

文章编号: 0451-0712(2006)02-0109-02

中图分类号: U416.01

文献标识码: B

我国道路设计与施工控制的统一性分析

郑向雷¹, 刘新舟², 赵彬强³

(1. 长安大学公路学院 西安市 710064; 2. 中交第二公路勘察设计研究院 武汉市 430052;

3. 中国市政工程中南设计研究院上海浦东分院 上海市 200127)

摘 要: 我国现行沥青和水泥混凝土路面设计规范采用回弹模量作为土路基的强度指标,而在施工过程中则采用压实度作为控制参数,这就使设计与施工控制无法直接联系。本文通过分析国内外公路施工控制参数及检测方法,对我国公路的施工控制提出了建议。

关键词: 设计和施工; 控制参数; 回弹模量; 压实度; CBR; FWD

我国现行沥青和水泥混凝土路面设计规范采用回弹模量作为土路基的强度指标。由于以前回弹模量实测困难,实际工作中常根据土的类型、含水量及所处自然区划,采用经验法或查表确定,而在施工过程中则采用压实度作为控制参数。但回弹模量与压实度之间缺少联系,施工过程采用压实度控制并不能反映设计效果,而设计回弹模量的取值也不对施工产生任何约束,这就将设计与施工割裂开来,对于达到压实度要求的土路基,其模量是否符合设计要求,无从知晓。根据以前的研究,要使设计和施工控制相统一,需要设计人员能够根据实际施工控制的压实度,对土基的回弹模量进行预测,从而在设计与施工之间建立起相互联系,使设计与施工相吻合,即建立起回弹模量与压实度之间的关系,或者根据情况采用其他的控制参数。

国外常用路基和路面材料的 CBR 值直接指导设计,或通过建立回弹模量与 CBR 值的关系,以材料的 CBR 值来估算其回弹模量,进而用于指导设计。

1 土基回弹模量、CBR 值与压实度之间的关系

1.1 CBR 值与土基回弹模量 E_0 的关系

加州承载比 (CBR) 试验是 1928 年美国加州在进行沥青路面破坏调查时,为比较材料的强度而提出的。此后,它作为评价路基土和路面材料强度及稳定性的重要技术指标而列入美国公路建设规范,成为柔性路面设计的主要依据。日本在 1970 年也将其

列入国家土质试验规程。我国 1995 年发布的交通行业建设标准《公路路基施工技术规范》(JTJ 033-95) 中修订了 1986 年版本的规定,明确将 CBR 试验作为技术要求列入规范。

CBR 值作为一种表征土基强度的指标,具有测试简便、快速、受人为因素影响较小的优点,而且当与最佳含水量偏差在 4% 范围内时,测得的 CBR 值所受的影响是很小的。因此从各方面来看,今后在设计或控制施工过程中以 CBR 测试作为依据是一项很好的选择。鉴于目前情况,找出 CBR 值和 E_0 值的关系,即用测定 CBR 值,换算成 E_0 值来表征更趋于合理。

我们可以通过试验来回归出它们之间的关系,国际上也有很多 CBR 值和 E_0 的相关关系式。

由现场数据进行回归, CBR 值和 E_0 之间基本呈指数关系 $E_0 = a(CBR)^b$, 见图 1。

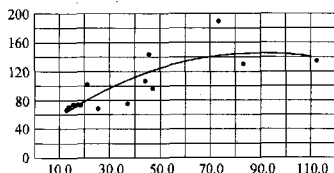


图1 现场 CBR 值与回弹模量 E_0 的关系

1.2 CBR 值与压实度 K 之间的关系

国内很多单位研究过 CBR 值与压实度 K 之间

的关系,也得出了比较一致的结论。通过试验, CBR 值和压实度不论是饱水还是不饱水,两者的相关性很好,随着压实度的增加, CBR 值也增大,而 E_0 值由于在测试中受人为因素影响较大,所以两者相关性不好,说明用 CBR 值反映土基强度更加合理。在条件相同的情况下, CBR 值与压实度 K 之间大致上呈指数关系 $CBR = aK^b$, 见图 2。

