

高等级公路混凝土路面施工质量管理和监控

殷关虎

(广西地矿局,广西 南宁 530023)

摘 要 通过对钦—陆一级公路施工实践,论述了高等级公路施工中首先需建立完善的质量管理和质量信息反馈体系,做到层层把关、层层负责,加强质量管理和监控。严格监控原材料的质量和配合比,以及各施工工序的质量。

关键词 高等级公路 混凝土路面 质量监控

中图分类号 :U416.216 **文献标识码** :C **文章编号** :1000-3746(2000)03-0021-03

高等级公路混凝土路面由垫层、基层和面层 3 部分组成,在我国南方往往采用如下结构(从下而上):垫层为级配砂砾,厚 15 cm 左右;基层为二灰稳定碎石,厚 15~18 cm;面层为水泥混凝土,厚 20~24 cm。

由广西地矿建设工程发展中心总承包承建的钦州—灵山陆屋一级公路,全长 50.263 km,共完成级配砂砾垫层 500960 m²,二灰稳定碎石基层 475920 m²,混凝土面层 450860 m²。该工程消耗水泥 42501 t、级配碎石 211605.37 m³、砂 51200 m³、天然砂砾 98648 m³、钢筋 356.7 t。现把施工过程中的质量管理和监控介绍如下,供地矿系统兄弟单位在承接类似的工程时参考。

1 质量保证体系的建立

工程指挥部设立以总工程师为首的质量管理与监控体系,项目经理部设技术负责和第二技术负责各 1 人,具体负责项目质量管理与监控制度的制定,并在施工过程中对规定制度的实施情况进行不定期的随机抽查;各工程处设技术负责,具体负责本工程处各工序的质量管理和监控制度的实施,并落实到每个岗位、每个人。同时明确,项目经理和各工程处主任是质量的第一负责人,两级技术负责分别向项目经理和工程处主任负责。

指挥部的质量管理人员经常深入工地检查施工质量,项目经理部的质量管理人员常驻工地,每天到工地进行质量监控,工程处的质量管理人员时时处处对工程进行质量监控。工程处技术负责必须每天向项目技术负责汇报当天的质量情况,项目经理部每周向指挥部总工办汇报,有重大质量问题,及时汇报。指挥部和项目经理部经常与监理工程师交流施工中的质量情况,及时掌握工程施工中的质量动态;各工程处经常与驻地的监理人员对工程质量交换意见,及时整改一些不规范的施工工艺。从而形成了质量管理体系和质量信息反馈体系。

2 对主要原材料的质量监控

混凝土路面施工的主要原材料有水泥、粗集料(级配碎

石)、集料(砂)、水、钢筋。二灰层施工中还有石灰、煤灰和碎石等。

2.1 水泥

常采用普通硅酸盐水泥。对拟定采用的水泥都要进行物理性能和化学成分试验和分析,除厂家分批提供的产品质量检验单外,项目的专用实验室要不定期对运到拌合现场的水泥进行质量抽检。以下几种水泥不准使用:没有出标,即出炉不足 3 天的;出厂时间超过 3 个月的;经试验初终凝时间不稳定的;标号不稳定的;出厂时间虽不足 3 个月,但已产生结块的。

2.2 粗集料(级配碎石)

应采用质量坚硬、耐久、洁净、符合规定级配、最大粒径 ≤40 mm、含泥量 ≤1%、针片状颗粒含量 ≤1.5%、硫化物及硫酸盐含量 ≤1%、石料强度 ≥3 级的碎石。特别要强调的是片状碎石含量应严格控制,因为它减小了与水泥的粘结力,从而减小了混凝土的强度和寿命。对于不同采石场的碎石,均应进行上述物化性能、成分分析,从而确定能否使用,以便从源头上把好质量关。在拌合现场,验方员要对拉到工地的每一车碎石把关,杜绝不合格碎石进入拌合现场;实验室对已进入现场的碎石进行不定期的抽检。

