

水泥稳定碎石施工级配及裂缝防治研究

李品寿

(常州工学院 常州市 213002)

摘 要: 从高速公路水泥稳定碎石层的材料级配入手,介绍了几种集料级配方法及效果。所举实例均仅采用 5% 水泥剂量,对 P.O 32.5 级水泥和 P.O 42.5 级水泥的使用列出试验结果,以供读者在不同荷载条件下选用时做参考,同时对裂缝的防治提出了意见。

关键词: 水泥稳定碎石; 级配; 裂缝防治

随着国民经济的发展,我国高速公路的建设正以前所未有的速度迅猛发展,对工程质量的要求也越来越高。水泥稳定碎石层被选用作为高等级公路的主要承重层越来越多,本文以几条高速公路路面工程施工中对水泥稳定碎石层的认识和体会来与同行切磋,期盼博采众长,共同提高。

1 关于水泥稳定碎石基层的材料级配问题

材料级配是保证工程施工质量首要考虑的问题,水泥稳定碎石集料级配要符合有关规范。目前,在实际施工操作中各施工单位不尽雷同,有的按 3 种粒径掺配,有的按 4 种粒径掺配,其区分就在于将 0~4.75 mm 颗粒材料是作为 1 种粒径来掺配,还是再细分为 0~2.36 mm 和 2.36~4.75 mm 2 种粒径材料来进行掺配。下面就表 1 所示不同粒径材料掺配后对质量效果产生的影响进行比较。

表 1

材料类别	1 号	2 号	3A	3B	4 号
粒径/mm	9.5~31.5	4.75~9.5	0~4.75	2.36~4.75	0~2.36

1.1 3 种粒径掺配

3 种粒径是指 9.5~31.5 mm、4.75~9.5 mm、0~4.75 mm 粒径的碎石。轧石厂用筛网加工成以上 3 种规格碎石,施工单位在允许的级配范围内可以予以调节,从而提高其密实效果。3 种粒径碎石掺配,级配曲线基本上是在级配范围的上限和下限之间。其中细集料由于是自然合成,曲线摆幅表现比较

