

桥面铺装层结构设计及早期病害分析

任德华, 董善勤

(南京华宇市政建设工程有限公司, 江苏南京 211102)

摘 要:对钢筋混凝土桥柔性桥面铺装的早期病害及其原因进行了分析与研究,在总结当前国内桥面铺装结构设计主要方法的基础上,通过理论分析,提出了需要重点研究的几个问题,并就后期防治提出了自己的见解。

关键词:水泥混凝土桥面;沥青混凝土;桥面铺装;结构设计;病害分析

中图分类号:U443.33 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01-0012-03

1 概述

桥面铺装层直接承受行车荷载、梁体变形和环境因素的作用,其变形和应力特征与主梁及桥面板结构型式密切相关,它一方面可以分散荷载并参与桥面板的受力,另一方面起联结各主梁共同受力的作用。它既是桥面保护层又是桥面结构的共同受力层,所以应具有足够的强度和良好的整体性,并具有足够的抗裂、抗冲击、耐磨性能。近年来我国公路桥梁建设快速发展,但桥面铺装的设计与施工仍沿用传统的习惯做法,在进行桥梁结构设计时,对桥面铺装层一般不作专门的计算分析。随着交通量和重型车辆的增加,桥面铺装出现了诸多问题。这不仅妨碍了正常交通,影响了桥面的美观,更易造成交通事故,也给维修工作带来了很大困难。近年来,人们对于因桥面铺装问题造成的直接和间接的经济损失给予了足够的重视。桥面铺装的早期损坏已成为影响公路使用功能的发挥和诱发交通事故的一大病害。桥面柔性铺装能大大缓和行车对桥面板的冲击,较易达到运营中平稳舒适的要求,沥青材料随着其性能的改进,应用将更加广泛。但现行规范对沥青铺装层的设计理论与方法尚无具体规定。这就造成了在实际设计中,桥面铺装层只作为桥梁工程的附属结构,设计者对其甚少花费精力,从而为桥面铺装的早期损坏埋下了隐患。因此,应加快对桥面铺装,特别是结构破坏机理和设计理论方面的研究。

2 沥青混凝土桥面铺装的破坏形式

沥青混凝土桥面铺装与正常路面和水泥混凝土桥面铺装相比,破坏形式有所不同。主要有:

(1) 铺装层内部产生较大的剪应力,引起不确定破坏面的剪切变形,或者由于铺装层与桥面板层间结构面粘结力差,抗水平剪切能力较弱,在水平方向上产生相对位移发生剪切破坏,产生推移、拥包等病害。

(2) 因温度变化并伴随桥面板或梁结构的大挠度而产生的裂隙,在车辆荷载及表面渗入的水的作用下产生面层松散和坑槽破坏。

有关文献介绍了西方国家自20世纪70年代以来在桥面铺装中广泛使用防水层,随着交通量的增加,出现了一些新问题,如面层的早期破损、开裂、坑槽、防水层与面层和桥面粘结强度不足而产生推移等病害。近年来,在我国的部分地区的桥面防水层也出现了相应的病害。

设计防水层的水泥混凝土桥面沥青混凝土铺装层在行车荷载作用下的破坏形式一般为剪切破坏,常表现为拥包和推移现象。剪切破坏有两种情况:一是桥面钢筋混凝土模量远大于沥青混凝土和防水层的模量,加之沥青混凝土层厚度较薄,沥青层内产生较大的剪应力而引起的无确定破坏面的剪切变形;二是防水层与沥青混凝土面层和桥面层间粘结力不足而发生剪切破坏。因此,剪切破坏是防水层的水泥混凝土桥面沥青混凝土铺装损坏的主要原因,故在实际设计中应基于两种形式的剪切破坏分别加以计算分析。

3 桥面铺装层的病害分析

3.1 结构理论与设计

(1) 桥梁的结构理论中对桥面铺装层的计算分析论述几近于零,现行规范中只给定了厚度的推荐值,这种做法一直在各等级公路的具体施工中运用了几十年,随着交通量的增大,现行铺装与重型、超重型汽车的增多和车速的增快,它已严重不相适应。桥面铺装层直接承受车轮荷载的冲击,桥面铺装层

收稿日期:2005-08-03

作者简介:任德华(1967-),男,江苏南京人,工程师,董事长兼总经理,从事市政工程建设管理工作。

部分或全部参与了主梁结构的变形,因此桥面铺装是一个受力复杂的动力体系,各种形式的主梁及铺装本身的构造均影响其应力的分布。

(2) 按照现行有关规定,箱形梁在有些情况下也可参照T形梁的规定处理。从众多箱梁的设计来看,大部分设计者对于箱梁构件是按T梁进行处理的。而箱梁的实际受力虽有近似于T梁的一面,又有所异于T梁的一面,对于连续箱梁差别更大。尤其是近年来箱梁的桥面越来越宽,桥跨与桥宽之比越来越小,箱梁仍按T梁那种细长杆件设计配筋,就越来越不适宜了,导致按T梁设计的箱梁骨架钢筋在实际受力状态下难以像T梁主筋那样发挥应有的作用。所以,设计的假设状态与箱梁的实际受力状态不一致。

