

低温环境下混凝土的浇筑及养护措施分析

李海林

中国葛洲坝集团国际工程有限公司

摘要: 由于我国正处在一个高速发展的时期,随着国家对基建投资的不断增加,在各种复杂的施工条件下进行的施工也越来越多,尤其是在寒冷的气候条件下,施工单位重视混凝土浇筑和养护。为确保在低温条件下混凝土的质量,施工单位需要分析低温环境下混凝土浇筑过程中所出现的质量问题进行了深入的剖析,对提高混凝土在低温条件下浇筑质量的养护工作提出可行性的意见,这些内容对提高混凝土在低温条件的施工起到参考作用。

关键词: 低温环境; 混凝土; 浇筑; 养护措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.037

由于混凝土抗压能力强、造价低廉、取材方便等特性,因此结合钢筋形成结构,不仅拥有着优良的抗压、抗拉特性,而且还拥有着很强的耐久性和适应性,尤其是在公路工程、桥梁工程、工业民用建筑等中大量地使用。因此,它的混凝土的浇筑品质和养护质量也会对建筑工程的品质产生很大的影响。当前,在各种复杂情况下进行的工程,给混凝土的品质带来了极大的考验,尤其是在寒冷的温度下。施工单位需要分析低温环境下混凝土的浇筑及养护措施,保障混凝土结构的质量。

一、概述低温环境对混凝土的危害性

整体来说,混凝土的浇筑品质会受到两个方面的影响,一个是内在的建设要素,另外一个就是外在的环境要素。在内在建设要素中,具体包含了浇筑材料的优劣、浇筑材料配合比的合理性、混凝土的运输方法、混凝土的搅拌时间、混凝土的振捣品质以及混凝土的保养条件等内容。温度、空气湿度、有害气体含量、风力等都是影响混凝土结构质量的重要因素。影响混凝土施工的各种因素,决定了混凝土施工的成败,而引起混凝土施工品质下降的原因也很多。文章对在寒冷条件下进行施工时出现的一些质量问题进行了归纳,如下文:

(一) 表面出现裂缝

北方城市一般在11月至3月,这段时间内气温波动较大,容易发生低温,如果连续3天的气温低于0℃,或者户外最低温度低于-5℃,就属于低温环境。一方面,在混凝土浇筑完毕后,由于水化反应生成的水化热在混凝土中不易消散,而外界则是低温,因此,在混凝土中存在着巨大的内外温差,从而导致了温度应力的出现;另一方面,由于混凝土的抗拉性较差,在没有足够的强度时,混凝土容易出现温度裂缝。另外,在寒冷的温度下,由于水汽从液相向固体转化时,会发生体积膨胀,

由此引起的内应力也会导致混凝土开裂,并且,由于冰冻的时间越长,裂纹就会越深,导致裂纹的两边都会直接暴露在空气中,从而进一步加剧裂纹的发展^[1]。

(二) 水分散失过快

在搅拌的过程中,会添加一些水,而在水化反应过程中会消耗一部分水,而另外一些则会在经过一段时间之后,慢慢地挥发掉。当混凝土浇筑完毕之后,它的里面还会有很多的水,而这些水又会再一次地参加到水化反应当中,从而对混凝土的强度产生影响。在低温的条件下,混凝土中的水分很容易流失,从而对混凝土的浇筑品质造成了影响。对其进行了两个方面的研究:①天气方面的因素,在寒冷的冬天,气温比较低,风速大,降雨量小,而且空气比较干燥,在暴露在外的混凝土中,水分很容易被挥发掉,这就导致了水泥的水化反应不能完全进行,从而对混凝土的浇筑品质造成了一定的影响^[2]。②通过有关的资料分析,在寒冷的温度下,混凝土结构中的水分会朝着冷端处传递,主要是通过连接的孔或者微小的管道传递到混凝土的表层,而在寒冷的温度下水分的损失会导致混凝土中的水分不断地下降,不利于维护混凝土结构,而且会降低整体施工质量。

