

文章编号: 1001-7291(2000)06-0047-03

文献标识码: B

应用聚丙烯纤维网混凝土 修复旧水泥路面初探

4416, 216
4418, 6

47-49

● 刘中辉 ● 乐积贤 (福建省三明市公路局 三明 350000)

【摘要】 公路先行工程修建的旧水泥路面已开始大面积破碎损坏, 急需修复罩面。经过大量试验和比较, 应用聚丙烯纤维网混凝土加铺层并辅以路基压浆加固等方法修复了旧水泥路面, 探索了一些新材料和新工艺。介绍加铺纤维网混凝土的设计、试验和施工实践。

关键词 纤维网混凝土 修复 路面 水泥路面 公路, 聚丙烯

国道205线沙县青州至三明段(k 2 161+600~k 2 222+006, 除南平插花路段1.756 km, 属三明公路局养护58.65 km)于90年代中期列入公路先行工程, 由原三级公路改造为二级公路, 路面由原来的沥青路面改造为水泥混凝土路面。鉴于当时工期紧、经验不足和管理不周, 使用不到一年即出现大面积损坏。公路局为修补严重损坏路面, 连续投资432.5万元, 置换38 902 m²的水泥混凝土板块。但往往一边还没修复通车, 另一边已被压得七跷八裂。据工前调查, 该路段的水泥板块破损率达32.9%, 其中最严重的一公里破损率达53.3%。

1 方案的选择

水泥混凝土路面破损往往是多种病害的综合反映。水泥混凝土路面的大修措施有三类: 翻修、加铺沥青混凝土面层和加铺新水泥混凝土面层。

水泥路面的翻修是最简单易行的办法, 但需要大量击碎旧路面、振实路基、重新铺设基层和面层。沿途的弃碴处理和施工期间维持交通是本工程的重点, 且半幅的路基碾压、浇捣养生、与另半幅的衔接是难点, 其费用势必高于原路面的铺设。往年置换板失败的教训证明, 翻修水泥路面在此不是理想的候选方案, 但可在损坏率不太严重的路段采用。

加铺沥青混凝土面层, 可利用旧水泥路面作为基础, 上面覆盖柔性路面。这种方案既减少了弃碴的污染, 又因加铺层薄(8 cm), 便于村镇街道的加铺以及加铺层与路肩的衔接, 对于桥涵顶的加载问题也较容易处治。但为克服旧水泥路面裂缝的反射必须设置土工布隔离层, 其总造价相对较高, 可作为本工程的

备选方案。

加铺新水泥混凝土面层, 既可利用旧水泥混凝土路面作为基层, 又不改变路面性质。如果新旧混凝土结合得好, 上下锯缝处理得好, 采用新材料、新工艺, 在旧路面上加铺较薄的水泥混凝土, 可大大改善面板的平整度、耐磨性和抗折强度, 还可加快工程进度、节省资源、减少污染、降低造价、达到保证质量的目的。所以本方案作为该路面整修的主选方案。

2 方案的设计

《公路水泥混凝土路面设计规范》规定: “在对旧混凝土路面设计加铺层前, 必须进行详细的技术调查”。因此, 对原有公路的年平均日交通量, 交通组成及增长率; 公路修建, 养护技术资料; 原有路面结构、宽度、厚度及路拱情况; 原有路面状况的评定分级; 路基填土高度、地下水位、板下脱空情况和路基密实度等情况进行调查, 然后再制订修复方案。事实上, 经过调查, 待修路段全长58.65 km的水泥路面无一公里“优”、“良”等路, 仅有5.32 km为“中”、8 km为“可”, 其余45.3 km的均为“差”等路。

根据调查情况, 决定对破损率最为严重的k 2 173~k 2 193加铺新水泥混凝土面层, k 2 193~k 2 198加铺沥青混凝土面层, 其余路段进行置换板翻修。

本文简要介绍加铺新水泥混凝土面层的设计。

经测定, 全段路线原混凝土板平均厚度为: $h = 20.24$ cm、标准差 $\delta = 1.58$ cm、混凝土板最小厚度 $h - \delta = 18.66$ cm。

旧混凝土路面板的抗折强度取样试验后平均值为4.5 MPa, $\delta = 0.30$ MPa, 计算中弹性模量取 $E_e = 3 \times$

10⁴ MPa。

全线对三种典型路段(较好、板有裂缝但未破碎和板已破碎)进行承载板试验。在行车轨道即距路面边缘约 1.5 m,沿路线方向的水泥板块中点设置承载板和千斤顶,加载后进行弯沉测定。测定结果如表 1。

表 1 弯沉测定结果

路段	回弹变形 (0.01 mm)	平均值 (0.01 mm)	标准量 (0.01 mm)	计算回弹弯 沉值 (0.01 mm)
较好	12,19,24,12,1,14, 9,3,5,27	13	9	28
板有裂缝 但未破碎	14,38,29,45,19,47, 24,30,29,57,22	32	13	53
板已破碎	37,42,89,35,78,67, 115,62,94,65	69	26	112

