

# 绢云母片岩粗粒料路基压实质量检测方法及其控制标准

关爱军<sup>1</sup> 沈峰<sup>2</sup> 戴光柏<sup>1</sup> 张门哲<sup>1</sup> 秦尚林<sup>3</sup> 何斌<sup>4\*</sup>

(湖北省谷竹高速公路建设指挥部<sup>1</sup>, 十堰 442100; 湖北交投高速公路发展有限公司<sup>2</sup>, 武汉 430051;

中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室<sup>3</sup>, 武汉 430071;

中交第二公路勘察设计研究院有限公司<sup>4</sup>, 武汉 430056)

**摘要** 绢云母片岩粗粒料作为路基填料, 压实质量非常难以控制, 压实度法、沉降差法等传统质量控制方法均不适用。借鉴铁路路基压实质量检测中的经验, 引入动态变形模量  $E_{vd}$  和地基系数  $K_{30}$  指标对绢云母片岩粗粒料路基压实质量进行现场试验测试。结果表明, 动态变形模量  $E_{vd}$  和地基系数  $K_{30}$  之间存在良好的相关性, 可适用于绢云母片岩粗粒料填料压实质量控制。通过试验结果分析以及与相关资料类比, 给出了绢云母片岩粗粒料压实质量控制标准。

**关键词** 绢云母片岩粗粒料 动态变形模量  $E_{vd}$  地基系数  $K_{30}$  检测方法 压实标准

中图分类号 TU413.1; 文献标志码 A

谷城至竹溪高速公路 25 至 27 标段沿线填料以绢云母片岩为主, 而其他优质填料严重匮乏, 基于节省投资及环境保护考虑, 有必要把绢云母片岩作为填料加以利用。

绢云母片岩属于极软岩, 其主要矿物成分为云母(35%)、绿泥石(35%)、石英(25%)和长石(5%), 呈鳞片状结构, 片状构造, 极易沿片理面劈开成极薄片状(图1), 在外力作用下, 极易发生颗粒破碎。作为路基填料, 与其他软岩相比, 绢云母片岩具有独特的特点。



图1 绢云母片岩

Fig. 1 Sericite schist coarse aggregates

利用软岩作为路基填料, 国内外已有较多研究<sup>[1-3]</sup>。通常情况下, 软岩填料经压实后可达到较高的密度, 取得较好的力学性能<sup>[4]</sup>, 往往满足高速公路路堤对填料强度和变形的要求, 一般可采用沉降差、压实度或孔隙率等指标进行质量控制。而绢云母片岩却非常难以压实<sup>[5]</sup>, 现场碾压试验结果表明, 经过 4 遍左右的碾压后, 其压实度通常可达 98% 以上, 甚至可超过 100%, 但谷竹现场测试结果表明, 即使压实度满足要求, 其土基回弹模量却往往小于设计要求, 车辆碾压后轮迹明显。而且, 现场碾压试验曾试图采用沉降差法进行质量控制, 但绢云母片岩填料碾压时, 会产生较大的推挤变形, 将前一次碾压好的路基破坏, 导致无法测定每次碾压后的沉降值。因此, 压实度、沉降差法等传统检测方法以及评价标准对绢云母片岩填料均不适用, 难以完全保证工程质量和工程要求。

控制填料压实质量是高速公路路基工程施工质量的关键环节, 由于绢云母片岩填料的特殊性, 给路基压实质量检测带来极大困难。因此, 对绢云母片岩路基压实质量的检测方法与控制标准成为谷竹高速公路修筑中迫切需要解决的难题之一。

有鉴于此, 本文拟借鉴铁路路基压实质量检测中的经验, 通过现场试验, 研究在公路路基压实中引入动态变形模量  $E_{vd}$  或地基系数  $K_{30}$  等指标来控制路基压实质量的可行性以及具体控制标准, 为谷竹高速公路绢云母片岩路基填筑工程质量控制提供依据。

2014年7月25日收到 湖北省交通科技项目(20117003.3);  
湖北省谷城至竹溪高速公路科技项目(GZL-KJ-02-01)  
和国家自然科学基金(51079142)资助