活跃,同时接近中值,线形呈“S”形,如图 1 所示。

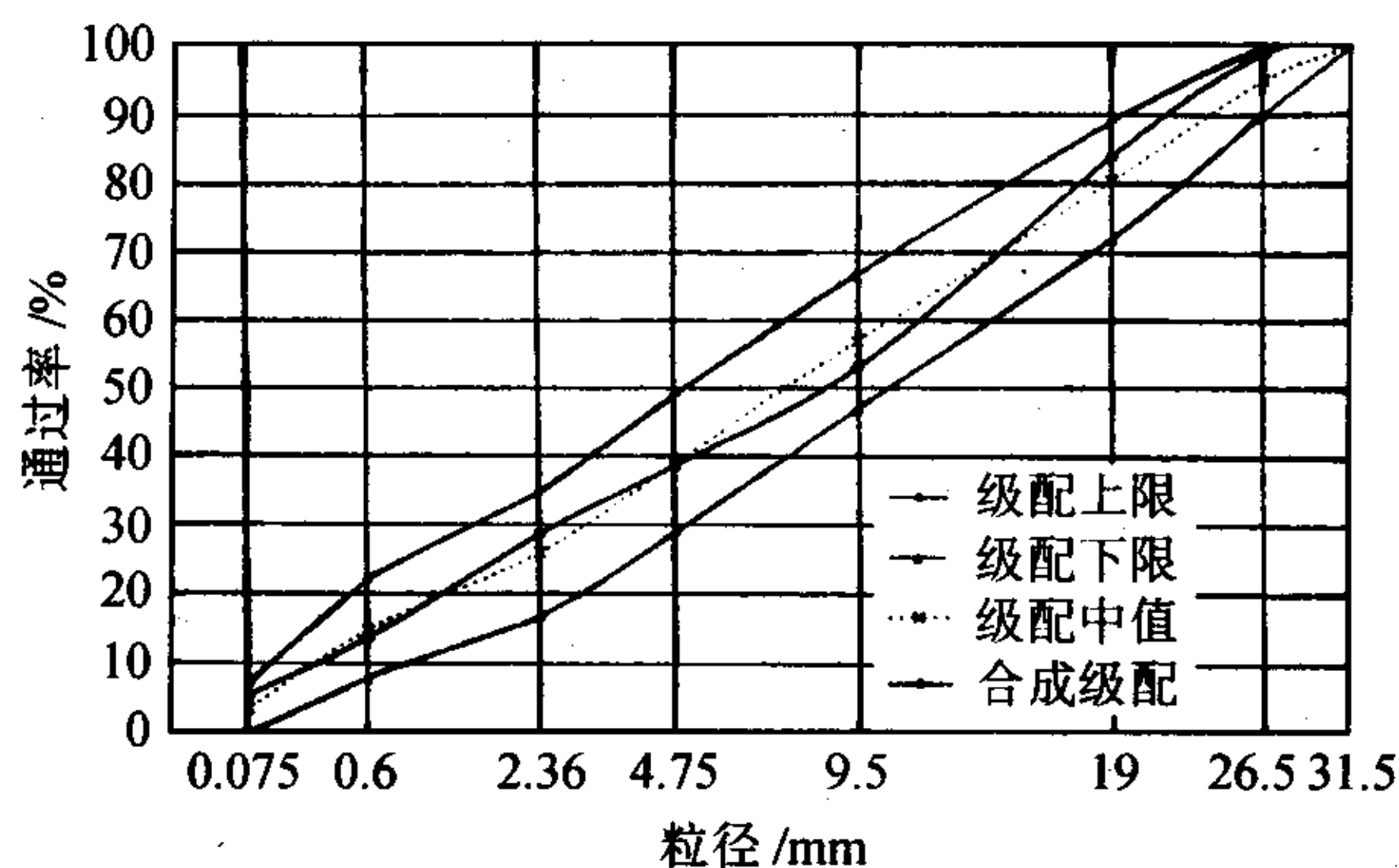


图 1

1.2 4 种粒径掺配

有的施工单位按 4 种粒径进行掺配,将材料分为 9.5~31.5 mm、4.75~9.5 mm、2.36~4.75 mm、0~2.36 mm 4 种规格。按 4 种粒径掺配的方法比较容易使级配曲线接近中值。从级配曲线图上看,“S”形曲线较平稳、圆滑,曲线在中值线左、右摆幅明显减少,如图 2 所示。

用 3 种粒径材料或 4 种粒径材料合成级配,从级配效果上来讲是一样的。因为,它们的级配曲线都在规范的上、下限范围之内;从施工 7 d 后钻芯取样来看,芯样都完整;无侧限抗压强度试验也证实上述 2 种掺配方法的试件强度均达到标准。因此,对 2 种掺配方法的选用不必过分厚此薄彼,重要的是要注意控制好细集料及其粉尘含量,特别是含泥量不能超过标准。根据对几个工地的调查研究,发现有材料供

