地基处理。在此类工程上通常采用的搅拌桩  $D=50\text{ cm}$ 、桩长为 12 m,按梅花形布置,其纵向在桥台、枕梁部分的间距为 1.2 m (即图 4 I 区);枕梁——枕梁后路堤部分的(即图 4 II 区过渡段)间距为 1.5 m,II 区过渡段长度视



# 公路沥青路面水损害防治技术措施

程振德

(上海南汇建设发展总公司, 上海市 201300)

**摘 要:** 该文分析了公路沥青路面水损害的表现形式和产生的原因, 根据实际施工经验, 提出了一些切实可行的水损害防治技术措施。

**关键词:** 公路工程; 沥青混凝土路面; 水损害; 防治技术措施

**中图分类号:** U416.217 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)06-0031-02

## 0 前言

上海的公路建设发展速度很快, 由于沥青混凝土路面(简称沥青路面)具有良好的力学性能和较好的耐久性以及行车舒适等优点, 使大部分的公路路面都采用沥青路面, 与水泥混凝土路面相比, 沥青路面具有坚实、耐久、平整、抗滑、防渗等性能, 适合于各种车辆的通行。但是由于各种因素, 沥青路面早期破坏现象时有发生, 已成为公路工程质量通病之一, 病害的主要原因是由水损害所引起, 因此提高沥青路面水损害防治技术措施是保证公路工程质量的关键。

## 1 水损害的表现形式

### 1.1 表面层产生坑洞和剥落

收稿日期: 2006-07-03

作者简介: 程振德(1958-), 男, 上海人, 经济师, 董事长, 从事市政工程造价及建设管理工作。

由于沥青混合料的不均匀性, 坑洞总是出现在局部空隙率较大处, 当水进入并积聚在这些空隙处时, 在交通荷载作用下, 水对沥青胶结材料进行冲刷, 使沥青与石料发生剥离, 石料失散, 从而产生坑洞。无论表面层沥青混合料是密实的 I 型还是半开式的 II 型, 都曾出现过此类表面层的水损坏。这种损坏现象大部分公路都有, 只是单位面积内产生坑洞的个数和面积有明显差别, 通常半开式(II 型)沥青混合料和抗滑表层, 产生这类水损坏更为严重。

### 1.2 表面层和中面层同时产生坑洞以及局部表面产生网裂和形变

当表面层和中面层都是空隙率较大的半开式沥青混合料, 而底面层是空隙率较小的密实型沥青混合料时, 降水过程中, 自由水较易渗入并滞留在表面层和中面层内。即使当中面层为密实型的沥青混合料, 在较长时间的降水过程中, 透入表面层的自由水有较长时间从中面层的薄弱处渗透入