(三) 降低混凝土的强度

很多因素都会影响到混凝土的质量,而在低温环境下,用水量和水泥用量以及混凝土养护条件等会影响到混凝土强度。在寒冷的温度条件下,混凝土中的水很可能会流失,如果水分散失比较多,会对水化反应的结果产生不利的作用,所以,在搅拌混凝土的时候,会加大用水量,因为水的增加,会导致在终凝后,其内部的水囊总数变得更多,而当多余的水被蒸发掉以后,就会在混凝土中产生孔穴,从而导致混凝土的弹性模量下降,从而对混凝土的强度造成了不利的影。随着用水的增加,为了达到要求的水灰比值,需要增加大量的水泥,这样,在石子的表层就会包裹较多的水泥,从而增加集料间的距离,但是,由于水泥的弹性模量低于卵石,因此,混凝土的强度将会因此下降^[3]。另外,由于干缩率高,在一定程度上也会引起干缩性的开裂,从而降低其强度。施工后的养护也很关键,因为寒冷的气候会减缓水泥石的水化反应,导致水泥石在一定年龄范围里无法达到设计标准;另外,由于外部气温太低,会造成水泥石表层的凝结,导致水泥石内部的水分子转变为冰晶体,从而增大水泥石的体积,造成混凝土结构被破坏,进而影响到混凝土的力学性能。

二、低温环境下混凝土的浇筑及养护措施分析

（一）规范性的检验混凝土

浇筑材料是混凝土的主要构成部分，它的品质的好坏对混凝土的浇筑效果有很大的影响，尤其是在寒冷的环境下，会有很多的原因会对混凝土的品质有很大的影响，要想确保其品质，就一定要注重从根源上对其进行严密的把控，对其进行规范的检测。在混凝土中，水泥是一种具有粘接作用的材料，它是将松散材料聚集、固定成块，从而产生一定的强度的材料。在对水泥的检测过程中，除了要对水泥进行日常的检测之外，还需要对其存放场地进行检测，存放场地要保证干燥、通风，并且要在地板上进行防水，要根据不同水泥的类型和等级来进行不同的存放，在开始之前，要对其进行全面的检测，检测结果不符合要求的水泥，是不能被采用的。骨料对水泥的强度有很大影响，在检测集料时要特别关注里面的冰块，如果有太多的话，就需要进行加热或者融化之后才能进行应用；沙子是一种填入到集料中的微小物质，它可以减小混凝土中的气囊，传递应力，要检查它的含泥量，还要关注它的冰晶和冰块的数量。混凝土所用的混合水应经过检测，不得直接利用地下水搅拌^[4]。

（二）做好混凝土配比计算

混凝土配合比计算作为混凝土配料的基础，在计算配合比的时候，要根据所设计的混凝土的强度级别来决定所选择的水泥类型，选择的标准应该是比混凝土的强度高一个级别就可以了，如果选择的标准太高，就会导致水泥的使用量太小，从而导致骨料的表层没有得到充分的粘接，这就会对混凝土的和易性、塌落度造成不良的后果，如果选择的标准太小，那么就会导致混凝土凝固、固化时的干缩率偏大，从而在内部拉应力的作用下出现裂纹，从而不能有效地提高混凝土的强度。由于温度过低，水的快速流失，因此，在进行混合料的设计时，必须将水的流失纳入混合料的设计中，以确保混合料的水化能得到充分的发挥^[5]。此外，为了确保能够进行一个正确的搭配比，在拌制混凝土之前，应该在施工现场展开混凝土的搅拌实验，并按照实验的结果来对其进行相应的调整。同时，将伴随的混凝土制成试块，在真实的环境下进行保养，在到达规定的龄期之后，进行抗折抗压实验，并与主体浇筑的混凝土在相同的条件下进行强度对比。

（三）做好混凝土运输

在冬季，为了增强输送时的隔热作用，降低输送时的回灌频率，应在输送时增设4~6台8米3混合料车，2台泵送混凝土。当搅拌机停止运转或停止运转时，应及时用开水冲洗，当继续运转时，应首先将搅拌机加热。当空气温度不小于-10摄氏度，且泵的工作能力超过每小时20立方米时，泵送混凝土的管道无需特殊隔热，只需用一块草布遮盖；在温度在-10℃范围内，施工单位