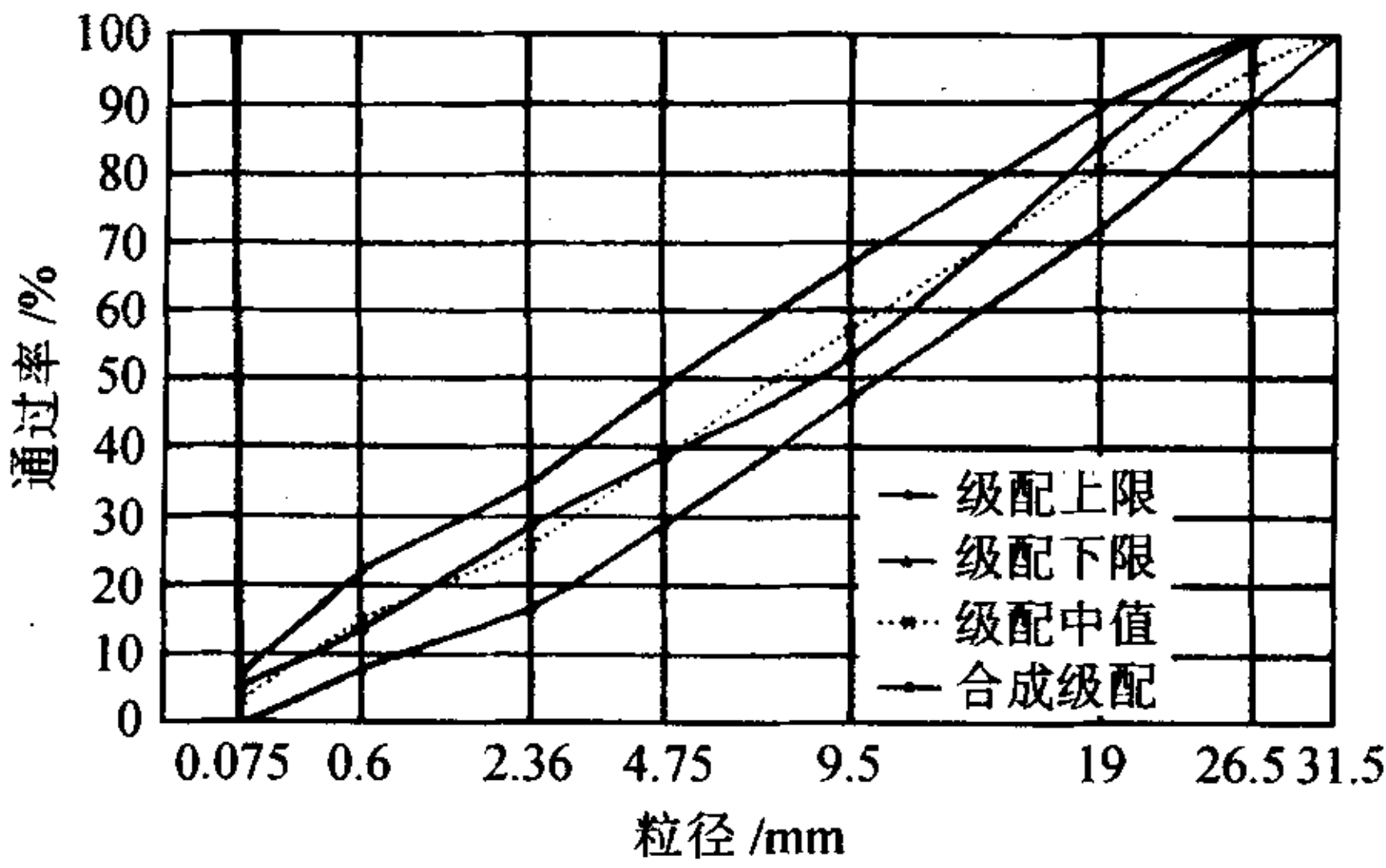


图2

应商缺乏职业道德,在细集料供应上以次充好,表现为0~2.36 mm 粒径碎石用风化石和软石等不良材料加工,呈白色、乳白色、黄色、粉红色等等,与粗集料有截然不同的色差。如果使用此种不良材料,必然导致强度低,达不到规定的技术标准,表面容易松散。检测人员对这种粒径的材料尤其要关注。在合成级配曲线上,不必过分追求所有数值都取中值,因为如果所有数值都取中值,势必引起作为集料骨架的粗集料数量不足。因此,根据施工实践,建议水泥稳定碎石集料的合成级配曲线以“S”形为妥。