第一作者简介: 关爱军(1965—), 男, 湖北人, 高级工程师。研究方向: 高速公路施工技术与管理。E-mail: 708812090@qq.com。

\* 通信作者简介: 何斌(1984—), 男, 工程师, 硕士。研究方向: 路基工程。E-mail: 13679283@qq.com。

## 1 $E_{vd}$ 和 $K_{30}$ 测试基本原理

动态变形模量  $E_{vd}$  及地基系数  $K_{30}$  在我国铁路中已经得到广泛应用,已成为我国铁路控制基床和路堤填料压实质量的一个基本参数,无论是仪器设备、试验方法,还是设计标准均已比较成熟,但在公路建设中尚未得到推广应用。

### 1.1 动态变形模量 $E_{vd}$

动态变形模量  $E_{vd}$  是指土体在一定大小的竖向冲击力和冲击时间作用下抵抗变形能力的参数。动态变形模量测试仪主要由加载装置、荷载板和沉陷测定仪 3 部分组成,当一定质量的落锤,从一定高度自由落下,通过阻尼装置、承载板,对路基产生瞬间冲击,使路基产生沉陷。通过测试路基的垂直变形值,以此计算路基的动态变形模量  $E_{vd}$  指标。根据平板压力公式,动态变形模量可按下式计算

$$E_{vd} = 1.5r\sigma/S。$$

式中 1.5 为承载板形状影响系数;  $r$  为承载板的半径;  $\sigma$  为路基最大动应力。它是通过在刚性基础上,由最大冲击  $F_s = 7.07$  kN 且冲击时间  $t_s = 18$  ms 时标定得到的,  $\sigma = 0.1$  MPa;  $S$  为承载板的沉陷值 (mm)。

实测结果可采用下列简化公式

$$E_{vd} = 22.5/S$$

动态平板载荷试验仪的测试深度,是测试仪的主要技术指标之一。对于便携式测试仪来说,一般采用直径为 300 mm 的承载板,10 kg 的落锤,影响深度为 40 ~ 50 cm。

### 1.2 地基系数 $K_{30}$

地基系数  $K_{30}$  是表示土体表面在平面压力作用下产生的可压缩性的大小。它是用直径为 300 mm 的刚性承载板进行静压平板载荷试验,取第一次加载测得的应力-位移 ( $\sigma-s$ ) 曲线上  $s$  为 1.25 mm 所对应的荷载  $\sigma_s$ ,按  $K_{30} = \sigma_s/1.25$  计算得出,单位: MPa/m。

地基系数实际上是一个地基刚度系数的概念,它是表征弹性层状地基的刚度和变形性质的一种参数。它的值不仅与土的性质有关,而且也与荷载面积大小、形状、加载方式有关。 $K_{30}$  平板载荷试验作为一种强度及变形指标,能够直观地表征路基刚度和承载能力。

地基系数  $K_{30}$  检测方法是力学参数测试 ( $K_{30}$  值) 代替物理参数 (压实度) 测试及评价压实质量的一种方法,它与运营期间路基的工作原理、路基的应力状态等均具有一定的可比性。地基系数  $K_{30}$  与动态变形模量  $E_{vd}$  均反映地基的变形模量,其理论基础

相同。 $K_{30}$  试验实际上是模拟了路基在实际使用时的静荷载状态,而动态变形模量  $E_{vd}$  是测试土体产生的动应力和动应变指标,实际是模拟了车辆运行情况下的路基状态,它能够反映在汽车动荷载作用下的动应力对路基的真实作用状况。

## 2 缙云母片岩路基现场 $E_{vd}$ 及 $K_{30}$ 测试结果及分析

动态变形模量  $E_{vd}$  及地基系数  $K_{30}$  现场试验均在缙云母片岩填筑区上路堤进行,试验严格按照《铁路工程土工试验规程》(TB10102—2010) [6] 要求进行。图 2 为根据谷竹缙云母片岩填筑区现场测试结果绘制的  $E_{vd}$  和  $K_{30}$  相关关系曲线。

