

高等级公路路基沉降原因分析与防治措施探讨

★邓春阳 邓可库

中国航空港建设第七工程总队

摘 要: 结合工程实际,分析了高等级公路路基沉降原因,探讨了防治措施。

关键词: 高速公路; 路基沉降; 防治措施

近年来,随着我国高速公路迅速发展,特别是西部大开发战略实施后,使青海省高速公路实现了零的突破,由于对相关技术缺乏总结,至今尚无完整的高速公路专用技术规范指导设计和施工。有的路基还没有竣工验收,就出现路基沉降,导致高填路堤下涵洞、小桥不均匀沉降破坏,直接影响了高速公路的使用质量,从技术方面讲,高等级公路路基压实度达不到要求是造成路基局部沉陷或过早破坏的主要原因之一,因此,当前在路基施工中交工验收时,把压实度作为主要质量控制指标,同时也说明压实度是较难掌握和达到的指标。因为影响因素较多,所以在进行高等级公路路基施工过程中,我们必须结合实际情况认真分析每种因素及其对压实度的影响程度,认真总结相关经验,对今后高速公路的稳步发展至关重要。

1 路基压实度检测方法和标准问题

造成路基沉降变形的原因很多,除施工管理原因外,现行路基压实度检测方法和标准不当,也是重要原因之一。

我国现行路基压实,采用力量干密度比的压实检测方法,即以实测压实土的干密度 γ 和标准击实实验得到的最大干密度 γ_0 之比作为路基压实度 k 的检测标准 $k = \gamma/\gamma_0$,即高速公路采用重型击实试验方法,对不同深度路基要求达到不同的压实标准,即:

0~80 cm	$K=0.95$
80~150 cm	$K=0.93$
>150 cm	$K=0.90$

1.1 工程实践

工程实践表明,采用现行压实度检测方法和标准,存在以下问题:

(1) 执行现行标准,不能保证高速公路在使用中不产生沉降、变形。(2) 路基填土越高,下层土体所受自重应力越大,当土基压实度要求却越低($K =$

0.90)违背了路基受力和稳定性的客观规律。(3) 岩块材料在道路中应用,当无相应的压实度检测方法(如:平西高速公路 4-2 标段,山体石方爆破后路基顶层)(4) 路基填料允许含有 10 cm~20 cm 的粒径石料,当土夹石则无法进行标准击实实验,施工压实度检测也有困难。(5) 土质多变路段,室内击实试验周期较长,难以击实指导施工,事先预作试验,则在 γ_0 选值上存在人为因素。

1.2 压实度合理检测方法探讨

在路基压实过程中,随着碾压遍数的增加,土体空隙率(v)逐步减小,干密度 γ 逐渐增加,压实层的表面高程 h 逐渐变小是一种客观规律。对每一种压路机而言,均存在碾压遍数 N 和土体 V 、 h 、 γ 间的相关关系,而且当碾压遍数超过一定值 N' 后,上述关系均趋于稳定这种规律表明, V 、 γ 、 h 三种指标均可作为压实度检测依据。至于应用哪种指标检测更合理,则应视所选用的检测指标能否反映特定土质压实后的强度和稳定性,以及检测方法是否简便易行而定,具体应有三种情况:

(1) 砂性土。因其小于 0.05 cm 细粒含量少,土体的强度和稳定性受水影响不大,路基一经压实,在使用过程中不易发生沉降变形,因此采用现行干密度比的方法控制压实的可行的。

(2) 粉粘土和粘土。由于土中小于 0.05 mm 粉粒和小于 0.005 mm 粘粒含量高,只是在一定含水量时土体才能具有较强的粘聚力。土体体积的变化也和含水量有关,在低含水量条件下,通过增加压实功率的方法,虽可获得较大的干密度,但因含水量小,空隙大,路基一旦受水影响(降水、冻融过程水分重分布,毛细水等),路基就可能产生不同的沉降变形。

