

市政道路工程中混凝土力学性能检测试验方法分析

张浩华

广东冠道建设工程检测有限公司

摘要:混凝土是市政道路工程建设中主要涉及使用的施工原材料,且使用量较大,其中混凝土力学性能直接影响着道路施工质量。基于此,本文结合钓鱼台片区工业大道市政工程项目,进一步分析混凝土力学性能检测试验方法,并提出有效的混凝土力学性能检测质量控制措施,以保证混凝土力学性能检测结果准确性,从而为控制市政道路工程施工质量提供科学依据。

关键词:市政道路工程;混凝土力学性能;试验方法

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.067

引言

现阶段市政道路工程普遍具有成本投入高、原材料需求量大等特点,尤其是混凝土材料;混凝土力学性能是衡量道路工程施工质量的重要指标,在施工阶段,做好混凝土力学性能检测试验,依据试验目的及相关要求,选择合适的检测试验方法,以保证混凝土力学性能检测结果准确性,为判断和评估混凝土质量提供科学依据,从而实现有效控制市政道路工程质量,进一步提高市政道路工程项目建设经济效益和社会效益。

一、工程概况

以钓鱼台片区工业大道市政工程项目为例,该工程项目位于钓鱼台工业大道,南端连接现有的道路,北端延伸到迎客大道上,道路的全长大约为1101.203米,其中规划红线宽度为30米。

其中钓鱼台片区工业大道作为新建道路,在设计阶段,工业大道的设计起点为K0+000,其中线坐标主要是 $X=2622328.589$, $Y=48341.873$,工程所设计的终点是K1+101.203,中线的坐标为 $X=2623204.351$, $Y=48046.738$ 。根据规划,这条新建道路将采用双向六车道布局,包括非机动车道,进而来满足实际交通的需求。道路设计车速为每小时30公里,整体的路线长度为1101.203米。

新建道路施工涉及大量混凝土材料使用,混凝土性能直接影响着新建道路施工整体质量,为保证工程项目建设经济效益和社会效益,并减少道路投入使用后的质量病害发生,需要在施工阶段,严格按照《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52-2006、《普通混凝土力学性能试验方法》GB/T 50081-2019以及《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GB/T 50082-2009等国家和行业现行规范标准,科学开展新建道路施工项目中的混凝土低温力学性能检测工作,并结合实际情况,选择合适的试验方法,确保低温环境下混凝土力学性能表现如实反映,并依据试验结果,评估和判断混凝土低温力学性能是否符合市政工程建设标准,科学把控新建道路施工质量,从而实现市政工程项目建设经济效益、社会效益最大化目标。

二、混凝土力学性能检测试验方法

从抗拉强度与抗压弹性模量两方面检测混凝土力学性能,严格按照现行国家规定标准,并根据试验要求,选择合适的检测试验方法,以保证混凝土力学性能检测结果准确性,如实反映该工程项目施工中混凝土力学性能情况,为控制新建道路施工质量提供科学依据。

(一) 试件制备与养护

1. 取样及试样制备

(1)按现行国家标准相关规定,对新建道路施工中所涉及使用的混凝土进行取样及试样制备,每组试件所使用的拌合物均要从同一批次混凝土中进行取样。在制备检测试验所需试件时,综合考虑混凝土拌合物的稠度或试验要求,选择合适的试件成型方法,以保证混凝土密实度符合试验标准,避免出现分层离析问题而影响试验结果准确性。

(2)在制备样品时,需要根据钓鱼台片区工业大道市政工程项目实际情况,从工程现场或实验室中取得代表性的混凝土样品,确保取样的全面性和代表性。同时,也要根据试验的具体要求,将取得的混凝土样品进行切割、抽芯或制模成所需的试验样品尺寸和形状。待混凝土搅拌工序结束后,试件成型应在 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$,湿度大于50%的室内静置1-2天,在静置的时候避免出现振动和冲击。在试件拆模后,就要立即放入到温度为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中,湿度要在95%,这一环境下进行养护,在养护的过程中,要将试件放在支架上,每一个试件之间要间隔10mm-20mm,将塑料薄膜覆盖于成型后的试件表面,并按照相关技术要求,控制试件养护期间的温度和湿度,做好每组试件的标号,处理存在严重缺陷的试件。试件的养护龄期主要是分为1d、3d、7d、28d、56d等,当试件达到设计要求的养护龄期时,即可对其进行拆模。

