

二灰结石基层的施工质量控制

渠敬领

(徐州市政建设工程有限公司, 江苏徐州 221005)

摘要:通过对二灰结石组成材料和材料配比的分析,阐述了原材料的质量、配合比的控制、施工方法的选择等因素对二灰结石基层施工质量的影响,并提出了施工中应注意的若干问题。

关键词:道路基层;二灰结石;原材料;配合比;施工控制。

中图分类号:U416.214 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0062-03

0 前言

二灰结石因其具有整体强度高、承载能力强、刚度大、水稳定性好等优点,目前我国已广泛应用于高等级公路的基层或底基层。近年来在市政工程中也有所应用,但因市政工程所具有的特殊性(城市局限性),其施工质量或多或少地存在一些问题。本文结合多年的施工实践,谈谈从把握原材料质量关、严格控制配合比,来控制二灰结石基层施工质量及防止基层开裂的有关措施。

1 对二灰结石组成材料的要求

二灰结石的工程性质与原材料密切相关,原材料质量的好坏直接影响到二灰结石的施工性能。

1.1 石灰的质量与品种

1.1.1 石灰质量对二灰结石强度影响很大

JTJ 034-2000《公路路面基层施工技术规范》(以下简称“规范”)表4.2.2规定:石灰质量应符合Ⅲ级消石灰或Ⅲ级生石灰的技术指标,或有效钙含量在20%以上的其它石灰。通过试验,只要混合料的强度符合规定标准也可使用。

根据施工经验,在施工时应尽量选用等级高的石灰,这是因为:(1)在同样的剂量下,等级高的石灰有更多的活性氧化物起作用,稳定效果会更好;(2)石灰的等级愈高,其细度愈大,比表面积也愈大,与粉煤灰作用愈充分,因而稳定效果愈好。

另外,还应根据施工的交通条件、养生条件以及设计要求,合理选用石灰的品种。试验表明,使用钙质石灰施工的基层初期强度高于镁质石灰施工的基层强度,而使用镁质石灰施工的基层后期效果优于钙质石灰施工的基层。

1.1.2 石灰的存放时间对二灰结石质量有极大的影响

《规范》中指出:石灰放置3个月,其活性含量可从原来的80%以上降到40%左右,放置半年可降到仅30%左右,原先质量好的石灰长期无覆盖堆放,可使其质量降到等外石灰。众所周知,活性含量低的石灰是很难做出高强度基层的。故应根据工程实施进度,适当控制进货批量,尽量做到随到随用,缩短存放时间,否则一定要加以覆盖,妥善保管。

1.1.3 消解石灰的质量对基层强度有直接的影响

对符合等级要求的生石灰,应在使用前7~10d加水充分消解,消解后的石灰应保持一定的湿度,宜过10mm的筛并尽快使用。但不少施工单位在生石灰进场后,不论是否需要使用就立即加水消解,用水既不均匀也不透彻,有的石灰从消解到使用长达2~3个月,其活性含量损失较大,已不能满足质量要求。

另外,有的施工单位在消石灰使用前不过筛,而在与粉煤灰拌和后才过20~25mm孔径的筛,导致超粒径残渣和未消解小

灰块的存在,且含量较多。使用了这样的消石灰,基层成型在养生过程中,未充分消解的石灰块遇水后继续消解,引起局部爆裂崩解,造成基层裂缝松散而破坏,影响结构层的强度和平整度。

1.2 粉煤灰

粉煤灰是火力发电厂燃烧粉煤产生的粉状残渣。它的主要成分是 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ,其含量越大,对二灰结石越有利。《规范》中规定:这三种成分的总含量应大于70%。粉煤灰的烧失量不应超过20%,比表面积宜大于 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 。而在施工过程中,施工人员往往不重视对粉煤灰的检测。一般情况下采用彭城发电厂的粉煤灰,其氧化物含量常在70%以上,烧失量在5%~15%之间,是符合质量要求的。但也有烧失量高达20%~30%以上的,烧失量过大将明显降低混合料的强度,有的甚至难以成型。在使用此种粉煤灰时,应增加石灰用量,才能保证基层强度,因而降低了经济效益。

在粉煤灰中,氧化钙(CaO)含量一般在2%~6%,而有些地方的粉煤灰含有10%~40%的氧化钙。在使用这种高钙粉煤灰时,可适当减少石灰的剂量,这样在保证质量的前提下能降低经费投入,提高经济效益。因此,施工单位和质监部门都应加强对粉煤灰的检测工作。

1.3 粗集料(石料)

