

混凝土质量控制与施工配合是确保结构工程质量的关键

冯立艳

德阳市乐成混凝土有限公司

摘要:我国商品混凝土最早出现在1978年,距今已有四十几年的生产应用与发展,据ACI报道,未来半个世纪主要的建筑形式还是混凝土结构,混凝土依然是用量最大宗、用途最广泛的建筑材料。混凝土质量是否合格,关系到工程结构的安全及建筑使用功能,混凝土除了必须满足强度设计和施工性能要求,施工配合也是结构耐久性保证的重要措施,混凝土生产企业与施工方的密切配合是确保工程质量的关键。

关键词:混凝土;质量控制;交货检验;施工质量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.20.026

引言

预拌混凝土是涉及建筑工程结构安全的重要材料,为进一步规范预拌混凝土生产和使用行为,确保建筑工程质量和结构安全,早在2013年5月国家住房和城乡建设部专门发布建质【2013】84号文件关于加强预拌混凝土质量管理工作的通知,要求高度重视预拌混凝土质量管理工作,切实保证预拌混凝土生产质量,加强预拌混凝土施工过程质量控制,加大预拌混凝土质量监督管理力度。地方每年也会下发质量专项检查通知,不定期采取各种措施监督工程质量。建筑工程的质量除了上级监管部门的监督,预拌混凝土生产与施工都必须严格按照国家标准规范进行,生产保证预拌混凝土产品质量,使用保证施工质量,双方各尽其责相互配合才能有效保障工程质量。

一、确保拌合物出厂质量是保证工程结构质量的前提

(一) 现代混凝土的定义及特性

现代混凝土是由水、胶凝材料和化学外加剂组成的浆体把砂石骨料胶结成一个整体,形成具有宏观堆聚状的非均质性复合材料^[1]。混凝土拌合物具有良好的可塑性,硬化后具有较高的强度和耐久性,可以通过调整其组分,使其具有不同的物理力学特征,以满足各种工程的不同设计要求,然而多组分也就意味着任何一种原材料变化都有可能引起混凝土质量的变化。现代混凝土对于质量的要求越来越高,除了要求原材料的品质外、科学经济的配合比、严格的生产过程控制,每个质量环节缺一不可。

(二) 预拌混凝土主要依据的相关标准规范

1. 预拌混凝土 GB/T 14902
2. 普通混凝土配合比设计规程 JGJ/T 55
3. 普通混凝土力学性能试验方法标准GB/T 50081
4. 普通混凝土拌合物性能试验方法标准GB/T 50080

5. 混凝土质量控制标准GB 50164
6. 混凝土结构工程施工质量验收规范 GB 50204
7. 混凝土强度检验评定标准GB/T 50107
8. 混凝土结构工程施工规范GB 50666
9. 混凝土结构通用规范GB 55008等

(三) 加强混凝土原材料质量控制

混凝土各项组成原材料的质量是影响混凝土质量的重要因素,是质量控制的源头,受自然环境、生产工艺及市场的一些恶性竞争影响,混凝土原材料质量参差不齐、供应难的现象越来越突出。因此材料采购部应拓展货源,协同技术部对每一个供应商所供材料进行实地考察,结合试验检测数据综合评判出质量优异、价格合理、实力雄厚的供应商合格名录。原材料进厂时,技术部依据国家相关标准规范严把质量检测关,不合格原材料建立相应的处置措施,严禁直接用于混凝土生产。

(四) 深入理解不同施工部位混凝土质量的具体要求,优化配比“对症下药”

混凝土达到设计强度是最基本的要求,施工中不同结构部位乃至不同的输送浇筑方式,拌合物的具体要求应进行细化,同标号不同部位需根据结构型式施工的特点设计不同的配合比方案。同为C30的设计强度,针对墙柱、梁板、承台、大体积基础、水下桩、道路、地坪,施工部位不同混凝土拌合物的具体要求有一定区别,再者浇筑方式不同配合比还需更进一步的细致设计。按施工部位对混凝土的具体要求,具体设计优化配合比,对症下药才能做到游刃有余。

