

水泥混凝土材料试验检测及相关质量控制研究

王 鑫 王宏玉

温州市交通工程试验检测有限公司 浙江 温州 325000

摘 要：水泥混凝土材料作为土木工程领域核心建材，其质量至关重要。本文概述了水泥混凝土材料的组成、性能特点及应用。详细阐述试验检测方法，包括室内配比试验、试件法检测、非破损检测及综合评定方法。同时分析环境温湿度、材料质量、操作过程等因素对试验检测的影响。最后从原材料、生产过程、试验检测及施工等方面提出了质量控制策略，旨在为提高水泥混凝土材料质量提供参考。

关键词：水泥混凝土；材料试验检测；质量控制

1 水泥混凝土材料概述

水泥混凝土材料是土木工程领域中应用最为广泛、最为重要的建筑材料之一。它由水泥、骨料（砂、石子）、水以及根据需要掺入的外加剂和掺合料等按一定比例配制而成。水泥作为胶凝材料，与水发生水化反应后形成具有胶结能力的水化产物，将骨料牢固地粘结在一起，形成具有强度的整体。骨料在混凝土中起到骨架作用，砂填充石子间的空隙，使混凝土更加密实，同时影响混凝土的和易性等性能。水是水泥水化反应的必要介质，其用量和品质对混凝土的性能有重要影响。外加剂和掺合料则是为了改善混凝土的性能而添加的，如减水剂可提高混凝土的流动性，粉煤灰等掺合料可提高混凝土的耐久性^[1]。水泥混凝土具有诸多优点，如强度高、耐久性好、可塑性强、原材料来源广泛等。它可以根据不同的工程需求配制出不同强度等级和性能的混凝土，广泛应用于房屋建筑、桥梁、道路、水利等各类工程中。水泥混凝土也存在一些缺点，如自重较大、抗拉强度低、易产生裂缝等。在实际应用中，需要通过合理的配合比设计、施工工艺和质量控制措施，充分发挥其优点，克服其缺点，以满足不同工程的使用要求。

2 水泥混凝土材料试验检测方法

2.1 室内配比试验检测

室内配比试验是水泥混凝土质量控制的关键环节，旨在通过科学实验确定满足工程要求的混凝土配合比。试验前需明确混凝土的设计强度等级、工作性、耐久性等性能指标。具体步骤如下：（1）原材料检测，对水泥、砂、石、外加剂等原材料进行取样检测，确保其质量符合相关标准。（2）初步配合比设计，根据设计强度等级和原材料性能，采用经验公式或理论计算方法确定初步配合比。（3）试拌与调整，按照初步配合比进行试拌，测定混凝土拌合物的和易性（如坍落度、黏

聚性、保水性），根据试验结果调整配合比，直至满足工作性要求。（4）强度试验，制作标准试件（一般为150mm×150mm×150mm的立方体），在标准养护条件下养护至规定龄期（如28天），进行抗压强度试验，根据试验结果进一步优化配合比，确保混凝土强度达到设计要求。（5）耐久性试验，对于有特殊耐久性要求的混凝土，还需进行抗渗性、抗冻性、抗碳化性等试验，评估混凝土的耐久性能。

2.2 试件法检测

试件法检测是通过制作标准试件，在规定条件下养护后进行力学性能试验，以评定混凝土的实际质量。首先在施工现场或试验室，按照规定的尺寸和数量制作混凝土试件。制作过程中应保证试件的成型质量和尺寸精度，避免出现蜂窝、麻面等缺陷。试件成型后，应在标准养护条件下进行养护，养护温度一般为（20±2）℃，相对湿度不低于95%。对于有特殊要求的混凝土，如蒸汽养护混凝土，应按照相应的养护制度进行养护。在规定的龄期（如7天、28天等）到达后，对试件进行抗压强度、抗折强度等力学性能试验。试验过程中应严格按照相关标准操作，确保试验结果的准确性和可靠性。根据试验结果，按照相关标准对混凝土的强度等级进行评定。若试件强度均符合设计要求，则判定混凝土质量合格；若有试件强度不满足要求，应进一步分析原因，并采取相应的处理措施。

2.3 非破损检测方法

非破损检测方法是在不破坏混凝土结构的前提下，采用物理或化学方法检测混凝土的内部质量和性能。常用的非破损检测方法有：一是回弹法。利用回弹仪测定混凝土表面的硬度，通过建立回弹值与混凝土强度之间的相关关系，推算混凝土的抗压强度。该方法操作简便、快速，适用于大面积混凝土的强度检测；二是超声