1.3 用天然砂取代部分细集料掺配

为减少细集料中粉尘含量,同时控制好含泥量,解决人工轧制的细集料跟不上施工需要的问题,在某一高速公路路段利用长江砂取代部分细集料进行掺配,取得较好效果。其方法是在细集料中掺加50%中、粗天然砂,级配效果如图3所示。

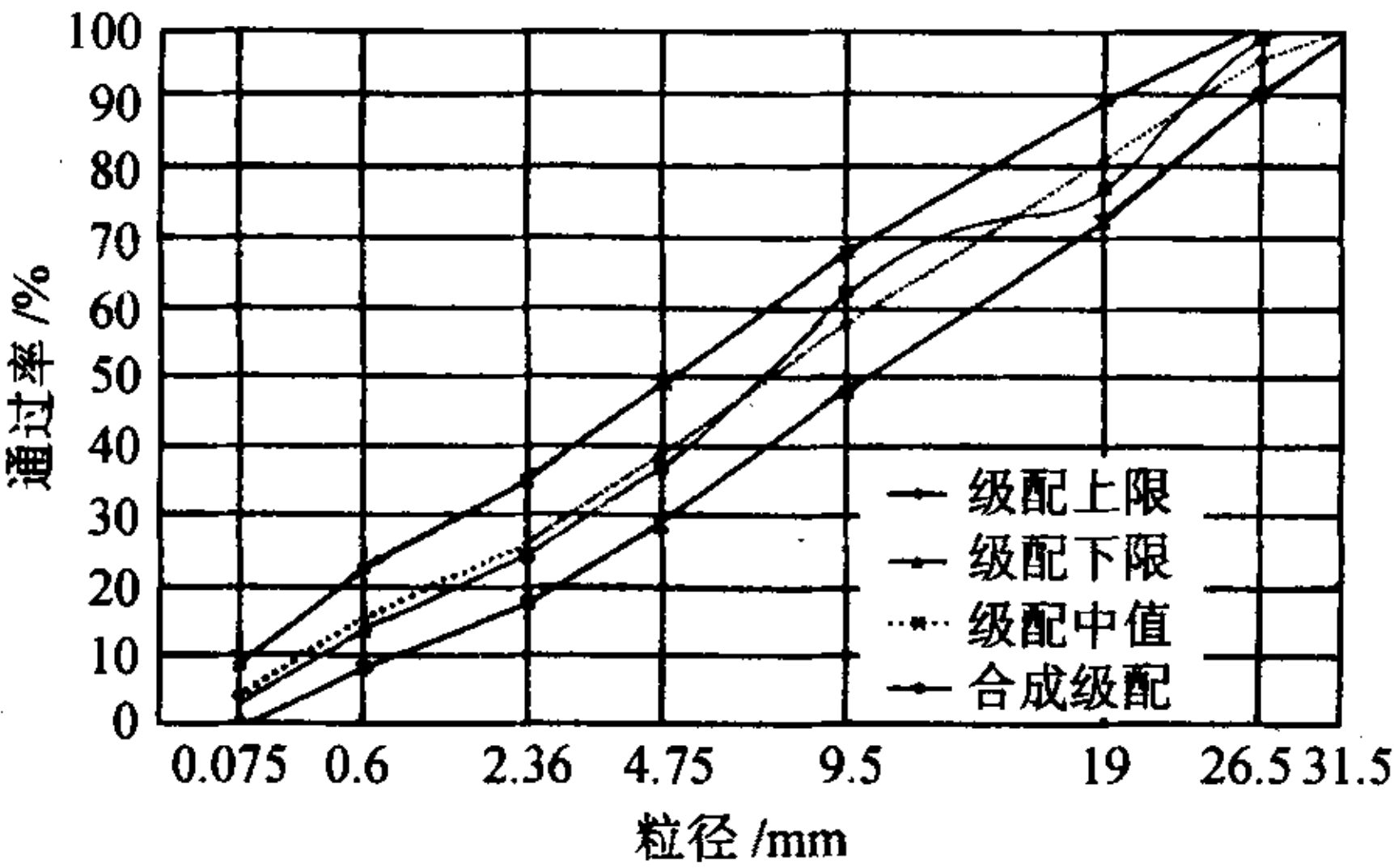


图3

在水泥稳定碎石的材料级配中,细集料占有一定比例,而施工时细集料是监控重点。现在检测的方法主要是用水洗筛分法控制0.075 mm 以下筛孔的通过量。要保证细集料的材料质量,原材料的选用非常重要。如果细集料供不应求,则可考虑用部份中、

粗天然砂来替代。这样做一是基于中国的大江、大河盛产天然砂,这些砂经过流水长途搬运和冲刷,其含泥量和粉尘含量完全符合技术要求,质地坚硬;二是用一定比例的天然砂,它在整个水泥稳定碎石集料中所占的比例仅仅还只是一小部分,它与粗集料掺配后,在固结料的作用下,经过重型压路机械的碾压,能够确保密实度。天然中、粗砂只要掺配恰当,经碾压、养护后,水泥稳定碎石强度指标也有保证;经过规定的养生期,现场钻芯取样表明芯样同样完整。

1.4 在用天然砂的集料中掺配适量粉煤灰效果更佳

粉煤灰由过去难以处置的工业废渣变成为建筑工程中有多种用途的建筑材料,是经过人们较长时间的探索,并经实践认识到它是一种有广泛实用价值的建筑材料。由于粉煤灰主要成份为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO ,决定了它在公路基层施工中也有着积极意义。如果在用天然砂掺配的水泥稳定碎石集料中掺配一定数量的粉煤灰,则效果更好。表2 所列为实验数据。从实验中可以明显看出:一是延缓了水泥稳定碎石成型时间;二是强度有了提高;三是增加了施工中和易性,不容易产生材料离析现象,同时也使抗冻性有所改善。值得一提的是,在试件制作方面,掺配了粉煤灰的水泥稳定碎石试件可立即脱模,这是不掺粉煤灰的水泥稳定碎石试件制作时所不易做到的。

表2 掺粉煤灰的水泥稳定碎石实验数据