(3)待养护完成后,将混凝土试件转移至温度为 $20-30^{\circ}\text{C}$ 、湿度为38%-42%的环境中进行放置,其目的是确保试件自身的湿度条件与实际工程环境相一致,使最终混凝土力学性能检测试验结果如实反映实际工程质量情况。待各项养护工作结束后,根据养护后的试验结果,测得每组混凝土试件的含水率,明确常温条件下,混凝土试件的标准抗压强度和劈裂强度按照上述流程规范制备样品,可以更好地保证后续试验操作规范性、统一性,能够清晰的了解样品自身的含水率、抗压强度和弹性模量等参数,为市政道路工程建设提供有力的数据支持。在钓鱼台片区工业大道市政工程中,混凝土的湿度条件对其力学性能有着显著影响,所以在整个试验中,就要注意对湿度进行仔细的控制和监测。此外,也可以在试件中内置热电阻传感器,这样就可以更充分的了解混凝土在养护过程中存在的温度变化,保证后续的试验更规范。

(二) 混凝土力学性能检测试验

1. 抗压强度

(1) 按照现行国家标准相关规定，规范开展混凝土试件的抗压强度性能检测试验，根据试验目的及具体要求，确定待测定混凝土抗压强度试验的试件尺寸及数量。试验过程中，选用边长是150mm的立方体试件作为标准试件，每组试件数量不少于3块。

(2) 同时准备混凝土抗压强度试验所需仪器设备，如压力试验机，并按试验要求，设置该仪器设备的各项参数，混凝土试件破坏荷载强度不得小于压力机全量程的20%，最大不得超过80%。检查压力试验机的上、下承压板的表面硬度、平整度以及粗糙度是否符合相关规定要求。

(3) 对达到试验龄期的混凝土试件开展抗压强度性能检测试验，取出试件后，需要对其尺寸、形状进行检查，确认其误差是否在规定允许范围内。在试验机上放置混凝土试件，将试件成型时的侧面设置为承压面，在试验机的垫板上安放试件时，试件中心与试验机压板中心应相互对准。

(4) 试验机启动后，当前试件表面与该仪器设备的钢垫板必须均匀接触。按抗压强度试验要求，连续均匀施加负荷，控制每次加荷速度，尽可能控制在0.3MPa/s-1.0MPa/s范围内，并根据试件抗压强度灵活调整加荷速度。当试件与预设破坏荷载相接近时，且存在急剧变形情况，需要暂停施加荷载，并对试件破坏荷载数据详细记录。可通过下述公式计算混凝土试件抗压强度：

$$f_{cc} = \frac{F}{A}$$

式中， f_{cc} —混凝土试件抗压强度，MPa； F —试件破坏荷载，N； A —试件承压面积， mm^2 。每组3个试件测值的平均值，即为该组试件的抗压强度值，精确至0.1MPa。市政工程中新建道路施工中所使用混凝土强度等级小于C60时，则是按非标准试件实测强度值对其抗压强度性能进行判定；混凝土强度等级超过C60时，则按标准试件实测强度值，以确定混凝土试件的抗压强度是否相关规定标准。

表1 部分混凝土试件抗压强度试验数据统计

| 试件序号 | 抗压强度测试值 (MPa) |
|------|---------------|
| 1 | 38.6 |
| 2 | 37.6 |
| 3 | 36.2 |
| 4 | 39.5 |
| 5 | 38.2 |
| 6 | 40.1 |

(5) 从表1所统计的相关数据来看，依据现行国家标准相关规定，试验结果所显示的混凝土试件抗压强度值，与相关规范标准相符合；说明所检测批次混凝土的抗压强度性能满足新建道路施工要求，混凝土整体质量与市政工程建设标准相一致。

2. 混凝土抗压弹性模量检测试验

(1) 混凝土抗压弹性模量检测试验流程基本与上述抗压强度测试相一致，选用标准的混凝土试件进行试验，待试件数量、尺寸检查结束后，且符合规定要求，即可在压力机球座上放置试件，如图1所示，遵循压力依次施加原则，详细记录0.5MPa条件下试件所承受的压力，以及产生的轴向极限力变化。可通过下述公式计算混凝土静压受力弹性模量：

$$E_c = \frac{F_a - F_0}{A} \times \frac{L}{\Delta n}$$

式中， E_c —混凝土静压受力弹性模量，MPa； F_a —应力达到1/3轴心抗压强度时的荷载，N； F_0 —应力达到0.5MPa时的初始荷载，N； A —试件承压面积， mm^2 ； L —测量标距，mm； Δn —最后一次从0.5MPa加荷至应力达到1/3轴心抗压强度时的混凝土试件两侧变形平均值。