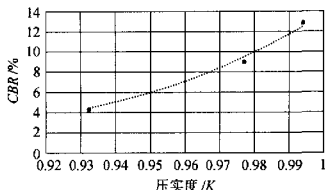


图 2 CBR 值与压实度 K 之间的关系(某粘土)

1.3 土基回弹模量 E_0 和压实度 K 之间的关系

路基回弹模量在土质类型和含水量一定的情况下,主要受压实度的影响,压实度越大,路基承载力越大,强度越高,回弹模量越大;反之,压实度越小,路基承载力越小,强度越低,回弹模量越小。如果已知 CBR 值和 E_0 的关系和 CBR 值与 K 的关系,就可以推出 E_0 与 K 之间的关系,当然也可以利用试验直接回归出 E_0 与 K 之间的关系。由以上关系我们可以看出, E_0 与 K 之间也基本呈指数关系。

1.4 三者相互之间的关系评价

在土质类型与压实度不变的情况下,含水量是影响回弹模量的重要因素。含水量很小时回弹模量随含水量的增加而增加,当含水量超过某一值时,回弹模量随含水量的增加而减小,土的最佳含水量即在这一值的附近。不同土质存在不同的最佳含水量值,其回弹模量与含水量的关系也各有不同。所以压实度和回弹模量的关系受含水量的不同而存在变化。同样,当土质、液塑限不同的时候,压实度和回弹模量的关系也不确定。我们利用试验回归出来的关于压实度和回弹模量的关系式都是经验公式,随着条件的变化,系数会有出入,甚至相去甚远。 CBR 值和压实度以及 CBR 值和回弹模量之间的关系也存在同样的问题。所以,即使我们利用 CBR 值和压实度以及回弹模量与压实度的经验公式来进行施工控制,还是不足以准确实现设计与施工的统一。

2 使设计与施工相统一的方法

通过以上分析,我们可以清楚地明白设计与施

工不能统一的关键在于所使用的指标之间不能很好地关联,于是我们可以通过统一指标来使设计与施工相吻合。主要有 2 种途径:改进设计方法和改进施工控制方法。

从目前国内外现状和国外经验来看改进设计方法方面可以以路基和路面材料的 CBR 值直接指导设计,在施工过程中也用 CBR 值进行控制。不过 CBR 设计方法是一种经验方法。虽然经过美国陆军工兵部队对 CBR 法的推广和 CBR 设计曲线的公式化,现今的 CBR 法已经不是一种纯经验法,但是实质上它是以布辛尼斯克均匀体理论为基础的。试验表明:这种理论对于真正的半无限体,其理论值与应力实测值较相符,可是当把这种理论用于具有不同特性的层状路面时就不理想了,因为它忽视了路面材料与路基土在质量上的区别。虽然对于松散性路面材料,其应力分布规律接近均匀体理论,但对于整体性材料,两者相差较大。所以这种设计方法仅在美国及日本等国家的柔性路面设计中比较常见。

另外从 CBR 值的测定方法考虑, CBR 室内试验费力费时,它要求土样要浸水 4 昼夜,过程较慢。室外试验虽不用浸水但是和室内试验的相关性很差。设计的时候采用的是室内试验数据,而施工现场控制如果采用室外试验方法势必造成设计和施工数据相关性不好的结果,如果取样按室内试验方法进行,既增加了难度又延长了时间。

那么比较可行的就是改进施工控制方法了,新型仪器的开发和应用是主要推动力。既然我们的设计方法中是以回弹模量为基础的,那么我们在施工控制中也以回弹模量进行控制就做到设计与施工的一致了。以前采用压实度指标是因为在施工时无法测回弹模量造成的。但是随着落锤式弯沉仪(FWD)的推广以及其硬件软件的逐渐完备和深入发展,测回弹模量已经不是一件困难的事情。

