

# 沥青混合料抗剪性能研究综述

陈光伟<sup>1,2</sup>, 李洪涛<sup>3</sup>, 陈荣生<sup>1</sup>

(1. 东南大学交通学院, 南京 210096; 2. 江苏省交通工程建设局, 南京 210004;

3. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏泰州 225321)

[摘要] 总结并评价了沥青混合料抗剪试验方法、抗剪机理及抗剪设计研究现状, 对9种剪切试验方法的分析和评价有助于设计、施工和科研人员正确选用这些试验方法。混合料剪切强度由沥青胶泥的性质、集料和沥青界面的剪切强度和集料之间的嵌挤情况共同决定, 为提高混合料抗剪性能指出了方向。抗剪设计在应用于工程前尚需深入研究容许剪应力法中相关系数的确定、基于抗剪性能的车辙预估模型的标定等问题。

[关键词] 沥青混合料; 车辙; 抗剪试验; 抗剪强度

[中图分类号] U416.217 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)04-0090-05

## 1 前言

由于交通量和车辆超载现象激增, 车辙已经成为目前沥青路面主要病害之一。车辙不仅影响行车舒适性, 而且对交通安全造成威胁。相关研究表明, 沥青混合料在高温时的剪切强度不足以抵抗车轮荷载的反复作用, 使沥青混凝土产生塑性剪切变形, 并逐渐被挤压到两侧<sup>[1-4]</sup>, 形成侧向流变而产生车辙。在沥青路面结构设计和沥青混合料的设计过程中忽略了对沥青混合料抗剪强度的检验, 也是导致车辙发生的重要原因。

## 2 沥青混合料抗剪试验方法

在国内外研究的基础上, 对现有各种沥青混合料抗剪性能的试验方法和相关研究进行总结和评述。

### 2.1 三轴试验

为了提高机场路面的抗剪切能力, 20世纪40年代, Smith等研究者开发了三轴试验。三轴试验本质上是侧限的压缩试验, 轴向主应力是试件破坏的主要因素。按照库仑—摩尔理论可以测出沥青混合料的粘结力 $C$ , 摩擦角 $\varphi$ 和抗剪强度。为了评价沥青混合料的抗剪性能, 还可进行重复加载三轴试验、重复三轴蠕变试验和静三轴蠕变试验等。

该试验方法应力状态明确, 但操作方法复杂, 如何确定侧向围压也是一个问题, 因此仅用于室内试验研究, 在工程中较少应用。研究表明, 沥青混合料抗剪强度指标 $C$ 和 $\varphi$ 与车辙动稳定值 $DS$ 具有较好的相关性(大于0.90)<sup>[5,6]</sup>。三轴试验的不足还在于其材料“各向同性”假设, 不能模拟移动轮载条件下主应力轴的旋转和剪切应力反向引起的“各向异性”。

### 2.2 直剪试验

直剪试验的原理是依据库仑—摩尔强度理论, 在试样上施加一定的垂直压力, 然后施加水平推力, 使试样在上下盒之间的水平面上发生剪切直至破坏。通过若干不同垂直压力下的抗剪强度值, 通过摩尔圆, 可得混合料的粘聚力和内摩擦角。直剪试验上下盒界面的混合料状况会对试验结果产生一定影响。

### 2.3 Superpave 剪切试验仪

Superpave 剪切试验仪由美国战略公路计划研究提出(SHRP 1994), 可以进行多种形式的试验, 主要进行恒高度重复剪切试验(RSCH)和恒高度频率扫描试验(FSCH)。试件被胶结在两钢板之间, 在试件的顶面和底面施加外力。RSCH试验机理是在保持试件高度不变的前提下, 采用半正弦剪切应力对试件进行重复剪切。试验得到沥青混合料不同剪切次数下的剪切变形, 按计算公式可得到沥青混合

[收稿日期] 2010-01-22

[作者简介] 陈光伟(1971-), 男, 安徽萧县人, 高级工程师, 博士, 主要从事高速公路建设及技术管理工作; E-mail: cgw123456@126.com

料的永久剪切应变等参数。FSCH 试验是应变控制模式试验,试验可得复数剪切模量和相位角。RSCH 和 FSCH 是评价沥青混合料高温性能的较好方法<sup>[7,8]</sup>。但 Superpave 剪切试验仪价格昂贵,不适于我国国情,更不适于在工地试验室推广应用。

