

混凝土原材料试验检测对工程质量的影响

冉进华 王彩云 杜德位

北京紫衡轩建筑工程检测有限公司, 北京 102400

[摘要]混凝土是目前建筑行业使用量最大的一种材料,而混凝土的质量好坏又直接影响建筑物的安全性和耐久性。因此,混凝土的质量很大程度上取决于所用原材料的质量以及原材料之间的相容性。文章首先介绍了水泥、砂石、水、外加剂和掺合料等构成混凝土的主要原材料的基本性质和作用,然后对这些原材料的检测方法和关键技术点进行了阐述,接着结合原材料的质量检测对于混凝土施工质量和工程安全的影响,最后针对原材料的质量检测如何应用于质量管理提出了自己的看法。研究认为,严格的原材料试验检测是保证混凝土工程合格率的基础工作,也是保证工程质量可追溯、可控制的有效方法。

[关键词]混凝土;原材料检测;工程质量

DOI: 10.33142/ucp.v3i1.19220

中图分类号: TU528.45

文献标识码: A

The Influence of Testing and Inspection of Concrete Raw Materials on Engineering Quality

RAN Jinhua, WANG Caiyun, DU Dewei

Beijing Zihengxuan Construction Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 102400, China

Abstract: Concrete is currently the most widely used material in the construction industry, and the quality of concrete directly affects the safety and durability of buildings. Therefore, the quality of concrete largely depends on the quality of the raw materials used and the compatibility between the raw materials. The article first introduces the basic properties and functions of the main raw materials that make up concrete, such as cement, sand and gravel, water, additives, and admixtures. Then, the testing methods and key technical points of these raw materials are elaborated. Combined with the impact of quality testing of raw materials on concrete construction quality and engineering safety, the article finally puts forward its own views on how to apply quality testing of raw materials to quality management. Research suggests that strict raw material testing is the fundamental work to ensure the qualification rate of concrete engineering, and it is also an effective method to ensure the traceability and controllability of engineering quality.

Keywords: concrete; raw material testing; construction quality

引言

混凝土是一种由胶凝材料、骨料、水以及外加剂、掺合料等多种材料拌制、硬化形成的一种人造石材,它的性质由这些各种材料本身的性质及其间的相互影响决定。随着建筑行业的发展向着高楼大厦、大跨度、复杂性的方向前进,对混凝土的强度、工作性以及耐久性也提出了越来越高的要求,但是在实际施工过程中由于原材料的质量把控不到位所造成的混凝土问题也是层出不穷,比如强度不够、出现裂缝、耐久性降低等这些问题都会给建筑物带来严重的危害,所以做好系统的、科学的对混凝土原材料的检验检测是进行混凝土配合比设计的前提条件同时也是保证工程质量、防止质量问题发生的重要手段。本文主要通过通过对混凝土原材料检测方法的总结以及其对工程质量的影响进行探讨,以期对工程建设过程中质量控制起到一定的指导作用。

1 混凝土原材料概述

混凝土的原材料体系主要包括胶凝材料、细骨料、粗骨料、水和化学外加剂、矿物掺合料等,各种材料都具有

各自的作用。水泥是混凝土的主要胶凝材料,与水进行水化反应生成凝胶相,把分散的骨料黏结在一起形成整体,也是混凝土强度的主要来源。骨料(包括砂和石子)在混凝土中起到骨架作用,在混凝土总量中一般占到60%~80%,而骨料的级配、形状、清洁程度都会影响混凝土拌合物的工作性和硬化后的力学性能产生影响。拌合水是水泥水化反应所必需,同时对混凝土工作性也起到一定作用。外加剂应用标志着当代混凝土技术进步,只需添加极少量就可以大幅度增强混凝土流动性、控制混凝土凝结硬化或者给混凝土增加一些功能。而矿物掺合料比如粉煤灰、矿渣粉等,不仅可以代替一部分水泥节约成本,还可以优化混凝土内部组成,提高混凝土后期强度及耐久性,这些原材料种类丰富、性质不同,但只有经过严格检验才能保障它们混合之后可以良好配合,生产出满足设计需要的优质混凝土。