需要采取保温措施（原则上不应该浇筑混凝土）。

（四）混凝土浇筑之前的准备

1. 对基岩和混凝土表面加热，在低温条件下基岩面和混凝土表面的温度比较低，在浇筑混凝土的之后需要加热处理这些部位，避免表面存在冰霜，避免施工缝发生受冻的情况。在加热过程中利用塑料布和无纺布等设置暖棚，在里面假设碘钨灯烘烤，使其保持正常温度^[6]。

2. 基岩和混凝土面清基和保温，如果温度较低，需要在白天开展清基工作，注意利用蒸汽实施冲洗。如果温度过低，需要在暖棚内完成清基工作。如果没有暖棚，在浇筑混凝土之前需要利用真气加热处理钢筋和模板。针对裸露在外的保温模板和监护部件，需要结合实际情况采取保温措施。

（五）做好混凝土振捣

在混凝土的质量管理过程中，对水泥进行振捣是非常关键的一环。在机械装置的振动影响下，能够促使拌合材料呈现出更为理想的形态，破坏了拌合料中原来的粒子的均衡状态，使得在振动和自重的影响下，颗粒骨料会逐步地变得稳定，不会发生水化的水会被剥离到混凝土的表层，同时还会将包含在其中的气泡慢慢地排出，从而让整体的物质变得更紧密，从而提高了混凝土的密度，增加了其弹性模量。振捣分表层和深层两类，表层通常是平面振动，主要是利用平板振捣器，深层则是嵌入式，主要是选用插入式振捣器。振动的方法是从浇注的混凝土的内侧开始，尤其是要注意，振捣的深度要在全浇注的情况下，将其振动到下层浇注的混凝土的内侧，以确保每一次浇注的表面都能与之相适应，其他的操作步骤都要按照混凝土的浇注方式来进行，如果没有完成，则用手去敲一下模子，然后利用人工振捣方式，直到模子的底端有水泥浆溢出为止。在寒冷环境下，对混凝土进行振捣的时候，施工单位需要控制工作顺序，对其进行严格的品质控制，在有需要的时候，可以对振捣时间进行延长，保障振捣的密实度，否则将会导致混凝土中残留的水泡在寒冷环境下凝固，从而导致混凝土出现裂纹。

（六）混凝土养护

1. 储热保温法，是一种在浇注完毕后，采用合适的的技术措施，降低了混凝土的热损耗，从而实现保温目的的一种方式，它的特点是将水泥的水化过程中所生成的热进行有效地转化，从而在不使用任何外加物的情况下，实现了保温的目的。一般情况下，在混凝土终凝之后，施工单位可以在它的表层上，用保温草帘、棉或者保温被等进行包裹，并在上面铺上一张防风塑料膜，这样就可以减少与外部的热的交流，从而减小混凝土的表面降温的速度，有效增加整体结构的强度，从而达到设计的强度。储热保温方法具有以下优势：它不需要添加

物,也不需要使用外界加热设施,它可以通过使用水化热来实现保温,这在施工成本控制方面也有优势。然而,它的保温性能很难得到保障,在重要性等级比较高的建筑中并不适合使用^[7]。

2.温控式:在混凝土浇筑完毕后,用隔热层将四周覆盖起来,构成一个封闭的区域,并将供热装置置于该区域内,利用供热装置的发热来确保在温度较高时,不会使水泥在较低温度下被冻结,供热装置可以采用高温水蒸气和暖棚以及电、红外线等方法。因为这种方法要构成一个比较封闭的空间,所以它对建设地点有很高的需求,通常情况下,主要是在小型建筑中利用这种方法。但是,它的不足之处在于,它的建设投资很大,造价也很高,所以并不适合在大型的建筑物中使用。

其中蒸汽加热的热源是低压饱和蒸汽,通过对构件实施加热并且养护,利用这种方法不仅可以提高混凝土结构的温度,而且可以增加水分,有利于优化水化作用,提高整体结构的质量,在大型预制构件中可以广泛利用^[8]。

暖棚法指的是在混凝土的四周,使用保温的物质来搭建一个暖棚,或者在房间里面,使用草帘、草垫等来封闭窗户,在棚子(室)里面,通过热源的热源来进行供暖,从而让混凝土始终处于正温下进行养护。此种方法既简便又安全,但造价昂贵。适合于冬季温度较低、占地小的工程中利用。