#### 2.4 旋转剪切试验仪

Murat Guler 等通过研究,在旋转压实仪上安装了一套系统,用于测试沥青混合料压实过程中的剪切应力,并开发了旋转剪切压实仪(GTM),用于沥青混合料设计<sup>[9]</sup>。该方法在国内有应用,但因设备价格昂贵,目前没有得到广泛应用。

#### 2.5 圆柱体扭转剪切试验

Sousa 研发了中空圆柱体剪切试验系统,主要用于评价沥青混凝土在轴向和扭转荷载作用下的动态性能<sup>[10]</sup>。中空圆柱体剪切试验系统可以独立变化 $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z, \sigma_{\theta z}$  4 个应力变量,即可以独立变化 3 个主应力的方向和在某一方向变化主应力方向,但试件壁较薄,粒径大的骨料对试验结果有较大影响。中空圆柱体剪切试验系统较复杂,不适合用于常规试验,但可用于科学研究。Goodman 利用中空圆柱体剪切试验研究了沥青混合料的抗剪性能,研究表明与沥青混合料车辙性能相关性较好<sup>[11]</sup>。Goodman 经过研究,设计了可进行工程现场测试的扭转剪切试验<sup>[12]</sup>。现场测试表明,沥青混合料剪切性能与车辙性能有较好的相关性<sup>[13]</sup>。该方法目前应用较少。

#### 2.6 单轴压缩试验和劈裂试验(或马歇尔试验)

##### 组合

赵战利等利用单轴压缩试验和劈裂试验测定沥青混合料抗剪强度<sup>[14]</sup>。通过单轴压缩试验和劈裂试验测得无侧限抗压强度和抗拉强度,进而通过摩尔圆可确定沥青混合料抗剪强度。

前苏联伊凡诺夫教授提出用单轴压缩试验和马歇尔试验组合来获得不同配比的沥青混凝土的剪切指标<sup>[15]</sup>。该方法假定沥青混凝土的极限状态由最大剪应力决定,通过理论和试验研究,建立了沥青混凝土抗剪稳定指标与其单轴受压和马歇尔试验的关系式。该方法在国内未见有应用研究报道。通过组合试验确定沥青混合料抗剪强度在理论上是可行的,但也可能带来较大的试验误差。

#### 2.7 斜剪试验

斜剪试验源于《公路工程石料试验规程》石料剪切强度试验。同济大学在 MTS(材料试验系统)试验机上设计了斜剪试验<sup>[16]</sup>,其目的是为了测定桥

面铺装层、路面基层和面层层间的粘结力和抗剪强度。斜剪试验是在正应力和剪应力同时变化的情况下对沥青混合料进行剪切试验,以模拟车辆荷载通过对路面剪切破坏的实际应力状态。斜剪试验的原理是:当在上面的试模顶面施加正压力时,正压力会沿平行于和垂直于剪切面分解,当正应力超过临界值时,试件就会产生剪切破坏。该试验操作简单,物理意义比较明确,但是在试件与试模接触受力部分会出现应力集中现象。另外,剪切刃间距也需要根据经验来进行设置。

苏凯等为了测定山区高等级路面基层和面层层间抗剪强度,也利用斜剪试验进行了研究,并设计了斜剪试验仪<sup>[17]</sup>,原理同上。王瑞林等利用斜剪试验进一步研究了沥青混合料的抗剪性能<sup>[18]</sup>。

#### 2.8 同轴剪切试验

同轴剪切试验方法由冯俊岭等研究并提出<sup>[19]</sup>。同轴剪切试验的试件是把外径 $\phi 150$  mm,内径 $\phi 55$  mm,高 50 mm 的中空圆柱体试件用环氧树脂粘贴在钢筒和钢柱之间,轴向荷载通过钢柱作用于中空圆柱体试件内壁,同时试件的外侧面受限,使试件产生剪切破坏,通过三维有限元建模,计算确定同轴剪切试验剪切强度系数,从而可以直接确定沥青混合料抗剪强度。与三轴试验的结果对比表明,同轴剪切试验测定沥青混合料的抗剪强度精度较好,但粒径大的骨料会对试验结果有较大影响。该方法目前应用较少。

