

文章编号: 0451-0712(2004)07-0039-03

中图分类号: U443.33

文献标识码: B

桥面铺装层损坏的原因分析及解决方法

冯永乾

(深圳市金众(集团)股份有限公司 深圳市 518040)

摘 要: 对桥面铺装层过早出现的坑槽、裂缝、松散等病害进行了分析,并对设计、施工中应注意的几个关键问题进行了论述。

关键词: 桥面铺装层; 损坏原因; 关键问题

目前,随着交通量和重型车辆的增加,桥面铺装层损坏较为严重,维修周期也越来越短,笔者通过对京珠高速公路安新段多个破损桥面的维修和濮鹤高速公路桥面铺装层施工的观察分析,认为造成当前桥面铺装层过早损坏主要是设计考虑不周、施工不当及外界影响等方面的原因。

1 病害分析

1.1 结构理论与设计

1.1.1 桥梁的结构理论中的问题

桥梁的结构理论对桥面铺装层的计算分析论述很少,现行规范中只给定了厚度的推荐值,工程界一直在各等级公路中运用了几十年。桥面铺装层直接承受车轮荷载的冲击,桥面铺装层部分或全部参与主梁结构的变形和受力,因此桥面铺装层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。

1.1.2 桥面板刚度不够

为了减轻恒载,用加大钢筋用量或采用高强度钢筋来减薄桥面板的厚度,由于桥面板刚度不够,在重载作用下引起较大的变形,加之车辆的不断冲击震动,容易使桥面板及铺装层出现裂缝,且发展较快。

1.1.3 负弯矩的影响

对于连续梁桥、拱桥、悬臂桥等桥型结构,由于负弯矩使桥面铺装层受到拉应力的作用而容易出现裂缝,造成桥面铺装层的损坏。

1.1.4 支承梁不均匀沉降的影响

对于空心板梁或 T 梁,由于梁体的不均匀沉降

或瞬间的下挠(活载引起的),在桥面板及桥面铺装层上受到与梁轴相重直的附加弯矩,这种情况下产生的裂缝主要在沿主梁方向。

1.1.5 桥面铺装层的厚度过薄

早期桥面铺装层设计厚度大多小于 8 cm,如京珠高速公路安新段桥面铺装层设计多数仅为 6 cm,濮鹤高速公路桥面铺装层原设计为 7 cm,后变更设计为 8 cm。桥面铺装层过薄,削弱了桥面铺装层的刚度和承载能力,这也是桥面早期损坏的原因之一。

1.1.6 交通组织管理中造成的偏载

在对高速公路进行交通组织管理中,由于车道功能不同,人为强制地使桥梁结构运营始终处于偏载状态,加快了主车道铺装层的疲劳。特别是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。改装后的车辆对铺装层具有严重的毁坏作用,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。

1.2 施工工艺

1.2.1 桥面铺装层与梁表面混凝土未粘结好

在桥面铺装层施工前没有将梁表面的松散砂石粒、泥污等清洗干净;梁表面没有凿毛或者凿毛的密度不够,这些都大大降低了桥面铺装层与主梁表面之间的粘结力,破坏了混凝土的整体性,车轮的冲击和荷载的作用容易使桥面出现脱皮、裂缝、剥落等现象。

1.2.2 桥面铺装层内的钢筋网变位

收稿日期: 2004-04-30

钢筋网在进行绑扎和浇筑混凝土时,受到施工人员、运输机具碾踏和混凝土拌合物的自重压力,导致其变位,削弱了钢筋网的分布筋作用和承受荷载的能力,尤其对于出现负弯矩的桥面铺装层,容易因此而出现桥面裂缝等损坏。

1.2.3 混凝土的干缩

目前,大桥桥面铺装层施工多采用泵送工艺,为满足泵送混凝土有较大坍落度,除掺外加剂外,还常用加大水泥用量和适当加大水灰比的办法,这两者都是影响混凝土干缩并成正比关系的主要因素。且水泥用量大时,水化热大,引起行车道板和桥面铺装层的温差而产生变形约束。由于混凝土硬化初期的抗拉强度小,若干缩和冷缩产生的拉应力超出其抗拉强度,则将导致混凝土内部及表面产生裂缝。况且目前普遍存在着忽视混凝土的正常养生,这更有利于温度收缩和干缩裂缝的发育,造成桥面的过早损坏。

1.2.4 混凝土质量的影响

原材料质量低劣、砂率过大、水灰比控制不好、砂石级配差、混凝土拌合物和易性差以及施工时漏振、模板漏浆等都会造成混凝土中出现蜂窝、麻面、强度降低等缺陷,这些缺陷破坏了铺装层的整体性,降低了铺装层抗裂、抗冲击、抗弯曲及耐磨的能力,因此也就直接影响桥面铺装层的使用寿命。

