

公路工程施工中混凝土的质量检测方法研究

兰建军

内蒙古路桥建筑安装工程有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：随着公路建设的迅速发展，混凝土作为公路工程的主要建筑材料，其质量直接关系到整个公路工程的耐久性和安全性。因此，混凝土的质量检测在公路工程施工中显得尤为重要。本文阐述了混凝土质量检测在保障工程质量、预防工程事故、提高经济效益和确保工程竣工验收中的重要性。介绍了回弹法、超声回弹综合法、拔出法和钻芯法等混凝土质量检测方法，提出了具体的质量控制措施，以确保混凝土在施工过程中的质量稳定，希望为公路工程施工中混凝土的质量检测与控制提供了有益参考。

关键词：公路工程施工；混凝土；质量检测方法；质量控制

引言

公路作为重要的交通基础设施，质量直接关系到人们的出行安全和交通运输的顺畅。混凝土作为公路的主要构成部分，其质量的好坏直接决定了公路的整体性能和使用寿命。因此，在公路工程施工中，对混凝土的质量检测显得尤为重要。本文旨在通过详细分析混凝土质量检测的重要性、具体检测方法以及质量控制措施，为公路工程施工提供科学、全面的技术指导，以确保工程质量符合设计要求，提高公路的耐久性和安全性。

1 公路工程施工中混凝土的质量检测的重要性

在公路工程施工中，混凝土作为主要的建筑材料，质量检测在公路工程施工中至关重要。它不仅是确保工程质量达标的基础，更是预防工程事故、提升经济效益的关键所在。混凝土作为公路工程的主体材料，其质量优劣直接关乎公路的耐用性和行车安全。通过严格的质量检测，我们能及时发现混凝土强度不足、耐久性差等潜在问题，从而迅速采取补救措施，确保工程质量满足设计要求，为公众提供安全可靠的交通环境^[1]。此外，质量检测还能有效预防工程事故的发生，降低因混凝土质量问题导致的路面开裂、桥梁倒塌等风险，保障人民生命财产安全。它还有助于优化施工方案，减少不必要的返工和维修成本，提高工程项目的整体经济效益。在公路工程竣工验收阶段，混凝土质量检测为工程质量的客观评估提供科学依据，确保工程顺利通过验收并投入使用，为公路工程的长期稳定运行奠定坚实基础。因此，加强混凝土质量检测，对于提升公路工程施工质量具有重要意义。

2 混凝土原材料的检测

2.1 水泥的检测

水泥作为混凝土的主要胶凝材料，对混凝土的物理

力学性能和耐久性具有至关重要的影响。（1）细度和矿物组成：水泥的细度，即其颗粒大小分布，直接影响水泥的水化速率和混凝土的强度发展。细度越高的水泥，比表面积越大，水化反应越快，混凝土的早期强度越高。但同时，过高的细度也可能导致水泥水化热增大，不利于混凝土的长期性能。矿物组成方面，熟料中的硅酸三钙（C3S）含量是影响水泥强度的关键因素。C3S含量高的水泥，早期强度往往较高，但需注意控制其水化热，避免产生裂缝。（2）标准稠度用水量：这一指标反映了水泥的需水性，即达到一定稠度所需的用水量。需水量小的水泥，在制备混凝土时能够减少用水量，从而提高混凝土的强度和耐久性。较低的用水量还有助于减少混凝土中的孔隙率，提升混凝土的抗渗性和抗冻性。（3）凝结时间：水泥的凝结时间是评价其施工性能的重要指标。凝结时间过短，混凝土在搅拌、运输和浇筑过程中易失去可塑性，造成施工困难；而凝结时间过长，则可能延误施工进度，影响后续工作的展开。对水泥凝结时间的准确检测，是确保施工顺利进行的关键。（4）水泥安定性检测：水泥安定性是指水泥在硬化过程中体积变化的均匀性，若水泥安定性不良，会导致混凝土构件膨胀、开裂，严重影响结构安全。传统的雷氏夹法虽操作简便，但对于某些特殊类型水泥（如高铝水泥）可能不够敏感。因此，引入膨胀率测定法、压蒸安定性试验等更为精确的方法，能够更全面地评估水泥的安定性，确保混凝土结构的长期稳定。（5）水泥水化热测试：水泥水化热是评价其对混凝土结构热应力影响的重要指标。特别是在大体积混凝土施工中，过高的水化热可能导致内部温度升高，产生温度裂缝。采用绝热温升试验或差示扫描量热法（DSC）等先进手段，可以精确测量水泥的水化热释放曲线，为采取温控措施（如使用