#### 2.9 单轴贯入试验

单轴贯入试验方法由毕玉峰等通过研究提出<sup>[20]</sup>。单轴贯入试验方法采用的压头尺寸为 28.5 mm,试件为 100 mm $\times$ 100 mm 的圆柱形试件,采用三维有限元计算抗剪强度系数。相关研究表明,单轴贯入试验指标和沥青混合料的高温性能有较好的对应关系,试验参数易确定,具有较好的工程应用前景。在沥青混合料粒径较大时,粒径的大小会对试验数据产生较大的影响。研究表明,对于沥青混合料公称最大粒径大于或等于 20 mm 时,采用 $\phi 150$  mm $\times$ 100 mm 试件和 $\phi 42$  mm 压头,精度可满足工程要求<sup>[21]</sup>。单轴贯入试验方法目前已经有较多应用报道。

选择沥青混合料抗剪试验方法应考虑如下几个原则<sup>[2,22]</sup>:

1) 与路面结构的受力具有相似性,试件的受力状态与路面结构的受力状态相似。

2) 试件的破损过程能够反映该类材料强度产生的本质特点,能够反映其损坏的机理。

3) 除能够测得沥青混合料的抗剪性能外,最好能够评价沥青和集料的性能。

4) 试验过程简单,试验参数容易确定。

按照以上原则,结合我国国情,单轴贯入试验方法具有较好的工程应用前景。

### 3 沥青混合料抗剪性能机理研究

利用上述试验方法,研究沥青混合料抗剪性能,主要结论如下<sup>[8, 9, 12, 23-33]</sup>:

1) 沥青混合料抗剪性能受混合料  $C$  值(粘聚力)和  $\varphi$  值(内摩擦角)影响显著。

2) 粘聚力  $C$  主要受沥青性质和用量、粉油比、细集料用量、温度、纤维外掺剂等因素的影响,对抗剪强度的贡献约占 20%。采用高粘度沥青和掺加纤维,能显著增加粘聚力  $C$  值。

3) 内摩擦角  $\varphi$  受集料的棱角特性、级配的公称最大粒径、级配类型等因素影响,对抗剪强度的贡献约占 80%。采用棱角性大的粗、细集料和嵌挤级配,能显著提高内摩擦角  $\varphi$  值。

4) 提高沥青混合料抗剪性能,要关注微观组成结构指标的平衡。沥青混合料微观结构不同,将引起其宏观力学性能的差异。颗粒主轴就位方向趋向随机,颗粒间的交互作用更趋显著,相应其抗剪性能也将提高。

解释沥青混合料抗剪性能机理理论主要有两种:传统的表面理论和近代胶浆理论。

传统的表面理论认为:沥青混合料是粗、细集料和填料组成的矿质骨架和分布在其表面并起粘结作用的结合料构成的具有一定强度的整体。混合料强度由矿料骨架特征决定的内摩擦角和结合料及其与矿料之间的粘附特性相关的粘聚力  $C$  值决定。根据库伦定律,沥青混合料在外力作用下不发生剪切滑动应具备以下条件:

$$\tau = \sigma \tan \varphi + C \quad (1)$$

沥青混合料的抗剪性能同时依赖矿料骨架所提供的  $\varphi$  值和沥青结合料所提供的  $C$  值。沥青混合料理想的级配是既可以为形成颗粒之间相互嵌挤的骨架结构提供足够的  $\varphi$  值,同时包括相当数量的细料成分来改善分散介质的特性以提高  $C$  值。在集料未能形成嵌挤时,沥青混合料的剪切强度是由沥青胶泥及沥青—集料界面的剪切强度合成的。如果集料形成嵌挤,集料粒子的嵌挤产生的内摩擦力

将增大沥青混合料的剪切强度。

近代胶浆理论认为:沥青混合料是一种具有空间网状结构的三级分散体系,它是以粗集料为分散相分散在沥青砂浆的介质中的粗分散体系,沥青砂浆是以细集料为分散相而分散在沥青胶浆中的一种细分散系,而胶浆又是以矿粉为分散相而分散在沥青介质中的一种微分散系。沥青混合料的强度主要来自分散介质的特性,沥青胶浆组成结构直接决定沥青混合料的特性。

