

建筑工程水泥和混凝土施工材料的检测探讨

赵玉东 石享 张盛豪

北京紫衡轩建筑工程检测有限公司, 北京 102499

[摘要]水泥和混凝土的质量影响到工程建筑的安全性和使用寿命。文中主要针对这两种材料的检测进行研究,介绍了水泥物理和力学性能检测的方法,提出了一个从原材料、拌合物、硬化混凝土到结构实体的全方位质量检测的方法。并且针对天津地区2024年混凝土质量检查中出现的一些取样不当、设备使用存在问题的现象提出了加强标准建设以及加大自动化投入等建议措施。由此可见,做好全方面的检测工作,实行全面、自动化的管理方式是提高工程质量,预防事故发生的有效方法。

[关键词]水泥检测; 混凝土检测; 质量控制

DOI: 10.33142/ect.v4i2.19200

中图分类号: TU528

文献标识码: A

Exploration into the Testing of Cement and Concrete Construction Materials in Construction Engineering

ZHAO Yudong, SHI Xiang, ZHANG Shenghao

Beijing Zihengxuan Construction Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 102499, China

Abstract: The quality of cement and concrete affects the safety and service life of engineering construction. The article mainly focuses on the testing of these two materials, introduces methods for testing the physical and mechanical properties of cement, and proposes a comprehensive quality testing method from raw materials, mixtures, hardened concrete to structural entities. And suggestions and measures have been put forward to strengthen standard construction and increase automation investment in response to some improper sampling and equipment usage problems in the concrete quality inspection in Tianjin in 2024. From this, it can be seen that carrying out comprehensive and automated management is an effective method to improve engineering quality and prevent accidents.

Keywords: cement testing; concrete testing; quality control

引言

水泥混凝土因其良好的可塑性和较高的强度以及较长的使用寿命,在建筑工程中被大量使用。而随着建筑越来越高、越来越大,对混凝土的耐久性以及工作性要求也越来越高。混凝土的质量与性能主要取决于所用原料的质量好坏,而混凝土又是工程量最大的一种材料,其质量的好坏直接影响整个工程的质量。所以,建立健全一套完善的检测方法,对水泥以及混凝土进行全程的质量控制是保证工程质量的基础。但是目前施工过程中的检测还存在取样不规范、设备管理不到位等问题,导致检测结果的可靠性不高。本文主要从检测内容、技术手段、存在问题以及改进措施四个方面,着重对水泥物理力学性能试验以及混凝土全过程试验进行论述,提出健全相关标准以及推广智能化应用的建议,以提高试验水平。

1 水泥施工材料的检测内容与技术方法

1.1 水泥物理性能检测

水泥物理性能检测是进场复检的第一项工作,检测内容有细度、标准稠度用水量、凝结时间和体积安定性等。细度即水泥颗粒粗细,一般用比表面积或筛余百分数表示,细度影响水泥水化进程、早期强度和需水量,常用方法为勃氏比表面积法或者负压筛法。标准稠度用水量是指水泥

净浆达到一定稠度时所需加水量,该参数用来进行凝结时间和安定性试验的标准状态,根据改变加水量以及试锥下沉距离大小确定标准稠度。凝结时间包括初凝时间和终凝时间,前者是水泥加水以后到开始失去可塑性所需时间,后者是从加水到完全失去可塑性所需时间,初凝时间太短影响施工,终凝时间太长造成拖延,试验用维卡仪测定并精确到分钟。安定性是反映水泥硬化过程中体积变化是否均匀,不良安定性会造成开裂,一般采用沸煮法或者雷氏夹法测定。为了更加直观体现各种水泥在物理性质上差别,本研究选取常用于建筑工程中的P·O 42.5普通硅酸盐水泥及P·P 32.5火山灰质硅酸盐水泥进行对比试验,其试验结果见表1。从表1可以看出,P·P水泥比P·O水泥的标准稠度用水量更大,凝结时间较长,因此更适合用于大体积混凝土施工控制水化热放出。