集料比例	7 d 无侧限抗压强度 R_c			
	\bar{R}_c/MPa	S	$C_v/\%$	$R_{c0.95}/\text{MPa}$
1号:2号:混合砂: 粉煤灰=31:35:28:6	5.9	0.891	15.1	4.4

注:混合砂为50%中、粗江砂+50%(0~4.75 mm)碎石; S 为标准差; R_c 为无侧限抗压强度; C_v 为偏差系数; \bar{R}_c 为强度平均值; $R_{c0.95}$ 为95%概率的值;水泥品种为P.O 32.5级,水泥:集料=5.0:100。

2 施工实践成果

由于各地所生产的碎石材料中不同粒径的碎石所占比例不会很一致,因此水泥稳定碎石施工级配不会雷同,只要符合有关技术规范,效果基本上能满足技术要求。从几条高速公路路面基层施工现场钻芯取样观察,所取芯样均密实完整。表3 是几条高速公路几个不同标段的试验成果(每标段实际摊铺里程在18~25 km 之间),以供参阅。

表 3

标段	$\frac{\rho_{dm}}{g/cm^3}$	$w_0/\%$	集料比例(括号内为材料产地)	7 d 无侧限抗压强度 R_c			
				$\overline{R_c}/MPa$	S	$C_v/\%$	$R_{c0.95}/MPa$
A	2.34	5.2	1号(宜兴):2号:3B(皖):4号=45:20:25:10	4.6	0.481	10.6	3.8
B	2.31	5.6	1号(荻港):2号:3A(镇江)=34:32:34	4.4	0.390	8.9	3.8
C	2.34	5.4	1号(皖):2号:3B:4号:砂(鄂)=38:32:5:10:15	4.8	0.532	11.1	3.9
D	2.30	5.8	1号(宜兴):2号:3A=33:30:37	4.4	0.225	5.1	4.0
E	2.35	5.4	1号(宜兴):2号:3A:砂(长江)=37:33:15:15	4.7	0.460	9.8	3.9
F	2.33	5.2	1号(溧阳):2号:3A=34:29:37	4.4	0.360	8.2	3.8