根据复合材料的混合率原理,沥青混合料的剪切强度  $\tau_h$  可表示为<sup>[34]</sup>:

$$\tau_h = \tau_s \Phi_s + \tau_{jm} (S_j/V_j) + F_{jj} S_{jj} \quad (2)$$

式(2)中,  $\tau_s$  为沥青胶泥的剪切强度;  $\Phi_s$  为沥青胶泥的体积分数;  $\tau_{jm}$  为集料—沥青的界面剪切强度;  $S_j/V_j$  为单位体积内集料的表面积与体积之比;  $F_{jj}$  为集料—集料嵌挤产生的摩擦力 ( $F_{jj} = \sigma \tan \theta$ ,  $\sigma$  为混合料受到的正应力,  $\theta$  为摩擦角);  $S_{jj}$  为单位体积内集料—集料的嵌挤面积。

可见混合料剪切强度由沥青胶泥的性质、集料和沥青界面的剪切强度和集料之间的嵌挤情况共同决定。

### 4 沥青混合料抗剪性能设计研究

为预防车辙,在设计阶段考虑沥青混合料的抗剪性能,我国《公路沥青路面设计规范》(JTG D50-2006)规定,沥青路面“中、下面层应具有高温抗车辙、抗剪切、密实、基本不透水的性能”、“刚性基层沥青路面应采取措施加强沥青层与刚性基层间的结合,并提高沥青混合料的抗剪强度”。但是“抗剪强度测定、容许剪应力等问题均需进一步研究,目前尚不能纳入规范”。沥青混合料抗剪性能设计主要方法有两种。

#### 4.1 容许剪应力法

为保证沥青路面不发生剪切破坏,需满足<sup>[35]</sup>:

$$\tau_m \leq \tau_d / K \quad (3)$$

式(3)中,  $\tau_m$  为最大允许剪应力;  $\tau_d$  为混合料抗剪强度;  $K$  为路面结构安全系数。

林绣贤通过研究指出,对于坡道、弯道多的道路:高温时  $\tau_m = 0.53$  MPa,  $K$  值可选用 1.2; 对于平原区道路,  $\tau_m = 0.25$  MPa,  $K$  值可选用 3.0, 只有高温偶然紧急制动时,  $\tau_m = 0.5$  MPa,  $K$  值可选用 1.2。抗剪强度  $\tau_d$  可用单轴贯入方法测定,一般等于贯入强度的 1/3<sup>[36]</sup>。

叶国铮等通过研究提出,通过剪切疲劳试验,确定剪切强度安全系数与疲劳次数关系式,进而根据

设计交通量,确定抗剪安全系数<sup>[37]</sup>。

GTM 设计法要求沥青混合料抗剪强度系数(安全系数)GSF 即试件压实结束时的抗剪强度与所要求的最大剪应力之比值大于或等于 1.0。GTM 设计法在我国已经有一定应用<sup>[38,39]</sup>,吴瑞祥通过研究提出  $GSF \geq 1.3$  比较适合我国目前的交通状况<sup>[40]</sup>。

#### 4.2 预估方法

包含沥青混合料抗剪性能因子的车辙预估模型尚处于研究阶段,尤其是如何使室内剪切试验结果与现场轴载作用相联系。Sousa 等通过研究发现,预测车辙深度与室内恒高度重复剪切试验结果具有较好相关性,并提出了确定沥青混凝土路面潜在永久变形的方<sup>[41]</sup>。

$$RD = 11 \times mpss \quad (4)$$

式(4)中,mpss 为路面临界温度下 RSCH 试验观测到的最大永久剪应变。

Fwa 等人基于沥青混凝土的剪切流动变形原理,采用  $C - \phi$  模型进行沥青混凝土路面的车辙预估,模型如下<sup>[42]</sup>:

$$RD = C \sum_{i=1}^n [(N_i)^a \cdot (L_i)^b \cdot (T_i)^c \cdot (t_i)^d] \quad (5)$$

式(5)中,RD 为车辙深度; $C$  为轮迹分布影响系数; $N_i$  为轮载作用次数; $L_i$  为实际受力与路面能承受的最大抗力的比值; $T_i$  为路面温度; $t_i$  为轮载作用时间; $a, b, c, d$  为根据试验或观测结果回归分析得到的模型常数。

苏凯等通过研究,确立了包含温度、作用次数、剪应力、材料抗剪强度、行车速度等因子的车辙预估模型<sup>[43]</sup>:

$$RD = 0.3572 \cdot (1 + L_p) \cdot \sum_{i=1}^n 10^{-5.881} \cdot T_i^{2.512} \cdot \left\{ \frac{0.58}{V} \cdot N_i \right\}^{0.743} \cdot \left[ \frac{\tau_i}{\tau_i} \right]^{0.472} \quad (6)$$