FWD 直接测出的数据是动态弯沉,但是根据当今的理论方法可以将弯沉值换算成回弹模量,影响结果的主要因素是换算软件和试验前的标定。FWD 测弯沉和回弹模量试验简单,容易操作,结果可靠性好,可以用来检测路基和路面各层的弯沉值及回弹模量,所以具有相当大的应用潜力。特别是便携式落锤弯沉仪(PFWD)可以不用车载,直接测量单点数据,可以实时检测弯沉和回弹模量,有效做到设计和施工的统一。

但是值得注意的是我国设计理论中所用的回弹

文章编号: 0451-0712(2006)02-0111-06

中图分类号: U491.251; U495

文献标识码: A

基于三维数字模型的路面表面空间几何特征参数的初步研究

薛忠军, 马松林, 侯相深

(哈尔滨工业大学交通科学与工程学院 哈尔滨市 150090)

摘 要: 在路面表面三维可视化实现的基础上对其几何特征参数做了初步研究。通过研究轮胎与地面相互作用的关系, 在借鉴微观表面特性研究的基础上, 对路面表面特性在三维空间层面上做了探索性的研究。提出了表征路面表面空间几何特征的整体特征参数和局部特征参数。

关键词: 路面表面特性; 三维可视化; 几何特征参数

高速交通是交通运输现代化的最重要标志, 车辆高速运行的同时要求安全、舒适。路面表面特性是影响车辆高速、安全、舒适的主要道路因素之一, 这里所指的路面表面特性是路面本身所固有的特性, 主要指路面表面的轮廓特性、摩擦特性、环保特性、力学激励与响应特性等。道路的大多数病害最终几乎都要体现在路面表面几何形状的变化上。因此, 本文主要对路面表面轮廓特性即三维表面几何构造特性做了初步研究。路面表面空间存在的固有状态, 可

用 $f(x, y, z, t, a)$ 的数学形式来表示。其中 (x, y, z) 代表空间维, t 代表时间维, a 表示对象的属性维(属性不一定只有一个 a_1 , 还可能有 a_2, a_3, \dots, a_n 等多个属性)。目前对路面表面几何特征的评价指标主要为车辙深度、不平度等, 是分别对路面横断面和纵断面的一维评价指标, 二者之间没有必然的联系。而车辆所行驶的实际路面表面是三维空间状态, 所以车辙、不平度等评价指标无论对交通安全、对汽车行驶性能、对人体反应以及对环境保护的影响都难以做出

收稿日期: 2005-10-12

模量是静态回弹模量, 而 FWD 测出的回弹模量是动态的, 它们之间会有一定的偏差, 但是和用压实度和 CBR 值相比已经具有相当大的优越性了。如果要真正做到设计和施工的一致, 就要寻求动态的路基路面设计理论了, 因为从路面的实际受力情况来看, 动态回弹模量更符合实际。

3 结语

(1) 我国路基路面设计和施工控制中的参数不一致造成了设计与施工的分离, 只有使设计与施工统一起来才能有效做到以设计指导施工, 以施工反映设计。

(2) 以路基和路面材料的 CBR 值直接指导设计和进行施工控制, 由于 CBR 设计理论基础以及设计方法的经验性和试验方法的复杂性对于我国的半刚性基层沥青路面不可取。

(3) 以压实度控制施工质量不能做到设计和施工的一致, 而 FWD 或者 PFWD 能够测得路基路面的回弹模量, 并且操作简单, 省工省时, 可靠性好, 能够做到设计与施工控制相统一, 具有相当大的实用价值。

参考文献:

- [1] 邓学钧, 黄晓明. 路面设计原理与方法[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [2] 朱照宏, 许志鸿. 柔性路面设计理论和方法[M]. 北京: 人民交通出版社, 1987.
- [3] 张奎峰, 李俊, 王士林. 上海地区常用路堤材料 CBR 值研究[J]. 华东公路, 1999, (10).
- [4] 樊英华, 梅满潮, 荆冰寅. 土基回弹模量、回弹弯沉、现场 CBR 之间的关系[J]. 山西交通科技, 2001, (8).
- [5] 段丹军. 路基回弹模量的快速检测[D]. 长沙理工大学硕士学位论文, 2004.