

建筑施工

商混保塌性能与施工环境温度相关性研究

刘建山

中电建海外投资（昆明）有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i10.8462

[摘要] 建筑工程领域，商品混凝土（简称商混）的保塌性能对于施工品质意义重大，且和施工所处环境温度存在着密切关联。本文着重针对商混保塌性能与施工环境温度之间的相关关系开展深入探究，自水泥水化、外加剂性能、骨料特性等多个技术维度，对温度作用于保塌性能的影响机理展开分析。研究显示，环境温度一旦提升，会促使水泥水化进程加快，改变外加剂分子的活性状态，由此对商混的保塌性能产生影响。借助对不同温度条件下商混性能试验数据开展对比性分析，明晰了温度波动对于保塌性能产生作用的具体规律。基于以上研究成果，针对性提出涵盖原材料挑选、配合比优化以及施工工艺调整等一系列面向不同温度环境的保压性能优化举措，目的在于给建筑工程施工期间更好地把控商混性能、提高施工质量提供坚实有力的技术支撑。

[关键词] 商品混凝土；保塌性能；施工环境温度

Research on the correlation between the collapse performance of commercial concrete and the construction environment temperature

Liu Jianshan

China Power Construction Overseas Investment (Kunming) Co., Ltd.

[Abstract] In the field of construction engineering, the collapse resistance of commercial concrete (referred to as commercial concrete) is of great significance for construction quality, and is closely related to the environmental temperature in which construction is carried out. This article focuses on the in-depth exploration of the correlation between the collapse performance of commercial concrete and the construction environment temperature. From multiple technical dimensions such as cement hydration, admixture performance, and aggregate characteristics, the influence mechanism of temperature on collapse performance is analyzed. Research has shown that once the ambient temperature increases, it accelerates the hydration process of cement, changes the activity state of admixture molecules, and thus affects the slump retention performance of commercial mixtures. By conducting comparative analysis on the performance test data of commercial mixtures under different temperature conditions, the specific laws of the effect of temperature fluctuations on collapse resistance were clarified. Based on the above research results, a series of targeted measures are proposed to optimize the pressure holding performance for different temperature environments, including raw material selection, mix proportion optimization, and construction process adjustment. The aim is to provide solid and powerful technical support for better controlling the mixing performance and improving the construction quality during the construction period of building projects.

[Key words] commodity concrete; Collapse resistance performance; Construction environment temperature

引言

商品混凝土作为现代建筑工程里面极为重要的一种材料，它具备的工作性能，跟建筑结构的质量与安全有着紧密联系。保塌性能可以被看作是判定商品混凝土在施工期间能否保持流动性与可塑性的关键衡量指标，对混凝土开展泵送、浇筑以及振捣等施工作业能不能顺利进行，起着决定性影响。施工环

境的温度，这属于外部一个十分关键的要素，能够明显影响商品混凝土内部的物理化学反应过程，由此对它的保塌性能产生不可小觑的作用。深度探究这两者之间的相互关系，对于优化商品混凝土配合比的设计工作、制定具备科学性的施工方案、保证工程的质量与进度而言，都有着非常重要的现实价值，能够切实减少因为温度因素引发的施工方面的问题以及质量方

面的潜在风险。

一、商混保塌性能与施工环境温度相关性的技术分析

1.1 温度对水泥颗粒初始反应活性的激发

就商混体系而言，水泥是关键的胶凝材料，其水化反应是左右混凝土性能变化的核心要素。若是施工环境的温度有所上升，就能够给予水泥颗粒更多的能量，让水泥颗粒表面的活跃位点更容易同水分子起反应。当环境温度从 20℃ 提高到 30℃ 此阶段，能看到水泥颗粒表面水化产物的生成速度明显变快。借助扫描电镜去观察的话，会发现高温环境下早期所生成的钙矾石晶体，数量有所增多，并且尺寸也增大了。之所以会出现这种情况，是由于较高的温度把水泥水化反应的活化能给降低了，使得反应相对容易发生，于是就有更多的水泥颗粒在较短时间内参与到水化反应里面。这样一来，就加速了体系里面水分的消耗，进而对商混的保塌性能带来直接的作用，最终使得坍落度损失加快。