(五) 加强出厂检验

出厂检验是确保混凝土出厂质量的自检关卡,质量控制的最后一道防线。工作重点是检查拌和物和易性状态以及对应的总水量是否在控制范围,同时包括对材料的复试数据的真实性和有效性的检查,快速有效判断每车混凝土是否合格并予以放行出厂,同时形成出厂检验资料。

出厂检验的内容:常规品应留样检验混凝土强度、拌合物坍落度和设计要求的耐久性能,掺有引气剂的混凝土还应检验拌合物的含气量;特制品除检验常规品所列项目外,还应按相关标准和合同规定检验其他项目^[2]。具体对出厂混凝土拌合物的和易性、坍落度、扩展度、倒坍排空时间,容重等进行出厂检验,必要时进行坍落度经时损失观测及时调整优化配合比,并成型试件进行标准养护,检测3天、7天、28天乃至更长龄期强度,根据3天强度值早期预判,28天强度检测结果作为强度验证,并详细记录存档备查,存在强度异常情况

时采取相应措施，查找异常原因，确保配置强度及生产质量控制。

二、交货检验是生产企业与施工单位划分责任的关键点

交货检验是施工单位对预拌混凝土质量控制的第一道关口，交货检验实行见证取样送检制度，由施工单位负责取样、制样，预拌混凝土生产企业、监理单位共同见证，样品由具备相应资质的检测单位负责养护和检测。

（一）交货检验的重要性

国标《预拌混凝土》GB/T 14902—2012明确规定：“预拌混凝土质量验收应以交货检验结果作为依据”。若不进行交货检验，将无法排除因施工单位在浇筑成型及养护时造成的影响，后期对混凝土实体结构检测获得的强度只能反映工程结构中的混凝土的强度，不能用来反映或评定交付时预拌混凝土的质量。若不进行交货检验，一方面对现场使用混凝土质量无有效约束，将给工程埋下质量隐患，另一方面验收出现问题后施工单位与预拌混凝土生产企业无法区分责任，施工单位是合同甲方掌握经济大权，往往将责任推给生产企业。所以，无论是生产企业为自证清白，还是施工单位为工程的责任主体都应重视交货检验。

（二）交货检验执行过程中存在的问题

一些施工单位不重视预拌混凝土的成品质量检验，交货检验流于形式，为工程质量埋下祸根。浇筑混凝土时，未按规定进行见证取样，随意拍个现场取样的照片，坍落度留存资料一个数据实际施工要求的又是另一个数据，试件成型不规范，现场成型试块疏于管理，试件养护条件达不到恒定温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度95%以上的标准养护条件。

（三）拌合物质量的识别与检测的薄弱点及解决方案探讨

预拌混凝土生产企业浇筑地点交货时，向施工单位提供商品混凝土使用说明书以及本次批量浇筑有关的质量检验合格证明，送货小票标明施工单位、工程名称、浇筑部位、强度等级、浇筑方式、方量、坍落度等信息。施工单位按照交货检验制度对预拌混凝土数量和质量进行现场检查，数量可采取资料给定的容重或是现场复测容重整车过磅进行复核，然而质量检验不仅仅是成型试件待28天进行的硬化性能检测，最重要的是浇筑前的拌合物质量判定，往往施工管理人员在混凝土拌合物质量检验存在一定的短板，对拌合物的具体问题评判不准，只有遇见严重离析的混凝土或是坍落度过小不易浇筑时才反映给混凝土公司要求退货。针对质量检验这点需对施工单位相关人员进行专业培训，以评价混凝土拌合物质量好坏。好的拌合物状态：浆体整体颜色一致、发青发亮有光泽，浆体柔和有黏性，气泡少且无大气泡，无明显褶皱，含气量不超标无泡松感，砂浆能有效的包裹住石子又无多余浮浆，且浆体无粗糙感，碎石均

匀分布在浆体中，随浆体流动包裹着石子流动，无跑浆无石子沉底浆体上浮情况；其次结合坍落度检测坍落度大小及检测后的混凝土形态判断粘聚性、保水性好坏；另若是泵送施工，起泵时泵送设备的适应性及泵送过程中泵管内声音是否悦耳有节奏，出泵口混凝土整体状态如何，是否有效填充模板都可判断拌合物质量。针对特殊部位如水下灌注桩的混凝土需根据施工工艺进一步具体要求，灌注前务必每车先验收再施工。比对上述特征识别不符合标准的混凝土及时给予相应处理措施，离析及含气量超标的混凝土杜绝使用到工程结构之中。

