

水泥与外加剂相容性差的原因分析与解决措施

王继龙

(广元海螺水泥有限责任公司)

摘要: 为了研究水泥与外加剂之间的相容性关系, 本文对影响水泥与外加剂相容性效果的几大因素展开了重点介绍, 然后给出了增强水泥与外加剂相容性效果的几个解决措施, 最后结合工程进行实例化分析, 并给出了一些工程化建议, 希望能给相关工程人员提供一定的理论指导意见。

关键词: 水泥; 外加剂; 相容性; 原因分析; 解决措施

引言: 混凝土是现代建筑业最基本的建筑材料, 混凝土的大量使用能极大地缩短建筑周期, 同时能充分保证建筑物的强度和品质, 混凝土在建筑中的性能表现主要依赖两方面, 一方面是构建混凝土所需要的原材料本身的性能, 另外一方面取决于混凝土原材料的物理和化学特性以及材料间的配合比例, 其中外加剂在混凝土的使用过程中起着举足轻重的作用, 虽然外加剂在混凝土中只占有很小的比例, 但是它对混凝土性能的影响却是决定性的, 通过加入外加剂, 混凝土的坍落度能得到明显的改善, 并且凝结时间能显著减小, 极大地提升了混凝土的材料性能。当水泥发生水化反应过程中, 会形成絮凝结构并将水包裹在内, 为了提升水泥的水化程度, 提升混凝土的整体性能, 施工人员一般需要加入大量的水, 此时, 外加剂的作用主要是使得水泥颗粒表面具有定向吸附的能力, 让水泥颗粒表面均匀分布着同性电荷, 这样就可以使水和水泥颗粒产生一定的斥力, 让絮凝结构里的水分在斥力的作用下充分释放出来, 这样能够参与水化反应的水分比例就会增大。

1、水泥和外加剂相容性差问题

在建材行业标准《水泥与减水剂相容性实验方法》中, 对水泥和外加剂的相容性概念有明确且清晰地描述: 使用相同减水剂或水泥时, 由于水泥或减水剂质量的变化而引起水泥浆体流动性、经时损失的变化程度以及为获得相同流动性而导致减水剂掺量的变化程度。

由于种种原因水泥与外加剂经常会产生一些不相容问题, 主要表现在三个方面:

(1) 水泥并没有因为加入外加剂使他的工作性能得以改善, 或者改善的幅度不明显;

(2) 混凝土坍落度损失较大, 同时混凝土的凝结时间过短;

(3) 因为加入了外加剂使得混凝土更容易出现裂缝;

上面所说的三个方面均能够影响施工质量, 给工程带来极大的隐患, 下面将主要分析水泥与外加剂相容性差的几种主要原因, 并且提出了面向这些问题的解决方案。

2、影响水泥与外加剂之间相容性的主要因素

2.1、外加剂本身因素

水泥与外加剂之间相容性差的主要原因可能在于外加剂本身, 市面上外加剂的供应厂商有很多, 每个厂家他们的生产制作工艺都是有区别的, 而且各个厂家制作过程中的技术水平也不一样, 这样就会导致生产出来外加剂的质量也参差不齐, 它们的特性也有所差别, 主要不同的地方体现在以下几个方面: 第一方面是官能团不同; 第二方面是聚合度不同; 第三方面是复配组分不同; 这三个方面都会极大的影响水泥与外加剂之间的相容性。

2.2、水泥本身因素

由于各种水泥本身的产品特征也有所区别, 里面富含的矿物质含量也会不一样, 由于水泥里面外加剂特性发挥作用的效果是受矿物质组成影响的, 因此水泥本身的因素也是会导致水泥和外加剂之间的相容性变差的, 水泥的矿物质组成主要包含以下几种物质: 铝

酸三钙、硅酸三钙、硅酸二钙和铁铝酸四钙, 由于不同的水泥厂家他们采用的原材料和生产工艺进行生产和加工, 因此最后生产的产品特性都是有一定区别的, 这样就会导致水泥里面的矿物质组成也不太一样, 经过试验, 发现铝酸三钙对外加剂的使用影响是最大的, 其次是铁铝酸四钙, 然后是硅酸三钙, 最后是硅酸二钙, 由于铝酸三钙水化反应速度比较快, 在早期就能形成较大的强度, 同时对水的需求量也比较大, 如果铝酸三钙比例偏高的话, 外加剂会被铝酸三钙大量吸附, 使得外加剂的作用损失较大。

2.3、调凝石膏品种因素

一般来说, 在水泥生产中为了调控水泥的凝结时间, 需要在水泥里适当配比石膏, 经过研究发现, 外加剂在水泥中所起到的效果有时候也取决于调凝石膏的使用方法, 在很多小水泥厂, 厂家为了控制成本支出, 会优先选择工业无水石膏, 虽然工业无水石膏的使用不会直接降低水泥的质量, 但是会间接地导致掺杂了外加剂的水泥的性能变差, 水泥中如果掺杂高比例的工业无水石膏, 会使得水泥需要大量水, 并导致外加剂使用量也大增。因此石膏在掺杂的时候量要适中, 只要能保证水泥凝结正常并且有一定的强度即可, 如果掺杂的量偏多, 反而会使水泥强度变低。

2.4、水泥颗粒细度因素

现如今一些水泥厂家为了满足国家的一些新标准, 会加大水泥的研磨力度, 使水泥颗粒的直径不断变小, 这样在使用过程中就能充分保证建筑的强度, 提高产品的市场竞争力, 但是有一个不可忽视的问题是, 如果水泥颗粒直径过小, 同样会增加对水的需求量, 大量的水会吸附更多的外加剂, 使得外加剂的损失变大; 除此之外, 由于研磨水泥会伴随着高温, 然后会导致石膏和水形成无水石膏。

