

施工环境对现浇混凝土施工质量的影响

The Impact of Construction Environment on the Quality of Cast-in-place Concrete Construction

李平

Ping Li

山东省泰安市岱岳区下港镇人民政府 中国·山东 泰安 271035

People's Government of Xiagang Town, Daiyue District, Tai'an City, Shandong Province, Tai'an, Shandong, 271035, China

摘要: 现浇混凝土可模可塑性好、安全性能高、耐火耐久性能好、经济性好,被广泛应用于建筑工程中。但其硬化速度慢、施工周期长,施工过程受施工环境影响较大。为有效控制施工过程中温度、湿度等施工环境对现浇混凝土质量的影响,通过分析混凝土的特性和施工环境对混凝土质量的影响,积极采取有针对性的防范措施,有效减小和避免施工环境中不利因素对现浇混凝土质量的侵害。

Abstract: Cast-in-place concrete is widely used for its good plasticity, high safety performance, good fire resistance durability and good economy. But its hardening speed is slow, the construction cycle is long, and the construction process is greatly affected by the construction environment. In order to effectively control the influence of temperature, humidity and other construction environment on the quality of cast-in-place concrete in the construction process, by analyzing the characteristics of concrete and the influence of construction environment on the quality of concrete, actively take targeted preventive measures to effectively reduce and avoid the infringement of adverse factors in the construction environment on the quality of cast-in-place concrete.

关键词: 混凝土; 环境影响; 养护; 低温冻害; 高温损害

Keywords: concrete; environmental impact; curing; low temperature freezing damage; high temperature damage

DOI: 10.12346/etr.v5i9.8568

1 概述

在自然环境、施工组织环境等诸多施工环境因素中,对混凝土施工质量影响最直接、最广泛的环境因素包括低温冻害、高温损害、不均匀变形等因素。针对混凝土的特点和特性,合理改变和利用自然环境条件,趋利避害,采取积极的养护措施,是保障现浇混凝土施工质量的有效措施。

1.1 研究目的

农业农村发展是当前社会主义建设的重要环节,在全面推进乡村振兴建设工作中,现浇混凝土施工工艺在基础设施、公共设施和集中居住区改造等建设方面依然是首选的建筑方式。混凝土施工质量直接影响着建设工程的质量安全,关系着群众的切身利益。分析影响混凝土施工质量的各种因素,探索保障混凝土施工质量的有效措施,保证混凝土施工质量,可为打造优质工程、安全工程提供保障。

1.2 研究意义

建设工程项目很容易受到外界环境因素的影响,工程建设时间跨度越长,存在的影响因素就会越多,使工程项目管理的复杂性进一步提升。在实际工程中,项目的施工组织措施和技术措施都是确定的,大多数重点项目的施工组织措施和技术措施都是经过层层评审和综合论证的,有较好的保证和保障措施。在实际工程建设管理过程中,对影响混凝土施工质量的温度、湿度等的养护环境因素重视程度却相对不足。通过分析混凝土的特性和温度、湿度、养护环境等因素对现浇混凝土质量的影响,进一步探讨和分析工程中常采用的控制方法和防范措施,做到有针对性地消除不利影响,有针对性地提高现浇混凝土施工质量^[1]。

1.3 研究方法

以温度、湿度等施工环境因素对混凝土质量的影响为研

【作者简介】李平(1973-),男,中国山东泰安人,本科,工程师,从事建筑工程施工技术、施工预决算、施工管理、建设工程监理、建设工程项目管理等研究。

研究对象,结合实际工程并参考有关文献资料,分析混凝土在遭受低温冻害、高温损害和温差应力损害时的破坏成因和破坏方式,探讨在施工中控制现浇混凝土施工质量的有效措施和施工各环节的控制要点,积极防范和控制施工环境对现浇混凝土施工质量的不利影响。