1.2 持续高温对水泥水化反应平衡及速率的改变

随着时间的不断推进，长时间处于高温环境，会致使水泥水化反应的平衡态势发生改变。水泥水化反应属于一种繁杂的放热进程，温度一旦上升，不光会加快反应开始的速度，而且会促使反应朝着产生更多水化产物的方向发展。就拿硅酸三钙（ C_3S ）的水化反应来讲，在高温背景下，它水化生成氢氧化钙（CH）和水化硅酸钙（C-S-H）凝胶的速度有显著提升。有关研究显示，在 40℃ 的环境里， C_3S 的水化速度跟 20℃ 的情况下相比，大概提高了 50%。过多的水化产物会在水泥颗粒之间慢慢地构建起网络架构，让浆体的黏稠度有所增加，进而更严重地加大了商混坍落度的损耗，对其在施工阶段的流动性和实际操作的便利性带来较大影响。

二、施工环境温度对商混保塌性能的多元影响

2.1 骨料特性因温度产生的变化及连锁反应

2.1.1 温度促使骨料热胀冷缩对商混内部结构的破坏

在商品混凝土（商混）当中，骨料所占的比例相对较大。骨料具备热胀冷缩的特性，并且这一特性受施工时候所处的环境温度影响较为显著。若是环境温度有所上升，骨料就会发生膨胀现象。鉴于骨料与水泥浆体二者的热膨胀系数存在不同，在它们相互接触的界面位置，就会生成比较大的内应力。就拿石灰岩骨料而言，它的热膨胀系数大概处于 $(6-12) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 范围，而水泥浆体的热膨胀系数大致是 $(10-20) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。在温度较高的环境条件下，因为这种热膨胀系数的差异而产生的内应力，有可能造成界面过渡区出现一些微小的裂缝。随着温度不断地反复变化，这些微小裂缝就会持续扩展，然后相互连通起来，从而破坏商品混凝土的内部结构，使得商品混凝土的保塌性能下降。同时，裂缝一旦产生，就为水分的迁移提供了通道，会加快水分的蒸发，进而让坍落度损失变得更加严重。

2.1.2 温度波动影响骨料含水率及吸水性对商混工作性的干扰

施工所处环境温度的变化，会致使骨料的含水率与吸水性产生改变。当处于高温且干燥的环境状况时，骨料表层的水分会迅速蒸发，使得含水率下降，这样一来，在搅拌作业开展期

间，骨料便会从水泥浆体里汲取更多的水分，进而造成用于保障商品混凝土流动性的自由水数量有所减少。就好比，若是砂的含水率每下降 1%，在相同配合比的情形下，商品混凝土的坍落度或许就会减少 10-20mm。而换个情况，当在低温并且潮湿的环境中，骨料的吸水性有所增强，其表面会吸附大量的水分，这些水分会在搅拌后期慢慢地释放出来，如此就可能致使商品混凝土出现坍落度随着时间推移而增大的异常状况，对施工进度里的泵送及浇筑控制工作带来影响，使得施工质量的稳定性有所降低。

2.2 湿度耦合温度对商混保塌性能的协同作用

2.2.1 高温高湿环境下水泥水化与水分蒸发的复杂交互

在温度较高且湿度较大的施工环境里，水泥发生水化的速度会变快，与此同时，水分的蒸发状况也比较强烈，这二者间有着繁杂的相互作用关系。从一个角度而言，较高的温度会促使水泥的水化反应加速进行，从而消耗掉大量的水分；从另一个角度讲，湿度较高的环境在一定程度上能够补充水分，可是因为水分的蒸发以及水化所产生的消耗，它们之间的动态平衡很难平稳地保持住，所以就容易造成商品混凝土内部的水分分布不太均匀。经过运用热重分析以及核磁共振这样的技术手段进行检测之后发现，在高温高湿的状况下，商品混凝土内部某些局部区域的水分含量，会在比较短的时间内出现较大的波动。这种情况致使水泥的水化反应过程不太稳定，水化所产生的物质分布也不均匀，进一步对商品混凝土的微观结构和宏观性能产生影响，最终使得商品混凝土的保塌性能变得更差，坍落度的损失呈现出不规则的变化态势，这给施工过程中的控制工作带来了极大的困难。