表1 常见水泥物理性能指标实测数据对比

水泥品种	标准稠度用水量 (%)	初凝时间 (min)	终凝时间 (min)	安定性 (雷氏法)
P·O 42.5	27.3	185	245	合格
P·P 32.5	31.5	210	290	合格

1.2 水泥力学性能检测

水泥力学性能的主要检测项目是胶砂强度,即抗折强

度与抗压强度，是评定水泥强度等级的主要标准。根据国家标准 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法》的要求，水泥胶砂强度试验应按规定的配合比制备40mm×40mm×160mm 棱柱体试件，在标准养护条件下养护到相应的时间（一般为3d、28d）后进行强度试验。抗折强度试验用杠杆式抗折试验机或者电动抗折试验机，以三分点加荷的方式测量；抗压强度试验是在折断的一半棱柱体上进行，用抗压夹具及压力试验机测定。在实际检测工作中，水泥胶砂强度（3d强度、28d强度）是水泥比对试验最重要的一个项目，在不同实验室之间进行水泥胶砂强度比对试验可以很好地反映检测结果是否正确可靠。而且水泥强度的高低并不单纯只是由水泥中各种矿物所决定，还受养护条件及试验方法的影响很大，任何一个方面出现问题都会造成实验结果错误。

2 混凝土施工材料的检测技术体系

2.1 混凝土原材料检测

混凝土原材料的质量控制是保证混凝土各项性能的前提条件，在进行质量检测的过程中要对各种原材料进行全面的质量检测。水泥的检测已经在上一部分进行了阐述，接下来主要分析骨料、外加剂以及掺合料的质量检测。对于细骨料（砂）需要对其颗粒级配、细度模数、含泥量、泥块含量、表观密度、堆积密度、空隙率和有害物质进行检测；而对于粗骨料（石）则主要是对其级配、压碎指标、针片状颗粒含量以及含泥量进行检测。另外，在实际工作中经常会遇到砂、石连续三个月未检测坚固性的质量问题，同时也有部分地区在对混凝土原材料的质量检查过程中发现原材料检测项目不全、检测试验不符合有关标准等情况。外加剂是混凝土的第五组分，它有减水率、泌水率比、含气量、凝结时间差、抗压强度比以及收缩率比等检测内容，不同的混凝土外加剂需按要求进行相应检测项目。对于矿物掺合料如粉煤灰、矿渣粉、硅灰等要检测细度、需水量比、活性指数、烧失量和三氧化硫等。

2.2 混凝土拌合物性能检测

混凝土拌合物工作性的好坏直接影响施工难易及其成型后密实情况，一般通过坍落度、扩展度、含气量、表观密度、凝结时间和泌水率等来判断。坍落度是最常用的检测方法之一，适用于坍落度大于等于10mm 塑性混凝土；而对于高流动性混凝土还需做扩展度试验来全面反映其流动性大小。含气量对防冻混凝土非常重要，在生产上经常用气压法或水压法测定。而在施工现场，混凝土含气量测量或波美比重计测溶液密度方法不正确是较常见的试验管理问题，试验人员应严格按照要求操作，保证试验结果准确性。此外，拌合物凝结时间测定对施工组织工作也有很大帮助，尤其是大体积混凝土或夏季施工时，要依据实际测定凝结时间来确定是否可以浇筑以及抹面工作。