由于土体的空隙率 V 不仅和干密度有关,而且和含水量 W 直接有关,即:

$$V = \gamma/G - \gamma W$$

式中: G 为土粒相对密度。

因此,为了路基的稳定,就应通过压实作用,使土体空隙减小到一定数值,为了得到较小的空隙率,不仅通过压实得到较大的干密度 γ 还应要求在压实时具有较大的含水量 W 。显然,对于粉性土和粘性土而言,只控制土体的压实时干密度,即用现行干密度比的压实度 $K=\gamma/\gamma^0$ 控制的是不能保证路基的强度和稳定度。

(3)岩块类材料,岩块类材料是山区路基常用的填料,虽然无法检测干密度和空隙率。但在确定分层厚度和重型震动压路机种的前提下,通过实验段的观测,都可容易得到碾压遍数 N 和定点高程 h 的关系,在 $N-h$ 关系曲线上,可以拐点的碾压遍数 N' 作为施工控制的依据。

1.3 分层压实标准问题

现行规范对压实度 $0\sim 80\text{ cm}$ 、 $80\sim 150\text{ cm}$ 、 $>150\text{ cm}$ 的分层标准,主要是对原来低等级公路的,几十年来未作改变,在二十世纪五、六十年代,公路等级低,平原区填土高度一般小于 1 cm ,当时次高级路面面层多为渣油表处,厚度 2 cm 左右,基层常用级配砾石,泥结碎石类结构,厚度一般为 $16\sim 18\text{ cm}$ 在路基、路面含水量调查中,使用一节麻花钻取土,深度范围多为 $0\sim 80\text{ cm}$ 。从应力分布角度考虑,轮压荷载传布深度一般不超过 1 cm (车的荷载小),加之当时碾压机具较少,吨位较小,因此通常只对 $0\sim 80\text{ cm}$ 深度范围的路基提出较高的压实要求,山区低等级公路设计纵坡较大,高填路堤即使下沉,也容易通过养护回填恢复,路基强度,稳定性问题并不突出。

对现代高速公路而言,路面平整度保证高速行驶安全的要求,高速公路的路面厚度常达到 $60\sim 80\text{ cm}$ 平原区路面设计考虑通道人和农机通行,填方高度一般在 $3\sim 5\text{ cm}$ 左右;进入山区后由于线形标准的要求, 10 m 以上填方经常可见,现行规范对路基分层压实度的标准,没有考虑路基,路面自重对下层土基稳定性的作用,相反受过去对低等级公路按时分层的影响,对高速公路的路基压实标准提出上层 $K=0.95$,下层 $K=0.90$ 的要求,这就必然导致高填路的不均匀沉降。这是我国高速公路出现平整度变差,路面沉降变形的主要原因之一。如果对高速公路的路基击实,上、下层均采用同样的高标准要求,此类早期病害是应该而且可能防止的。

2 选择合理的填土含水量

通过重型击实实验,用土的含水量和相应的干密度绘出含水量干密度的关系曲线,得出一个路基

填土的最大干密度 $\rho_{d\max}$,相应最佳含水量 w_0 ,根据路填土高度及要求的相应压实度,计算出必须达到的干密度 ρ_d ,并由此而得 W_a 、 W_b 在 W_a 与 W_b 之间的任一含水量,都可以保证路基所需之压实度。

需要指出的是,合理含水量区间 W_a 、 W_b 将与土质有很大的关系,对粘性土,该区间较小,对砂性土,该区间较大,理论分析认为,这是由击实试验固定击实所确定的。实际上,各施工企业某一施工路段所采用的压路机型是不一致的,由于上述方法确定的合理含水量区间是无法直接使用的,如简单机械套用,可能出现无论如何碾压,压实度仍不足的现象。最科学的做法是,根据该路段所具有的压实机械类型试铺试验路,在某一试铺厚度下,改变填土含水量与碾压遍数,测定相应之干容重,用土的含水量和相应的干密度绘制规定碾压遍数下的含水量,干密度关系曲线;依据这条曲线上确定该压路机可达到的最大干密度和相应的最佳含水量。在纵坐标上标出要求干密度 ρ_d 的点,(这里的要求干密度 ρ_d 是通过室内击实试验,求出最大干密度 ρ_d 后,按要求的压实度算出的干密度),并从该点划一水平线与横坐标平行。这样可能出现三种情况:

