

Precautions for Concrete Construction in Winter and Use of Antifreeze

Xiuling Yang

Shandong Rishun New Building Materials Co., Ltd., Jinan, Shandong, 251400, China

Abstract

Concrete freeze damage will cause the expansion and deterioration of concrete structure, surface layer peeling and cracking. Freezing damage has a greater impact on the normal use of buildings, and even endangers safety issues. This article discusses concrete frost damage construction technology and maintenance and concrete frost damage Mechanism and precautions for winter construction.

Keywords

concrete freeze damage; curing; mechanism; matters needing attention

冬季混凝土施工注意事项和防冻剂使用

杨秀玲

山东日顺新型建材有限公司, 中国·山东 济南 251400

摘 要

混凝土冻害会使混凝土的组织膨胀劣化、表面层剥落与开裂等现象,冻害对建筑物的正常使用产生了较大影响,甚至危及安全问题,论文讨论了混凝土冻害施工技术及养护和混凝土冻害机理及冬季施工注意事项。

关键词

混凝土冻害; 养护; 机理; 注意事项

1 引言

混凝土工程的冬期施工和常温施工不同,由于自然气温已降低到 0°C 以下,从整个施工过程的各个环节,都要采取相应的保温防冻、防风、防失水等措施。尽量给混凝土创造正温养护环境,使混凝土能不段凝结、硬化、增长强度,以避免和减少混凝土遭受冻害。

2 混凝土的冻害概念及评定指标

混凝土的冻害是指已硬化了的混凝土在工程结构使用期间受寒暑自然气温的影响,并长年累月遭受自然气温冻害冻融作用,而导致各项性能逐渐降低。

评定混凝土冻害的主要指标是抗压强度或动弹性模量损失值。取标准条件下硬化了28d的混凝土试件,按混凝土抗冻耐久性标准试验方法,经多次冻融后测定抗压强度或动弹性模量损失值,作为评定指标。它反映材料及配合比水平,

用于考核结构耐久性和使用年限,是为设计服务的。

3 混凝土冻害的分类

在冬期混凝土工程施工过程中,混凝土受冻按不同阶段可分为以下两种类型。

①新鲜混凝土受冻指新浇筑的混凝土在终凝前遭到冻结,其主要原因是气温与混凝土温度很低,加之施工措施欠妥。这种受冻一般说来不会使混凝土产生恶化,只要化冻后在终凝前立即振捣密实,加强养护,不要使混凝土重新受冻,混凝土的性能即不会受到损害。这种情况一般在薄壁结构、薄板、道路面层施工中能遇到。

②混凝土早期受冻是指混凝土浇筑后,在养护硬化期间受冻,它能损害混凝土的一系列性能。这在混凝土冬期施工中经常遇到并且是非常值得注意的问题。这种冻害主要是由于施工方法选择不当、施工人员技术水平不高或不负责任而造成的。它可使混凝土的一系列物理、力学性能降低,从而使其达不到设计强度要求,影响工程应用,降低耐久性,甚至造成返工。

【作者简介】杨秀玲(1987-),女,回族,中国山东济南人,本科,从事混凝土研究。

4 混凝土冻害机理的分析与探讨

混凝土受冻害有三个重要条件,即湿度、水和混凝土内部结构的孔隙状况,这三个条件缺一不可。

①温度是必要的条件,当温度降低到 0°C 以下时,促进水相转变而成冰,水结冰后体积膨胀达到 9%,从而使混凝土内部结构遭到破坏。

②施工时水灰比大,混凝土含水量增大,导致混凝土遭受冻害严重。

③混凝土内部结构的孔隙状态,混凝土内部结构的孔隙状态决定于混凝土配合比设计及施工水平。设计和施工不当,会使混凝土内部的孔隙率增大,毛细孔直径较粗,自由水含量增多,导致混凝土的冻害程度严重。

混凝土是一种多孔性材料,它在硬化中和硬化后形成大小不同的孔隙及相互连通的毛细孔通道。这些孔隙和毛细通道充满水后,当温度降低时,对混凝土的冻害可归纳为以下几点:

①当温度降低到 0°C 以下时,混凝土内部毛细孔中的自由水开始结冰,体积膨胀;

②结构构件的结冰由表面开始,逐渐向内部发展,表面部位水冻结后,由于结冰而膨胀,将内部未冻结的部分水封闭并沿毛细孔通道压向内部;

③随着冻结的发展,结冰体积越来越大,使内部未冻水压力越来越高,当内部增高到超过混凝土的抗拉强度时,就会把毛细孔胀破,产生微裂纹;水在一定压力下,流入发生裂纹的裂缝内,这时毛细孔内部的静水压降低,破坏有所缓和;

④尔后,冻结再继续向深层发展,水压力又继续增大,达到一定程度时,则或裂纹继续扩展,后产生新的裂纹,裂纹不断发展增多,使混凝土内部发生破坏;