2.3 硬化混凝土力学性能检测

硬化混凝土力学性能测试是判断混凝土质量的主要方法之一，也是工程验收的重要依据。一般情况下，需要测试的内容有立方体抗压强度、轴心抗压强度、劈裂抗拉强度以及抗折强度等几种，而最常用的是立方体抗压强度。按照国家规定，混凝土强度试块应在成型后覆盖表面以避免失水，在20±5℃环境下静放1~2d后脱模标记，之后在20±2℃，相对湿度大于95%的标准养护室里保存到规定时间来进行试验。由于混凝土强度原始记录数据缺失或者压力机没有保存数据功能，混凝土强度评定时未按不同配合比进行区分，这在实际检测工作中很常见，给检测结果真实性和可追溯性带来影响。为了探讨不同配合比对于混凝土强度影响，本文安排三个对比试验，基准组使用常规配合比，试验组分别掺入粉煤灰以及高效减水剂，测量得到混凝土强度结果见表2。由表2可以看出，掺入粉煤灰混凝土初期强度增长缓慢，但是到了28d时可以达到基准强度；掺入减水剂混凝土不仅降低了水胶比而且各龄期强度都明显提高，说明外加剂对混凝土具有改善作用。

表2 不同配合比混凝土抗压强度检测结果统计

配合比类型	3d 强度 (MPa)	7d 强度 (MPa)	28d 强度 (MPa)	28d 强度相对偏差 (%)
C30 基准组	18.5	27.2	38.6	-
掺粉煤灰组	15.2	24.8	37.9	-1.8
掺减水剂组	24.6	33.5	45.2	+17.1

2.4 结构实体混凝土检测技术

结构实体混凝土检测是对于已经完成施工并且达到一定龄期的混凝土构件在现场进行的一种检测方式，用以检查该结构混凝土的质量是否满足设计标准要求。依据检测方法以及对结构的影响程度不同，可以分为无损检测、微破损检测以及破损检测三种类型。无损检测的方法主要有回弹法、超声法以及超声回弹综合法，在回弹-超声多物理场信息融合混凝土强度快速评估系统中，是通过建立现场标定的区域性测强模型并通过钻芯法对几个关键点进行校验从而将混凝土强度评定时间从原来的28d缩短为7~14d左右，提高了检测决策速度50%以上。基于多源信息融合的评估模型对于结构构件强度预测R2值达到0.96，均方根误差小于5%。微破损检测有钻芯法、拔出法、射钉法等，而钻芯法是通过在结构上钻取芯样做抗压试验，直观可靠，但是会破坏结构，要避免重要受力区域。而在实际应用中，回弹法检测混凝土抗压强度是常用的实测方法之一，其测试结果可以用来判断结构是否合格以及以后使用情况。

3 施工阶段材料检测质量控制关键问题分析

3.1 取样与试件制作不规范问题

取样与制备是材料检测的第一步，也是至关重要的一个步骤，它直接影响到检测结果是否具有代表性以及真实

性,在施工过程中取样的不具代表性以及制备试件不规范的情况比较普遍。施工单位现场管理存在问题,比如施工现场没有混凝土试块养护设施,试件制作环境或者养护设备不能达到要求,混凝土试件缺少编号或者编号信息不全,标养室被杂乱物品占用,台账混乱,养护记录填写不认真等,更严重的是有的地方检查出试块不在现场制作,未按规定送检,施工现场无养护室,无同条件试块,检测报告无法真实反映工程实际。这些问题的存在,使检测的数据不能真实反映材料的质量及实际情况,对工程质量造成极大的隐患,在旁站记录及施工单位试块留置台账中的试块留置的数量不相符,说明监理单位未尽到自己的职责。

3.2 检测设备管理与校准问题

检测设备的准确性、可靠性是检测数据科学性的保障,但在设备管理和校准上存在的问题却比比皆是^[1]。仪器设备校准或检定报告超期,生产计量设备未满量程自校,设备使用记录不全,这些问题都会对检测结果的准确性和可追溯性造成影响。在试验管理上,试验室温湿度控制不符合规定,试件标识信息不完整、不连续,未按要求做好台账,试件留样数量不够或者养护条件、摆放方式不符合相关规定要求,过期未做试验的试件等。另外,在试验报告中无法找到其原始记录,或者存在抗渗检验记录但是没有相关试验报告等都违反了检测工作要求,影响检测结果可信度。而水泥标准粉超期使用的情况也经常出现,这对对比实验造成很大影响。