在二灰结石施工中,对石料最主要的指标是最大粒径、级配以及压碎值。它们对保证二灰结石的密实度、提高基层强度有着重要的作用。最大粒径太大,拌和、摊铺、压实均有困难,表面平整度也难以达到要求;最大粒径太小,细骨料及二灰含量增多,基层材料的比表面积增大,容易产生开裂,且增加工程成本。《规范》要求:对于高速公路和一级公路,底基层的石料最大粒径不应超过40mm,其颗粒组成应符合1号级配的范围;基层石料重量占80%~85%时,石料的最大粒径不应超过30mm,其颗粒组成应符合2号级配的范围。对于二级及二级以下公路,底基层的石料最大粒径不应超过50mm,基层的石料最大粒径不应超过40mm,并符合1号级配的要求。这样规定是为了减少二灰结石混合料在拌和、运输和摊铺过程中粗细集料的离析现象,减少拌和机和摊铺机的磨损,使基层具有较高的平整度。为减少二灰结石基层开裂,石料的最大粒径可适当放宽。另外在颗粒级配上,适当降低石料细颗粒成分的含量,能有效地阻止二灰结石混合料的体积收缩,减少基层的开裂。

对于压碎值,针片状含量对二灰结石也有一定影响。针片状含量不宜超过20%,否则对试件的抗压强度、弯拉强度和劈裂强度不利,甚至最大可使强度降低15%左右,故也应引起重视。

2 材料对比对基层质量的影响

2.1 石灰剂量

二灰结石基层的强度及二灰对石料颗粒的粘结作用均来自石灰与粉煤灰物理化学反应的结果。这里有个量的问题,即一定量的

收稿日期:2005-06-27

作者简介:渠敬领(1970-),男,江苏徐州人,工程师,从事市政工程建设工作。

粉煤灰只需一定量的石灰去反应。石灰多了,就有过剩的石灰存在;石灰少,就有部分粉煤灰未参加化学反应。这都不利于二灰结石基层强度与板体性能的发挥,最佳的石灰剂量,应根据石灰与粉煤灰起火山灰反应的化学成分来计算。目前通常是按经验来决定二灰中的石灰剂量。《规范》中推荐的石灰与粉煤灰的比例1:2~1:4就是根据经验决定的。试验结果表明,石灰剂量越高,混合料的干缩系数越大。在实际使用中,从基层防裂角度出发,石灰与粉煤灰的比例宜取推荐值的下限,以提高其抗干缩能力。从工程成本核算角度看,减少石灰用量也可节约经费。在施工时尽可能选用等级高的石灰,减少石灰剂量。若使用高钙粉煤灰时,也应适当减少石灰剂量。

2.2 二灰在结构层中的含量

二灰是二灰结石中的结合料,它赋予了二灰结石的半刚性性质。二灰含量过多,易使材料温缩和干缩过大,致使抗裂性和耐久性降低;而二灰含量过少,则难以填满石料空隙,结构层的强度、板体性将无法得到保证。从理论上讲,二灰在二灰结石混合料中占有的体积百分率应等于使用石料的空隙率。这样配成的混合料,粗颗粒将相互嵌挤形成骨架,二灰则正好填充于骨架的空隙中。此时二灰的温缩和干缩仅被局限在颗粒骨架之内,不太可能形成集中的整体开裂,有利于结构层的强度和刚度。《规范》推荐二灰与级配石料的比值为20:80~15:85。实际上,限制低剂量是为了保证基层具有基本的抗拉强度,以满足荷载作用的强度要求;限制高剂量可使模量不致过大,避免结构产生太大的拉应力,同时降低收缩系数,使结构层不会因温度变化而引起拉伸破坏。在具体施工时,应根据施工条件、机械设备、材料货源和地理条件等因素综合考虑选定。确定合适的配比既能满足规范要求,又能因地制宜、方便施工、降低成本。

2.3 含水量

一般说来,混合料碾压时含水量应控制在最佳含水量 $\pm 1\%$ 范围内。拌和时要适时测定混合料的含水量。为了阻止二灰结石层的开裂,碾压时混合料要做到稍湿勿干,含水量可控制在略高于最佳含水量1~2个百分点。这样可以保证其内部强度增长所需水份。碾压时首选重型震动压路机进行碾压,最后再用18~21t重型三轮压路机终压成型。