1.2.5 施工缝处理不当

桥面铺装层应力求少设施工缝。每作业的浇筑长度应以施工缝设在墩台顶位置来确定,当桥面不宽时,以全幅一次性浇筑为好;桥面较宽时,可以分隔带为分界面。但不少施工单位在进行桥面铺装时随意设置施工缝,且对施工缝的处理也不当(如不按规定凿毛等),在浇筑混凝土过程中,出现间歇时间过长(一般不宜超过 1.0 h),又没有按规定设置施工缝。这些都严重地影响混凝土的连续性和整体性。

1.2.6 铺装层的厚度在施工时达不到设计要求

桥梁上部结构在施工中由于支架沉降及预应力反拱无法十分准确地预测桥面标高,施工中一般用桥面铺装层来调整,容易造成铺装层厚度不均,有的地方厚度偏小,结果削弱了桥面铺装层的刚度和承载能力,这也是桥面早期损坏的原因之一。

1.3 外界影响因素

1.3.1 过早通车

一些桥梁工程,往往在桥面铺装层完成后很短时间内即通车,造成桥面在强度不高的情况下过早承受外来重载荷的作用。

1.3.2 荷载过大及冲击影响

近年来汽车的大型化及超载车辆的增加,加重了桥面铺装层的负荷,并且,轮荷载的大型化当然会产生大的冲击,而在路面不平整或桥面伸缩缝处等有高差时,冲击就更大了。

2 桥面铺装层设计、施工中的几个关键问题

刚性路面是根据弹性半无限地基上的小挠度薄板理论进行设计的,桥面铺装层设计与普通混凝土路面设计基本一样,但由于其是在刚性预制板上浇筑的混凝土,受力情况发生了很大变化,使得桥面铺装层裂缝产生原因较为复杂。根据裂缝产生的原因可将裂缝分为干缩裂缝、温度裂缝和疲劳裂缝。对裂缝产生的影响因素主要有厚度、外掺料、集料、层间粘结状况及养护等。

2.1 考虑负弯矩的影响

目前,在进行梁体及行车道板设计时,多不计桥面铺装层对承载力的影响,即假设铺装层不参与承受荷载,这对有一定厚度的水泥混凝土铺装层来说,与实际情况不大相符。虽然,这种设计法在某种意义上增大了梁体和桥面板设计的安全度,但对于外悬桥面板、连续梁等结构的负弯矩处,以及桥面分缝处各板块角部等位置,桥面铺装层受到了弯曲拉力的作用。为此,在设计时,对这些部位除了桥面板应考虑负弯矩配筋外,在水泥混凝土桥面铺装层内拟增设负弯矩拉力钢筋,以防桥面开裂破坏。

2.2 确保桥面铺装层厚度

随着经济的发展,交通量及中型车辆的日益增加,过薄的桥面铺装层已不适应发展的需要。尤其是伸缩缝及桥头附近的桥面铺装层受到的荷载冲击较大,混凝土施工缝处是个薄弱环节,必要时应配置加固钢筋。施工中,由于梁体的拱度,梁顶面并不是一个理想的平面,致使桥面铺装层混凝土厚度不均,因此,设计时应考虑满足规范要求的最小厚度;在施工时严格控制预应力梁的存放时间,超出规范要求存放时间的应采取预压措施,从而保证梁体拱度的均匀性,减小铺装层厚度差异。

2.3 施工中的几项措施

桥面铺装层能否铺好,最为关键的是新老混凝土面能否粘结好,这又直接与底层混凝土是否妥善处理以及浇筑材料的质量有关,在进行桥面铺装层施工中应着重做好以下几点工作:

2.3.1 层间粘结及梁体表面混凝土的处理

根据理论分析可知,结构层间接接触条件对其底部受力影响极大,提高层间接触程度可以显著提高结构层的疲劳寿命。层间滑动时的最大主拉应力较层间连续时大4~5倍。因此在施工中应尽可能采取措施保证各层粘结良好,避免滑动。当车辆对铺装层产生冲击作用时,会在铺装层与预制板层间产生剪切应力,一般新旧混凝土层间粘结强度约为1.5 MPa,一旦层间粘结强度小于剪切强度,将破坏预制板与铺装层的粘结,由于荷载重复作用在铺装层底面而形成裂缝。桥面铺装前,应先凿除梁体表面浮浆,并使表面粗糙、成齿形,且均匀。此外,还需将凿后的混凝土松散粒、砂石、泥污等清除干净。为有利于层间粘结牢固,可采用以下两上措施:一是在凿毛后的混凝土表面涂抹一薄层胶结剂,例如1:0.4铝粉水泥浆或1:1铅粉水泥浆或环氧树脂胶液等;二是加设新旧混凝土之间的联系钢筋。可在梁体混凝土层面上设置钢筋锚,也可把桥面铺装层钢筋网与底层钢筋锚焊接。