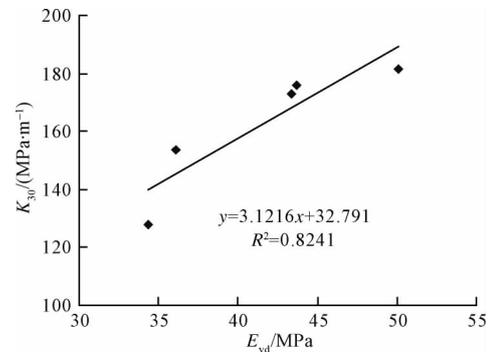


图 2  $E_{vd}$  和  $K_{30}$  关系曲线

Fig. 2 Relationship between  $E_{vd}$  and  $K_{30}$

从图中可以看出,谷竹缙云母片岩填筑区地基系数  $K_{30}$  与动态变形模量  $E_{vd}$  之间也具有较好的相关关系,采用线性方程进行拟合,其相关系数  $R$  达到了 0.91,其相关关系式为

$$K_{30} = 3.1216E_{vd} + 32.791 \quad (1)$$

这表明,作为一种新型的路基施工质量监控方式,动态变形模量  $E_{vd}$  虽然与地基系数  $K_{30}$  的检测设备、检测方法和原理都不相同,但测试结果却有某种内在的联系。事实上,铁路上大量试验数据已经表明,动态变形模量  $E_{vd}$  与地基系数  $K_{30}$  指标之间具有良好的对应关系 [7]。

同时,根据测试结果,上路堤各测点  $E_{vd}$  值在 34.35 ~ 74.50 MPa 之间,测试数据表现出一定的离散性,这主要是由于缙云母片岩填料粗颗粒分布不均匀造成的,并非仪器造成;而对同一测点多次重复进行试验,现场 69 组测试结果表明,  $E_{vd}$  值非常稳定,差异最大不超过 5%。对荷载板正下方存在较粗颗粒的测点,一般测得的沉陷值较低而  $E_{vd}$  值较高,反之,则沉陷值较高而  $E_{vd}$  值相对较低。这也同时说明动态变形模量  $E_{vd}$  对缙云母片岩填料粒径的变化比较敏感。

根据试验结果可以看出, 绢云母片岩填筑区上路堤各测点  $K_{30}$  值在 128.0 ~ 181.0 MPa/m 之间, 总体表现比较稳定, 但仍然具有一定的离散性, 其主要原因也是由于填料粗颗粒分布不均匀造成的。

根据路基开挖情况来看, 经碾压后的绢云母片岩粗粒料表层已经基本粉化, 表层以下 30 cm 范围内绝大部分绢云母片岩颗粒均破碎为 10 cm 以下较小颗粒。

### 3 $E_{vd}$ 及 $K_{30}$ 检测方法对绢云母片岩粗粒料路基压实质量控制适用性分析

$E_{vd}$  与  $K_{30}$  检测方法对路基压实质量是否适用, 可考察填料的特点以及该检测方法的原理与适用范围。

首先, 考虑到动态变形模量  $E_{vd}$  与地基系数  $K_{30}$  均采用直径 30 cm 的承载板, 因此, 二者均要求检测范围内的填料粒径不大于 7.5 cm, 否则, 测试结果就会带来较大的误差, 难以真实反映路基的压实情况。铁路上大量试验已经表明<sup>[6, 7]</sup>  $E_{vd}$  与  $K_{30}$  比较适用于均匀地基土(如粗、细粒土)以及拌和较均匀的级配碎石, 测试有效深度范围为 40 ~ 50 cm; 另外, 含水量对测试结果影响较大, 易因含水量变化而使测试结果离散性大、重复性差, 因此测试时要求现场测试尽可能消除土体含水量变化的影响。