3 施工方法的选择

在二灰结石基层施工中,以往采用小型机具与人工配合进行路拌施工,也有采用稳定土拌和机进行路拌施工,但都不同程度地存在质量问题,影响路面结构的正常使用(徐州市和平路表现较显著)。随着高等级公路对基层施工质量的要求越来越高,传统的施工工艺已难以保证工程质量。目前,二灰结石基层施工大多采用集中厂拌和摊铺机摊铺,具有级配精度高、拌和质量好、摊铺尺寸准、碾压密度高等特点。其修筑的基层平整度、路拱、厚度、纵坡都能达到或超过规范的要求,不仅提高了工程质量,而且加快了工程进度。我公司在山东省“济微线”、“济邹线”等工程施工实践证明,提高二灰结石基层施工质量的根本出路在于机械化。

4 施工质量控制

二灰结石基层施工质量控制可分为材料标准试验、施工过程质量控制和外形尺寸控制三个部分。抓住这三个部分,工程质量才有保证。

4.1 材料标准试验

在组织现场施工之前以及原材料或混合料发生变化时,必须对拟采用的材料进行基本性质试验,以评定材料质量是否符合要求。主要项目有:

- (1)石灰:石灰品种(钙质或镁质),活性含量,未消解残渣含量,含水量。
- (2)石料:级配,最大粒径,针片状含量,压碎值,含水量,含泥量。
- (3)粉煤灰:粉煤灰品种(硅铝或高钙), SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的总含量,烧失量,比表面积,含水量。
- (4)重型击实试验:求得最佳含水量和最大干密度。
- (5)二灰结石试件:7d无侧限抗压强度。

4.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制的主要检测项目有混合料含水量、石灰剂量、二灰含量、拌和均匀性、现场密实度、弯沉值等。随时观察色泽是否均匀,是否无灰条、灰团、无离析,补充拌和二灰含量1次/2000 $\text{m}^2 \pm 2\%$ 以内,根据材料消耗推算或整平时检查小于5mm颗粒含量。

4.3 外形尺寸控制

外形尺寸是工程验收的必检项目,其数值对工程质量有重要影响。外形尺寸控制项目主要有高程、厚度、宽度、平整度、横坡度等。检测频度和质量标准详见《规范》表9.4.3。

5 施工中应注意的问题

5.1 施工季节

二灰结石本身早期强度低,在低温条件下,其强度增长率更低,当气温低于5 $^{\circ}\text{C}$ 时,二灰结石强度几乎不增长。二灰结石宜在春末和夏季施工。规范规定施工期的最低气温应在5 $^{\circ}\text{C}$ 以上,并在第一次重冰冻(-3 $^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$)到来的一个月至一个半月之前完成。已经拌成的二灰结合料及二灰结石混合料的存放时间不宜超过24h,宜在当天拌和并摊铺压实。石灰、粉煤灰与石料拌和后,即进行各类物理化学反应。随着时间的推移,二灰结石中的活性氧化物含量将迅速降低,若不及时碾压成型,将影响二灰结石基层的质量。因此,施工时必须采用流水作业法,各工序应紧密衔接,尽量缩短从拌和到完成碾压之间的延迟时间。

5.2 标高控制

标高控制主要依靠水准测量。测量工作虽简单,但非常重要,底基层、基层标高的控制好坏直接影响到面层的厚度。因此,测量过程中应严格控制好各层标高。对于没条件使用摊铺机摊铺二灰结石的路段,在碾压结束之前,用平地机再终平一次,使其纵向顺适,路拱和超高符合设计要求。对于局部低洼处,不再进行找平,留待铺筑面层时处理,严禁薄层贴补。

5.3 压实度检测

二灰结石基层压实度的检测方法目前主要为核子密度仪法,检测方便快捷,应用也日益广泛。这里只强调检测的及时性,在二灰结石强度未开始增长前即进行检测,压实度未达到设计要求时,即时继续碾压;否则,在其已达到一定强度时,再继续碾压,将造成强度的破坏,如不继续碾压则造成工程缺陷。

5.4 洒水养生

洒水养生时以保持表面湿润为宜,切忌出现积水,粗集料之间存在过多游离状态的水分,将降低 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度,减缓离子交换,和化学反应过程。水分过少,空气中 CO_2 水溶过程无法进行, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 电离过程及一系列化学反应过程将无法进行,强度增长将无法进行。

6 结论

经上述分析,可得出如下结论:

宿迁市市府东路京杭运河特大桥主桥施工监控

刘永¹, 唐云清², 柯敏勇², 刘海祥², 叶小强²

(1.宿迁市市政公用管理处, 江苏宿迁 213600 2.南京水利科学研究院, 江苏南京 210029)

摘要:宿迁市市府东路京杭运河特大桥主桥为 65m + 105m + 65m 的连续箱梁桥, 为保证施工过程中结构应力(应变)处于安全状态, 成桥线形满足设计要求, 在施工过程中实施了有效的施工控制。该文介绍了施工监测模型和现场施工监测的理论和方法, 给出了施工监控的主要结论, 结果表明通过施工监控, 成桥线形和应力均满足要求。