电热法指的是在混凝土结构的里面或外面安装一个电极,通过它向里面输送一个低压的电流,通过它的阻力,将它转化为一种热能,从而生成一种加热的方法,这种方法可以让混凝土不断地被固化,从而获得所需要的抗冻强度^[9]。

远红外加热法指的是将镀有远红外辐射物质的辐射体,固定在水泥表面或模具下,在通电之后,可以利用电能,通过辐射体发出的远红外电磁波段,可以对水泥进行辐射传热或隔模传热。从而加速水泥的水合反应。火炉加热法是一种比较传统的施工方法,它具有操作简便,造价低廉等优点,在小型施工现场仍旧在利用。

3.添加外加剂:冻破坏。防止水泥中的湿气被冰冻,从而促进水泥的凝固。另外一种就是快速凝固剂和早强剂。在干旱时期,能快速优化水泥石的性能,并在发生冰冻破坏之前,就能满足所需的性能指标。速凝剂是一种能迅速凝固、硬化的药剂,具有较高的早强性能。根据实验结果,常用的防冻剂是利用占水量3%的硫酸钠。亚硝酸盐的用量是水分质量的2%~8%,它和温度有关,温度在-3摄氏度时是2%,温度在-10摄氏度时是8%,工作人员可以利用内插法计算具体用量。在混凝土中,最常用的一种抗冻剂是三醋醇,但其用量应控制在0.05%以内;植酸钠量不能大于其总重量的1%;植酸钙

含量不能大于2%的水泥。该技术仅通过向混凝土中添加外加剂,即可在负温度下持续强化,且不会被冻结,水泥在负温度下持续水化,进而提高其强度,因此可以推广使用^[10]。

除此之外,在低温条件下施工单位要严格控制浇筑混凝土的拆模的时间,通常情况下,要将其在五天内,这样可以防止由于寒冷污水水泥水化反应速度比较缓慢,以及由于混凝土强度不够而导致的安全隐患。此外,在模板被拆除之后,还必须对混凝土进行保温,以防止在寒冷的条件下,混凝土内部水分被冻结,从而导致了温度裂缝的出现。混凝土表面的保温物质可以选用保温棉或者保温被,将其端部固定之后,将各部分严密的覆盖,不可露出任何部位,并做好混凝土表面的温度的监控,当出现温度在0℃以下的时候,要及时的进行紧急的处理,并进行加热。

结束语

随着国家现代化建设的加速,对建设工程的品质与速度都有了新的需求,有些工程甚至出现了在较低温度下进行的情况。因此本文分析了低温环境下混凝土的浇筑及养护措施,结合低温条件对混凝土的负面影响,采取合适的浇筑和养护措施,这对提升施工品质,确保进度,节省费用,发挥着重要的作用。

参考文献

- [1] 卢光威. 建筑工程中大体积混凝土浇筑质量控制策略研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(16): 2857.
- [2] 刘齐, 高蕤, 程安春等. 基于BIM技术的大体积混凝土浇筑及养护控制关键技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022, No. 489(09): 64-66.
- [3] 张霄逸. 建筑工程中大体积混凝土浇筑问题及养护措施[J]. 中国建筑装饰装修, 2020, No. 216(12): 82-83.
- [4] 王丽敏, 王立兴. 水利施工中混凝土的浇筑过程及后期养护[J]. 中外企业家, 2019, No. 642(16): 95.
- [5] 潘雨娟. 高层建筑钢管混凝土柱浇筑及养护方法研究[J]. 河南建材, 2019(02): 215-216.
- [6] 钟得刚. 水利施工中混凝土的浇筑过程及后期养护[J]. 科学技术创新, 2018(25): 109-110.
- [7] 刘毅. 针对水利工程混凝土施工技术与管理养护的探讨[J]. 农业与技术, 2017, 37(20): 65+247.
- [8] 陈强坦. 水利施工中混凝土浇筑及后期养护的探讨[J]. 科学技术创新, 2017(23): 141-142.
- [9] 万均. 水利施工中混凝土的浇筑及后期养护措施探析[J]. 民营科技, 2017, No. 208(07): 155.
- [10] 沈波. 建筑工程混凝土浇筑施工技术及管理措施研究[J]. 黑龙江科技信息, 2017(16): 280.