式(6)中,RD 为沥青层总变形,mm; $L_p$  为隆起系数,取 0.46; $T_i$  为沥青路面温度,℃; $\tau_i$  为沥青路面在行车荷载作用下产生的最大剪应力,MPa; $[\tau]_i$  为沥青路面材料抗剪强度,MPa; $N_i$  为轴载作用次数; $V$  为行车速度,km/h。

这些模型的建立仅限于室内试验,还需要现场数据的进一步修正。

## 5 结语

1)对国内外沥青混合料剪切试验方法机理和特点进行了分析、评价,有助于国内道路工程设计、施工和科研人员借鉴和采用这些试验方法。

2)沥青混合料抗剪机理和影响因素研究表明,通过选择嵌挤级配、合适的沥青用量、高黏度沥青、高棱角性集料、掺加纤维、确保压实等措施,提高沥青混合料抗剪性能。

3)沥青混合料抗剪设计尚需进一步研究,包括试验方法的可靠性、容许剪应力问题,室内试验如何与现场轴载相匹配问题等。基于抗剪性能的车辙预估模型在用于抗剪设计前,尚需深入研究。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国交通部. 公路沥青路面设计规范(JTG D50 - 2006)[S]. 北京:人民交通出版社,2006
- [2] 孙立军. 沥青路面结构行为理论[M]. 北京:人民交通出版社,2005
- [3] 林绣贤. 关于沥青混凝土路面设计中抗剪指标的建议[J]. 公路,2004,49(12):66-69
- [4] 高英,曹荣吉. 超重交通荷载下沥青路面的应力分析[J]. 公路交通科技,2001,18(6):25-27
- [5] 韦乔彪,李君. 沥青混合料高温抗剪强度指标与动稳定度关系的研究[J]. 北方交通,2007,(7):7-9
- [6] 陈东. 沥青混合料高温抗剪强度指标与动稳定度相关性研究[J]. 湖南交通科技,2006,32(12):19-22
- [7] Sousa J B, Solaimanian M, Weissman L. Development and use of the repeated shear test: Constant height as an optional superpave mix design tool[R]. Washington D C: Nation Research Council, 1982
- [8] Gajanan S N. Evaluation of sensitivity of repeated simple shear constant height test to mix parameters[D]. Raleigh: North Carolina State University, 2001
- [9] Murat Guler. Characterization of hot mixture asphalt shear resistance and correlation with rutting performance [D]. Wisconsin: University of Wisconsin - Madison, 2002
- [10] Sousa J B, Joseph Craus, Carl L Monismith. Summary report on permanent deformation in asphalt concrete[R]. SHRP/IR - 91 - 104, 1991
- [11] Goodman S, Hassan Y, Abd E I, et al. Permanent deformation and the development of an in - site shear strength test for asphalt pavements[A]. Proceedings, 1<sup>st</sup> International Conference, World of Asphalt Pavements[C]. Australia: Sydney, 2000, February 20 - 24
- [12] Goodman S. Design, development and validation of the in - site shear stiffness test for asphalt concrete pavements[D]. Ottawa: Carleton University, 2001
- [13] Wael Bekheet. Investigation of in - site shear properties of asphalt concrete [D]. Ottawa: Carleton University, 2002
- [14] 赵战利. 基于分形方法的沥青路面抗滑技术研究[D]. 西安:长安大学, 2006
- [15] 向叔田. 沥青混凝土抗剪稳定指标的测定[J]. 国外公路, 1994,(5):50-52
- [16] 郭忠印. 水泥混凝土桥面柔性铺装材料研究报告[R]. 上海:同济大学, 2005
- [17] 苏凯, 武建民, 陈忠达, 等. 一种新型路面材料剪切仪的