⑤当混凝土内部残留有未充满水的气孔,或者由于施工时掺入了引气剂而在混凝土内部引入大量气孔时,则有压的未冻水的压力作用下,通过渗透或毛细微孔流入气孔内,使静水压力减小,从而减少了混凝土内部的裂纹,改善和提高了混凝土的抗冻害性能。

5 混凝土冬期施工注意事项

混凝土冬期施工要求正温浇筑、正温养护。对原材料的加热,以及混凝土的搅拌、运输、浇筑和养护应进行热工计算,并据此施工。

5.1 对材料和材料加热的要求

①冬期施工中配制混凝土用的水泥,应优先选用活性

高、水化热量大的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥,蒸汽养护时用的水泥品种应经试验确定。水泥的强度不应低于 42.5 等级,水灰比不应大于 0.6。水泥不得直接加热,使用前 1~2 天运入暖棚存放,暖棚温度宜在 5°C 以上。

②因为水的比热是砂、石集料的 5 倍左右,所以冬期拌制混凝土时应优先采用加热水的方法,但加热温度要符合规定的数值。

③集料要求提前清洗和贮备,做到集料清洁,无冻块和冰雪。冬期集料所有贮备场地应选择地势较高不积水的地方。

④冬期施工拌制混凝土的砂、石温度要符合热工计算需要温度。加热的方法可因地制宜,但以蒸汽加热法为好。

⑤原材料不论用何种方法加热,在设计加热设备时,必须先求出每天的最大用料量和要求达到的温度,根据原材料的初温和比热,求出需要的总热量。同时考虑加热过程中热量的损失。有了要求的总热量,可以决定采用热源的种类、规模和数量。

5.2 搅拌

混凝土不宜露天搅拌,应尽量搭设暖棚,优先选用大容量的搅拌机,以减少混凝土的热量损失。搅拌前,用热水或蒸汽冲洗搅拌机。混凝土的拌和时间比常温规定时间延长 50 %。由于水泥和 80°C 左右的水拌和会发生骤凝现象,所以材料的投料顺序是先将水和砂石投入拌和,然后加入水泥。若能保证热水不和水泥直接接触,水可以加热到 100°C 。

5.3 运输

混凝土的运输时间和距离应保证混凝土不离析、不丧失塑性。主要措施为减少运输时间和距离;使用大容积的运输工具并加以适当保温等。

5.4 浇筑和养护

混凝土在浇筑前,应清除模板和钢筋上的冻雪和污垢,尽量加快混凝土的浇筑速度,防止热量散失过多。混凝土拌和物的出机温度不宜低于 10°C ,入模温度不得低于 5°C 。采用加热养护时,混凝土养护前的温度不得低于 2°C 。

加热养护整体式结构时,施工缝的位置应设置在温度应力较小处。加热温度超过 40°C 时,由于温度高,势必在结构内部产生温度应力。因此,在施工之前应征求设计单位的意见,在跨内适当的位置设置施工缝。留施工缝处,在水泥终凝后立即用 3~5 个大气压的气流吹除结合面的水泥膜、污水和松动石子。

6 防冻剂的组成及作用机理

防冻剂可以分成两大类型：早强型和防冻型。

我国气候及温度变化规律：长江以北到黄河以南，气温虽然可以降至 5°C 以下但基本上在 0°C 上，冬季施工只要加早强剂即可以保证质量了。黄河以北，气温会在 0°C 以下数月，冬季施工需要防冻剂。华北西北地区，最低气温在 -10°C 以上的地区，使用早强型的防冻剂。东北地区内蒙新疆，冬季气温经常在 -10°C 以下，冬季施工的混凝土必须使用防冻性的防冻剂。

6.1 早强型防冻剂

最低气温不超过 -10°C ，日气温一般在 0°C 上下浮动，在气温最高的白天浇筑，混凝土内部温度就可以保持在 0°C 以上。不是在最高气温下浇筑，浇筑后用塑料薄膜及草袋等覆盖，混凝土内部温度也会高于气温。这种情况下混凝土会很快达到临界强度 3.5MPa 而不至于产生冻害。因此在最低温度高于 -10°C 时只需添加早强型防冻剂即可。目的是更快的达到临界强度。

6.2 防冻型防冻剂

日平均气温在 -15°C 以下的地区，混凝土浇筑后即使是入模温度较高，但由于混凝土内外温差较大，混凝土在简单覆盖的情况下还是会很快的降至 0°C 以下，防冻剂的作用是要保证混凝土在浇筑后能抵御一定限度负温环境。在此低温下混凝土内部仍然保持足够的液相，以使水泥水化作用继续进行，而不致被冻胀破坏。

防冻组分是以降低液相中的冰点为目的的一些纯化学物质。为保持在规定的负温下仍然有足够的液相就必须保持防冻成分有一定掺量。这些物质在防冻剂中占有相当的比例，而这种比例随着所要求的规定温度不同而变化，负温越低掺量越大。