2.3 细集料(砂)

应采用质量坚硬、耐久、洁净、细度模数宜在 2.5 以上、含泥量 ≤3%、硫化物及硫酸盐含量 ≤1% 的天然中砂。开工前应对沿线砂场进行颗粒级配、含泥量、硫化物及硫酸盐含量、有机物含量等指标进行试验分析,根据分析结果确定供砂砂场,杜绝不合格砂进入施工现场,实验室不定期对已运到施工现场的砂进行质量抽检。

2.4 水

清洗集料、拌合混凝土及养生用水,不应含有影响混凝土质量的油、酸、碱、盐、有机物等,饮用水一般适用于混凝土施工,非饮用水,特别是在海边,应符合下列要求:(1)硫酸盐含量(按 SO₄²⁻ 计) < 2.7 mg/cm³;(2)含盐量 > 5 mg/cm³;(3)pH 值 > 4。因此,混浊的河沟水和受海水或盐碱地侵蚀的咸水不能使用。

收稿日期:1999-10-27

作者简介 殷关虎(1946-),男(汉族),江苏张家港人,广西地矿局副总工程师,教授级高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程和地质市场的技术管理工作。
地址:南宁市建政路 1 号。

2.5 钢筋

钢材供应商必须对每批各种类型的钢筋提供相应的测试化验单,对已进入施工现场的钢筋,在使用前实验室首先应进行抽检,然后再进行不定期的抽检,不合格的严禁使用。

2.6 石灰

应符合Ⅲ级消石灰或Ⅲ级生石灰的技术标准,含水量 $\leq 4\%$,细度(0.71 mm 方孔筛的筛余量) $\leq 1\%$ 。由于南方多雨而且空气湿度大,所以应尽量缩短石灰的存放时间,存放时间稍长时,应采取覆盖等措施妥善保管。

2.7 粉煤灰

粉煤灰中的 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 总含量 $> 70\%$,其烧失量 $\leq 20\%$,比面积 $> 250 \text{ cm}^2/\text{g}$,干、湿粉煤灰均可使用,但当干粉煤灰堆在空地上时,应洒水,防止飞扬造成污染;湿粉煤灰的含水量 $\leq 35\%$ 。使用时应将已凝固的粉煤灰块打碎或过筛,同时消除有害物质及杂物。

2.8 二灰层集料(碎石)

最大粒径 $\leq 40 \text{ mm}$,集料质量在二层总质量中占的比例宜在 80% 以上,碎石的压碎值 $\leq 35\%$ 。

3 配合比的控制及监测

3.1 二灰稳定碎石基层的配合比

经过反复试验,二灰稳定碎石基层的配合比(质量比)为碎石:煤灰:石灰 $= 80:15:5$,石灰:煤灰(体积比) $= 1:(2.0 \sim 2.5)$,二灰:碎石(体积比) $= 1:(2.5 \sim 3.0)$ 。由于二灰层除广西以外的地区较少使用,因此配合比的控制和监测略。

3.2 混凝土路面的配合比及监控

3.2.1 配合比

混凝土路面的配合比(质量比)为水泥:砂:碎石:水 $= 1:1.59:3.39:0.46$,每立方混凝土水泥用量为 380 kg。经外检测试,28 天的抗折强度为 4.95 MPa,超过了 4.5 MPa 的设计强度要求。

3.2.2 配合比的监控

在实际施工中,由于搅拌站采用双轴强制卧式 500L 型搅拌机,为此,确定每盘的投料量:水泥、砂、碎石、水分别为 125、199、425、58 kg,水的投入量还应根据集料的含水量、天气状况配合塌落度试验在现场进行必要的调整,而碎石和砂必须过秤;用容器或斗车来量的,也要经常校正容器或斗车的容量,并相应调整投放量。确保砂和碎石的投放误差分别控制在 $\pm 2\%$ 和 $\pm 3\%$ 以内。

