

城市道路沥青面层的路用水稳定性

韩梅¹, 张宏超²

(1.上海机场建设指挥部, 上海市 201202; 2.同济大学, 上海市 200092)

摘要:城市道路沥青面层的水稳定性与路面的水损坏密切相关。由于施工压实度以及城市道路的特点等因素, 我国城市道路沥青路面建成初期的空隙率高于设计值, 处于透水临界状态, 面临着严重的水损坏危险。该文采用 Modified Lottoman 方法试验评价了 AK13A 和 AK13B 两种常用半开级配沥青混合料, 结果显示其水稳定性随空隙率的增大而减小, 路面建成初期的劈裂强度比(TSR)指标小于 0.5, 极易产生破坏。因此, 将空隙率控制在较小水平, 有利于控制我国城市道路沥青路面的水损坏。

关键词:城市道路; 沥青面层; 水稳定性

中图分类号:U416.217 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)05-0021-03

0 前言

城市道路沥青面层的水稳定性与路面的水损坏密切相关。在早期损坏的各种现象中, 水损坏是最主要、危害最大的一类, 很多现场调查研究都证实了这一点^[1,2]。于是, 国内外都不约而同地将研究重点置于沥青面层水稳定性方面, 研究内容涉及沥青路面的水损坏现象、水损坏的产生和发展机理、沥青面层水稳定性的评价方法, 及其与水损坏相关的指标等几方面。虽然这些研究取得了长足的进步, 但是路面的水损坏问题依然严重。该文首先整理归纳上述几方面的研究现状, 并对几种常用的沥青混合料进行水稳定性评价。针对我国城市道路的特点, 分析了沥青面层发生水损坏的潜在可能, 并籍此提出防治对策。

1 背景

目前, 国内外的研究者认定了三种较为普遍的水损坏现象, 即松散、坑洞和唧浆。松散是指沥青面层混合料中的集料由于丧失相互间的粘结而逐渐酥软直至松垮的现象, 如图 1 所示。在局部松散处, 松散的集料颗粒逐渐流失而形成大小不一的坑洞, 如图 2 所示。松散和坑洞的成因是沥青 / 集料粘附性差导致的混合料水稳定性不足; 在路面裂缝处, 外界水可以不断地渗入并积存于基层顶面, 此处的基层结合料与侵入的水融合成泥浆, 在行车荷载的反复挤压下, 泥浆从裂缝中被挤压而出, 这种现象称为唧浆, 如图 3 所示。基层的不耐冲刷和路面裂缝是唧浆的根本原因所在。近年来, 随着交通量的激增、轴载的增大和行车速度的提高, 高等级沥青路面的早期损坏程度愈加严重,

出现得越来越早, 研究调查又发现了 4 种新的损坏现象, 即油斑、内部松散、泛浆和沉陷, 这是路面水损坏在新的交通条件下出现的新变化。

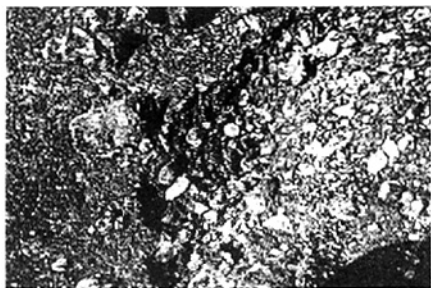


图 1 松散现象

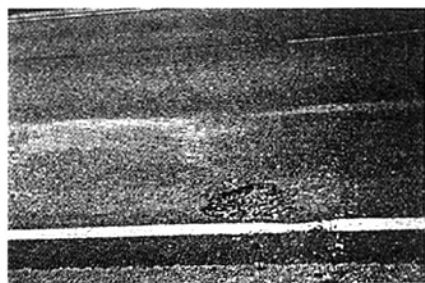


图 2 坑洞现象



图 3 唧浆现象

多年来, 各国研究人员就水损坏和沥青路面的水稳定性提出了许多评价方法和评价指标, 这些方法和指标都从不同的角度反映了沥青混合料的水稳定性, 各具优缺点。Ronald L.Terrel^[3]将这些试验方法大致分为两类: 一类是对松散的沥青混

收稿日期: 2006-07-10

作者简介: 韩梅(1974-), 女, 江苏无锡人, 工程师, 从事工程管理工作。

合料在常温或沸腾温度下浸水一段时间后进行的评价;另一类是对试件或提取的路面芯样在水侵蚀前后某些指标进行对比的客观评价。

前一类评价方法主要以水煮法、浸水法、NAT试验以及示踪盐法为代表。客观评价方法主要有洛特曼试验、Tunnichliff & Root 试验和 Modified Lottoman 试验、浸水轮辙试验以及 ECS (Environment Conditioning System)。这些试验方法都是在实验室内,以冻融循环或水循环等方式模拟水侵蚀,并借用某些客观指标的前后变化来表征沥青混合料的水稳定性。