法。通过测量超声波在混凝土中的传播速度、衰减系数等参数,评估混凝土的内部缺陷(如裂缝、空洞等)和强度。超声法对混凝土的内部结构变化较为敏感,能够检测到较小的缺陷;三是雷达法。利用雷达波在混凝土中的传播特性,检测混凝土内部的钢筋分布、缺陷位置和尺寸等信息。雷达法具有检测速度快、分辨率高、对结构无损伤等优点,适用于复杂结构混凝土的质量检测;四是钻芯法。虽然钻芯法会对混凝土结构造成一定程度的破坏,但在必要时也可作为一种补充检测手段。

2.4 综合评定方法

由于水泥混凝土的质量受到多种因素的影响,单一检测方法往往难以全面、准确地评定混凝土的质量。在实际工程中,通常采用综合评定方法,将多种检测结果进行综合分析,以得出更可靠的结论。(1)数据收集,收集室内配比试验、试件法检测、非破损检测等各项检测结果,以及原材料质量、施工工艺等相关信息。(2)数据分析,对收集到的数据进行统计分析,找出各项指标之间的内在联系和规律,评估混凝土的整体质量状况^[2]。(3)权重确定,根据各项检测指标对混凝土质量的影响程度,确定各项指标的权重。(4)综合评定,采用加权平均法、模糊综合评判法等数学方法,将各项检测结果按照权重进行综合计算,得出混凝土质量的综合评定结果。根据评定结果,对混凝土质量进行分类,并采取相应的处理措施。

3 影响水泥混凝土材料试验检测的主要因素

3.1 环境温湿度的影响

环境温湿度是水泥混凝土材料试验检测中不可忽视的重要因素。温度方面,不同温度条件下水泥的水化反应速率存在显著差异。在较高温度环境下,水泥水化反应加速,混凝土早期强度增长较快,但可能导致后期强度增长放缓,甚至出现因水化过快导致的收缩裂缝等问题;而在较低温度时,水化反应减缓,混凝土强度发展滞后,养护时间需相应延长。湿度对混凝土性能的影响同样关键,适宜的湿度条件有助于混凝土保持水分,促进水泥水化反应的充分进行,保证混凝土强度和耐久性的正常发展。若环境湿度过低,混凝土中的水分会过快蒸发,导致表面干燥收缩,产生裂缝,降低混凝土的抗渗性和抗冻性;而湿度过高,可能会影响混凝土的凝结时间,甚至在试件制作和养护过程中出现表面泛白、强度降低等现象。

3.2 材料质量的影响

水泥作为混凝土的关键胶凝材料,其品种、强度等级、安定性等指标对混凝土质量起着决定性作用。不同

品种和强度等级的水泥,其水化热、凝结时间、早期和后期强度发展规律各不相同,若选用不当,将导致混凝土性能不满足设计要求。骨料的质量同样不容忽视,砂石的颗粒级配、含泥量、针片状颗粒含量等指标会影响混凝土的和易性、强度和耐久性。级配良好的骨料能够形成紧密的堆积结构,减少混凝土中的空隙率,提高混凝土的强度和密实性;而含泥量过高或针片状颗粒含量过多,会降低骨料与水泥浆体的粘结力,影响混凝土的强度和抗渗性。外加剂和掺合料的质量也会对混凝土性能产生重要影响,外加剂的品种、掺量以及掺合料的活性指数、细度等参数,若控制不当,可能会导致混凝土出现离析、泌水、凝结时间异常等问题,从而影响试验检测结果的准确性。

3.3 操作过程的影响

在水泥混凝土材料试验检测中,操作过程的规范性对试验结果有着直接影响。试件制作是试验检测的关键环节之一,若操作不当,如搅拌时间不足、振捣不密实、成型方法不正确等,会导致混凝土内部存在孔隙、蜂窝等缺陷,降低试件的强度和均匀性。养护条件对混凝土强度的发展至关重要,养护温度、湿度和时间的控制必须严格按照相关标准执行^[3]。若养护温度过高或过低、湿度不足或养护时间不够,都会影响混凝土的水化反应进程,导致混凝土强度增长不正常。试验仪器的精度和校准情况也会影响试验结果。若使用的仪器设备精度不高或未进行定期校准,会导致测量数据出现偏差。试验人员的操作技能和责任心也会对试验结果产生影响。