2.3.2 原材料质量要好

(1) 粗骨料最大粒径的选择:路面材料的抗折强度是设计和施工控制中的第一力学指标,它对提高混凝土材料的质量是极其重要的。高的抗折强度是保证混凝土材料具有抵抗疲劳裂缝出现的先决条件。由材料显示,随着骨料最大粒径的增大,钢纤维混凝土的抗折强度逐渐减小。因此粗骨料最大粒径应不大于20 mm。

(2) 粗骨料的含量:有资料显示,骨料的含量对混凝土干缩影响的关系为: $S_c = SP + (1-a)n$,式中 S_c 和 SP 分别为混凝土及水泥浆的收缩量, a 为骨料含量, n 为与骨料弹性性质有关的常数,一般为1.2~1.7。从式中可以看出,混凝土中骨料的体积含量高,能减少混凝土的收缩。

(3) 骨料弹性模量、热膨胀系数:骨料的弹性模量对混凝土干缩也有影响,骨料的弹性模量高,使混凝土的干缩和徐变就会受阻。低弹模的干缩和徐变比高弹模混凝土增加可达2.5倍。密致的石灰石和石英比砂岩和卵石具有较高的弹性模量。骨料的热膨胀系数影响着混凝土的胀缩,石灰石的热膨胀系数较小,比较适合用于桥面铺装层。

2.3.3 设置定位钢筋及保证钢筋保护层厚度

桥面铺装层的钢筋网过去常用混凝土垫块定位,垫块易走位而失去定位作用。采用钢筋段支承定位则克服了这一缺点。定位钢筋采用 $\phi 10$ 或 $\phi 12$ 钢

筋,长度约6~12 cm,双向间距约75 cm。定位筋一端与钢筋网焊接,另一端竖立支承于梁面上,对钢筋网实行多点支撑。同时,施工时应尽量避免人和机具在钢筋网上碾压,以防钢筋网出现大的变形。

2.3.4 确保养护期

混凝土干缩裂缝属于早期裂缝,它的产生在很大程度上是由于养护不当造成的。其中,温度与湿度对养护的影响最大。因此应注意施工期间的养护。高温条件下施工,要注意保持一定的湿度。

2.3.5 适当使用外掺料

根据工程具体情况,适当使用外掺料有非常好的效果。

(1) 粉煤灰:粉煤灰不仅可以改善混凝土的工作性能,还可以提高混凝土的耐久性。粉煤灰可降低混凝土水化热,降低混凝土出现拉应力的起始点温度,减少混凝土降至环境温度的温差,防止温度裂缝的产生。粉煤灰的掺量一般为水泥用量的15%左右。

(2) 钢纤维:钢纤维能有效抑制干缩的发展。在混凝土中加入体积掺量为1.2%~2.0%的钢纤维,可以在混凝土中形成乱向分布的三维网状结构,从而抑制混凝土干缩。实验表明,在混凝土脆性材料中加入1.5%的冷板切削钢纤维,其抗折强度可以提高30%,混凝土的弯曲韧性指数可以提高22倍,混凝土抗折疲劳性能也可以大幅度提高,能有效防止重复荷载作用产生裂缝。

(3) 外加剂:适当的膨胀剂和引气剂对于提高混凝土抗干缩和抗折强度具有十分明显的作用,根据有关参考文献可知当在混凝土中引入2%~5%的含气量,抗折强度可提高10%~15%,抗折弹性模量略有降低,研究表明,掺加8%的微膨胀剂,可使混凝土150 d干缩率由 65×10^{-6} 变为 -52×10^{-6} 。

3 结语

桥面铺装层虽然在桥梁中所占的体积并不大,但它对交通的影响是非常大的。针对钢筋混凝土桥桥面铺装产生早期病害的原因在设计和施工中采取相应措施,在一定程度上是可以延长桥面铺装层的使用寿命。

参考文献:

- [1] 杨文渊,徐霖.桥梁维修及加固[M].北京:人民交通出版社.
- [2] JTJ 012-94,公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [3] 李士恩.FR桥面铺装与连续桥面板强度计算.