

文章编号: 0451-0712(2004)07-0053-03

中图分类号: U414.18 文献标识码: B

高寒地区水泥混凝土路面配合比设计

赵尚传¹, 周正德², 王建良², 朱建平²

(1. 交通部公路科学研究所 北京市 100088; 2. 青海省公路建设管理局 西宁市 810008)

摘要: 针对高寒地区的气候特点, 从减小收缩、防止断板、提高抗冻性能的角度, 论述了水泥混凝土路面配合比设计中应该注意的问题。

关键词: 高寒地区; 水泥混凝土路面; 配合比设计

高寒地区的气候特点一般干燥多风, 寒冷缺氧, 冬长夏短, 四季不分明, 地区降雨分布差异显著, 空气稀薄缺氧, 含氧量比海平面少 30% 左右, 昼夜温差和年温差极大, 以青海省 214 线姜清段为例, 年温差可达 60~70 °C, 气候条件非常恶劣, 给水泥混凝土路面施工和正常使用带来了严峻的考验。214 线水泥混凝土路面施工配制强度一般要求不低于 5.0 MPa, 采用现在生产的水泥以及外加剂技术很容易做到。控制水泥混凝土的弯拉强度已经不是 214 线水泥混凝土路面配合比设计的难点, 而适应 214 线高寒的气候特点, 减少施工过程的断板率、提高路面抗冻耐久性、保证路面良好的使用状态才是高寒地区水泥混凝土路面配合比设计中的重点。

1 材料选择

1.1 水泥

引气混凝土的配制应采用不低于 32.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥, 不宜采用矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰水泥。因为矿渣和粉煤灰能大幅度降低水泥混凝土的含气量, 而矿渣水泥和粉煤灰水泥中的矿渣和粉煤灰的含量难以确定, 而且各批次又不一致, 这为确定引气剂的合理掺量带来困难。如确需掺加粉煤灰或矿渣, 可以采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥掺加粉煤灰或矿渣的方法, 根据需要确定粉煤灰或矿渣的掺量, 然后掺加引气剂。此时, 引气剂的掺量需增加, 增加量视粉煤灰或矿渣掺量而定, 此时采用的水泥标号应不低于 42.5 级。

收稿日期: 2004-03-16

裸露粗集料的降低噪音的主要原理: 一是, 汽车发动机噪音的漫反射; 二是, 车轮与路面气流旋涡的不规则干涉耗散, 降低噪音。

噪音作为舒适性的一项内容, 在我国目前尚未提到议事日程, 原因是我国对高速公路噪音标准没有强制规定。在某些发达国家则不同, 高速公路上产生的噪音是有强制性标准要求的, 不在路面上降低噪音, 就必须在高速公路两侧设置隔音设施。在某些场合, 路面降低噪音的代价要小于在高速公路两侧设置隔音墙等工程设施。

高速公路低噪音水泥混凝土路面的理论、施工技术和实现方式, 我国已经掌握。问题是目前除了市政路面外公路工程上尚未有需求。一旦有此需求, 就

可以使用滑模摊铺机来生产。

参考文献:

- [1] Michael S Janoff. Pavement Smoothness. NAPA, 1994.
- [2] M D Jane. Low Noise Concrete Pavement. 7 International Road Conference, 1992.
- [3] JTJ D40-2002, 公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [4] JTJ F30-2003, 公路水泥混凝土路面施工技术规范[S].
- [5] JTJ/T 037.1-2000, 公路水泥混凝土路面滑模施工规程[S].
- [6] 傅智. 高速公路滑模摊铺水泥混凝土路面平整度研究[J]. 公路, 1997, (4).
- [7] 傅智. 水泥混凝土路面舒适性研究[J]. 公路, 2000, (1).