关键词:连续箱梁; 施工监控; 挂篮施工; 宿迁市

中图分类号:U445 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0064-03

1 工程概况

宿迁市市府东路京杭运河特大桥主桥为 65m + 105m + 65m 预应力连续箱梁, 位于宿邳公路城区段, 西起宿城区市府东路马陵河东侧。设计荷载为: 汽车 - 超 20 级, 挂车 - 120, 设计地震烈度为 8 级。采用单箱单室截面形式, 单箱底宽 6.5m, 两侧悬臂长 3.0m, 全宽 12.5m。箱梁顶面设置单向 2% 横坡, 通过箱梁内外侧腹板高度调节。中支点处箱梁中心梁高 6.0m, 跨中箱梁中心梁高 2.6m, 梁高以二次抛物线变化。顶板厚 0.28m, 悬臂板端部厚 0.15m, 根部厚 0.65m; 腹板厚 0.40m ~ 0.70m, 底板厚 0.26m ~ 0.80m。横隔板分别设在中支点和边支点, 各处横隔板厚度分别为 2.2m 和 1.8m, 各横隔板均设置了人孔以便施工。桥面横坡由桥中心线向两侧各设 2% 横坡。主桥的总体布置见图 1。

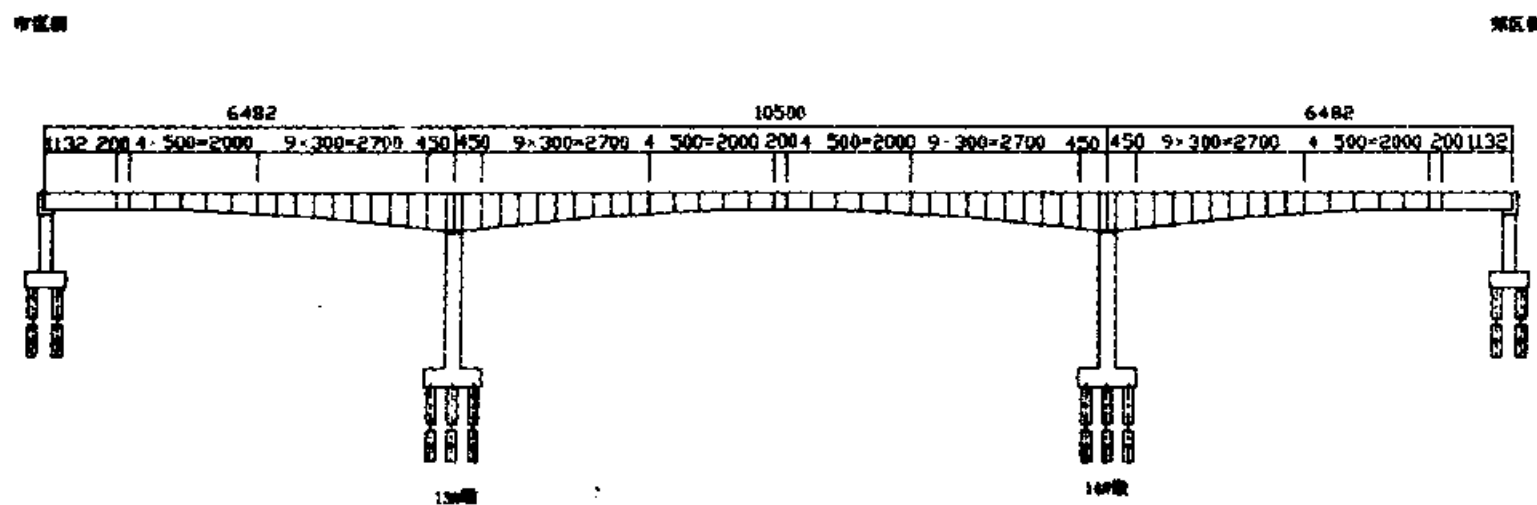


图1 主桥总体布置图

主桥施工方法为挂篮悬浇施工, 施工顺序: 0# 块施工 → 对称分段悬臂浇筑 1# 至 14# 块段 → 边跨合拢段 → 解除临时支墩 → 中跨合拢段。预应力混凝土连续梁桥的施工过程不但要经历 T 型刚构悬臂浇筑节段形成主梁的过程, 还要经历体系转换的过程, 即由对称的单“T”静定结构转变为超静定结构。通过理论计算, 可以得到各施工阶段的理想标高和内力值, 但实际施工中受各种因素的干扰, 可能导致合拢困难, 使成桥线形与内力状态偏离设计要求, 给桥梁施工安全、外形、可靠性、行车条件和经济性等方面带来不同程度的影响。因此, 要求在施工过程中, 必须实施有效的施工监控。