低热水泥、添加冷却管等)提供科学依据。

2.2 砂石的检测

砂石作为混凝土的骨料,对混凝土的强度、工作性能和耐久性具有重要影响。(1)颗粒级配:砂石颗粒的大小分布,即颗粒级配,直接影响混凝土的密实度和强度。良好的颗粒级配能够形成紧密的堆积结构,减少混凝土中的空隙,提高混凝土的密实度和强度。因此,在砂石进场前,必须对其颗粒级配进行严格检测,确保满足设计要求。(2)含泥量:砂石中的含泥量是影响混凝土质量的关键因素,含泥量过高会降低混凝土的强度和耐久性,同时增加混凝土的用水量,影响混凝土的工作性能。在砂石使用过程中,必须严格控制其含泥量,确保混凝土质量不受影响。(3)针片状颗粒含量:针片状颗粒含量过高,会降低混凝土的密实度和强度,增加混凝土的孔隙率,从而影响混凝土的抗渗性和耐久性^[2]。在砂石检测中,必须重视针片状颗粒含量的检测,确保砂石质量符合标准。(4)骨料强度与硬度测试:骨料的强度和硬度直接关系到混凝土的力学性能。通过压碎值试验、洛杉矶磨耗试验等方法,可以评估砂石的抗压强度和耐磨性,确保骨料在混凝土中起到有效的支撑作用,防止因骨料破碎而导致的混凝土强度下降。(5)骨料吸水率与饱和面干密度测定:骨料的吸水率影响其在混凝土中的体积稳定性和工作性能。吸水率高的骨料会增加混凝土的用水量,降低混凝土的密实度和强度。饱和面干密度则反映了骨料在饱和状态下的单位体积质量,是计算混凝土配合比的重要参数。采用真空饱和法和比重瓶法测定吸水率和饱和面干密度,可以更准确地评估骨料对混凝土性能的影响。

2.3 外加剂的检测

外加剂是改善混凝土性能的重要手段,对混凝土的强度、工作性能、耐久性等具有显著影响。(1)减水剂:减水剂能够显著降低混凝土的用水量,提高混凝土的强度和耐久性。通过减少用水量,可以降低混凝土的孔隙率,提高混凝土的密实度和抗渗性。减水剂还能改善混凝土的工作性能,提高混凝土的流动性和可塑性。(2)缓凝剂:缓凝剂能够延长混凝土的凝结时间,为施工提供更多的操作时间,有利于混凝土的浇筑和振捣。特别是在高温或低湿度环境下施工,缓凝剂的使用能够显著降低混凝土的初凝速度,避免混凝土过早硬化,影响施工质量。(3)引气剂:引气剂能够在混凝土中形成微小的气泡,这些气泡能够切断混凝土中的毛细管通道,提高混凝土的抗冻性和耐久性。引气剂还能改善混凝土的工作性能,提高混凝土的流动性和和易性。

3 公路工程施工中混凝土的质量检测方法

3.1 回弹法

回弹法作为一种无损检测方法,因其操作简便、检测速度快而广受青睐。该方法利用回弹仪测定混凝土表面的硬度,进而推算混凝土的强度。回弹仪通过弹击重锤对混凝土表面施加力,使表面发生塑性变形,随后重锤因回弹力作用弹回,回弹距离即为回弹值。回弹值与混凝土表面的硬度成正比,且在一定程度上反映了混凝土的强度。在进行回弹法检测时,首先需在混凝土构件上选择具有代表性的测区,每个测区布置16个测点,确保检测结果的全面性。在每个测点上,回弹仪应垂直弹击三次,取平均值作为该测点的回弹值。此外,还需测量混凝土的碳化深度,因为碳化深度会影响混凝土的表面硬度,从而影响回弹值的准确性。结合回弹值和碳化深度值,参照相关规程进行强度换算,即可得到混凝土的强度值。

3.2 超声回弹综合法

超声回弹综合法结合了超声仪和回弹仪的优点,能够同时检测混凝土内部缺陷和表面硬度,从而更准确地推算混凝土的强度。超声仪发射的超声波在混凝土内部传播时,遇到缺陷或界面会发生反射和散射,通过测量超声波的传播速度和衰减系数,可以判断混凝土内部的缺陷情况。回弹仪测定混凝土表面的硬度,结合超声检测结果,可以进一步提高强度推算的准确性。超声回弹综合法的检测步骤与回弹法类似,但需在每个测点上分别进行超声检测和回弹检测。根据两种检测结果的组合,参照相关规程进行强度换算。该方法适用于公路工程施工中复杂混凝土质量检测,如桥梁、隧道等结构复杂的部位。

3.3 拔出法

拔出法是一种半破损检测方法,通过在已硬化的混凝土表面钻孔、磨槽、嵌入锚固件并安装拔出仪进行拔出试验,测定混凝土试件的极限拔出力,进而确定混凝土的强度。该方法基于混凝土与锚固件之间的粘结力原理,当拔出仪施加拉力时,锚固件与混凝土之间的粘结力逐渐增大,直至达到极限值,此时锚固件被拔出,拔出力即为极限拔出力。根据极限拔出力与混凝土强度之间的关系,可以推算混凝土的强度。拔出法的检测步骤相对复杂,需要在混凝土构件上选择测区,布置测点,进行钻孔、磨槽、嵌入锚固件等操作。然后安装拔出仪进行拔出试验,记录极限拔出力。根据极限拔出力与混凝土强度之间的关系,进行强度换算。