这些研究工作和试验方法都为沥青路面水损坏的研究开辟了途径,在沥青混合料设计中补充了水稳定性评价内容,对于提高沥青路面质量起到了非常重要的作用。该文针对我国城市道路的特点,对 Modified Lottoman 方法进行了改进,用来评价我国常用沥青混合料的水稳定性。

2 城市道路常用沥青混合料的水稳定性评价

目前,国内城市道路常用的沥青表面层主要是规范建议的 AK 系列沥青混合料。在混合料设计标准上,新的规范提高了击实次数,规定了目标空隙率和水稳定性标准,用以适应不断增长的交通量。虽然这样可以综合平衡沥青面层的高温稳定性、耐久性和水稳定性,但由于施工压实度标准为 96%,也就是预留了约 4% 的空隙率留待开放交通后的后继压实,再加上城市道路下管网密集,沥青面层有时不能得到充分的压实。因此,我国城市道路的沥青路面在建成通车时,其空隙率远远大于设计空隙率,一般大于 8% 而处于透水临界状态,因此承受了极大的水损坏风险。

以往的试验研究,包括规范要求的水稳定性冻融劈裂强度比指标,都是针对设计空隙率进行的,也就是 AC 沥青混合料 3~6% 的空隙率,AK 沥青混合料 4~8% 的空隙率。实际上,路面投入使用时的空隙率要远大于这些设计值,以往的水稳定性评价并没有针对城市道路的实际路用状态。

鉴于此,就 AK13A 和 AK13B 两种常用半级配沥青混合料的水稳定性(其指标为劈裂强度比 TSR)在不同的空隙率条件下进行了试验分析,以反映实际路用条件下路面的水稳定性能。

为了保证试验结果具有可比性,试验中各种混合料都采用了同种沥青和同一产地的同种集料,并采用标准击实法以不同的击实成型得到了

空隙率介于 5%~15% 之间的试件。室内成型的沥青混合料全部采用可以恒温的沥青混合料自动拌合机进行拌合,拌合时间为 3 min,混合料拌合温度控制在 $145 \pm 2^\circ\text{C}$ 、成型温度在 $125 \sim 135^\circ\text{C}$ 左右。成型好的圆柱体试件尺寸为 $101.6 \times 63.5 (\pm 1.3)$ mm,经过密度测定和高度检查,剔除个别不均匀试件,从而有效控制试件的均匀性。

改进了 Modified Lottoman 试验方法,评价了开级配抗滑磨耗层混合料水稳定性,试验流程如图 4 所示。

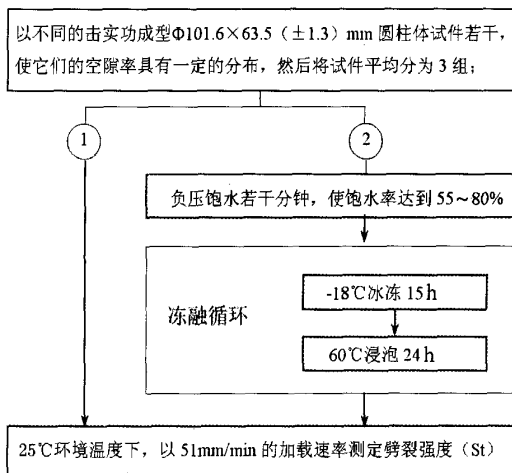


图4 水稳定性评价试验流程

以劈裂强度比 TSR (Tensile Strength Ratio) 为指标对 AK13A 和 AK13B 两种混合料的试验结果进行分析,空隙率与 TSR 的关系如图 5、图 6 所示。

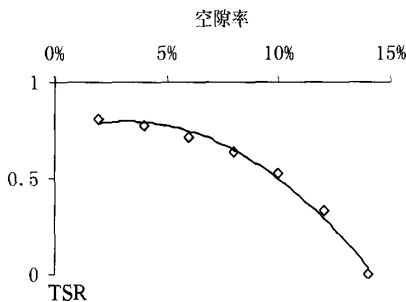


图5 AK13A 混合料空隙率与 TSR 关系图

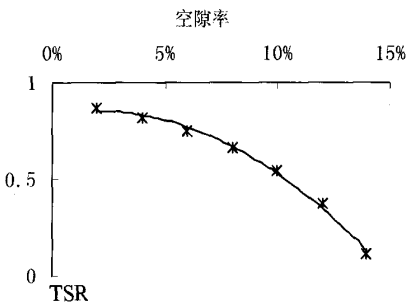


图6 AK13B 空隙料与 TSR 关系图

从图中可知,两种开级配的试件在经历冻融循环的过程中强度逐渐降低,其原因在于劈裂强度(间接拉伸强度)主要由两部分组成:矿料间的摩阻力和沥青混凝土的粘聚力,其中粘聚力起主导作用。而沥青混合料的粘聚力则取决沥青/集料间的相互作用力和沥青材料本身的粘结力。冻融循环能使沥青/集料间的粘附力受到损失,而在高温作用下沥青本身的粘结力也逐渐下降,所以经历冻融循环后的劈裂强度会因上述原因而遭到损失,甚至有些试件完全丧失粘结而自行解体。