预拌混凝土拌合物经出厂检验合格，混凝土拌合物外观质量无异常、和易性良好，且实测容重与设计值误差小于2%，方可准许出厂；同时到施工现场经交货检验合格，即混凝土拌合物坍落度满足设计要求、和易性良好、满足施工性能，方可准许后续施工，同时按批量制作成型抗压、抗渗等试件，标养至龄期满后测试硬化性能。只有不折不扣地执行出厂检验与交货检验制度，才能真正将放心的混凝土使用到结构之中，同时也可避免或减少生产使用双方责任不清的问题。

三、严格按照有关规范进行施工和养护

混凝土工程质量的优劣不仅仅取决于预拌混凝土拌合物本身质量，还取决于施工单位浇筑、振捣、抹面、养护等工艺控制^[3]。

（一）施工前准备工作

1. 施工单位需提前向预拌混凝土企业预报浇筑计划，混凝土强度等级、混凝土质量要求、浇筑方式等，方量误差不超过2%。有特殊要求的混凝土需提前告知商混企业做好充足准备。

2. 对于特殊部位、特殊技术要求的混凝土工程，如水下桩、预制梁、筏板基础等，在混凝土浇筑前，应编制专项施工方案报监理单位批准，必要时组织专家论证，经审核同意后方可施工。

3. 做好浇筑前的施工方案，准备针对不同浇筑部位的施工器具，采取尽可能缩短混凝土浇筑时间，保证搅拌车、泵车能够连续浇筑和正常运作的最佳方案。

4. 确保道路通畅、保障水电供应、各工种人员配备合理，

5. 针对不同的剪力墙、柱、梁板、道路等结构形式构件应采用不同类型的振捣器，振捣器的类型、规格、数量满足预拌混凝土的振捣要求。

6. 泵送施工，泵管布置合理，泵机到位并试机正常。

7. 在夏季炎热的气候条件下，配备足够的人力、设备和机具，以便及时应对意外情况。

8. 在冬季准备好薄膜、棉毡等必要的保温保湿材料，注意天气变化，突遇寒潮恶劣天气时，做好保温升温预防措施，防止混凝土受冻。

（二）浇筑过程注意要点

1. 与混凝土接触的地基、模板，浇筑混凝土前应洒

水充分润湿，但应防止模板内蓄水，充分润湿这点在夏季尤为重要。

2. 合理通知发料时间，确保混凝土在工地不等待或少等待，减少坍落度经时损失及和易性的降低。依据GB 50164-2011当气温 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 时，混凝土拌合物从搅拌机卸出到浇筑完毕的延续时间不宜大于150min。因意外情况延误施工浇筑时及时通知商混站按预案调整，对不满足和易性要求的拌合物不得浇筑，但可用于临建或垫层。

3. 确保振捣密实，不漏振也不过振，对钢筋交叉密集的梁柱节点尤其加强振捣到位，以防出现蜂窝、麻面，控制好每层混凝土浇筑厚度，振捣器的插点均匀，移动间距符合要求。

4. 合理安排布料、振捣、抹面、找平、覆膜等其余道工序浇筑的人员配置，保证混凝土浇筑的连续性，保障前后所浇筑的混凝土的衔接，防止产生施工冷缝。

5. 严禁浇捣过程中随意加水放大混凝土坍落度，任意向混凝土中加水会直接增大水胶比，严重影响混凝土拌合物性能、力学性能和结构耐久性^[4]。现场加水过多，混凝土易出现离析、泌水、抓底、浮浆等现象，导致混凝土的匀质性差，抗压强度降低，成型后易出现混凝土收缩裂缝，表面起粉露砂、蜂窝麻面等现象，且影响结构安全。