在日常施工中,每天至少要进行 2 次粗细集料的含水量分析,并同步进行塌落度试验,以调节水量的投放。每个搅拌站每个工班或每 200 m^3 混合料至少做 2 组试件,试件按规定养护达规定天数后送实验室试验,实验室应把测试结果及时通知项目经理部和工程处。

4 工序质量管理和监控

4.1 路槽开挖和整平中的质量监控

根据设计部门提供的水准点,配合路基施工中使用过的水准点进行闭合,消除误差建立路面工程适用的水准点网,并以此来对路基高程进行复测。该工序主要防止超挖和欠挖,质量管理人员要随时指挥操作人员控制好高程、宽度、平

整度和横坡度,碾压要达到密实度所要求的控制指标。在此基础上,工程处进行自检并做出详细的技术资料,交付现场监理工程师,并请求进行弯沉测试(强度试验)。

4.2 砂砾垫层施工中的质量监控

在路槽各项指标均符合设计规范要求后,在现场监理许可的情况下,可以进行砂砾垫层的摊铺施工。其质量监控主要包括:(1)对材料质量的监控,主要检验材料的物化性质、颗粒级配和液塑限指数,只有以上指标均达标才能使用;(2)施工中主要控制摊铺宽度、厚度、高程、平整度、横坡度,并控制碾压时的最佳含水量,以便使碾压达到最佳效果,密实度达到设计要求。

在摊铺碾压完毕后,工程处进行质量自检并整理有关资料,自检合格后请监理进一步检查并请求进行弯沉测试,在监理认为各方面合格后申请下一工序的施工。

4.3 二灰稳定碎石基层与施工中的质量监控

(1)首先是对材料进行检验,杜绝不合格材料进入拌合现场;(2)严格控制配合比,每天进行 2 次碎石含水量分析,以便确定拌合水的最佳用量;(3)彻底清除垫层表面的浮砂、浮土和杂物,如局部地段垫层损坏,则清理干净后用二灰混合料填补并碾压,经洒水后再正式摊铺二灰层;(4)对拌好的混合料进行压实试验,以便确定压缩系数或松散系数,以此确定每个断面的松铺厚度,由于配合比和材料的差异,每天应首先做松散系数的试验,然后再进行大面积摊铺;(5)摊铺时对宽度、高度、平整度和横坡度进行质量监控;(6)采用饱和洒水碾压,25 t (250 kN) 振动压路机第一天压 6~8 遍,第二天再压 4~6 遍,二灰稳定碎石基层即成型;(7)通过 7 天的湿式养生后,工程处进行质量自检,整理有关技术资料,请监理进行检查并请求弯沉测试。在监理认可的情况下,可以申请下一工序的施工。

4.4 混凝土面层施工中的质量监控

对材料的质量监控和对配合比的监控前面已论述,此处不再重复。下面主要论述施工过程中的质量监控。

4.4.1 模板安装的质量监控

首先对中、边桩进行测量放样,按照设计高程安装模板,安装完后再对模板进行实地复测,对有偏差的立即调整,使高程、中线、边线、顺直度、稳固程度等均符合要求,确认无误后对模板底部空隙用砂浆封堵。第二步是对浇注厚度进行检查,以每 10 m 为一个断面,每个断面随机检查 3 个点,如浇注厚度达不到设计要求,则要把二灰基层凿低,以满足混凝土浇注厚度要求。最后在模板内侧涂上脱模剂。

该工序中最应注意如下 2 个方面:(1)模板外侧一定要有多支撑环,以便能用它来支稳模板。避免在振捣时挤歪甚至挤垮模板,从而影响混凝土的宽度和平直度;(2)应尽量选用高度与混凝土面板厚度一致的模板,如模板高度比混凝土面板厚度稍小时,应用砂浆认真封堵模板底部空隙,待砂浆有一定强度后才能浇注混凝土,不然在振捣时会严重漏浆,从而降低混凝土面板的标高。