3.4 钻芯法

钻芯法是一种直观、可靠、精度高的检测方法,通过专用钻机从混凝土结构中钻取芯样,对芯样进行加工、试验,从而检测混凝土内部质量。该方法基于混凝土的抗压强度与芯样抗压强度之间的关系,通过钻取混凝土芯样,对芯样进行加工、试验,测得芯样的抗压强度,然后根据芯样抗压强度与混凝土抗压强度之间的关系,可以推算混凝土的强度。钻芯法的检测步骤包括在混凝土构件上选择取样位置,布置取样孔,用专用钻机钻取芯样,对芯样进行加工处理。然后对芯样进行抗压强度试验,记录试验结果。

4 公路工程施工过程中混凝土的质量控制

4.1 混凝土运输质量控制

(1) 运输时间:在运输过程中,应合理规划运输路线,选择运输速度快、稳定性好的运输设备,确保混凝土在运输过程中保持良好的工作性能。(2) 运输安全:只有确保运输设备的安全稳定,才能确保混凝土在运输过程中的质量和安全。

4.2 混凝土浇筑与振捣

(1) 浇筑方法:混凝土的浇筑方法应根据混凝土的流动性、构件的形状和尺寸等因素进行选择。对于流动性好的混凝土,可以采用自然流淌浇筑法;对于流动性较差的混凝土,则需要采用机械振捣浇筑法。在浇筑过程中,应合理控制浇筑速度,避免浇筑过快导致混凝土产生裂缝或浇筑过慢导致混凝土初凝。(2) 振捣方式:振捣是确保混凝土密实、均匀的关键步骤。振捣应保证各个部位混凝土密实、均匀,不应漏振、欠振、过振。漏振和欠振会导致混凝土内部存在空隙,影响混凝土的强度和耐久性;而过振则可能导致混凝土离析,同样会影响混凝土的强度和工作性能。对于大体积混凝土,应采用分层浇筑、分层振捣的方法,以确保混凝土内部密实、均匀。(3) 浇筑温度:浇筑温度对混凝土的强度和工作性能具有显著影响。在夏季施工时,由于气温较高,混凝土的浇筑温度可能过高,导致混凝土内部产生裂缝。应采取降温措施,如使用冷水拌合、在浇筑现场洒水降温等,以降低混凝土的浇筑温度。在冬季施工时,由于气温较低,混凝土的浇筑温度可能较低,导致混凝土强度降低^[3]。应采取加热措施,如使用热水拌合、

在浇筑现场加热等,以提高混凝土的浇筑温度。

4.3 混凝土养护

(1) 养护方法:常用的养护方法有覆盖保湿养护、浇水养护等。覆盖保湿养护可以保持混凝土表面的湿润状态,防止混凝土内部水分蒸发过快导致干缩裂缝产生;浇水养护则可以定期向混凝土表面洒水,保持混凝土表面的湿润状态。在养护过程中,应根据气候条件的变化及时调整养护方法,确保混凝土处于良好的养护环境中。(2) 养护时间:养护时间是影响混凝土强度和耐久性的重要因素,普通混凝土的养护时间不少于7天,抗渗混凝土、强度等级C60及以上的混凝土养护时间不少于14天。在养护过程中,应严格按照规定的养护时间进行养护,确保混凝土充分水化、强度稳定增长。(3) 养护温度:养护温度对混凝土的强度和工作性能具有显著影响。在冬季施工时,由于气温较低,混凝土的养护温度可能较低,导致混凝土强度增长缓慢。应采取加热措施,如使用电热毯、加热器等设备提高混凝土的养护温度;在夏季施工时,由于气温较高,混凝土的养护温度可能过高,导致混凝土内部水分蒸发过快产生干缩裂缝。此时,应采取降温措施,如使用遮阳网、洒水降温等降低混凝土的养护温度。

结语

综上所述,公路工程施工中混凝土的质量检测与控制是确保工程质量、预防事故、提高经济效益和保障人民生命财产安全的重要环节。通过采用科学的检测方法和严格的质量控制措施,可以及时发现和解决混凝土质量问题,确保公路工程的耐久性和安全性。未来,随着技术的不断进步和施工工艺的改进,混凝土质量检测与控制将更加注重智能化、自动化和精细化发展,为公路工程的优质建设提供更有力的保障。

参考文献

- [1]唐国旺.公路施工中混凝土的强度试验研究[J].建筑技术与设计,2020(35):2103.
- [2]张来强.分析公路工程施工中混凝土的质量检测[J].黑龙江交通科技,2020,43(4):169-170.
- [3]李佳佳.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].甘肃科技纵横,2022,51(4):51-53.