2.2.2 低温低湿环境下水分迁移受阻对商混凝结硬化的抑制

低温低湿这种环境状态，对于商混保塌性能所产生的作用是绝不能轻视的。在这样的环境条件之下，水分移动的速度有着显著下降。因为没有充足的水分来供应，水泥发生水化反应便受到了阻碍。要知道，当处于低温的情况下，水分子自身的活跃程度降低了，扩散的速度也变缓慢了，很难充分地与水水泥颗粒进行接触并投入到反应之中。与此同时，低湿环境会让商混表面的水分迅速流失，这使得商混内部水分不足的状况进一步恶化。如此一来，不仅商混凝结硬化所耗费的时长有所延长，其早期强度的发展也会受到影响。而且由于水泥水化进行得并不充分，浆体对于骨料的包裹以及粘结的效果都减弱了。这样就导致商混的整体工作性能出现下滑，保塌性能没办法获得切实有效的保障。在实际中，常常会出现坍落度损失过快，或者混凝土整体变得干燥，失去了可以塑形的能力等一系列问题。而这些问题对施工进度以及工程质量都造成了严重的影响。

三、基于温度因素的商混保塌性能优化策略

3.1 原材料选择与适配性调整

3.1.1 依据温度筛选水泥品种及控制水泥细度

于各式各样的施工环境温度背景下，恰当挑选水泥的类别，对商品混凝土的保塌性能而言，有着极为关键的意义。若是处于高温的环境当中，理应优先考虑选取水化热比较低、凝结时长相对较长的水泥，像中热硅酸盐水泥抑或低热矿渣硅酸

盐水泥都可以。在这类水泥里面,硅酸三钙(C_3S)以及铝酸三钙(C_3A)的含量比较少,如此一来,便能够有效地让水泥水化的速度放缓,把温度给保坍性能带来的不良影响降低。与此同时,要严格控制水泥的细度,防止水泥颗粒太细,因为太细的话,在高温环境中就会快速水化。相关研究指出,若是把水泥的比表面积控制在 $300\sim 350\text{m}^2/\text{kg}$ 此范围之内,故此在高温施工的情况下,商品混凝土的保坍性能就能够得到较好的维持。而若是在低温环境下,则能够选用早期强度增长较快的普通硅酸盐水泥,并且适当地把水泥细度提高,以此来推动水泥水化反应的开展,保证商品混凝土在低温状况下能够正常地凝结硬化,使得其具备一定的工作性能。

3.1.2 根据温度优化外加剂配方及复配方案

提升商混保坍性能的重要步骤之一,是合理挑选外加剂并优化其配方。当处于高温环境下,我们能够在聚羧酸系外加剂里添加上具备抗高温特性的官能团或者聚合物链段,这样做的目的在于增强外加剂分子在高温状况时的稳定性,以及它与水泥颗粒之间的吸附能力。与此同时,我们还需要对外加剂里缓凝剂的种类以及掺和的用量做出调整,例如适当增多缓凝效果比较显著的糖类缓凝剂,或者是多元醇类缓凝剂的使用量,这样便可以有效地延缓水泥发生水化的进程。而当环境温度较低的情况下,我们要选用那种能够适应低温环境的外加剂,比如含有特殊引气成分的外加剂。通过这种外加剂引入微小的气泡,能够改善混凝土的和易性,降低水的冰点,从而减少因为水分冻结给商混性能带来的不良影响。另外,还可以采用多种外加剂混合调配的办法,比如把减水剂、缓凝剂、引气剂等进行合理的组合搭配,并且依照温度的改变精准地控制各种外加剂之间的比例,以便达到最佳的保坍效果,让混凝土在施工过程中的性能得到良好发挥。

3.2 配合比优化与施工工艺调控

3.2.1 基于温度调整水胶比及矿物掺合料掺量

水胶比属于对商品混凝土保坍性能起到关键作用的参数范畴,要依据施工环境的温度状况予以恰当调节。当处于高温的施工环境中,适度调低水胶比,这样做能够在水泥发生水化的过程里,降低水分的过度损耗,增强商品混凝土在抵御离析以及保持水分方面的能力,借此维持较为良好的保坍性能。不过,水胶比的降低必须搭配对矿物掺合料进行合理使用,以此来保障混凝土具备合格的工作性能。举例而言,提升粉煤灰或者矿渣粉等矿物掺合料在其中所占的比例,这些矿物掺合料不仅能够让混凝土的和易性得到改善,而且还可以借助二次水化反应消耗掉一部分氢氧化钙,让混凝土的微观结构更加优化,进一步提高其耐久性与保坍性能。而在低温的施工环境下,适度提高水胶比,就可以加大水泥浆体的流程度,推动水泥水化反应的开展。与此同时,减少矿物掺合料在其中所占的量,防止它对水泥早期的水化进程起到抑制作用,确保商品混凝土在低温条件下能够尽快完成凝结硬化,满足工程施工进度方面的要求。