4.4.2 现场清理

模板安装结束后,应认真清理浇注现场内的泥砂、浮石和杂物,并且洒一次透水,再请现场监理工程师对模板安装、浇注厚度、材料、设备和施工准备等情况进行检查,检查合格

并在检查表上签字后方可进行混凝土浇注。

4.4.3 拌合

在混凝土拌合现场必须有质量监控人员跟班,其职责除严格控制材料按配合比投放外,还要控制搅拌时间,防止结块水泥袋碎屑、树皮、草根、泥块等杂物进入料斗,以及负责测试粗细集料的含水量和不定期校正手推车容量,负责做塌落度试验和做试块等工作。可以讲它是除材料测试以外的第二道关口。

4.4.4 混凝土浇注过程中的质量监控

(1)摊铺与振捣 由于每 5~7 km 才设一个搅拌站,所以混合料在运输过程中多少会出现类似离析的不均匀现象,因此,简单的摊平振捣,在靠近模板处往往会出现蜂窝现象。而模板旁采用人工用铁铲送料并且翻铲拍紧,使模板旁充分填满混合料,再经振捣后就没有蜂窝现象了。

采用 1.1 kW 的插入式振捣器振捣时要尽量均匀,不能局部漏振,不能碰到模板和传力杆,并且不断摸索,掌握在不同气温、不同水泥品种、不同水灰比情况下的不同振捣时间。它是确保混凝土质量的关键工序之一。

(2)提浆与整平 首先使用 2.2~2.8 kW 的平板振捣器,以及电动磨盘进行提浆,然后用 1.1 kW 的振捣梁和滚筒进行整平,在最后整平时采用拉动滚筒使其滑行的办法,这种整平效果较好。它是混凝土表面‘美容’的第一道工序。

(3)钢筋安装及检查 纵缝拉杆及施工缝传力杆都必须严格控制其直径、长度和安放间距,拉杆应与路中心线垂直,使传力杆与路中心线平行,拉杆与传力杆必须安置水平,振捣时尽量避免碰撞,以免变位而影响其发挥应有的作用。

(4)胀缝角隅及边缘钢筋补强 主筋、结构钢筋的材质、直径、数量、各部位尺寸、弯折捆扎均要符合设计要求,安装时要留有足够的保护层,安装完毕立即请现场监理工程师检查,当场填写钢筋安装检查表,双方签字确认后才能进行混凝土浇注。是防止胀缝两侧产生裂缝的关键工序之一。

(5)涵洞顶补强钢筋和由于二灰弯沉不合要求而需设钢筋网进行补强的,按监理工程师专门下的通知进行。

(6)表面整修与防滑 掌握好表面抹平和抓毛的时间;一般应在混凝土终凝前、表面基本干水后用长 45 cm、宽 20 cm 的木抹反复抹平抛光。在表面抹平的基础上,用手试压混凝土表面,认为已达到比较理想的凝结效果后再用抓毛器在混凝土表面拉出深 2~3 mm、间隔 1.5~2 cm 的横向防滑槽。这是混凝土表面‘美容’的最后一道工序。

(7)养生 湿式养生以铺草袋最好,由于钦—陆公路两边均为稻田,因此全路段均采用稻草覆盖湿式养生。在抹平拉毛后 2 h 马上洒水,并随后覆盖稻草,再均匀洒水,每日的洒水次数随天气变化而变化。总之要保持混凝土湿润,保证水泥的水化反应,按规定应连续养生 14 天,期间严禁各种车辆通行,它是确保混凝土路面达到规定强度的关键工序之一。