尽量选用弯拉强度较高、水化热不太大、安定性合格的水泥。高寒地区施工时,应尽量平衡水泥混凝土内部和外部的温度。如果内部温度太高,而外部温度较低,板内外温度梯度大,则产生的温度应力大,容易产生断板。另外,水化热大的水泥一般凝结硬化快,塑性阶段短,弹性模量增长迅速,拉应力早期增加幅度大,也容易造成水泥混凝土板开裂。通常可以在水泥中掺用部分 10%~20% 的一级或二级粉煤灰,在降低水泥水化热的同时增强水泥混凝土路面的抗冻、抗渗等耐久性能。可以使用热水、加热骨料等方式以保证水泥水化所需要的温度。

1.2 粗集料

不同粗集料由于其硬度不同,温缩系数也有所差异。一般而言,硬度越大,温缩系数越小。常见岩石温缩系数从大到小的顺序为:砂岩、页岩、玄武岩、花岗岩、石灰岩、石英岩。考虑到工程造价,一般采用当地或附近材料,但是所用的粗集料必须保持洁净,按不低于二类集料的要求严格控制含泥量、泥块含量和石粉的含量。

1.3 细集料

采用中粗砂,细度模数不宜小于 2.6,必须保持洁净,按一类集料的要求严格控制含泥量、泥块含量。如果采用机制砂,则要严格控制石粉含量,必要时须用水冲洗。

1.4 外加剂

由于水灰比较小,为保证施工过程中水泥混凝土拌和物的工作性必须掺用高效减水剂。减水剂种类需要认真选择,掺加后不能导致水泥混凝土泌水、离析,而且能够增加水泥混凝土拌和物的保塑性,初凝时间一般控制在 4~5 h,否则保塑不好。同时,使用的减水剂不至于引起水泥混凝土太大的收缩。为增加高寒地区水泥混凝土的抗冻性,最好使用引气剂,实践表明,在水泥混凝土中引入 5%~6% 的含气量,水泥混凝土的抗冻性会大幅度提高。青海省 214 线部分水泥混凝土路面标段采用了引气型高效减水剂,在降低用水量、增加保塑性、抗泌水离析、改善抗冻性等方面效果较好。

1.5 粉煤灰

可以使用部分粉煤灰取代水泥,降低水化热,提高抗冻、抗渗等耐久性能,取代量不宜超过 20%,所用粉煤灰必须保证质量,达到一级灰或二级灰的要求,不得使用三级及等外灰,否则,不仅于路面质量无益,反而有害。在高寒地区铺筑水泥混凝土路面掺

用粉煤灰,水泥标号不低于 42.5 级。

2 配合比设计

高寒地区水泥混凝土路面配合比设计方法与普通水泥混凝土设计方法基本相同,可以按体积法或密度法进行计算,但是应该注意高寒地区水泥混凝土拌和物需要掺加引气剂,含气量比较大,对混凝土视密度的影响比较显著,在混凝土配合比计算和试调过程中应计入混凝土中含气量的体积,消除含气量对视密度的影响。由于体积法中直接考虑了含气量所占的体积,因此按体积法计算比较简洁。另外,在水泥混凝土拌和物满足相应的施工方式如滑模施工、三辊轴施工、小型机具施工等施工性能要求的前提下^[1],结合高寒地区的气候特点,在配合比设计方面还应注意尽量减小水泥混凝土收缩、提高抗冻耐久性。

2.1 水泥用量

水泥用量增加,水泥混凝土弯拉强度明显提高。表 1 是一组 214 线某段的试验数据。

表 1 水泥混凝土弯拉强度与水泥用量的关系

水泥用量/kg	用水量/kg	弯拉强度/MPa	
		7 d	28 d
288	130	3.9	
320	130	4.6	5.53
352	130	5.0	

注:水泥为 PO32.5。

为减小拌和物塑性收缩量,降低水化热,减小板体内外温差,降低温度应力,水泥用量不宜太大。但从水泥混凝土抗渗性、抗冻性等耐久性角度考虑,水泥用量又不能太小,对 42.5 级的水泥,单位水泥用量不得小于 320 kg,对 32.5 级水泥,单位水泥用量不得小于 330 kg;如果掺加粉煤灰,对 42.5 级和 32.5 级的水泥,单位水泥用量分别不得小于 260 kg 和 270 kg。

2.2 粗集料级配

粗集料级配的好坏不仅直接影响水泥混凝土的密度和强度,而且影响水泥混凝土的收缩率。从弯拉强度角度,粗集料粒径越小,弯拉强度越高,而从减小收缩率角度,粗集料粒径越大、用量越大,水泥混凝土的干缩越小。为适应高寒地区大温差、大湿差的特点,尽量减小水泥混凝土的收缩,在满足结构尺寸、拌和物泌水、离析等要求的前提下,尽量采用大