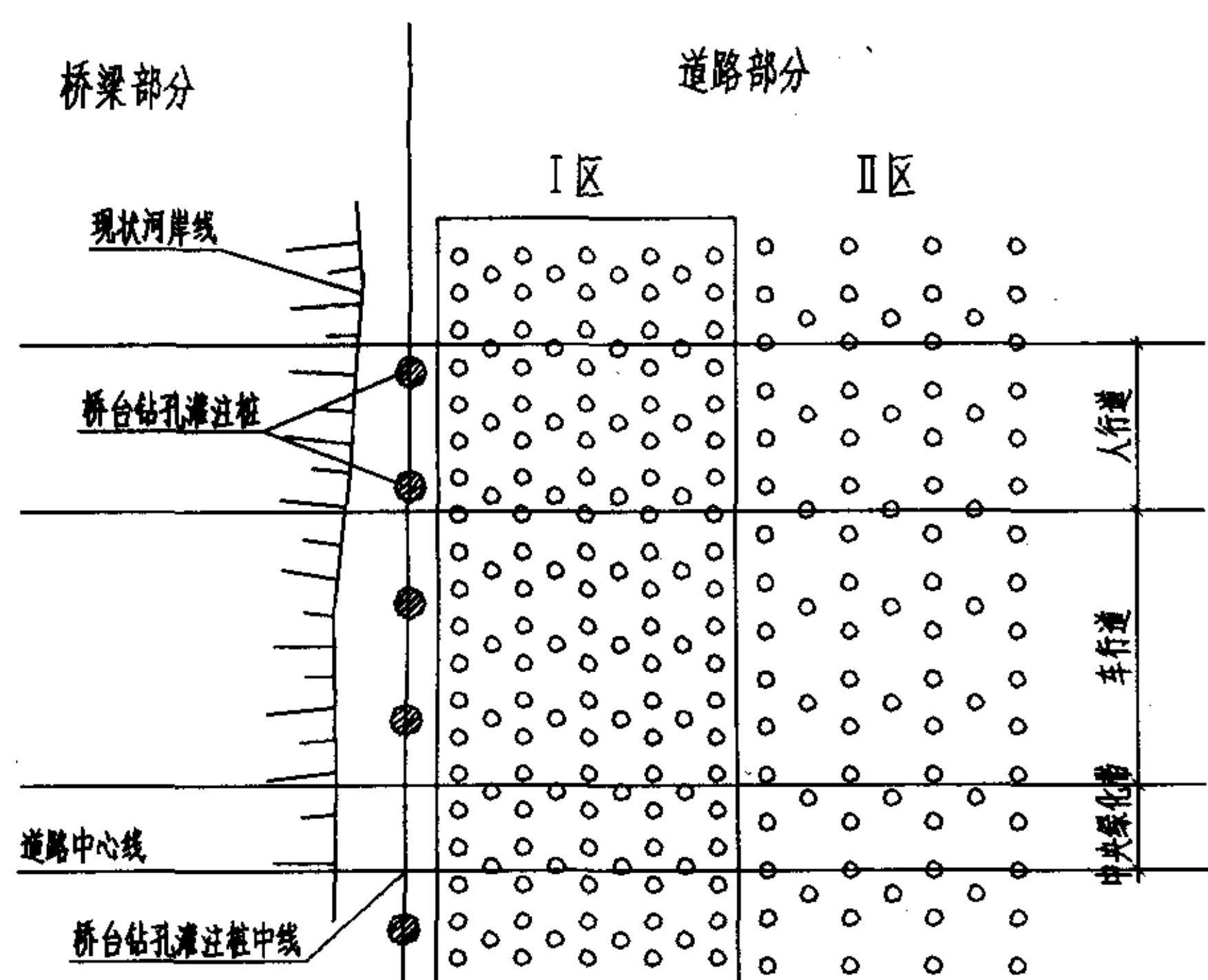


图 4 搅拌桩地基处理布置(路桥半幅)示意图

路堤高度决定, 路堤越高则布设的长度越大。此外, 还在路堤横向(道路红线)外按分区不同间距增设 2~3 排搅拌桩, 起到一定的侧限作用, 以减小地基侧向变形而引起的沉降(布置示意图

4)。固化剂水泥为普硅 42.5 级, 掺入比为 15%; 同时掺入 2% 水泥用量的石膏和 0.2% 水泥用量的木质磺酸钙; 水泥浆水灰比控制在 0.4~0.45; 取芯试验要求 28 d 桩体无侧限抗压强度应大于 750 MPa。除此之外, 同车行道一样, 还在搅拌桩顶自下而上铺设了土工格栅和 40 cm 厚的级配碎石履盖层, 与车行道连成一体。

## 3 结论

首批通过上述技术措施治理建成的快速路鄞州二道 1#~6# 桥, 迄今已竣工运行 1 a 以上, 经观察运行情况良好。在路桥人行道衔接处的铺面, 完好无损, 不再出现断裂和错台, 达到了预期目的, 取得了明显的经济效益、社会效益和环境效益, 且减轻日后管理运行的工作量。这些治理措施已在该地区道路桥梁建设中全面应用。藉撰写本文之际, 希望可供同行参考借鉴。