对谷竹高速公路绢云母片岩填料而言, 虽然填料粒径较大, 但绢云母片岩属于极软岩, 在外力作用下极易发生颗粒破碎, 碾压后绢云母片岩填料颗粒相对较细, 大部分不超过 10 cm; 另外, 现场碾压试验表明, 绢云母片岩对水的敏感性较差。因此, 绢云母片岩填料特点与  $E_{vd}$  与  $K_{30}$  测试适用条件比较吻合。现场测试结果表明, 同一填筑层, 绢云母片岩不同测点的  $E_{vd}$  测试结果变异系数为 20%,  $K_{30}$  测试结果变异系数为 13%。其主要原因是由于填料不均匀造成的, 而对同一点  $E_{vd}$  的测试结果则非常稳定。

其次, 从原理来看, 动态变形模量  $E_{vd}$  是利用落锤从一定高度自由下落在阻尼装置上, 产生的瞬间冲击荷载, 通过阻尼装置及传力系统给直径 30 cm 的承载板, 在承载板下面产生的动应力, 使承载板发生沉陷, 进而得以计算路基的动态变形模量  $E_{vd}$ 。由此可以看出, 动态变形模量  $E_{vd}$  最大特点是能够反映动应力对路基作用的真实状况, 这与运营期间路基的工作原理、路基的应力状态等均非常类似。 $K_{30}$  指标则与变形特性相联系, 可直观反映出压实层的强度与变形等力学特性。且  $E_{vd}$  测试值与  $K_{30}$  具有较好的相关性。

另外, 考虑到我国铁路系统已经引入  $K_{30}$  及  $E_{vd}$

来控制基床和路堤填料压实质量多年, 并纳入规范, 已有大量数据来支撑。从本质上来说, 铁路与公路对路基压实质量要求并无原则区别, 因此, 无论从测试方法、原理、铁路经验以及谷竹高速公路现场实际测试情况来看, 采用动态变形模量  $E_{vd}$  与地基系数  $K_{30}$  来评价绢云母片岩路基压实质量是完全可行的。

但考虑到检测实用性、效率、费用等因素, 推荐绢云母片岩质量检测使用动态变形模量  $E_{vd}$  进行检测。特别对大批量测试, 动态变形模量  $E_{vd}$  检测具有较大的优势。

(1) 动态变形模量能较好的反应路基一定深度范围内力学性能的变化。绢云母片岩各测点测试结果表明  $E_{vd}$  测试值与  $K_{30}$  具有较好的相关性, 能较好的反应粒径对土体力学性能的影响。

(2)  $E_{vd}$  试验操作简单, 数据比较稳定, 测试速度快。动态变形模量试验设备操作方便, 体积小, 便于携带、安装及拆卸方便, 检测费用低, 而且数据重复性好,  $E_{vd}$  单人即可完成测试, 每个测试点试验时间仅需 3 ~ 6 min, 是一种非常高效的原位检测方法。而  $K_{30}$  每个测试点至少需要 1 h 的时间, 而且需要大型配重设备(如运土车、挖掘机、压路机等)及 3 名左右工作人员与之配合, 不适应路基快速机械化施工的基本要求。

### 4 绢云母片岩路基压实质量控制标准研究

针对软岩粗粒料路基压实质量控制, 目前有很多方法, 包括压实度法、沉降差法、波速法、 $K_{30}$  法、塑性变形增量法以孔隙率法等等, 国内外也有大量与各种检测方法相对应的标准等研究, 但到目前为止, 我国尚未有针对软岩粗粒料路基压实的工艺或控制标准的通用规范或指南, 而且由于粗粒料来源复杂以及颗粒较大的缘故, 总体来说还缺少一种简便实用的检测方法。

目前高速公路设计及实际应用中, 多采用压实度指标, 若能建立压实度指标与  $E_{vd}$  的相关关系, 就比较容易通过测定路基的  $E_{vd}$  值来推算压实度指标。但谷竹高速公路现场碾压试验表明, 用压实度指标控制绢云母片岩碾压质量是不合适的。现场碾压试验表明: 绢云母片岩填筑区每层碾压超过 3 ~ 4 遍以后, 对 27 个测点进行灌水法现场测得的路基压实度均在 97% ~ 105% 范围之间, 完全满足路基顶面压实度要求, 但实际上压实后的路基却难以满足土基回弹模量要求, 因此采用压实度指标来控制绢云母片岩碾压质量是不合适的。