2 混凝土原材料试验检测方法要点

2.1 水泥检测

水泥的质量评定是涉及化学分析与物理力学性质测

试的一个系统工程。一般情况下要对水泥进行凝结时间、安定性、胶砂强度、标准稠度用水量等几项重要指标进行试验。凝结时间测定使用的是维卡仪法,测得初凝与终凝时间,用于反映水泥水化速度以便使混凝土有足够工作时间。安定性试验一般采用雷氏夹法或者试饼法,它是用来检验水泥硬化后体积变化是否均匀的一个重要指标,如果水泥安定性不合格,则会导致混凝土出现膨胀性裂缝,在一定程度上会造成建筑物倒塌,所以这个指标是非常重要的。胶砂强度实验根据标准制作试件,在 3d、28d 测量它的抗折强度和抗压强度,是判定水泥强度等级的标准。而现在的水泥检验除了物理性能外,还要检测它的化学组成,比如氧化镁、三氧化硫、氯离子和碱含量等,这几种不利因素一旦超标就会造成水泥体积安定性不良或者产生碱骨料反应,从而影响到混凝土的耐久性。

2.2 骨料检测

骨料的质量控制主要从颗粒级配、粒形、强度、有害物质含量等方面进行。细骨料(砂)主要检测的是细度模数、级配区、含泥量、泥块含量、云母含量等;粗骨料(石子)检测的主要有颗粒级配、压碎指标、针片状颗粒含量、含泥量、坚固性等。而这些项目的检测都是按照 GB/T 14684、GB/T 14685 等标准进行,但是不同的工程应用对骨料的技术要求有所不同。粒径级配是用标准筛分法测定粗骨料的连续级配特性,使骨料堆积紧密,降低孔隙率;压碎值用来评定骨料抵抗压碎的能力,是衡量骨料强度的一个重要指标。骨料检测数据是混凝土配合比设计以及质量控制的重要参考依据,详见表 1。

2.3 水试验检测

混凝土用水包括拌合用水和养护用水,其水质应满足中华人民共和国行业标准《混凝土用水标准》(JGJ63-2006)的规定。对水进行检查主要是为了防止对水泥水化不利或者造成钢筋锈蚀的有害物质的存在。主要检查指标有 pH 值、不溶物、可溶物、氯离子、硫酸根离子和碱含量等。预应力混凝土中的水的 pH 值由 4.0 提高到 5.0,钢筋混凝土及素混凝土的水的 pH 值由 4.0 提高到 4.5;钢筋混凝土用水中氯化物含量(以 Cl⁻计)从 1200mg/L 降到 1000mg/L,设计使用年限为 100 年的结构混凝土用水氯离子含量不

得超过 500mg/L;硫酸盐含量从 2700mg/L 降到 2000mg/L。此外,在新规范中增加放射性检测项目,而且规定水泥胶砂强度试验是唯一一种强度对照试验方法。未经过适当处理之后的海水不得用于钢筋混凝土及预应力混凝土中,这是强制性规定,显示出对水质安全十分重视。

2.4 外加剂及掺合料检测

外加剂和矿物掺合料是当下混凝土的重要组成成分之一,主要检测的是产品的稳定性以及与水泥相容性。外加剂的常规检测项目有减水率、泌水率比、含气量、凝结时间差、抗压强度比以及收缩率比等,按照 GB 8076 进行。减水率是评价减水剂好坏的主要参数,高性能减水剂的减水率应 $\geq 25\%$ 。而对于矿物掺合料如粉煤灰需检测细度、需水量比、烧失量、含水量、三氧化硫含量以及活性指数;矿渣粉需要检测密度、比表面积、活性指数、流动度比以及氯离子含量。粉煤灰的需水量比体现了其减水作用以及对混凝土工作性的影响,而活性指数表示其火山灰活性程度以及对其所加入混凝土后期强度的影响。另外,碱含量及氯离子含量为外加剂与掺合料都需要控制的项目,以免由于它们带入大量有害物质影响混凝土耐久性。