(1)该水平线在含水量干密度关系曲线上方通过。(2)该水平线与含水量干密度关系曲线的顶点相重合。(3)该水平线与含水量干密度关系曲线在两点相交。

如果是第一种情况,则证明碾压遍数一不起作用,只能根据施工单位具体机械情况,减薄松铺厚度或改用较重的压路机。

如果是第二种情况,则证明所选用的压路机,碾压遍数以及松铺厚度恰能满足要求,碾压时的含水量必须是最佳含水量,而不是一个范围,所以很难控制。这种情况对施工很不方便,也不好掌握。

如果是第三种情况,则证明压实机械选型合适,给施工创造了非常有利的条件。如前所述,实际上路基填土含水量不可能很均匀,经过一定碾压遍数后所测得的干密度都相等,经常具有一定的误差。例如,对于路基土的干密度的这条水平线与曲线在两点之间的范围内,是较容易控制的,也是符合前面从理论上分析的结果的,在此前提下按照确定的压实机械,松铺厚度,碾压遍数施工是完全可以达到要求的压实度,不需要经常因压实度不够增加碾压遍数,或减薄松铺厚度,或改用较重的压路机。只要把含水量控制在确定合理含水量区间即可。

3 含水量控制应注意的几个问题

(1)天然含水量的变化。在施工时,要测定取土

场土的天然含水量,以及在运到工地和摊铺后碾压前的含水量,以最佳含水量为准,算出需要补充的水量。需要补充的水最好在取土场适当提前一段时间进行补充,这样可使水分分布均匀。

(2)取土场的选择。不同土质的土,其压实性能是不同的,在进行勘测设计时就应考虑这些问题,而不能单纯考虑就近取土,这里应注意的两个问题,其一,土场的天然含水量,应尽可能在合理含水量区间,以减少补充用水,其二,应按新颁《公路路基施工技术规范》,首先,要对填方使用土进行 CBR 试验,如果强度不符合要求不也许使用的。

(3)选用合适的填土。就填筑路堤而言,最合适的土是砂砾土,砂砾土和亚砂土。这些土内摩阻力小,粘结力小,同时合理的含水量区间较大容易压实,又有足够的稳定性,遇水不致过分软化。施工中要注意超尺寸颗粒的含量,如果超尺寸颗粒过多过大,就会起到骨架作用,出现压路机有压不到的死角,这样实际是达不到要求的干密度。

粘土质土和细亚砂土的土质稍差些,这些低粘性土,也比较容易压实,在饱水情况下,这些土容易变成流动状态并失去承载能力。

亚粘土和重亚粘土的压实困难得多,但与粉质土相比,它们仍是比较有利的土。这些土具有较高的粘性和不透水性。

最难于压实的土是粘土,在潮湿状态,这种土不稳定,并容易发生剪切。粘土的特点是液限大,最佳含水量,而最大干密度小,压实的粘土具有良好的不透水性。

(4)土质的变化。这是要随时注意的问题,不同的土质其最大干密度和最佳含水量是不同的不注意这一点,始终用一个最大干密度标准,采用同一种压实机械,同样的碾压遍数和松铺厚度,会出现压实度始终达不到要求。

(5)进行击实试验是,取样一定要有代表性,使起确定的最大干密度和最佳含水量具有指导性。

总之,在高等级公路路基施工过程中,采用几种不同的方法排除不利因素。特别是含水量,虽然难控制,但很重要,针对上述提出的几个问题加以注意,压实度是完全可以达到设计要求的。

参考文献

- 1 沙庆林.公路压实与压实标准.人民交通出版社,1998.
- 2 中华人民共和国行业标准.公路路基施工技术规范,1997.
3. 高速公路路基设计与施工.人民交通出版社,1998.

收稿日期:2003-01-20

邓春阳:男,1960年生,高级工程师;陕西,宝鸡市中国航空港建设第七工程队(721000)