2 施工监控模型

收稿日期: 2006-01-10

作者简介: 刘永(1963-), 男, 江苏泗阳人, 工程师, 从事市政工程施工和管理工作。

2.1 计算模型

在施工监控过程中, 由于建桥材料的特性, 施工误差等是随机变化的, 施工条件不可能是理想状态。因此, 将主桥简化为平面杆系结构, 采用桥梁博士 2.95 版进行施工仿真计算, 从正装分析、倒装分析、实时跟踪分析三方面相互结合, 实现成桥结构在线形、内力各方面满足设计要求的目标。计算简图见图 2。

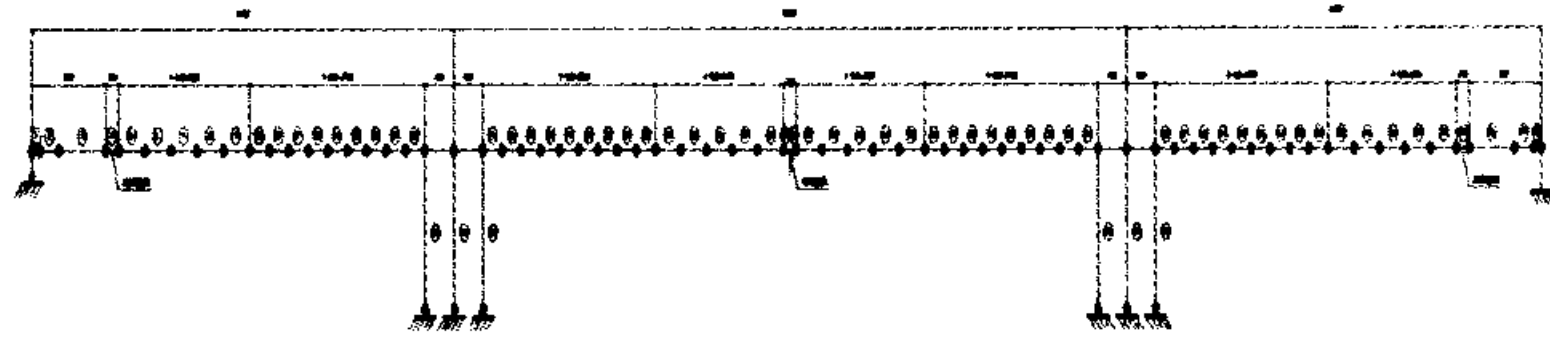


图2 主桥结构离散简图(cm)

2.2 监控理论

大跨径连续梁桥的施工控制是一个施工 → 量测 → 识别 → 修正 → 预告 → 施工的循环过程。在挂篮施工过程中, 受桥梁结构状态和桥梁断面尺寸、混凝土容重、环境温度、加载龄期等影响, 施工监控需要从这些变量中分离出影响桥梁施工线形和内力的主要因素。在本桥施工监控中, 采用推广的最小二乘法、卡尔曼滤波法等方法, 从这些影响因素中分解出施工过程的真实状态。同时, 为了达到施工监控的最基本要求, 需要组成随机最优控制系统, 进行分析、调整、预测。

3 现场施工监测

施工监测的主要内容有:

(1) 挠度观测

按照确定的观测频率, 分 3 个测次周期性对预埋的水准测点进行水准测量。挠度观测一般在早晨太阳出来之前。

(2) 应力(应变)监测

对预埋在箱梁中的传感器进行数据采集, 用于受力分析。

3.1 挠度监测

悬臂箱梁的挠度观测, 采用水准仪测量, 周期性地对预埋悬臂中每一块箱梁上的监测点进行监测, 测点布置见图 3。为了能监测到箱梁较小的挠度变形, 并使外业观测的工作量适中, 易于达到设计的观测精度, 采用国家二等水准测量或工程测量三等水准测量的精度等级要求和观测方法进行施测, 能测量到变形大于 ±1mm 的挠度值。

- (1) 二灰结石原材料质量严重影响施工最终质量。
- (2) 质量越好, 等级越高的石灰, 越有利于二灰结石强度形成。
- (3) 石灰消解应充分, 且应在较短的时间内使用。

- (4) 二灰含量应由实验来决定, 且有一个最佳值。
- (5) 尽量使用机械化施工, 以提高施工质量。
- (6) 施工尽量选春、秋两季, 既有利于强度增长, 又可降低养护成本。