- 开发及应用[J]. 公路, 2006, (2):134-136
- [18] 王瑞林,余 苗. 斜面剪切试验在沥青混合料中的应用[J]. 重庆交通大学学报, 2009,28(1):54-55,120
- [19] 冯俊岭,郭忠印,杨 群,等. 沥青混合料同轴剪切试验方法研究[J]. 同济大学学报, 2008, 36(10):1395-1398
- [20] 毕玉峰. 沥青混合料抗剪试验方法及抗剪参数研究[D]. 上海: 同济大学, 2004
- [21] 岳 雷,黄 曼, 刘黎萍,等. 沥青混合料抗剪性能试验研究[J]. 公路工程, 2009,34(1):13-16
- [22] Shrp2002 design guide. Design of new and rehabilitation pavement structure [R]. 2003, August
- [23] 何昌轩,Jose Francisco Rufino Diogo, 张 泉. 沥青混合料骨架结构抗剪强度特性的试验研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2007, 5(04):84-88
- [24] 刘细军. 沥青混合料抗剪性能研究[J]. 公路, 2007, (10): 162-168
- [25] 杨大田,黄 涛,夏文军,等. 纤维沥青胶砂的抗剪性能研究[J]. 重庆交通大学学报, 2008,27(4):589-593
- [26] 欧阳岚. 沥青混合料剪切性能试验研究[D]. 长沙:长沙理工大学, 2006
- [27] 谢 晶. 掺加 PR 系列添加剂对沥青混合料高温性能的影响[J]. 公路交通科技, 2009,26(5):45-50
- [28] 袁 峻,孙立军. 沥青混合料抗剪强度影响因素评价指标研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2008, (06):140-145
- [29] 肖源杰,倪富健,崩海东,等. 基于图像的粗集料形态对沥青面层抗剪性能的影响[J]. 郑州大学学报(工学版), 2006, (4):44-48
- [30] 尹谨学, 孙立军. 级配参数对沥青混合料抗剪性能的影响分析[J]. 城市道桥与防洪, 2008, (8): 170-172
- [31] 张 蕾,王哲人. HMA 微观组成结构对高温抗剪性能的影响[J]. 公路, 2008, (5): 157-161
- [32] 傅栋梁, 钱振东. 不同级配类型沥青混合料抗剪性能研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2008, (2): 98-102
- [33] 李晋峰. 基于剪切性能的沥青混合料配合比优化研究[J]. 公路, 2006, (7): 337-340
- [34] 刘立新. 沥青混合料粘弹性力学及材料学原理[M]. 北京: 人民交通出版社, 2006
- [35] 邓学钧. 路基路面工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009
- [36] 林绣贤. 关于沥青混凝土路面设计中抗剪指标的建议[J]. 公路, 2004, (12):66-69
- [37] 叶国铮,李秩民. 沥青路面的抗剪稳定性[J]. 工程力学, 1985, (3): 105-113
- [38] 李家培,魏如喜. GTM 法改性沥青混合料配合比设计及应用[J]. 中国市政工程, 2001, (3):13-16
- [39] 周卫峰. 基于 GTM 的沥青混合料配合比设计方法研究[D]. 西安:长安大学, 2006
- [40] 吴瑞祥. GTM 的压实原理及设计指标与路用性能的相关性分析[J]. 交通标准化, 2007, (1):48-51
- [41] Sousa J B, Weissman S L. Modeling permanent deformation of asphalt-aggregate mixes [J]. Journal of the Association Asphalt Paving Technologists, AAPT, 1994, 63:224-257
- [42] Fwa T F, Tan S A, Zhu L Y. Rutting prediction of asphalt pavement layer using  $C-\phi$  model [J]. Journal of Transportation Engineering, ASCE, 2004, 130(5):675-783
- [43] 苏 凯,孙立军. 沥青混合料永久变形预估方法研究[J]. 建筑材料学报, 2007,10(5):510-515

## An overview of anti-shear behavior study of asphalt mixtures

Chen Guangwei<sup>1, 2</sup>, Li Hongtao<sup>3</sup>, Chen Rongsheng<sup>1</sup>

(1. School of Transportation Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Jiangsu Provincial Transportation Engineering Construction Bureau, Nanjing 210004, China;

3. Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou, Jiangsu 225321, China)

[Abstract] The paper summarized and evaluated asphalt mixture anti-shear test method, anti-shear mechanism and the anti-shear design research recently. The analysis and evaluation of 9 test methods is helpful for related personnel to choose these test methods appropriately. The properties of asphalt grout, anti-shear strength between asphalt and aggregate interface, and interlocking of aggregates, jointly decide HMA (hot mix asphalt) anti-shear strength and are the orientation to improve HMA anti-shear properties. Further researches are needed before anti-shear design is used in engineering to solve the problems such as the determination of relevant coefficient in tolerable shear stress test method and calibration of rutting prediction models based on HMA anti-shear behaviors.

[Key words] asphalt mixtures; rutting; shear test; anti-shear strength