(3) 随着材料工业的发展,桥梁承重结构的改进,使桥梁主梁能以较柔的结构达到受力的要求,特别在设计计算中侧重于主梁纵向的计算分析,对桥梁横向刚度重视不足,采取的横向构造措施不利使桥面铺装层分担过多的应力。

(4) 对于连续梁桥、拱桥及悬臂梁桥等桥型结构,由于荷载的作用而产生负弯矩或拉力,使桥面铺装层受到拉力的作用而产生负弯矩区裂缝,从而造成桥面铺装的损坏。

(5) 在对公路进行交通组织管理中,由于车道功能的不同,出现了人为强制地使桥梁结构运营始终处于偏载状态,使主车道的铺装承担了比超车道高得多(有时可达三至四倍)的运营应力水平,因此加快了主车道铺装层的疲劳。特别是随着私营运输业的发展,货运业主为追求短期经济利益,通过改变车厢结构如加长车厢和加高车轴弹簧等使汽车的载重、轴重及轮载成倍增加。这些车辆对铺装层有严重的破坏作用,并使桥梁结构局部超载,加快了主车道铺装层的病害发展。因此,在设计中应根据运营中车辆荷载的实际分布情况,在明确了桥梁结构受力的基础上,对桥面铺装层进行受力计算。

3.2 施工工艺

(1) 铺装层厚度偏小。由于桥梁上部结构在施工中支架的沉降及预应力反拱无法十分准确地预测,或由于施工工艺控制欠佳,施工中主梁顶面标高与设计值相符是比较困难的,一般在测量主梁顶面标高后对其进行调整以保证桥面的厚度。如果调整不好,就会造成铺装层厚度不均,使有的地方厚度偏小。

(2) 梁顶清理不彻底,造成铺装层与主梁结构欠佳。

3.3 桥面防水层的影响

由于柔性防水层的强度与主板和铺装层的强度有差异,它的存在使上部结构按模量形成刚—柔—刚的板体受力体系,中间柔性夹层会增大桥面板中部的板底拉应力。处于防水层上的铺装层一经开裂,在车轮的动力荷载作用下,彼此间的缝隙就会越来越大,直到松散脱落。另外,防水层的使用使铺装层发生剪切破坏的机率大大提高。

3.4 桥面铺装的约束条件

桥面铺装受桥梁结构的约束,受荷后其边界条件与一般路面相差甚大,加之梁体的挠度、扭曲等形变的耦合作用,给铺装层的工作性能造成不利影响。

4 桥面铺装设计方法的讨论

目前关于桥面铺装的研究有很多观点和看法,并且现有研究主要集中在材料设计和铺装技术等方面,而关于理论分析和结构计算的研究很少。有人将桥面板简化为正交异性的弹性小挠度薄板,将铺装层简化为各向同性的大挠度薄板,并假定两板之间相对滑动,完全没有摩擦力且没有脱空现象。在此基础上提出了桥面铺装的一些控制指标。还有人以弹性层体系为理论基础,对水泥混凝土桥面柔性铺装的层间剪应力进行了计算和分析。并通过对沥青类桥面铺装层的破坏现象的分析,发现使用摩尔—库仑理论来确定铺装厚度是比较合适的,即以桥面板与沥青铺装层之间的层间剪应力为控制指标,要求其不超过层间抗剪强度。另外,还结合防水层、平整度、施工工艺和车辙指标的要求,提出了桥面沥青铺装层厚度的计算方法。还有些人对设防水层的水泥混凝土桥面沥青铺装结构的层间剪应力的计算进行了分析,讨论了防水层的厚度、模量、沥青混凝土铺装层厚度等参数对结构层间剪应力的影响。认为层间最大剪应力主要取决于面层厚度和防水层模量;在防水层模量相同的情况下,增加面层厚度是降低层间剪应力的最有效手段。合理的控制指标应该是进行结构设计的重要依据,笔者认为也是今后要重点研究的一个方面。

对于桥面铺装不设防水层的情况,可以借鉴复合路面的处理方式。在对旧水泥混凝土路面混凝土加铺层和水泥混凝土沥青混凝土复合路面进行力学计算时,接触面采用了既非完全连续又非完全光滑的接触状态。对于设防水层的情况,实际施工中防水层的厚度在2~5 mm之间,一般约为3 mm。由于防水层的厚度很薄,有的学者将其简化为一种接