4 水泥混凝土材料的质量控制策略

4.1 原材料质量控制

水泥作为混凝土的核心胶凝材料,其质量直接影响混凝土的强度、耐久性等性能。应选择正规厂家生产、质量稳定且符合设计要求的水泥。在进场时,需严格检查水泥的品种、强度等级、出厂日期等标识,并按照相关标准进行抽样检测,重点检测水泥的强度、安定性、凝结时间等指标。对于不合格的水泥,坚决予以退场处理,严禁使用。骨料包括砂和石子,其质量对混凝土的和易性、强度和耐久性有重要影响。砂应选择质地坚硬、级配良好、含泥量低的天然砂或人工砂。石子应具有足够的强度、良好的颗粒形状和合理的级配。在骨料进场时,要进行外观检查和抽样检测,检测项目包括颗粒级配、含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量等。对于不符合要求的骨料,应进行筛分、清洗等处理,或直接退货。外加剂和掺合料能够改善混凝土的性能,但若质量不合格,反而会对混凝土造成不利影响。应选择质量

可靠、性能稳定的外加剂和掺合料,并严格按照设计要求进行掺加。在进场时,要检查外加剂和掺合料的质量证明文件,并进行必要的性能检测,如减水率、凝结时间差、活性指数等。

4.2 生产过程质量控制

生产过程的质量控制是保证混凝土质量稳定的重要环节。根据工程的设计要求和环境,进行科学的配合比设计。配合比应考虑水泥、骨料、外加剂和掺合料的性能特点,确保混凝土具有良好的工作性、强度和耐久性。在生产过程中,要严格按照配合比进行配料,定期对计量设备进行校准,保证配料精度。要根据原材料的实际情况和试验结果,适时调整配合比。搅拌是混凝土生产的关键工序,搅拌质量直接影响混凝土的均匀性和性能。应选择合适的搅拌设备,并确保搅拌时间充足,使水泥、骨料、外加剂和掺合料充分混合均匀。在搅拌过程中,要严格控制搅拌温度和搅拌速度,避免混凝土出现离析、泌水等现象。混凝土在运输过程中要保持均匀性,避免出现分层、离析等问题。应选择合适的运输车辆,并控制运输时间和运输距离。在运输过程中,要对混凝土进行适当的搅拌,防止混凝土初凝,要注意运输车辆的清洁,避免杂质混入混凝土中。

4.3 试验检测质量控制

试验检测是评价混凝土质量的重要手段,加强试验检测质量控制能够及时发现混凝土质量问题。制定详细的试验检测计划和操作规程,明确试验检测的项目、频率和方法。配备专业的试验检测人员和先进的试验检测设备,确保试验检测工作的准确性和可靠性。对进场的原材料和生产的半成品进行严格的抽样检测,及时掌握原材料和半成品的质量状况。对于检测不合格的原材料和半成品,要及时采取处理措施,防止其用于混凝土生产^[4]。在混凝土生产过程中,要定期对混凝土的坍落度、扩展度、含气量等性能指标进行检测,确保混凝土具有良好的工作性。同时要按照规定制作标准试件,进行抗压强度、抗折强度等力学性能试验,评估混凝土的强度

发展情况。

4.4 施工质量控制

施工质量控制是确保混凝土最终质量的关键环节。模板应具有足够的强度、刚度和稳定性,表面平整光滑,接缝严密。在安装模板前,要对模板进行清理和涂刷脱模剂,防止混凝土粘模。在模板安装过程中,要严格控制模板的尺寸、位置和垂直度,确保混凝土构件的几何尺寸和形状符合设计要求。混凝土浇筑前,要对模板、钢筋等进行检查,确保其位置准确、固定牢固。在浇筑过程中,要控制混凝土的浇筑速度和浇筑高度,避免混凝土出现离析现象。采用分层浇筑、分层振捣的方法,确保混凝土振捣密实。混凝土浇筑完成后,要及时进行养护。养护方法应根据混凝土的类型、环境条件等因素选择合适的养护方式,如自然养护、蒸汽养护等。养护期间,要保持混凝土表面湿润,控制养护温度和湿度,确保混凝土强度正常发展。

结束语

水泥混凝土材料的质量直接关系到土木工程的结构安全和使用寿命。通过对其试验检测方法的研究,能够更准确地了解混凝土的性能状况,及时发现潜在的质量问题。同时采取有效的质量控制策略,从原材料的严格把控到生产过程的精细管理,再到施工环节的质量监督,每一个环节都至关重要。只有全面、系统地做好质量控制工作,才能确保水泥混凝土材料的质量符合工程要求,为土木工程的建设提供坚实的保障。

参考文献

- [1]李文泉.公路工程水泥混凝土原材料试验检测技术研究[J].运输经理世界,2022(33):142-144.
- [2]钟晓强.水泥混凝土材料试验检测及相关质量控制研究[J].江西建材,2021(08):60-61.
- [3]钟晓强.水泥混凝土材料试验检测及相关质量控制研究[J].江西建材,2021(08):60-61.
- [4]张国玲.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].居舍,2021(18):29-30+48.