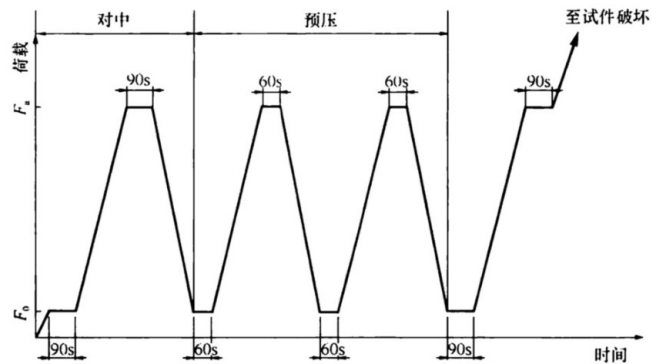


图2 混凝土试件弹性模量试验加荷操作示意

三、提高混凝土力学性能检测质量的有效措施

(一) 明确试验检测程序和流程

在开展市政道路工程的混凝土力学性能检测试验工作前，相关人员应结合实际情况，明确混凝土力学性能检测程序和试验流程，从源头上把控混凝土力学性能检测工作质量，避免出现检测结果不准确问题。具体内容如下：

(1) 检测机构接收委托单位的委托，开始处理相关事宜。委托单位要根据试验要求填写委托单，详细记录所需检测的混凝土参数和试验标准等。

(2) 收样员主要是对送检的混凝土样品进行外观检查，并核对样品标签上的信息与委托单是否一致。收样员要准确的确认样品无破损、污染，且信息准确无误后，样品即被视为符合要求。

(3) 收样员与委托单位代表共同确认试验项目和参数，并在委托单上签名，以证明双方对试验要求达成一致。为了防止样品出现混淆等情况，那么收样员会对样品进行唯一标识，通常包括样品编号、委托单位信息等。

(4) 在标识之后，将已标识的样品安全送至样品室，按照规定的条件存放，确保样品的稳定性。样品室收到样品，则要根据委托单信息，将样品派发给相应的试验员，并安排具体的试验时间表。

(5) 待混凝土力学性能检测试验结束后, 按规范要求整理各项数据, 并详细编制检测报告, 经过审核无误后, 提交给委托单位。在整个试验检测的过程中, 检测机构需要严格遵守相关标准和程序, 确保试验的准确性和公正性。同时, 委托单位也需确保提供的样品符合要求, 以便得到可靠的试验结果。

(二) 详细规划检测计划

在实际进行检测的时候, 需要根据钓鱼台片区工业大道市政工程项目自身的特点, 来制定详细的检测计划。具体内容如下:

(1) 在准备阶段, 主要是准备相关的混凝土力学性能检测仪器设备, 并准备原始的记录试验表格, 安排相关工作人员提前与施工现场进行对接, 结合施工现场实际情况, 规范开展混凝土力学性能检测。

(2) 根据工程的施工进度, 分阶段的开展检测工作, 并且按照设计的检测大纲来进行跟踪检查, 保证整个检测工作和工程项目施工进度之间协调配合, 充分满足委托方的要求。

(3) 结合此次项目的具体工期计划, 将检测工作贯穿到整个项目施工当中, 确保全程跟踪检测, 以确保混凝土力学性能得到准确评估。在整个检测过程中, 除了要充分保障设备和人员配备以外, 也要根据工程施工进度灵活调整混凝土力学性能检测计划, 以配合工程项目的施工进度, 提高检测工作效率和质量。