3 原材料检测对混凝土工程质量的影响

3.1 对施工质量的影响

施工质量主要反映在混凝土拌合物和易性(流动性和黏聚性、保水性)以及可泵性、可振捣性等,而这些都与原材料检测结果息息相关。一旦原材料检测结果出现问题,就会第一时间在施工中暴露出来,给混凝土的正常浇筑带来麻烦。比如细骨料细度模数过大(过粗),混凝土保水性差,易发生离析、泌水情况,从而影响泵送;粗骨料针片状颗粒过多,骨料在泵管内互相挤压成为骨架,大大增加了泵送难度,严重时会造成堵管等问题;含泥量超标会使混凝土用水量增大,在用水量相同情况下坍落度下降较快,施工中为了满足施工需要而过多加水,会对混凝土配合比造成不良影响。通过对原材料进行严格检查,就可以预知这些问题的发生,及时改变配合比或者更换原料批次,保证混凝土施工性能良好。表 2 总结了原材料检测不合格对施工造成的不利影响。

表 1 粗、细骨料主要检测指标及技术标准

检测指标	细骨料(砂)	粗骨料(石子)	依据标准	主要限值要求($\geq C30$ 混凝土)
颗粒级配	细度模数 2.3~3.0 (Ⅱ区中砂)	5~31.5mm 连续级配	GB/T 14684/14685	累计筛余应符合级配范围
含泥量	$\leq 3.0\%$	$\leq 1.0\%$	GB/T 14684/14685	超过限值需水洗或调整配合比
泥块含量	$\leq 1.0\%$	$\leq 0.5\%$	GB/T 14684/14685	影响混凝土强度和耐久性
针片状颗粒	-	$\leq 15\%$	GB/T 14685	超过 15% 易导致泵送堵管
压碎指标	-	$\leq 12\%$ (碎石)	GB/T 14685	反映骨料强度,影响混凝土承载力
有害物质	云母 $\leq 2.0\%$, 硫化物 $\leq 1.0\%$	硫化物 $\leq 1.0\%$	GB/T 14684/14685	超标可能引起钢筋锈蚀或体积膨胀

表 2 原材料检测指标异常对混凝土施工质量的影响

原材料	检测指标异常	典型数据偏差	对施工质量的影响表现
细骨料	细度模数偏大(过粗)	>3.2	保水性下降,拌合物易离析、泌水,粘聚性差
细骨料	含泥量超标	>5.0%	需水量增加,坍落度经时损失加快,流动性降低
粗骨料	针片状颗粒含量超标	>15%	泵送阻力增大,易堵塞输送管,振捣难以密实
粗骨料	级配不良(断档)	某一粒径缺失	空隙率增大,需增加砂浆填充,易产生蜂窝麻面
水泥	凝结时间异常	初凝<30min或终凝>8h	初凝过快无法浇筑,或终凝过慢影响施工进度
外加剂	减水率不达标	<20%(设计值25%)	坍落度不足,勉强施工需加水,破坏水灰比

4 原材料检测在工程质量控制中的应用

4.1 原材料入场检验与预防性控制

原材料进场检查是工程质量第一关卡,最主要的就是做到“先检后用”。预拌混凝土生产企业以及施工单位应当有健全的原材料采购制度和原材料使用及检测记录,保证原材料质量可追溯。原材料进场时要提供齐全型式检验报告、出厂检验报告、产品合格证等相关资料,并根据要求按批进行取样复测^[1]。对水泥要特别注意其品种、等级、出厂日期并分批对其安定性、强度、凝结时间进行测试;对骨料则要按产地、规格分开存放,对其含泥量、泥块含量、针片状含量进行测试,不同来源的骨料不能混用。坚持预防为主,首次使用或者更换产地、供货单位的原材料须有充分适应性试验,保证其与原有原材料相容。入场检测不合格材料必须进行标识、隔离并按有关规定处理,不得用于工程实体。