粒径、大用量的粗集料,但受水泥混凝土弯拉强度的限制,粗集料最大粒径一般应控制在 31.5 mm,粗集料的用量满足体积充填率不小于 70%。另外,从减小水泥混凝土收缩的角度,在粗集料级配方面,较大粒径的粗集料累计筛余量应接近规范规定的上限,较小粒径的粗集料累计筛余量接近下限,通过粗集料形成骨架、细集料和砂浆填充孔隙,将水泥混凝土设计为骨架密实结构。

2.3 砂率

应保证水泥混凝土拌和物的和易性,但不能太大,以避免浆体太多,产生干缩性裂缝。在做坍落度试验时,拔掉坍落度桶,边上的混凝土表面不能看到粗骨料,否则需要加大砂率;在振捣时,表面砂浆也不能过厚,否则需要减小砂率。针对不同的路段、不同的原材料和水灰比及减水率,适宜的砂率应通过试验确定。在青海省境内 214 线,水泥混凝土拌和物的砂率控制在 34%~37%,同时采用高效减水剂以增加水泥混凝土拌和物的和易性,坍落度基本上在 3~5.5 cm 范围内,以满足施工的和易性要求。

2.4 水灰比

水灰比越小,拌和物的塑性收缩量则越低,研究表明^[2],当水灰比降低 0.01 时,相应的收缩值降低 5×10^{-6} ,收缩应力降低 0.1 MPa。因此,在满足施工和易性的条件下,尽量选用较低的水灰比,减小塑性收缩量。同时,水灰比越小,弯拉强度越高,见表 2。

表 2 水泥混凝土弯拉强度与水泥用量的关系

水灰比	弯拉强度/MPa	
	7 d	28 d
0.45	3.9	4.68
0.41	4.6	5.53
0.37	5.0	5.95

注:水泥为 PO32.5。

从抗冻、耐磨等耐久性角度,高寒地区水泥混凝土路面水灰比应满足表 3 的要求^[3],切忌在施工过程中随意向水泥混凝土拌和物中添加水。

2.5 含气量

含气量在高寒地区水泥混凝土配合比设计中也

表 3 高寒地区水泥混凝土路面水灰比要求

公路等级	高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
最大水(胶)灰比	0.44	0.46	0.48
抗冰冻要求最大水(胶)灰比	0.42	0.44	0.46
抗盐冻要求最大水(胶)灰比	0.40	0.42	0.44

应加以考虑,这不是从强度角度,而是从抗冻角度要求的^[4]。引气混凝土的含气量比较大,对水泥混凝土视密度的影响比较显著,在水泥混凝土配合比计算和试调过程中应计入水泥混凝土中含气量的体积,消除含气量对视密度的影响。拌和物含气量一般控制在 5%~6%之间。另外,掺加引气剂还可以增加水泥混凝土拌和物的保塑性,降低收缩率比。试验表明,引气量在 4%以上时,水泥混凝土 28 d 收缩率比在 98%左右;引气量在 5%以上时,28 d 收缩率比在 95%;含气量超过 6%,28 d 收缩率比可达 94%。这将非常有利于减小水泥混凝土的干缩,防止开裂,改善耐久性。

3 结语

高寒地区水泥混凝土配合比设计方法可以采用普通水泥混凝土配合比设计方法,但应注意高寒地区要求水泥混凝土的含气量比较大,在水泥混凝土配合比计算和试调过程中应加以考虑。在现代水泥生产工艺和外加剂技术的条件下,水泥混凝土弯拉强度的配制已经不是水泥混凝土配合比设计中的难点,在高寒地区的水泥混凝土配合比设计中,应该根据其气候特征和环境条件,主要从防止水泥混凝土板开裂和耐久性角度进行设计,合理调整各配合比参数。

参考文献:

- [1] 李红,等. 路面水泥混凝土配合比设计要求[J]. 公路,2003,(7).
- [2] 慕万奎,等. 混凝土配合比对收缩断板的影响[J]. 黑龙江交通科技,1998,(2).
- [3] JTG F30-2003, 水泥混凝土路面施工技术规范[S].
- [4] 吕丽华,等. 抗冻混凝土配合比设计[J]. 低温建筑技术,1997,(3).