(三) 加强试验现场管理

在对工程项目混凝土低温力学性能进行试验检测的时候, 首先要确保试验现场的安全, 可以设置明显的安全警示标识、保证试验设备和仪器的安全运行、员工遵守安全操作规程等。尽量减少试验对环境的影响, 合理处理废弃物和化学药品, 确保试验现场的环境卫生。对受检现场要进行多次的勘测, 了解试验环境和条件, 确保试验能够顺利进行, 同时对可能存在的风险进行评估和控制。其次, 要对检测仪器进行检查, 在进行试验前, 对所有使用的设备进行全面检查和测试, 确保其性能更加稳定、准确度高, 同时也要进行必要的校准和调试。再次, 要对试验人员进行必要的培训, 培训内容主要包括了设备操作、安全规程、紧急处理等内容, 以确保他们能够安全、有效的进行试验。同时也确保了整个现场检测过程中, 各个应检测项目都能够公正、科学、准确的进行, 不受外部干扰或人为因素影响^[2]。最后, 要进行试验现场的协调管理, 试验人员需要与工程施工方的沟通协调、与委托方的联系沟通等, 合理安排人员和设备、与工程施工方的协调配合, 这样就能保证检测工作与工程施工进度的良好配合。此外, 还需要建立相对完整的试验记录系统, 主要是记录了试验过程中的数据、操作流程、设备运行情况等, 以备后续分析和报告编制。通过对试验现场进行管理, 才能保证后续工程混凝土性能试验顺利的开展, 同时也有助于保障试验数据的准确性和可靠性。

(四) 规范取样及送检

在混凝土样品制备完成后, 就要对其进行取样和送检, 取样的时候, 要从水泥稳定上基层、沥青上面层、沥青中面层、人行道等区域进行混凝土取样, 保证能够详细的了解混凝土的抗压强度、压实度等^[3]。结合钓鱼台片区工业大道市政工程施工质量控制目标, 并综合考虑混凝土力学性能检测试验要求, 确定新建道路项目中需要进行取样的部位, 如水泥稳定上基层、沥青上面层、沥青中面层等, 通过规范取样各部位的混凝土样品, 并待取样结束后, 做好相应保存管理, 以便后续集中送检。

针对新建道路施工项目中人行道部位取样时, 则要对其水泥、砂、碎石等材料进行检测, 保证检测更加全面。在取样完成后, 就要进行送检, 在送检之前, 先需要确保整个检测样品的尺寸、外观质量和养护条件等是否符合试验的要求。然后就要将试件送到具有相应资质的检测机构进行规范的试验, 在整个送检过程中, 需要更加注意试件的包装和运输情况, 这样就能防止样品在运输的过程中受到撞击, 保证样品的温度和外观都是稳定的。然后检测机构就要按照国家的标准来进行试验, 试验的内容主要是包括了测定混凝土的抗压强度、劈裂强度等指标。在试验的时候, 为了保证低温力学性能的试验要求, 那么其试验设备就需要在低温环境下正常工作, 并能够准确测量试件的力学性能。当整个试验完成后, 检测人员就会对试验结果进行分析, 评估混凝土在低温条件下的力学性能。根据评估的结果来出具正式的检测报告, 其中检测报告中就包括了混凝土试件的尺寸、养护条件、试验结果和结论等详细信息, 保证试验检测更全面。

结论

综上所述, 对混凝土低温力学性能试验进行分析, 不仅可以提升试验结果的准确性, 还能保证混凝土力学性能得到优化, 增强混凝土质量。在进行试验的时候, 为了保证试验效果更好, 那么就要对试验现场进行管理, 并制备样品, 对其进行取样、送检等, 进而详细的了解了混凝土低温抗压强度以及劈裂强度的性能, 优化工程质量。

参考文献

- [1] 林文华. 高低温循环作用下纤维增强面板混凝土力学性能研究[J]. 新型建筑材料, 2024, 51(05): 74-77.
- [2] 胡金泉, 裴万胜, 王冲. 超低温混凝土力学性能与抗冻融耐久性研究进展[J]. 冰川冻土, 2024, 46(01): 111-125.
- [3] 王兴贤. 低温环境下水工碾压混凝土冲击力学特性数值模拟[D]. 西京学院, 2023.
- [4] 马欣, 解新宇, 刘润清. 超低温下玄武岩纤维混凝土抗冲击性能研究[J]. 混凝土, 2023, (11): 148-153.
- [5] 姚汐. 铁尾矿砂混凝土低温力学性能及损伤演化试验研究[D]. 辽宁石油化工大学, 2020.

作者简介: 张浩华, 男, 1991年7月, 汉族, 本科, 中级路桥工程师, 研究方向: 试验检测。