日平均交通量:中型载货车 1 047 辆/日;大型载货车 325 辆/日。中型载货车以东风 EQ140 为代表,其中空载率为 40%,超载车辆占实载车辆的 50%;大型载货车以黄河 JN150 为代表,折算为每昼夜标准轴载作用次数(双向)为 824 轴次/日。设计使用年限为 20 年。交通量年平均增长率 $r=2\%$ 。

经计算,在旧混凝土路面板上采用直接式加铺层,厚度为 12 cm 的聚丙烯纤维网掺膨胀剂的高强度水泥混凝土。

3 配合比试验——高性能纤维网混凝土的设计

加铺新水泥混凝土面层的方案,对工程材料提出较高的要求:抗折强度高、早期强度好、能控制和减少裂缝的产生、适宜的工程造价和便于普及推广的施工工艺。

骨料粒径的大小直接影响混凝土的抗折强度。粒径太粗势必大大降低混凝土强度,过多的针片状石子也不利于混凝土抗压和抗折。

砂料填充着石子空隙,其用量和粗细也应通过试验确定,过多和过少都会影响混凝土强度。

水泥在混凝土里起着胶结和润滑作用,是混凝土的关键材料之一。但水泥在凝结过程中会产生化学收缩,使混凝土产生内应力而脆性破坏,这是大体积混凝土致命的毛病。

水起着拌和、润滑及水化作用。过少的水使混凝土搅不透拌不匀,水泥也无法起到胶结作用。但过多的水在混凝土中会产生大量干缩孔隙,又大大削弱了混凝土的抗折强度。因此拌和用水要严格控制。

掺粉煤灰,含大量活性材料。二氧化硅(SiO_2)和氧化铝(Al_2O_3)在煅烧后生成硅酸钙(C_3S)和铝

酸钙(C_3A),具有较好的润滑作用,可部分取代水泥,又能减少水的用量,是较好的常用外掺材料。但考虑本工程维持交通所需的早期强度,必须慎用。

高效早强型减水剂的使用既提高了早期强度,又减少了水的用量,是本工程必备的外掺剂。

使用膨胀剂以抵消混凝土内部的化学收缩,将收缩裂缝减至零,这样就能确保混凝土的正常受力抗裂。

纤维网是由聚丙烯合成的一束束交互织成纤维状的网线。若加入混凝土中搅拌,因受到水泥、砂石、骨料冲击,就会张开,成为一根根单独的纤维,以弯曲的形状均匀分布在混凝土中,使混凝土的整体性能得到改善。

纤维网在混凝土中起加强作用,可以取代金属网。它的主要功能:①抑制混凝土的塑性收缩龟裂;②提高抗冲击能力;③提高混凝土的坚韧性和延展性;④提高混凝土的抗渗性;⑤提高抗碎和抗磨损力;⑥防止受力钢筋的腐蚀。这些功能和特性正是水泥混凝土加铺层所需要的。

聚丙烯纤维网的物理性能:吸水性,无;比重,0.91 t/m³;纤维长度,12 mm~51 mm;熔点 160℃~170℃;燃点,590℃;导电性,低;导热性,低;抗酸、碱腐蚀能力,高;抗拉强度,560 MPa~770 MPa;杨氏弹性模量,350 MPa。具有重量轻、不会成团、便于施工、对机械无额外磨损等优点,且使用过程中不生锈、不露刺、耐酸抗碱、能用于抗电磁干扰的场所(如机场跑道等),具有一定的优越性。

采用上述材料进行不同配比、不同添加材料的多组试验,选择了如下配合比满足 C 35 的设计要求。试验结果达到 28 d 抗折强度 ≥ 5 MPa,7 d 抗折强度 ≥ 4.5 MPa。

表 2 各种材料用量(混凝土 kg/m³)

水	水泥	粉煤灰	砂	碎石	外加剂			纤维网	W/C
					FDN	膨 I	膨 II		
144	290	30	670	1 287	2.6	7	25	0.9	0.45

其中:水泥必须达到 425[#]普通硅酸盐水泥的各项品质要求;砂采用细度模数为 2.6~3.2 的中砂或粗砂偏细的河沙;石料最大粒径不超过 30 mm,严格控制针片状含量;粉煤灰必须达到一级或二级的品质要求。

4 施工要点

4.1 填方路基在施工过程中因条件所限,很难达到理想的密实度,工后沉降量较大。加上长期受自然环境及行车荷载的共同作用,这部分路基将会出现不均

匀沉陷。造成路面脱空、变形、裂缝等病害,严重影响行车质量。

在整治路面前,首先对路基采取压力灌浆。对经事前调查标注的压浆部位按规定压满纯水泥浆,至周围缝隙溢出浓浆,或压力达到 4.0 MPa ~ 5.0 MPa 为止。

压力灌浆是利用液压或气压通过注浆管将纯水泥浆液分层均匀地注入路基土体中,以充填、渗透和挤密的方式排出土颗粒间隙中的水分和空气,并占据其空间,使路基土体孔隙比减少、强度提高。经过一段时间后,浆液凝固,把原来路基松散的土颗粒或裂隙胶结成一整体,形成一个结构新、强度大、防水性能高和化学稳定性良好的“结石体”,从而达到加固路基、充填空间、预防病害的目的。

