

公路工程施工过程中混凝土强度试验分析

刘 朋¹ 刘峻成²

1. 内乡县恒昌石材有限公司 河南 南阳 473000

2. 内乡县宛西公路工程有限公司 河南 南阳 473000

摘 要：本文阐述了混凝土强度试验在公路工程中的重要性，包括保障结构安全、指导施工控制及为验收提供依据。介绍了试验方法、流程及数据处理评定方式，分析了原材料、施工工艺和试验操作对结果的影响。最后提出提高试验准确性的措施，如严控原材料质量、优化施工工艺及规范试验操作流程，以确保公路工程质量。

关键词：公路工程；混凝土强度；试验分析；质量控制；影响因素

引言：在公路工程建设中，混凝土作为关键结构材料，其强度直接关乎工程的安全性、耐久性与质量稳定性。混凝土强度试验贯穿于工程建设全流程，从保障结构安全、指导施工控制到为工程验收提供依据，均发挥着不可替代的作用。然而，试验结果受原材料、施工工艺及试验操作等多重因素影响。为确保试验数据准确可靠，需深入剖析影响因素，并采取针对性措施加以控制。本文将围绕混凝土强度试验的重要性、方法流程、影响因素及提高准确性的措施展开系统探讨。

1 混凝土强度试验在公路工程中的重要性

1.1 保障工程结构安全

在公路工程领域，桥梁、隧道、路面等结构物在长期使用过程中，会持续承受车辆荷载的反复作用，同时还要应对温度变化带来的热胀冷缩效应，以及雨水侵蚀等恶劣环境的影响。这些复杂的外力与环境因素，对结构物的承载能力和稳定性提出了极高要求。混凝土作为这些结构物的主要构成材料，其强度是确保结构物安全的关键所在。开展混凝土强度试验具有不可忽视的重要意义，它能够借助专业设备和科学方法，对混凝土的实际强度进行精准检测与全面评估，严格验证其是否达到设计强度要求。一旦试验结果显示混凝土强度不足，施工单位便能及时采取针对性的补救措施，如加固处理、返工重建等，有效避免结构物在使用过程中出现开裂、变形甚至坍塌等严重安全事故，切实保障公路工程的结构安全，为人们的出行安全保驾护航^[1]。

1.2 指导施工过程控制

在公路工程施工阶段，混凝土强度试验结果是控制施工质量的关键依据，具有不可替代的指导作用。它能及时、直观地呈现混凝土配合比设计、原材料质量以及施工工艺等因素对混凝土强度的具体影响。若配合比设计不合理，可能导致混凝土强度不足；原材料质量不

达标，会影响混凝土的整体性能；施工工艺不当，则会造成混凝土内部缺陷。施工人员依据试验反馈的详细信息，能够迅速且精准地调整施工参数。比如，优化混凝土配合比以适应工程实际；改进浇筑振捣工艺，保证混凝土密实均匀。通过这种动态精准控制，确保混凝土质量稳定可靠，最终有效提升施工效率。

1.3 为工程验收提供依据

在公路工程验收工作里，混凝土强度是衡量工程质量的核心评判指标，其重要性不言而喻。当工程推进至竣工验收阶段，混凝土强度试验数据发挥着决定性作用，是判定工程是否符合质量标准、能否通过验收的关键依据。这些试验结果准确且可靠，得益于科学严谨的检测流程以及专业的技术手段。检测人员严格按照规范进行取样、试验操作，确保数据的真实性和有效性。凭借这些客观、真实的数据，可以有效避免验收过程中人为因素的干扰，比如人情关系、主观臆断等。从而保证工程验收过程公平公正，验收结果精准无误，切实保障公路工程建设质量能够达到预期标准，为公路的安全运营奠定坚实基础。

2 混凝土强度试验方法与流程

2.1 试验方法分类

（1）标准立方体抗压强度试验：这是最常用的混凝土强度试验方法，按照标准制作150mm×150mm×150mm的立方体试件，在规定的养护条件下（温度20±2℃，相对湿度≥95%）养护至规定龄期（通常为7天、28天），然后进行抗压强度测试，所得强度值作为评定混凝土强度等级的依据。（2）轴心抗压强度试验：采用150mm×150mm×300mm的棱柱体试件，模拟混凝土在实际结构中的受力状态，测试其轴心抗压强度。该试验结果更能反映混凝土在受压构件中的真实受力性能，为结构设计提供更准确的数据。（3）劈裂抗拉强度试验：通

过对立方体或圆柱体试件施加横向压力,使其沿劈裂面产生拉应力,从而测定混凝土的劈裂抗拉强度。该方法操作简便,可间接反映混凝土的抗拉性能,对于评估路面、桥梁等结构的抗裂性能具有重要意义。