而且, 绢云母片岩填筑区也难以采用沉降差法,

其主要原因在于在绢云母片岩填料每遍碾压时,都会产生较大的推挤变形,将前一次碾压好的路基破坏,导致无法测定每次碾压后的沉降值。

如前所述,可以引入  $E_{vd}$  指标来控制绢云母片岩路基压实质量。由于目前在谷竹高速公路中还缺乏足够多的各类测试数据,但我国铁路上对  $E_{vd}$  研究比较成熟,因此为了确定谷竹高速公路绢云母片岩压实质量  $E_{vd}$  的控制标准,一方面可利用谷竹高速公路现有试验数据,另一方面,可与铁路的相关经验公式和控制标准进行对比来确定  $E_{vd}$  的控制值。

根据谷竹高速公路绢云母片岩填筑区 69 个测点的  $E_{vd}$  测试结果统计,各测点  $E_{vd}$  最小值为 34.35 MPa,最大值为 74.50 MPa,平均值为 50.99 MPa,样本标准偏差为 10.4,变异系数为 20%,表明不同测点  $E_{vd}$  测试结果虽然有一定的离散性,但离散性在正常范围内。另外,除少量测点  $E_{vd}$  值略小于 40 MPa 外,超过 86% 的测点  $E_{vd}$  值超过了 40 MPa。

另一方面,如前所述,谷竹高速公路绢云母片岩地基系数  $K_{30}$  与动态变形模量  $E_{vd}$  之间具有良好的线性相关关系,其相关系数  $R$  达到了 0.91,相关关系式为:

$$K_{30} = 3.1216E_{vd} + 32.791$$

而 TB 10102—2010 铁路工程土工试验规程<sup>[6]</sup>、TB 10414—2003/J285—2004 铁路路基工程施工质量验收标准<sup>[8]</sup> 中给出的碎石土  $E_{vd}$  与  $K_{30}$  的相关关系式为:

$$K_{30} = 3.10E_{vd} + 14.3$$

可以看出,两式有着高度的吻合性,两者的斜率几乎一样。表明本文建立的谷竹高速公路绢云母片岩填筑区  $E_{vd}$  与  $K_{30}$  回归公式符合以往经验关系的规律性,因此完全可以类比铁路设计中相关  $E_{vd}$  控制标准。

TB 10621—2009 高速铁路设计规范<sup>[9]</sup> 中,对基床底层(填料为碎石类及粗砾土)压实度要求不小于 0.95,对应的动态变形模量  $E_{vd}$  则不小于 40 MPa。

另外,根据文献[10]研究结果, $E_{vd}$  与孔隙率之间有着很好的相关性,对级配碎石填料而言,直线拟合公式为  $E_{vd} = -50.39n + 46.42$ 。JTG D30—2004 公路路基设计规范<sup>[11]</sup> 中对软质石料压实质量控制标准为:上路堤孔隙率  $\geq 20\%$ ,下路堤孔隙率  $\geq 22\%$ 。因此,根据上述拟合公式,可推算其动态变形模量  $E_{vd}$  分别对应为 36.3 MPa 和 35.3 MPa。

综合上述情况,在谷竹高速公路绢云母片岩填筑质量控制中,根据实际测试结果和设计资料,并借鉴铁路相关标准以及相关参考文献,可推荐谷竹高

速公路绢云母片岩填筑体  $E_{vd}$  控制标准如表 1,相应的  $K_{30}$  控制标准可以根据式(1)反算得到。该控制值考虑了绢云母片岩属于极软岩,随自然环境环境变化易风化破碎之特性。

表 1 绢云母片岩路基压实质量动态变形模量  $E_{vd}$  控制标准  
Table 1 Dynamic deformation modulus  $E_{vd}$  criteria of sericite schist coarse aggregates roadbed