(8)切缝 一般应在浇注完后的第二、三天进行,总之应控制在混凝土终凝后 36~48 h 内进行,这时混凝土强度已达到 30% 以上,切缝时不会破坏其结构和影响其强度,如拖的时间太长,一方面可能由于水泥收缩而产生细的裂缝,另一方面混凝土强度高切缝困难。切割采用金刚石锯片,切缝间距一般为 4~6 m,切缝深度一般为混凝土板厚度的 1/5

~1/4,缝宽 3~5 mm。

胀缝部位的切割是确保混凝土面板质量的关键工序之一,因为一旦切缝与胀缝稍有偏差,在行车和热胀冷缩的作用下,局部混凝土面板会被挤裂、挤碎,因此,在施工中胀缝两头应作好记号,以便切缝和胀缝完全对齐,使胀缝真正起到作用。

(9)拆模 当混凝土达到一定强度后即可拆模,大体的控制时间是:当气温高于 25℃ 时,为 36~48 h;温度在 10~25℃ 时,要超过 48 h;温度低于 10℃ 时,要超过 60 h。拆模要按顺序进行,不能强撬硬顶,以防损坏混凝土面板的边和角,拆下后的模板要放平,以防变形。

(10)填缝 应在混凝土初步结硬后及时进行,首先用小扁钩认真清理切缝中的泥土和石屑等杂物,并用水清洗干净,待切缝干后浇填缝料,填缝料品种由监理工程师指定,一般是沥青砂或沥青麻筋。

(11)路肩 为了保护水泥路面,两边应按监理的规定培路肩,其种类有沥青碎石肩、土路肩等,路肩高度与面板高度相同,土路肩还要按规定压实并达到密实度要求。

(12)收缩裂缝的处理 在施工期间,由于气温的骤变、刮大风或切缝不及时等原因,均有可能产生横向细小裂缝的轻度病害,处理的办法是在裂缝中灌沥青砂。另一办法是在裂隙两侧割深 10~12 cm、宽 20~30 cm、垂直于路中心线的平行割缝,凿去中间部分后,放置主筋为 $\phi 10$ mm 的螺纹钢、水平钢筋为 $\phi 6$ mm 圆钢、间距为 10 cm $\times$ 10 cm 的钢筋网补强,然后重新浇注混凝土。

5 混凝土面层质量自检

在每道工序进行质量监控的情况下,还应对已完工的路面外观进行检查,测量几何尺寸与设计文件进行核对。检查外观在养生达到设计强度后进行,检查项目及允许偏差为:(1)路拱横坡度每隔 50 m 量测一次,允许偏差为 $\pm 0.15\%$;(2)路面平整度用 3 m 直尺量测,每隔 100 m 测一次,最大离地间隙 ≥ 5 mm;(3)路面标高每 100 m 测一次,允许偏差为 ± 2 mm;(4)相邻两块面板高低差 ≥ 3 mm;(5)路面宽度和厚度,每隔 50 m 量测一次,允许偏差宽度为 $\pm 3\sim 5$ cm,厚度为 $+10\sim -5$ mm;(6)纵坡应无波浪,允许偏差为 $\pm 0.2\%$;(7)28 天试块强度偏差,抗压强度不得低于设计强度的 95%,抗折强度不得低于设计要求;(8)钢筋安装位置偏差 ≥ 1 cm,传力杆间距和高低偏差 ≥ 1 cm 而且必须与面板平行。

在自检打分合格的基础上,整理出竣工资料,即可请交通部门的质检站会同业主和监理组进行试验收或正式验收。

6 结语

我们地矿队伍以前从未涉足过高等级公路混凝土路面施工,是名副其实的外行。但是,只要我们虚心向内行学习,认真贯彻执行公路施工的各种规程规范,坚持开展全员、全过程的质量管理,切实把好质量管理这一关,我们就能逐步由外行变成内行,就一定能抓出成效来。钦—陆一级公路路面工程竣工后,经权威部门——广西壮族自治区交通工程质量监督站鉴定,整个工程被评为优良工程,成为广西地方高等级公路中唯一一个优良工程。