4.2 施工过程中的检测与调整

混凝土施工期间的质量检查是保证施工质量,及时发现问题的有效措施,在此期间主要工作为配合比的确定与调整、拌合物的各项指标测定、施工过程中的质量检查等。对于首次采用的新配合比应先做开盘鉴定,在项目技术负责人主持下由生产部、质检部等相关人员参加,必要时也可请建设方、施工单位、监理单位有关人员参加,鉴定合格方可使用^[2]。在生产过程中要对每天每班所生产的混凝土拌合物的坍落度、含气量、温度等进行常规检测,观察其和易性变化情况,如有问题应及时查明原因,有可能是由于骨料的变化造成的,需要重新调整配合比或者更换骨料的批次。计量设备的精度控制是过程检测的重要组成部分,生产控制系统需能够显示单盘以及累计计量误差并按要求定期做静态计量检查以保证配合比正确性。施工现场交接验收也是过程控制内容之一,每一辆到达现场混凝土都要检查其坍落度并且核对其出库单据,有问题可以立即拒绝接收以免不合格混凝土进入施工现场。

4.3 工程验收与质量评价的作用

原材料检测资料是工程验收、质量评定的基础资料,也是工程质量可追溯的重要基础资料。在工程验收时,原材料的质量证明文件、进场复试报告、配合比设计报告等

必须完整、真实、有效,并与工程实体相对应。混凝土强度评定需要根据原材料检测数据、生产记录以及试件强度试验报告进行综合判定,标准养护试件抗压强度检验评定结果作为预拌混凝土强度是否符合要求的依据^[3]。当出现质量问题的实体混凝土时,原材料检测资料是查找原因的重要线索之一,在对留样原材料进行复核检测后,可明确是由于原材料的原因、配合比的问题还是施工养护的问题造成的质量问题,以便于对质量问题进行解决;同条件养护试件的检测结果或者实体混凝土的强度现场检测结果是判断工程实体强度是否符合要求的标准,而原材料中的氯离子及碱含量检测报告则是对建筑物耐久性的评估提供数据支持;规范的原材料检测资料也是工程创优、评奖的必备条件,反映了工程施工过程中的质量管理情况。

5 结语

混凝土原材料试验检测是伴随着工程建设始终的一项基本工作,在水泥安定性、骨料粒径级配、拌合用水质量、外加剂相容性等方面进行检测,检测结果直接影响混凝土施工性能、力学性能以及使用寿命。通过掌握各种原材料检测方法及其重点,了解不同检测项目不合格带来不良影响,让工程技术人员更有效利用原材料检测起到预警和指导作用。而在具体质量管理上,则要贯彻好进场检验预控、施工中适时检查以及完工后检查验收三个环节,使原材料质量得到全面控制。伴随着检测技术的发展,智能化、自动化的检测仪器越来越多地投入到工程建设中,今后原材料检测会越来越准确、快速,从而为混凝土工程的质量保驾护航。

【参考文献】

- [1]孙允鹏.混凝土原材料试验检测对工程质量的影响[J].中国品牌与防伪,2026(2):161-163.
- [2]叶亚玲.水泥混凝土原材料试验检测对工程质量的影响[J].实验室检测,2025,3(18):280-282.
- [3]范洪成,陈勤.混凝土原材料试验检测对工程质量的影响[J].交通科技与管理,2025,6(16):176-178.

作者简介:冉进华(1988.8—),毕业院校:石家庄学院,所学专业:地理科学,当前就职单位:北京紫衡轩建筑工程检测有限公司,职务:鉴定事业部鉴定人员,职称级别:初级。