2 混凝土的构成及特性

混凝土是由胶凝材料、集料(也称为骨料)、水以及根据需要加入的外加剂和掺合料按照一定配合比混合,经均匀搅拌,密实成型,养护硬化而成的水硬性复合材料^[1]。通常讲的混凝土是用水泥作胶凝材料,河砂、级配碎石作集料,与水按一定配合比混合搅拌,得到的水泥混凝土,也称普通混凝土,广泛应用于土木工程建设领域^[2]。

在工程应用中,对混凝土中水泥有初凝时间和终凝时间要求,初凝时间不得早于45min,硅酸盐水泥终凝时间不得长于6.5h,其他水泥终凝时间不得长于10h。混凝土的强度等级是根据28d抗压强度确定的,混凝土强度是随龄期的增长而不断发展的,7~14d龄期内强度发展较快,以后强度增长逐渐缓慢,28d龄期达到设计强度。28d后混凝土强度仍在继续发展,其强度增长过程可延续数十年。试验和实践证明,科学养护混凝土是保证混凝土强度可靠和延长混凝土结构寿命的重要方法^[3]。

为保证混凝土质量,在混凝土达到28d龄期前需要对混凝土构件进行养护,养护过程中应重点做好对混凝土的温度和湿度控制。为防止水分蒸发,在施工中通常使用草帘、篷布或者塑料薄膜进行覆盖,一直养护到混凝土达到设计强度。在养护期间,要保证混凝土温度处在5℃~35℃,如果环境温度低于5℃,应该采取措施加热保温养护。

2.1 混凝土在工程应用中的优点

制配混凝土的工程材料价格低廉,取材较为丰富,集料中的砂石能就地取材且混凝土生产制备工艺简单,因而在土木工程中被广泛应用。混凝土具有抗压强度高,可塑性和耐火、耐久性好,强度等级范围宽等特点,还广泛应用于造船

业、机械工业、海洋开发、地热工程等行业。其中,表1为混凝土优点及应用。

2.2 混凝土在工程应用中的缺陷

混凝土因其硬化时间长,很容易受到施工环境的影响,这种缺陷控制不好,就会对工程质量造成很大的影响,因此,施工过程中必须采取措施来弥补混凝土材料缺陷的影响。在整个工程管理过程中,做好可控质量缺陷及成因的分析是控制缺陷影响的重要环节。

随着混凝土新型材料和新工艺的不断开发利用,就混凝土的缺陷而言,大都是可控的,伴随着大跨度建筑、高层建筑和超高层建筑的出现,对混凝土的性能有了更高的要求。高强度混凝土和超高强度混凝土、碳纤维混凝土得到了广泛应用,其中纤维混凝土具有优越的物理和力学性能,在混凝土中掺入适量钢纤维,很好地提升了混凝土的性能,使混凝土的抗拉、抗弯、抗剪和抗扭强度都有了显著的提升,有效弥补了混凝土抗拉强度低的缺陷。其中,表2为混凝土缺陷及特性。

2.3 混凝土裂缝及特性

硬化后的混凝土属于脆性材料,变形能力差,只能承受很小的张力变形,常因无法承受张力而开裂。混凝土在荷载作用和环境温湿度作用下会产生微小变形,在变形影响下极易出现裂缝。在实际工程中,避免混凝土构件的开裂是设计和施工环节中的主控指标,在施工环节控制混凝土变形量值,避免引起裂缝是最重要的质量保证措施之一。

2.3.1 塑性收缩裂缝

塑性收缩发生在混凝土的凝固期,收缩变形量级相对较大,可达1%左右。在混凝土浇筑完成4~5h,此时胶凝材料分子链逐渐形成,水泥水化反应激烈,如果出现混凝土表面泌水或水分蒸发过快,混凝土就会因失水产生收缩,混凝土内的粗骨料在下沉过程中会受到钢筋阻挡,便形成沿钢筋方向的横向裂缝。另外,在箱梁和T型梁腹板与顶面底板交接处的构件竖向变截面处,因硬化前失水过快或沉实不均匀,就会产生顺腹板方向的横向裂缝。因这两种裂缝形成时混凝土还没有硬化,称为塑性收缩裂缝。