分区	路面底面以下深度/m	摊铺层厚/cm	最大粒径/mm	压实度/%	动态变形模量 $E_{vd}$ /MPa
上路堤	0.8 ~ 1.5	$\leq 30$	小于层厚 2/3	$\geq 94$	40
下路堤	1.5 以下	$\leq 40$	小于层厚 2/3	$\geq 93$	35

根据上述标准,谷竹高速公路绢云母片岩上路堤填筑存在少量测点不满足要求的情况,这与现场实际情况是吻合的。其主要原因是由于绢云母片岩从料场运至填筑区时存在大量超粒径颗粒,造成碾压后路基表面不够平整,局部存在漏压现象。对于  $E_{vd}$  不满足要求的局部区域需补压。

## 5 结论

基于对谷竹高速公路软岩填筑区动态变形模量  $E_{vd}$  和地基系数  $K_{30}$  试验以及前期的现场碾压试验,分析了动态变形模量  $E_{vd}$  和地基系数  $K_{30}$  指标对控制软岩路基压实质量的适用性,并建议了相关质量控制标准。

根据研究结果,可得到如下具体结论。

(1) 对谷竹高速公路绢云母片岩填筑路基而言,地基系数  $K_{30}$  与动态变形模量  $E_{vd}$  之间具有良好的线性相关关系,其相关系数  $R$  达到了 0.91,相关关系式分别为:

$$K_{30} = 3.1216E_{vd} + 32.791 \text{ (绢云母片岩)}$$

(2) 动态变形模量  $E_{vd}$  与地基系数  $K_{30}$  均适用于绢云母片岩路基压实质量的评价;

(3) 推荐绢云母片岩压实质量采用动态变形模量  $E_{vd}$  进行控制,可取代类似  $K_{30}$  这类比较费时费力的检测方法,以提高试验效率,增加检测点的数量,使试验数据更加全面,更加具有代表性;

(4) 建议谷竹高速公路绢云母片岩路基  $E_{vd}$  控制标准如表 2。

需要注意的是,  $E_{vd}$  测试虽然方便、快捷,适合于质量监控。但受测试接触界面的影响较大,并不是真正意义上的动态变形模量,用于设计计算和理论分析较差一些,因此可利用其优点增加测点个数,进行统计分析,以消除测试土层离散性的影响。本文希望起到一个抛砖引玉的作用,对  $E_{vd}$  在公路中的推广应用,尚需进行更多的对比试验研究。