注: ρ_{dm} 为最大干密度; w_0 为最佳含水量;水泥品种为P.O 32.5级,水泥:集料=5.0:100。

在交通流量较大和车辆荷载较大路段,对路基强度要求就更高一些。在这种情况下,可用标号稍高一点的如P.O 42.5级水泥进行施工,水泥稳定碎石

基层的强度有明显提高。表4为某条高速公路采用P.O 42.5级水泥进行路面基层水泥稳定碎石层施工的实验情况,供参阅。

表 4

$\rho_{dm}/(g/cm^3)$	$w_0/\%$	集料比例	7 d 无侧限抗压强度 R_c			
			$\overline{R_c}/MPa$	S	$C_v/\%$	$R_{c0.95}/MPa$
2.33	4.8	1号:2号:3B:4号=35:23:8:34	5.8	0.413	7.1	5.1

3 水泥稳定碎石基层裂缝问题的探讨

水泥稳定碎石层在施工中必然会遇到裂缝的问题。对裂缝问题的探讨存在一个问题的2个方面:如何减少水泥稳定碎石层的裂缝,是我们所要研究的问题的一个方面;怎样处理出现的裂缝更为稳妥是问题的另一个方面。

3.1 减少水泥稳定碎石裂缝的措施

众所周知,如果沥青混凝土面层表面发生因为水泥稳定碎石基层的反射裂缝,即使是极少数的裂缝,也会对路面的质量和使用状况产生极大影响。因此,研究水泥稳定碎石基层施工质量控制的技术措施具有重大意义。目前的控制措施是在满足设计强度的基础上限制水泥用量;在减少石料含泥量的同时,限制细集料、粉料用量;根据施工时气候条件控制含水量。其具体要求为:水泥含量不应大于5.5%;严格控制集料中0.075 mm以下颗粒含量;含水量不宜超过最佳含水量的1%等等。现在还有用3%~3.5%低剂量水泥稳定碎石来作为底基层的情况,这些都是为了减少裂缝的措施。

3.2 目前对裂缝的处理方法

作为路面的主要受力结构层,由于水泥稳定碎石所用水泥是人造水硬性胶凝材料,在大面积施工后出现有规律的裂缝是不奇怪的(这里不包括因路基下沉,构造物下沉,以及由于土路基施工时间过于

仓促、使土方工程未能成形稳定、形成路基上的裂缝而引发在水泥稳定碎石层上的反射裂缝等)。这种与路面车道中心线基本相垂直,每隔8~20 m出现的横向裂缝,目前采取的处理措施一般视裂缝宽度情况,对细窄裂缝灌注乳化沥青,对略微宽一点的裂缝则灌注热沥青,用土工格栅在裂缝两侧超过50 cm宽度范围加以粘固处理,然后再做沥青下封层。

3.3 对水泥稳定碎石基层施工后进行切缝和不切缝的2种做法

3.3.1 采用切缝的做法

对水泥稳定碎石基层施工后适时进行切缝,使出现的裂缝更有规律性,应该讲这种办法是可以的。即每隔20 m横向切缝,然后灌注沥青材料,再用土工格栅粘固处理。但由于水泥稳定碎石基层水泥含量有限,切缝过程中采用水冷却刀片,容易使碎石飞散和脱落,实际施工中采用得不多。