2.2 试验流程

(1) 试件制备环节:依据试验需求,挑选适配模具。把搅拌均匀的混凝土拌合物分两层装入模具,每层插捣次数至少25次。插捣完毕,用抹刀沿模具内壁插捣数次,以排出内部气泡。试件成型后,用湿布覆盖其表面,置于温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不低于50%的环境中静置1至2天,之后进行拆模操作。(2) 试件养护阶段:拆模后的试件需立刻放入标准养护室或者养护箱开展养护工作。标准养护条件为温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度不低于95%。若采用同条件养护方式,试件要放置在与实际结构一致的环境里,让试件养护条件尽可能贴近实际状况。强度测试过程:待试件养护至规定龄期,将其从养护室取出,擦净表面水分,随后放置在压力试验机上进行加载试验。加载速度需根据混凝土强度等级调整,强度等级低于C30时,加载速度为 $0.3\sim 0.5\text{MPa/s}$;强度等级不低于C30且低于C60时,加载速度为 $0.5\sim 0.8\text{MPa/s}$;强度等级不低于C60时,加载速度为 $0.8\sim 1.0\text{MPa/s}$ 。当试件临近破坏、急剧变形时,停止调整试验机油门,直至试件破坏,记录破坏荷载^[2]。

2.3 数据处理与评定

在混凝土强度试验里,数据处理与评定环节容不得半点马虎,严谨性和准确性是核心要求。试验完成后,要依据记录的破坏荷载以及试件的承压面积,运用特定计算公式精准算出混凝土强度值。这一过程中,数据记录必须准确无误,计算方法要严格遵循规范,如此才能保证强度值的可靠性。(1) 对于同组的三个试件,一般会采用算术平均值来代表该组试件的强度。这是基于统计学原理,能较为客观地呈现整体强度状况。不过,当三个试件中的最大值或者最小值与中间值的差值超过中间值的15%时,就表示数据存在一定的离散性。这时应取中间值作为该组试件的强度代表值,以此排除异常值对整体强度判断产生的不良影响。如果最大值与最小值与中间值的差值都超过中间值的15%,那就表明这组试件的试验结果偏差较大。这很可能是试验操作有误、试件制作存在缺陷等因素导致的,所以这组试件的试验结果视为无效,需要重新开展试验。(2) 在得出强度代表值后,要将其与设计强度等级进行对比分析。若强度代表值达到或者超过了设计强度等级,那就评定混凝土强度合格;反之,则判定为不合格。

3 影响混凝土强度试验结果的因素分析

3.1 原材料因素

(1) 水泥质量:水泥的强度等级、品种、安定性等直接影响混凝土强度。不同强度等级的水泥配制的混凝土强度不同;水泥安定性不合格会导致混凝土在硬化过程中产生膨胀开裂,降低强度。此外,水泥的新鲜程度、储存条件也会影响其活性,进而影响混凝土强度。

(2) 骨料质量:骨料的粒径、级配、含泥量、泥块含量等对混凝土强度有显著影响。骨料级配良好可使混凝土更加密实,提高强度;含泥量和泥块含量过高会降低骨料与水泥浆的粘结力,导致混凝土强度下降。粗骨料的粒径过大可能会影响混凝土的工作性与均匀性,也会对强度产生不利影响。(3) 外加剂与掺合料:外加剂(如减水剂、早强剂、缓凝剂等)和掺合料(如粉煤灰、矿渣粉等)的种类、掺量选择不当,会改变混凝土的凝结时间、强度发展规律等。例如,减水剂掺量过多可能导致混凝土离析、泌水,影响强度;掺合料掺量过大可能延缓混凝土强度增长,降低早期强度。

3.2 施工工艺因素

(1) 混凝土配合比:配合比是影响混凝土强度的关键因素之一。水胶比过大,会导致混凝土孔隙率增加,强度降低;砂率不当会影响混凝土的和易性和密实度,进而影响强度。此外,胶凝材料用量、骨料比例等参数的不合理选择,也会对混凝土强度产生不利影响。(2) 搅拌与运输:搅拌时间不足会导致混凝土拌合物不均匀,各组分不能充分反应,影响强度;搅拌时间过长则可能使混凝土坍落度损失过大,工作性变差。混凝土在运输过程中,如果发生离析、漏浆等情况,未及时进行二次搅拌调整,也会降低混凝土的质量和强度。(3) 浇筑与振捣:浇筑过程中,如果混凝土自由下落高度过大,会导致骨料与水泥浆分离,产生离析现象。振捣不密实会使混凝土内部存在空洞、蜂窝、麻面等缺陷,降低强度;过度振捣则可能使混凝土产生分层、泌水,同样影响强度^[3]。