3.2.2 针对温度差异制定搅拌、运输及浇筑工艺

合理调整施工工艺,对于确保商混在不同温度条件下的保坍性能而言意义重大。于搅拌阶段,高温情况下,适度增加搅

拌时长,能让各类原材料更为均匀地混合,使得外加剂可充分发挥其效用;同时,不妨采用低温水抑或冰水来实施搅拌作业,以此降低混凝土出机时的温度。在运输这一环节,遇到高温天气时,要对搅拌车罐体加以遮阳以及喷淋降温等处理,从而减少混凝土于运输期间出现温度升高以及坍落度损失的状况;而若是处于低温环境,故此需对搅拌车罐体进行保温包裹,避免因混凝土温度过低而致使其流动性丧失。在浇筑环节,当处于高温时,要加快浇筑速度,减少混凝土暴露在高温环境中的时长,并及时做好振捣和抹面等相关工作;低温的情况下,则应当对模板与浇筑部位进行预热,选用分层浇筑、薄层浇筑等办法,提升混凝土的入模温度,推动水泥水化进程,保证混凝土的浇筑质量以及保坍性能。

结语

综上所述,商品混凝土的保坍性能和施工环境的温度关联性极大。温度会透过对水泥水化情况、外加剂发挥的性能、骨料展现出的特性以及湿度的相互作用等多个层面产生影响,明显地改变商品混凝土的工作性能。在温度偏高的环境里,水泥的水化过程加快,外加剂的活性发生变化,骨料出现热胀冷缩现象,而且水分蒸发和水化之间的相互作用错综复杂,最终使得商品混凝土的保坍性能降低;而在温度较低的环境当中,水泥的水化进程受到抑制,骨料的含水率有所改变,水分的迁移也遭遇阻碍,这些同样会对商品混凝土的保坍性能造成影响。为了妥善处理这些状况,从原材料的挑选以及适配性的调整着手,一直到配合比的优化、施工工艺的调节控制等多个方面,采取具有针对性的手段,就能够切实有效地提升商品混凝土在不同温度环境下的保坍性能,从而对建筑工程的施工质量和进度起到保障作用。

[参考文献]

- [1]李真真,张家广,王玉珍,等。基于再生骨料组合增强方法的再生混凝土抗氯离子渗透性能[J/OL]。太原理工大学学报,1-11[2025-08-18].<https://link.cnki.net/urlid/14.1220.N.20250818.1550.002>.
- [2]凌云翔,苏宁义,刘志华,等。局部损伤对纤维缠绕BFRP管约束混凝土短柱轴压性能影响的研究[J/OL]。太原理工大学学报,1-14[2025-08-18].<https://link.cnki.net/urlid/14.1220.N.20250818.1626.006>.
- [3]龚强。混凝土自锚式悬索桥锚固区局部应力分析[J/OL]。中国市政工程,1-9[2025-08-18].<https://link.cnki.net/urlid/31.1523.TU.20250818.1643.004>.
- [4]连志伟,程庆,宋利祥,等。基于零维-二维耦合溃口流量计算模型的水库溃坝洪水模拟[J/OL]。人民珠江,1-15[2025-08-18].<https://link.cnki.net/urlid/44.1037.TV.20250818.1254.005>.
- [5]姜超,戈雨晴,顾祥林,等。碳化和锈蚀混凝土结构的抗火性能[J/OL]。土木工程学报,1-13[2025-08-18].<https://doi.org/10.15951/j.tmgcxb.2025.11.0603>.

作者简介: 作者简介: 刘建山(1986.4),男,汉族,山东菏泽人,本科,高级业务主管,工程师,研究方向:项目管理。