对比图5、图6不难发现,两种沥青混合料的TSR曲线十分相似,TSR随着空隙率的增大呈单边下降。国外关于密级配沥青混合料水稳定性的研究表明,密级配沥青混合料的水稳定性随空隙率的增大呈先下降后上升的凹型曲线^[9],而研究证明了半开级配混合料随空隙率的增大呈单调下降,如图5、图6所示。由此可知,沥青混合料在其设计空隙率4~8%的范围内,其劈裂强度比TSR不小于0.7,满足Kandhal^[4]等人提出的 $TSR=0.7\sim 0.8$ 的临界值,也就是说符合水稳定性要求,路面出现水损坏的可能性很小。而空隙率增大到路面竣工时的状态时,即8~12%以上时,此时的劈裂强度比TSR骤减到0.5以下,沥青混合料的水稳定性大大降低,路面极易出现水损坏现象。

通过上述试验分析可知,以往的沥青混合料水稳定性评价针对的是设计空隙率状态,设计空隙率要在路面建成通车后的若干年内通过后继压实才能达到。因此,路面在刚刚建成后的若干年内,实际空隙率要明显大于设计空隙率,而此时的水稳定性很差,极易出现各种水损坏现象。如果考虑了施工中的局部离析问题,那么路面局部区域的空隙率将更大,更容易在路面建成初期就发生水损坏,这也是我国沥青路面容易出现早期破坏的一个重要原因。所以,将空隙率控制在较小水平有利于控制我国城市道路沥青路面的水损坏。

3 结语

在国内外相关文献研究基础上,对以往各种水损坏现象和评价方法进行了概括和综述。总结了我国城市道路沥青路面与水稳定性能相关的主要特征,即沥青面层常用半开级配的AK系列混合料,这种混合料本身的设计空隙率(4~8%)较大,考虑了96%的施工压实度后,实际空隙率处于8~12%的透水临界状态。再加上城市道路下管网密集,往往难以有效的压实,路面空隙率处于更高水平,从而使道路面临着极大的水损坏风险。

该文改进了Modified Lottoman方法,试验评价了两种常用的沥青混合料(AK13A和AK13B)的水稳定性。从试验结果来看,混合料的水稳定性随着空隙率的增大而减小。当空隙率处于设计范围内时,混合料的劈裂强度比(TSR)大于0.7的稳定性标准。当空隙率处于路面建成初期状态时,也就是较高空隙率时,TSR指标下降到0.5以下,表明沥青混合料的水稳定性很低。由此来看,路面在建成初期实际上承受了相对较高水损坏风险,将空隙率控制在较小的区域内将有利于提高我国城市道路的水稳定性,以防早期损坏的过早出现。

参考文献

- [1] T. W. Kennedy, F. L. Roberts and R. B. McGennis, "Investigation of Moisture Damage to Asphalt Concrete and Its Effects on Field Performance." [R]. Presented at the meeting of the Transportation Research Board, 1983
- [2] Plancher, H., et al, "Moisture-Induced Damage in Bituminous Pavement" [M]. Proc., International Symposium on Progress in the Technology of Bitumi, San Donato Milanese, Italy, 1982
- [3] Saleh Al. Swailmi and Ronald L. Terrel, "Evaluation of Water Damage of Asphalt Concrete Mixtures Using the Environmental Conditioning System" [J]. AAPT 1992, 61:405-445
- [4] Prithvi S. Kandhal, "Field and Laboratory Investigation of Stripping in Asphalt Pavements: State of the Art Report" [R]. Transportation Research Record 1454.

重庆建设36条县际联网公路2007年全部通车

为使区县之间与接壤省市连通公路,重庆市从2003年起启动36条县际联网公路建设。到2007年,重庆市每个区县都将有二级以上高等级公路相连接,形成一张四通八达的市内快速交通网络。据悉,目前县际联网公路建设进展顺利,届时收费站的设置也将全部达到国标。

总投资108亿元、总数36条的县际联网公路建设项目从2003年启动以来,目前已完工12条,其余的则全部都进入施工期。2007年年底,36条公路全部完工,总里程将达到2200 km,共涉及36个区县,服务人口2500万。