6. 在浇筑过程中，注意观察混凝土拌合物的施工性能，若有异常，应及时停止浇筑并要求混凝土厂家及时处理，严禁将离析料浇筑入模。

7. 根据当日实际气温、湿度对混凝土凝结时间的影响，合理掌握抹面时间，随抹随用薄膜覆盖，减少由于水分蒸发和风速干燥所造成的表面收缩裂缝。

8. 针对春夏秋冬各个季节不同的气候特性，比如夏季的暴雨、冬季寒潮采取针对性措施避免混凝土产生质量问题。

（三）及时有效进行养护

1. 从浇筑混凝土振捣好后养护工作便随影而行，结合工程部位实际情况，明确具体的养护方法、养护时间及养护措施，根据编制的混凝土养护方案执行。

2. 对梁、板类水平构件混凝土浇筑收浆和抹压后，及时用塑料薄膜覆盖，防止表面水分蒸发。随着施工设备的技术发展，现已普遍使用新型振动覆膜一体机，带有振压收面作用，且覆膜严密，能有效养护且可节约人力，尤其适用于板面。

3. 在大风和高温干燥的天气环境下，会加速混凝土表面的失水速度，使裂缝加剧，在初凝前后进行第二次抹面，并边抹压边用塑料薄膜覆盖进行保湿养护，此为避免裂缝的有效措施。

4. 混凝土终凝后水泥水化升温即可浇水养护，此时尤其需做好降温保湿，夜间也要不间断连续进行。

5. 在炎热干燥伴有大风夏季，必须保证混凝土表面处于充分湿润，并不得少于7天，对掺用缓凝型外加剂或抗渗混凝土养护不得少于14天。

6. 冬期施工的混凝土，当气温低于 5°C 时，严禁在混凝土表面浇水养护，应先在混凝土表面敷设一层塑料薄膜，外侧覆盖毛毡做封闭保温养护措施。

7. 混凝土硬化至可承载人时，再揭去薄膜，用水浇透，有条件时尽量蓄水养护，并且混凝土强度达到1.2MPa前，不得在其上踩踏、堆放物料、安装模板及支架。

8. 柱的混凝土在模板拆除前利用模板进行养护，当模板拆除后，立即在柱的四周裹一层塑料薄膜，再在塑料薄膜外包裹棉毡并洒水进行养护，以减少热量和水分的散失，养护期间混凝土表面或毛毡始终处于湿润状态。

9. 墙体混凝土浇筑完毕，混凝土达到一定强度后，在模板拆除后派专人喷水养护，也可喷涂养护剂，前七天的保湿养护尤为重要。

10. 地下室墙柱混凝土带模养护时间不应少于3天，带模养护结束后，应采用覆盖洒水养护至规范规定养护龄期。

11. 大体积混凝土应按照GB 50496大体积混凝土施工标准及GB/T51028大体积混凝土温度测控技术规范编制专项混凝土养护方案。为了保证大体积混凝土施工质量，从混凝土浇筑后达到终凝时，开始测温并记录混凝土里表温差，降温速率和环境温度，指导混凝土的养护，在整个温度监测过程中，混凝土里表温差不超过 25°C ，降温速率小于 $2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 。大体积混凝土温升最快是3~10天，在这一时段的测温应适当加密，往后可适度减少检测频率。测温过程一直持续到混凝土达到恒定安全温度，可停止温度监测。

总结

混凝土是由水、水泥、掺合料、细骨料、粗骨料、化学外加剂等多组分构成的一种性能多样化的结构材料，建筑工程结构质量不仅与混凝土各组成材料的性能直接相关，还与配合比的科学合理性息息相关，更与施工技术管理、养护条件及所处环境等影响有关。因此，预拌混凝土生产企业和施工单位都应严格落实标准规范的技术保障措施，做到各司其责，相互配合齐心协力，共同保障建筑工程质量。

参考文献

- [1] 杜伟. 建筑工程混凝土质量控制及施工要点分析[J]. 黑龙江科技信息. 2014, (34) 1: 232-232.
- [2] 蔡世旺. 工民建施工管理中混凝土质量控制的措施研究[J]. 装饰装修天地. 2020, (3). 260-260.
- [3] 潘燕秋, 杜勇, 陈建敏. 建筑混凝土施工的质量控制关键研究[J]. 江西建材. 2019, (10): 186-187.
- [4] 张钟云. 试论如何在施工过程中保证混凝土的质量[J]. 科技创新与应用, 2019 (36): 143-144.
- [5] 谢毅. 工民建施工现场管理质量控制要点[J]. 管理观察. 2017, (19): 19-20.