粉喷桩加固淤泥地基出现空桩段的再处理

张 威¹, 彭 洪²

(1. 兰州交通大学, 甘肃兰州 730070; 2. 中国市政工程西北设计研究院, 甘肃兰州 730000)

摘 要:回顾了广东惠澳线地方铁路淤泥土地基加固处理的情况, 对该路段 DK17+171 处水泥粉喷桩成桩过程中出现的空桩段进行了原因分析并进行了再处理, 提出了在使用粉喷桩加固软土地基中应注意和遵循的原则。

关键词:淤泥土地基; 加固; 空桩段; 处理; 广东省

中图分类号: TU472.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0014-02

1 设计概述及地质情况

惠澳线地方铁路 DK16+870~DK17+270 段路堑及路堤内分布有软土, 采用水泥粉喷桩处理, 桩直径 500 mm, 纵横向桩间距 1.5 m×1.5 m, 该工点范围内, 路堤段路基每侧加宽 0.2 m, 且地表铺 0.3 m 中粗砂垫层。

根据前期的调查与勘探, 工点主要地层由浅至深分别为: (1) 砂粘土, 褐黄色, 土质均匀, 具粘性, 可塑, 厚约 1~6 m, 为二级普通土; (2) 淤泥, 灰黑色, 土质较均匀, 呈透镜体分布于 DK16+860~DK17+270 之间, 软塑~流塑, 厚约 0~7 m, 为 1 级松土; (3) 花岗岩, 灰白色, 肉红色, 风化极严重, 呈土状及碎块状, 手捏易碎, 风化厚度大于 6 m, 为 3 级硬土。

粉喷桩处理深度根据地层厚度分布不均而由施工控制, 必须穿透淤泥软土层, 且水泥用量每延米不少于 50 kg。

2 现场情况及存在问题

位于施工段落内 DK17+171 处, 在地基处理施

工完成 3 个月建成后 1~1.5 m 盖板涵后, 发现涵体多处开裂、下沉, 下沉量约 0.4 m, 不符合质量标准, 故拆除重建。在重建中对地基进行了开挖, 基坑开挖范围约长 20 m, 宽 6 m, 深 4 m, 路堤内的桩体部分被挖除, 在基坑中看到经粉喷桩处理过的地基, 只是在原地面上下各 1 m 处可见到粉喷桩桩体, 桩体质量良好, 均匀致密, 桩体下部 1 m 以下的淤泥中未见到粉喷桩桩体, 后经在坑壁沿桩体竖向下挖, 发现有 0.4 m 左右的空桩带, 空桩带以下可见到呈管状的桩体, 管状桩体的壁厚 3~5 cm, 管内为淤泥, 可插入约 2 m 长的钢筋。基坑底部为灰黑色的淤泥, 呈软塑~流塑状。

3 再处理方案分析

(1) 采用换填方法: 因粉喷桩成桩质量差到什么程度, 继续往下挖能否挖到完整的桩体心中无数, 继续下挖采用换填方法怕坑壁发生坍塌使事态扩大。

(2) 采用抛石挤淤: 目前淤泥土层的厚度有 6~7 m, 呈软塑状, 抛石挤淤的条件不好, 可能挤不动。

(3) 采用框架梁: 从涵洞结构考虑将该涵变为框架梁, 而现有的地基承载力小于 80 kPa, 满足不了框架梁对地基承载力 120 kPa 的要求。

收稿日期: 2005-05-24

作者简介: 张威(1981-), 男, 山东莱州人, 硕士研究生, 研究方向为桥梁与隧道工程。

触条件来处理。总之, 如何模拟层间接触状况, 特别是如何考虑防水层的影响, 是建立合理模型的一个关键问题, 也是研究铺装层结构设计理论的一个重点。要采取理论计算与试验分析相结合的方法, 将计算结果与试验和实测结果相对比, 寻找一种与结构实际受力吻合的模型。

5 结束语

桥面铺装层是一种特别的路面结构, 如何合理

简化荷载模型, 以及如何进行分析与研究, 是总结当前国内桥面铺装结构分析的主要方法, 当务之急是加快对沥青混凝土桥面铺装的进一步研究, 以明确桥面铺装层之外各结构层力学特性及相关参数, 为桥面铺装的设计和施工提供指导; 同时, 加强对各铺装层材料的材料性能指标和测试技术的研究, 开发适应桥面破坏机理的新材料; 另外, 还要改进铺装技术及提高施工质量, 从根本上解决桥面铺装早期损坏问题。