6.3 复合型防冻剂的组分及作用机理

根据混凝土产生冻害的原因分析，必须从提高混凝土本身的抗冻能力及防治冻害的发生两个途径来解决。

6.3.1 早强组分

为了促进水泥水化作用，使混凝土尽快达到抵御冻害的能力，强度迅速增长，加速模板周转，缩短工期，早强组分是必不可少的，为了避免钢筋锈蚀，采取相应技术措施，使用少量的氯盐，确保对钢筋无促锈作用。常用的早强剂有硫酸钠，氯化钙，硝酸钙，亚硝酸钙，三乙醇胺等。防冻剂中的早强成分主要是是混凝土尽快达到或超过混凝土的受冻临界强度。

6.3.2 减水组分

减水剂的作用就在于分散水泥和降低混凝土的水灰比。减少了绝对用水量，使毛细孔变细、减少、且分布均匀，提高了混凝土的密实性。实质上是减少了混凝土中可冻水的数量，即减少了受冻混凝土中的含冰率，相应也提高了混凝土防冻性能。另外防冻剂掺量是固定的，由于水灰比的减小，相对的提高了混凝土中减水剂水溶液的浓度，进一步降低了冰点，从而提高了混凝土防早期冻害能力。常用的减水剂有木钙，木萘，萘系高效减水剂及三聚氰胺，氨基磺酸盐等。

6.3.3 引气组分

水结冰时体积增大 9% ，严重时可能造成混凝土中骨料与水泥颗粒的相对位移，使混凝土结构受到损伤甚至破坏，形成不可逆转的强度损失。这种引气剂在搅拌混凝土过程中能引入大量均匀分布、稳定而封闭的微小气泡。这些气泡对混凝土主要有四种作用：

- ①能减少混凝土的用水量，进一步降低水灰比；
- ②引入的气泡对混凝土内冰晶的膨胀力有一个缓冲和消弱作用，减轻冰晶膨胀力的破坏作用；
- ③提高了混凝土的耐久性能；
- ④小气泡起到阻断毛细孔作用，使毛细孔中的可冻结水减少。

当引入的气泡数量少，体积大，一般都是可见气泡，起不到上述效果，反而会产生一些不利的影响，并且由于振捣排除不力时，一些气泡还会聚合成更大气泡，因此称这种气泡为有害气泡，所以使用引气原材料要特别谨慎。

6.4 防冻组分

主要功能是在负温条件下降低混凝土内游离水的冰点，减少混凝土内部水分的成冰率，使之有较多的液态水供水泥水化，更重要的是改变成冰结构，使冰晶变得疏松且成立体网状结构，因而对混凝土结构没有破坏作用。防冻组分一般掺量都比较大，考虑到对混凝土耐久性能的要求，应尽量减少 K^{+} 和 Na^{+} 的引入量，这也是防冻剂的突出特点。

在负温下掺防冻剂混凝土中大部分水仍保持液相，混凝土强度在负温下依然在增长。在负温下混凝土的增长速度取决于水泥品种、防冻剂种类和负温温度。按混凝土强度增长的速率的次序如下排列： $\text{K}_2\text{CO}_3 > \text{CaCl}_2 > \text{NaCl} > \text{NaNO}_2 > \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。

只要保证混凝土在达到临界强度前不受早期冻结，掺防冻剂混凝土的强度在以后的正温下都能正常地继续增长。

7 冬季施工中防冻剂的选用

冬施混凝土大致分为3大类：冷混凝土、负温混凝土和早强混凝土。

冷混凝土：是指除拌合水必须保持液态外，其他集料均不保温，浇筑后也不采取任何保温措施，主要依靠防冻组分保证一定的过冷液体在负温下缓慢的进行水化。这种混凝土需要掺大量无机盐类来降低冰点。在施工条件不具备采取其他措施时才使用。

负温混凝土：混凝土在负温施工时，对砂、石、拌合水进行保温和热处理，在混凝土养护过程中要与保温防护、蓄热法等综合措施相结合。

低温早强混凝土：在0℃左右的低温或不很低的负温下施工，只采取加热拌合水再辅以综合蓄热法使混凝土保持在正温下硬化、增强。

8 结语

混凝土是现代建筑工程使用量最大的材料之一，对社会发展有着深远的影响。为此，从业人员必须要积极学习先进的科学文化知识、善于总结优秀的施工经验，在工作过程中保持严谨的精神，遵循相关施工原则与技术标准，如此方能最大限度地保障混凝土施工工程的质量。

参考文献

- [1] 王丽君,孙永成,田敬贤.基于混凝土冻害理论的防冻剂研究[J].西部探矿工程,2019(1):35-36.
- [2] 吴桂娟.混凝土冻害机理及影响因素研究[J].辽宁建材,2006(2):45.
- [3] 柳俊哲,尤志洁,李玉顺.混凝土冻害机理及对策[J].建筑技术,2015(10):10-11.