表1 混凝土优点及应用表

序号	优点	应用
1	可塑性好	混凝土硬化前具有很好的可塑性,可通过改变模板或模具的形状和尺寸制成形态各异的构件或建筑物
2	粘结力强	与钢材有相似的线膨胀系数,与钢筋有牢固的粘结力,通常在混凝土中配置钢筋或埋设钢件,制成各种钢筋混凝土结构
3	耐火性好	混凝土防火时效一般可达2h,比钢铁耐火强度高。在高温环境时不像钢材因变形严重而失稳破坏,耐火性能优于钢结构建筑物
4	耐久性好	组成混凝土的材料稳定,耐久性很好,混凝土内部胶凝材料水化增强反应是一个长期而漫长的过程,完全硬化需要数十年甚至上百年的时间
5	用途广	混凝土在工程中满足多种施工要求,适用于多种结构形式,可以按用途配制出不同强度等级的混凝土,被称为“万用之石”
6	经济性好	同其他材料相比,拌制混凝土所需用原材料价格低,来源广,容易就地取材,混凝土结构的建筑物或构筑物建成后的维护费用较低

表2 混凝土缺陷及特性表

序号	缺陷	特性	应对及应用措施
1	抗拉强度低	混凝土是脆硬性材料，抗拉强度仅是抗压强度的1/10~1/20，是钢筋抗拉强度的1/100左右	与抗拉强度高的钢筋一起使用，很好地发挥了钢筋和混凝土性能的互补
2	延展性差	混凝土变形能力小，延展性差，特别是混凝土结构的弯曲变形能力差	在混凝土中添加高强纤维，制成高延性混凝土，使混凝土产生高延性的性能
3	自重大	普通混凝土干表观密度为2000~2800kg/m ³ 。在高层和大跨度建筑材料力学性能要求上存在密度大、自重大的缺陷	在高层和超高层、大跨度建筑施工中，常采用改性混凝土和高强混凝土，用以弥补混凝土自重大的缺陷
4	保温性差	普通钢筋混凝土导热率高，温度传导散失快，保温性能较差。但泡沫混凝土的导热系数仅为普通混凝土的12.6%，干容重仅为普通混凝土的25%~35%，具有较大的可改良空间	在有保温要求或节能要求的建筑中常采用增加混凝土空隙率或采用轻质导热性能低的集料弥补保温差的缺陷
5	硬化周期长	混凝土硬化增强较慢，水化硬化至少28d龄期才能达到设计强度值，并且水化过程受养护温度影响较大，混凝土的水化增强需要漫长时间，可达数十年甚至上百年	合理控制养护温度，提高养护质量。有特殊要求的混凝土工程可通过添加早强剂来弥补硬化慢和早期强度低的缺陷

为有效减小混凝土塑性收缩裂缝的影响，在施工过程中常采取竖向变截面处分层浇筑，控制搅拌混凝土的时间不宜过长，水灰比不宜过大，混凝土入模下料不宜太快，分层振捣密实等措施。

2.3.2 温度裂缝

当结构内部温度或外部环境温度发生明显变化，导致混凝土内外温差较大时，就会导致混凝土内外变形不一致，自由变形受到约束，约束应力超过混凝土抗拉强度时，混凝土就会产生温度裂缝。强度等级较高的混凝土或者大体积混凝土容易产生温度裂缝，因其水泥用量相对较多，水泥水化反应产生的热量多，导致混凝土温度升高速率快、量值大，升温一般可达35℃~40℃，加上初始环境温度，可使混凝土内部温度超过70℃~80℃。当混凝土内外温差达到一定程度时就会引起混凝土开裂，形成温度裂缝。温度裂缝的特征是裂缝宽度随温度变化而扩张或合拢。