3.3.2 采用不切缝的做法

对水泥稳定碎石基层施工后不进行切缝,而让其自然生成,使裂缝有充分暴露的时间,然后针对出现的裂缝进行处理,是施工中更多采用的方法。根据几年时间的观察统计,如果水泥含量控制在5%±0.5%左右,那么水泥稳定碎石基层出现温缩裂缝的季节一般发生在深秋。在有冬季的地区,在雨雪来临之前,裂缝已基本暴露,并且在发生过裂缝的附近,

文章编号:0451-0712(2006)04-0155-05

中图分类号:U416.1

文献标识码:B

某高填方软土路基特殊路段处治方案比选

容耀华

(江门市公路勘察设计院有限公司 江门市 529000)

摘 要: 某公路沿线多为软土路基,其路堤填筑高度在2~8 m 间,属高填方和超高填方路堤,且有约10 km 与某江堤并行等高,因此,设计在充分考虑路基稳定和工后沉降的同时,必须考虑施工对该江堤的影响。基于此,借助于数值模拟手段,对路堤与江堤并行特殊路段的处治方案进行模拟,重点研究了路堤施工过程路基的变形及其对江堤安全的影响。通过对不同设计方案计算结果的分析,从安全可行及经济的角度进行了方案的比选,从而确定了最终设计方案。

关键词: 软土路基; 江堤; 高填方; 数值模拟; 变形; 设计方案

我国南方某公路按一级公路标准设计,路线全长约25 km,路基宽度为29.5 m,双向六车道,其中约10 km 与某江堤并行等高。公路沿线大部分为鱼塘、水田,路堤填筑高度在2~8 m 之间。

由于该公路所处位置的特殊性,在地基处理施工过程中要确保江堤的安全,并尽可能把施工对江堤的影响降到最小,因此,软土路基处治的设计必须以江堤的安全稳定为前提。

基于上述原因,本文用数值模拟手段,对路堤与江堤并行路段的软土路基处治方案进行模拟,重点模拟了不同处治方案路基施工过程中对江堤变形的影

响。通过对不同处治方案计算结果的分析,从安全可行及经济的角度进行了方案的比选,从而确定了最终设计方案。

1 设计方案

1.1 地层特性

本工程地层自上而下分为:层①,高液限粘土,平均厚度为2.6 m;层②,淤泥、淤泥质土,平均厚度为18 m;层③,高液限粘土,平均厚度为3 m;层④,低液限粘土,平均厚度为6 m。其软土概括有如下特性。

(1)含水量高。淤泥质土含水量平均为49%,最

收稿日期:2006-02-16

不太可能有新的裂缝出现。因此,在出现裂缝的地方,用森林灭机吹净灰尘,对裂缝灌注乳化沥青或热沥青,并辅以土工格栅处理;在水泥稳定碎石层上铺沥青下封层,然后摊铺沥青混凝土面层。这是一种处理裂缝的有效措施。

3.4 探索解决水泥稳定碎石基层裂缝问题的新途径

为了避免水泥稳定碎石基层有可能产生对路面沥青混凝土层不利的反射裂缝,除上述这些措施外,目前还有在半刚性的水泥稳定碎石基层上加铺一层柔性密级配的沥青碎石或者空隙率略大的大粒径开级配的沥青碎石层作为基层的方法,其厚度为10~12 cm。这对于确保在沥青混凝土面层上不出现反射裂缝和延长路面使用年限,无疑将会有积极的意义。

4 结语

高速公路上采用水泥稳定碎石基层日趋增多,由于我国幅员辽阔,地理条件和气候差异也较大,随着社会的发展、技术的进步,人们对工程追求高质量、高品位是社会文明的表现,同时也对建设、设计、科研、施工、监理单位提出了不少新的要研究的课题。愿业内人士对水泥稳定碎石基层的研究和应用随着国民经济发展,在高速公路建设中更深入、普及和得到提高。

参考文献:

- [1] JTJ 037-2000,公路路面基层施工技术规范[S].
- [2] JTG F80/1-2004,公路工程质量检验评定标准(土建工程)[S].