4 提升水泥和混凝土材料检测质量的优化对策

4.1 完善检测标准体系与动态更新机制

完善的标准化体系是检测工作的规范化开展的保证。一方面,要建立覆盖材料生产、流通、使用各个环节的完善的技术标准体系,提出各个阶段的质量控制要点以及相应的检测方法^[2];另一方面,对于预拌混凝土生产企业要加强监管,增加对原材料及出厂产品抽检频次,对不合格现场构件可追溯至生产厂家。同时也要完善标准的定期修订制度,跟上新材料、新技术、新工艺的发展步伐,使标准具有时代感。根据《关于进一步加强我市建筑工程混凝土质量管理工作的通知》,控制好原材料质量、管理好配合比、进行好交货检验、检查好一站一证制度,同时要求预拌混凝土企业留有一定富余量的混凝土强度,以确保混凝土质量具有可靠保证率。另外还要做好各种标准之间联系和衔接,防止标准相互矛盾或者重复出现,利于检测工作开展。

4.2 推动检测技术信息化、数字化与智能化应用

随着现代信息技术进步和发展,为材料检测工作提高

效率带来新途径。应该充分利用物联网、大数据、人工智能等先进信息技术与检测技术结合,建立智能材料检测体系。从材料上讲,要大力提倡使用具有防伪功能条形码材料,所有新建工程都要进行质量监督系统连接,用唯一性二维码统一标示取样、见证、送样、检测过程,用摄像头、GPS等方式对白皮试件、假试件、冒名顶替试件严格打击^[3]。从材料检测数据管理上来讲,要广泛推广使用可以实现自动采集、保存并上传数据检测仪器,防止人为干扰和修改,保证检测数据准确性、完整性以及可查证性。加大对于伪造检测数据、出具虚假检测报告以及使用不合格检测仪器等行为的打击力度,依法进行处罚并将处罚结果公开以警示他人,净化行业环境。利用信息化技术连接生产和施工两端与监管端的信息孤岛,做到从源头到最终结果全程监管可追溯,为工程质量监管提供有效保证和支持。

5 结语

水泥和混凝土材料是建筑行业的重要组成部分,对建筑物的质量起到至关重要的作用,贯穿整个工程从原材料进场至结构实体验收的过程。本文总结了水泥物理力学性能检测、混凝土原材料以及拌合物性能测试、硬化混凝土及其结构实体检测的方法,同时针对目前施工中出现的问题如取样不当、设备管理不到位等提出改进措施,即加强和完善相关技术标准、推广智能化检测技术的应用。实践也表明,要保证水泥及混凝土产品质量,必须建立一套完善合理检测方法,执行相关标准要求,做好全过程中质量把控,在此基础上大力推广信息化、智能化等先进检测技术是十分必要,这样才能够真正达到提高水泥及混凝土产品品质目的。而在以后发展中,随着绿色建筑以及智慧建造不断推进,对于水泥混凝土检测技术也会越来越重视,检测标准也将更加注重时效性、及时性以及非破坏性,这无疑对水泥混凝土检测技术提出更高要求,也是促进整个行业健康可持续发展重要基础。

[参考文献]

- [1]肖鸿雁.建筑工程水泥与混凝土材料检测分析[J].城市开发,2024(13):72-73.
 - [2]万军,贾百川.建筑工程水泥与混凝土施工材料检测研究[J].散装水泥,2023(4):183-185.
 - [3]刘银娣.建筑工程水泥和混凝土施工材料的检测探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2026(1):68-70.
- 作者简介:赵玉东(1990.1—),毕业院校:中央广播电视大学,所学专业会计学,当前就任职务:北京紫衡轩建筑工程检测有限公司,职务:检测事业部检测二室室主任,职称级别:初级。