3.3 试验操作因素

(1) 试件制作不规范:试件制作过程中,如果模具不清洁、尺寸不准确,或者混凝土拌合物装填不均匀、插捣不密实,都会导致试件强度离散性增大,试验结果不能真实反映混凝土的实际强度。(2) 养护条件不符合要求:养护温度和湿度对混凝土强度发展影响显著。养护温度过低会延缓水泥水化反应,降低早期强度;湿度不足就会导致混凝土失水干燥,影响水泥水化的充分进行,使强度降低。同条件养护试件如果未与实际结构处

于相同的环境条件下,也会导致试验结果不准确。(3) 试验设备与操作误差:压力试验机的精度、加载速度控制不准确,会使试验结果产生偏差。操作人员在试验过程中,如果读数不准确、操作不规范(如试件放置不水平),也会影响试验结果的可靠性。

4 提高混凝土强度试验准确性的措施

4.1 严格控制原材料质量

在混凝土施工质量控制中,严格控制原材料质量是保障混凝土强度的基础。需建立一套严格且完善的原材料进场检验制度,对水泥、骨料、外加剂、掺合料等各类原材料进行全方位、无死角的质量检测。不仅要仔细检查原材料附带的质量证明文件,如出厂合格证以及质量检验报告等,确保其来源正规、质量可追溯,还需严格依照相关规范与设计要求,对原材料进行抽样复试。通过专业的检测手段,检测水泥的安定性、凝结时间,骨料的颗粒级配、含泥量,外加剂和掺合料的性能指标等,确保各项性能均符合标准。同时,要选择质量稳定、信誉良好的原材料供应商,并定期对原材料质量进行评估和比对,及时淘汰质量不稳定的供应商,从源头上避免因原材料质量波动而对混凝土强度产生不利影响。

4.2 优化施工工艺

(1) 合理设计混凝土配合比:依据工程的具体特点、原材料的实际性能以及现场施工条件,通过科学严谨的试验来确定最优混凝土配合比。在确保混凝土强度满足设计要求的基础上,对水胶比、砂率、胶凝材料用量等关键参数进行优化调整。合理的水胶比能平衡混凝土的强度与耐久性,适宜的砂率可改善混凝土的工作性,恰当的胶凝材料用量则有助于提高混凝土的综合性能。同时,要充分考虑不同季节的温度变化、湿度差异以及不同施工环境的特殊要求对混凝土性能的影响,根据实际情况适时调整配合比,以适应各种复杂工况,确保混凝土在不同条件下都能保持良好的性能。(2) 规范施工操作:强化施工过程管理,严格规范混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣等各个环节的施工工艺。精准控制搅拌时间和搅拌速度,保证混凝土拌合物均匀一致;在运输过程中,采取有效防护措施,防止混凝土出现离析、漏浆等问题;浇筑时严格控制自由下落高度,避免混

土因高度过大而离析;振捣时要准确把握振捣时间和振捣方式,确保混凝土达到密实状态,从而提高混凝土的整体质量^[4]。

4.3 规范试验操作流程

(1) 加强试验人员培训:定期组织试验人员参加专业培训,提高其业务水平和操作技能。使试验人员熟悉混凝土强度试验的标准规范、操作流程和注意事项,掌握正确的试件制作、养护和测试方法,减少人为操作误差。(2) 完善试验设备管理:定期对试验设备进行校准和维护,确保压力试验机、养护箱、温度计、湿度计等设备的精度和性能符合要求。建立设备使用台账,记录设备的使用、维护和校准情况,及时发现和解决设备故障,保证试验数据的准确性和可靠性。(3) 严格试验环境控制:按照标准要求,严格控制试验环境的温度和湿度。标准养护室应配备温湿度自动控制系统,确保养护条件稳定;同条件养护试件应放置在具有代表性的结构部位,并采取有效的保护措施,保证养护条件与实际结构一致。

结束语

综上所述,混凝土强度试验在公路工程中意义重大,从保障结构安全、指导施工控制到为验收提供依据,贯穿工程始终。试验方法多样,流程严谨,但结果受原材料、施工工艺和试验操作等多因素影响。为提高试验准确性,需严格把控原材料质量、优化施工工艺、规范试验操作流程。通过全方位管控,确保混凝土强度试验结果真实可靠,为公路工程的高质量建设与安全运营提供坚实保障。

参考文献

- [1]胡智彬.公路工程施工过程中混凝土强度试验[J].科技创新,2024(04):98-101.
- [2]孙海彬.公路工程施工过程中混凝土强度试验分析[J].运输经理世界,2023(12):44-46.
- [3]刘美春.公路工程高强度水泥混凝土配合比试验检测要点研究[J].运输经理世界,2021(23):36-38.
- [4]杨新福.公路工程施工过程中混凝土强度试验分析[J].居舍,2020(17):26-27.