以纯水泥浆为灌浆材料、掺入水泥重量 1/3 的粉煤灰及 6% 的 I 号膨胀剂,这种浆液具有分散度、沉淀析水性、凝结性、热学性、收缩性、结石强度、渗透性和耐久性等主要性能,浆液的水灰比越大,结石体的强度越低,本工程采用 $W/C = 0.45$ 。

4.2 严重破碎、断角及沉陷的旧板应挖除,并用 C 25 水泥混凝土进行置换。铺筑面层混凝土的施工在置换板的混凝土浇筑完成 3 d 后进行。

4.3 旧板局部角陷断裂,采用在角陷处局部挖除旧板,用 C 25 混凝土置换。在铺面层时沿局部切割线横向布置直径 6 钢筋、间距 10 cm、钢筋长度为 80 cm ~ 100 cm。

4.4 对产生一条规则横向裂缝的旧板,或半块置换半块利用的旧板,宜沿缝两侧各 15 cm,每隔 50 cm 钻直径 14 mm、深 7 cm 的钯钉孔,将钯钉孔填满砂浆后,把去污除锈的钯钉插入孔内。钯钉采用直径 12 螺纹钢筋制作,弯钩长度不小于 5 cm。

在钯钉上面加铺直径 6 间隔 10 cm 的钢筋网,钢筋必须拔直、两端设弯钩、点焊成网,并与钯钉绑扎固定。通过这样处理,在浇捣混凝土面层后可有效地防止裂缝向上反射。

4.5 在路基压浆和旧水泥板处理完毕后,面层采用直接式加铺混凝土。旧路面必须凿毛并清洗干净,不得有浮渣。铺面层前用纯水泥浆涂刷,刷一段水泥浆(约 5 m),铺一段面层,随涂随铺,使新旧混凝土之间有粘结作用。

4.6 本设计水泥混凝土中外掺剂品种较多,除砂、石、水泥和水这 4 种基本材料以外,还有 5 种材料。

在配制搅拌过程中必须确保配料准确、用量适当。

4.7 正确采用加料顺序和二次加水方法,确保水灰比准确,以保证混凝土质量。施工中采用先加砂、水泥,然后是外加剂,再加碎石的方法,进料前搅拌机内加部分水,待进料搅拌一段时间后,再进行第二次加水。拌好的混凝土应抽检测定其坍落度,质量符合施工要求才出料。

4.8 严格控制拌和时间,一般强制式拌和机不得少于 90 s,自落式拌和机不得少于 150 s,最长不得超过最短时间的 3 倍。

4.9 浇捣时应尽量避开高温时间。8 月份选择夜晚低温施工、白天高温养护,有利于其施工、成型和养护。反之,在烈日下施工,容易造成混凝土水分大量散失,早期收缩形成裂缝。

4.10 直接式加铺层可不设拉力杆,但在胀缝处仍需设置传力杆以保证混凝土的纵向自由伸缩。

4.11 加铺层的锯缝必须与旧路面锯缝对齐,否则容易造成拉裂。如个别锯缝与原缝相差 10 cm ~ 20 cm,却在新路面上留下裂痕。原个别锯缝歪斜,新路面想予以校直,结果仍免不了露出旧裂痕。所以施工中注意这一点是非常重要的。

4.12 水泥混凝土路面应使用正规的灌缝材料,不能以一般路面沥青代替。

5 几点体会

5.1 修复旧水泥混凝土路面的办法多种多样,但往往受到外界条件的各种限制,必须从几方面考虑,选择一种能因地制宜、扬长避短的方案。

5.2 无论采取何种方案,坚实的路基是必要条件,如果光整治路面不加固路基,任何路面都会再次破坏。

5.3 精心施工是创优质工程的先决条件。

5.4 外掺材料根据其性能选择掺加,各有其质和量的要求,不能多多益善,而且还应考虑其经济性和普及性。本方案的水泥用量相对较少,其它外掺剂均为价格较低廉、用量较少和容易得到的一般性材料。

5.5 纤维网以其施工简便,不露外刺,不会生锈、抗化学作用、用量少、造价低等优越性而取代了钢纤维,同时还可在锚喷、水利等多种工程中使用。

5.6 本工程对各种加铺方案造价进行比较。从中可看出:在大面积加铺路面方案中,膨胀混凝土造价最省、纤维网混凝土造价居中偏下,两者可通过使用年限长短来评价其经济效益。