3 施工环境对现浇混凝土的影响

混凝土强度是通过水泥凝结硬化逐步提升来保障的。养护环境的温度、湿度和养护龄期是影响混凝土硬化程度和内部微观结构趋于完善的主要制约因素。为有效保障混凝土的施工质量，研究分析温度和湿度对混凝土微观力学性能的影响至关重要。

3.1 高温环境下混凝土的养护

高温环境多指夏季施工，此时的混凝土容易出现快速凝结、干缩等情形，影响混凝土施工质量，导致混凝土的强度下降，在实际工程中表现为构件开裂、同条件养护试件抗压强度明显低于标养试件强度。高温环境下施工，混凝土坍落度会减小，水泥的凝结时间缩短，如果养护不及时或者养护措施不得当就会导致混凝土后期强度和耐久性降低，混凝土裂缝增多，影响结构安全。

减小高温环境对混凝土施工造成的影响，对比经济效益

分析和质量保证可行性分析，根据工程要求选择适宜的施工方案。在实际工程中，通常采取控制混凝土拌和物的配合比和原材料的入机温度，来应对高温环境的影响。同时辅助采取以下方法进行控制：

①在混凝土仓面搭设凉棚避免太阳光直射，降低仓面温度，为达到降温效果，通常采取在浇筑面周围洒水降温，减少混凝土表面水分过度蒸发。

②混凝土浇筑完成后，通常采用黑色塑料薄膜对混凝土外漏面严密覆盖，并保证塑料薄膜内有凝结水。混凝土浇筑完成11h左右，用毛毡、草帘等隔热材料覆盖模板表面，并在其上洒水进行降温养护，养护过程不得使混凝土受到污染和产生震动损害。

③混凝土拆模后保持恒温，提高养护效果。通常用黑色塑料薄膜、毛毡、麻袋等进行覆盖、包裹，洒水养生，避免混凝土表面水分过度散失，并应经常检查塑料薄膜内是否有凝结水，以确保塑料薄膜严密、保湿。一般情况下，覆盖养护不少于7d龄期，洒水养护时间不少于14d龄期。

3.2 低温环境下混凝土的养护

低温环境下混凝土施工多指冬期施工，在实际工程中，冬期施工成本费用相对较高，且质量不易控制，应合理组织施工，将混凝土施工安排在合适的时间段进行。相关文献资料数据和工程实践表明，混凝土在初凝期如果受冻害，成龄后混凝土强度损失可达30%~50%，因此，非必要尽量避免冬季施工，在低温环境施工时必须保证混凝土避免遭受冻害。在工程实践中，保证混凝土低温环境下施工质量的常用措施就是对现浇混凝土采取加热法养护。混凝土冬期施工常采用的加热养护方法有外部加热法和结构内部加热法。

外部加热法适用于构件不厚大的工程，当环境温度在-10℃以上时，通过加热混凝土构件周围的空气，将热量传递给混凝土，或直接对混凝土加热，使混凝土处于正温条件正常硬化，防止低温环境对混凝土构件造成低温侵害。在

冬期施工中，通常采用的外部加热法有工频涡流加热法、火炉加热法、蒸汽加热法等。

混凝土结构内部加热养护法多用于框架结构工程和大模板混凝土工程，在实际工程中，通常采用内置导管加热法和电极加热法。电极加热法是用混凝土构件内钢筋或在混凝土构件内单独埋设有温控传感器的加热带作为加热电极，利用电流通过钢筋或加热带所产生的热能来提升混凝土的养护温度。

4 结语

环境对现浇混凝土质量的影响是多方面的，从人的管控

措施和管控技术、环境不利因素的控制和消除、改善混凝土性能的材料保障等入手，都有可研发的空间。通过控制和消除环境不利因素，或弥补材料性能缺陷等深入研究，为社会提供高效节能安全的建筑产品。

参考文献

- [1] 陈丽红,祁振悦.建筑结构基础与识图[M].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [2] 柳俊哲,宋少民,赵志曼,等.土木工程材料[M].3版.北京:科学出版社,2014.
- [3] 陈正.土木工程材料[M].北京:机械工业出版社,2020.