## 参 考 文 献

- 薄宫林, 小岛. 采用软岩弃渣的大型填土的设计和施工. 铁道部科学研究院. 译. 土与基础, 1984; 32(7): 53—59  
Bo Gonglin, Kojima Kobayashi. Design and construction of large scale sub-grade filling with soft rock and waste slag. China Academy of Railway Sciences. ed. Soil and Foundation, 1984; 32(7): 53—59
- 刘新喜, 夏元友, 刘祖德, 等. 强风化软岩路基填筑适宜性研究. 岩土力学, 2006; 27(6): 903—907  
Liu Xinxu, Xia Yuanyou, Liu Zu-de, et al. Study of suitability for embankment of highly weathered soft rock subgrade. Rock and Soil Mechanics, 2006; 27(6): 903—907
- 毛雪松, 郑小忠, 马 翥, 等. 风化千枚岩填筑路基湿化变形现场试验分析. 岩土力学, 2011; 32(8): 2300—2306  
Mao Xuesong, Zheng Xiaozhong, Ma Biao, et al. Field experimental analysis of wetting deformation of filled subgrade with weathered phyllite. Rock and Soil Mechanics, 2011; 32(8): 2300—2306
- 蒋 涛, 付 军, 周小文. 软岩面板堆石坝技术. 北京: 中国水利水电出版社, 2010  
Jiang Tao, Fu Jun, Zhou Xiaowen. Technology of concrete face rock-fill dam constructed with soft rock. Beijing: China Waterpower Press, 2010
- 秦尚林, 杨兰强, 陈荣辉, 等. 绢云母片岩粗粒料改性试验研究. 岩土力学, 2013; 34(S2): 105—109  
Qin Shanglin, Yang Lanqiang, Chen Ronghui, et al. The modified test research of sericite schist coarse aggregates. Rock and Soil Mechanics, 2013; 34(S2): 105—109
- 中铁第一勘察设计院集团有限公司. TB10102—2010 铁路工程土工试验规程. 北京: 中国铁道出版社, 2011  
China Railway First Survey & Design Institute Group Co., Ltd. TB10102—2010 Code for soil test of railway engineering. Beijing: China Railway Publishing House, 2011
- 李怒放. 动态变形模量  $E_{vd}$  标准的应用与展望. 铁道标准设计, 2003; (6): 37—40  
Li Nufang. Application and prospect of dynamic deformation modulus  $E_{vd}$  standard. Railway Standard Design, 2003; (6): 37—40
- 中铁二局集团有限公司. TB 10414—2003/J285—2004 铁路路基工程施工质量验收标准. 北京: 中国铁道出版社, 2004  
China Railway No. 2 Engineering Group Co., Ltd. TB 10414—2003/J285—2004 Standard for constructional quality acceptance of railway subgrade engineering. Beijing: China Railway Publishing House, 2004
- 中铁第三勘察设计院集团有限公司, 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 中国铁道科学研究院. TB10621—2009 高速铁路设计规范(试行). 北京: 中国铁道出版社, 2009  
The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., China Academy of Railway Sciences. TB10621—2009 Code for design of high speed railway. Beijing: China Railway Publishing House, 2009
- 董秀文.  $E_{vd}$  检测路基压实质量标准的试验研究. 重庆: 西南交通大学, 2005  
Dong Xiuwen. Experimental study on the standard of compaction quality of subgrade by detecting of  $E_{vd}$ . Chongqing: Southwest Jiaotong University, 2005
- 中交第二公路勘察设计研究院. JTG D30—2004 公路路基设计规范. 北京: 人民交通出版社, 2004  
Second Highway Consultants Co., Ltd., China Communications Construction Corporation. JTG D30—2004 Specifications for design of highway subgrades. Beijing: China Communications Press, 2004

## Compaction Quality Detection Methods and Control Criteria of Sericite Schist Coarse Aggregates Roadbed

GUAN Ai-jun<sup>1</sup>, SHEN Feng<sup>2</sup>, DAI Guang-bai<sup>1</sup>, ZHANG Men-zhe<sup>1</sup>, QIN Shang-lin<sup>3</sup>, HE Bin<sup>4\*</sup>

( Hubei Province Guzhu Expressway Construction Command<sup>1</sup>, Shiyan 442100, P. R. China;

Hubei Provincial Communications Investment Expressway Development Co., Ltd.<sup>2</sup>, Wuhan 430051, P. R. China;

State Key Laboratory of Rock and Soil Mechanics, Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences<sup>3</sup>, Wuhan 430071, P. R. China;

Second Highway Consultants Co., Ltd., China Communications Construction Corporation<sup>4</sup>, Wuhan 430056, P. R. China; )

**[Abstract]** As the roadbed filler, the compaction quality of sericite schist coarse aggregates is very difficult to control. The traditional quality control methods such as compaction degree method and differential settlement method are difficult to apply. By learning from the experience of the railway roadbed compaction quality detection, dynamic deformation modulus  $E_{vd}$  and foundation coefficient  $K_{30}$  are introduced in the field test of sericite schist coarse aggregates roadbed compaction quality. The result shows that there is a good correlation between  $E_{vd}$  and  $K_{30}$  which can be used to control the compaction quality of sericite schist coarse aggregates. Sericite schist coarse aggregates compaction quality control criteria are recommended by analyzing the test results and analogizing with the related information.

**[Key words]** sericite schist coarse aggregates    dynamic deformation modulus  $E_{vd}$     foundation coefficient  $K_{30}$   
detection method    compaction criterion