2.5、水泥碱含量因素

水泥中的碱含量主要取决于使用的原材料特性, 水泥中含有大量黏土和石灰, 当碱含量大于 0.8% 时就认为碱含量偏高, 当碱含量低于 0.50% 就认为碱含量过低, 碱含量过高时可溶碱高凝结块, 流变性会变差, 碱含量过低时会导致吸附变弱。为了提高水泥与外加剂的配合使用效果, 通常需要加入粉煤灰和矿粉, 因为粉煤灰和矿粉可以与水泥的水化产物氢氧化钙发生化学反应, 氢氧化钙能够减弱混凝土的碱度, 减轻了由于碱含量过高导致的外加剂与水泥的适应性变差问题。

2.6、水泥中混合材因素

水泥和减水剂的配合使用效果与水泥中掺杂的混合材的种类和比例也密切相关, 水泥中的一些混合材对减水剂具有一定吸附效果, 如果水泥中含有一定的混合材, 减水剂所表现出来的分散效果就会受到一定的限制。

3、改善水泥与外加剂相容性效果的措施

3.1、水泥方面

在满足强度要求的情况下, 要尽量选用表面积较小的水泥, 因为如果水泥的表面积比较大, 就会导致水化速度变快, 水化反应的产物会覆盖在没有发生水化反应的水泥颗粒与减水剂外层, 此外,

水泥颗粒对于减水剂的吸附能力会变大,削弱减水剂的分散能力。

为了改善水泥与外加剂的相容性效果,下面主要提几个对水泥的要求。

(1) 选择二水石膏调凝的水泥

通常情况下,半水石膏以及硬石膏相比于普通石膏具有更高的水化速率,同时半水石膏与硬石膏对减水剂分子有较大的吸附能力,较强的吸附能力会造成减水剂的浓度偏低,因此为了达到较好的分散效果,我们一般选择二水石膏矿作为调凝石膏。

(2) 选择铝酸三钙含量较低的水泥

水泥中的铝酸三钙对减水剂有选择性吸附作用,会导致大量的减水剂被吸附,这样就会导致拌合物动电位呈显著下降趋势,使得混凝土坍落度损失变大。

(3) 选择三氧化硫含量较高的水泥

由于水泥中的可溶性碱是减弱水泥与减水剂相容性效果的一个重要因素,针对任何一个水泥和多磺酸盐的高效减水剂复合系统,都需要配比出一个合适的可溶性碱含量,在含碱的水泥中如果加入适量的硫酸钠,能显著地改善水泥和混凝土的流变性。由于减的硫酸盐溶解很快,溶解速度要远大于硫酸钙,如果在水化初期能够具备较高的硫酸根离子浓度,就能使硫酸根离子与铝酸三钙发生化学反应,这样就能极大地降低铝酸三钙的含量,减弱铝酸三钙对减水剂分子的吸附效果,因此为了确保拌和物具有较好的工作性能,通常建议施工方采用三氧化硫含量较高的水泥。

3.2、减水剂方面

复合型减水剂在水泥中的分散效果往往要比单一型减水剂的效果要好,一般工程中使用效果较好的主要有氨基磺酸盐减水剂和聚羧酸盐减水剂,由于液体减水剂在水泥浆体拌合物中的分散效果要好于粉末型减水剂在拌合物中的分散效果,因为液体型减水剂在搅拌的过程中能充分被水泥颗粒吸附,使得水泥颗粒达到更优的分散效果,因此我们在工程中要尽量优先选择液体型减水剂;此外在掺入方式上我们应该选择后掺法或者二次添加法,通过大量的实践证明后掺法或者二次添加法能够明显改善水泥与减水剂的相容效果,主要原因是因为当水和水泥进行搅拌后,其中的矿物成分 C3a 和 C4af 可以迅速变为 C3ah8 和 C4afh10,这个过程中会消耗比较多的 C3a 和 c4 af,等到消耗到一定阶段以后,再添加减水剂,此时较多的减水剂能够充分被 C2S 和 C3S 吸附,使得在较长一段时间内具有较稳定的电动电位,这样可以保证混凝土的合理性比较好且坍落度损失较低。

3.3、其他方面

有的生产企业为了赶进度,在混凝土的生产过程中使用还未来得及降温的水泥,这种行为会导致混凝土出现快速凝结现象,由于刚刚生产出来的新鲜水泥,它表面的温度还没有散去,当对其加入水搅拌以后,会和水快速反应,此外由于水泥还没完全冷却会导致固熔体活化点比较多,而活化点能够吸附大量的减水剂分子,这样会继续加快水泥的水化效率,并减弱减水剂的分散效果,因此施工方在选择水泥时,应该待水泥充分冷却后再进行施工操作,尽量避免水泥与减水剂发生不相容现象,有时心急往往会导致事情出现一些不可控的局面,反而影响了工程的进度,给工程质量留下隐患,这样是得不偿失的。

4、工程实例分析

4.1、凝结时间异常

某工程应用了聚羧酸减水剂配制泵送的混凝土,因为工程要求缓凝时间要大于 12 个小时,为了达到此类效果,必须在混凝土中加入缓凝组分,但是在过程中发现混凝土 10 分钟后就凝结了,这肯定是哪个环节出现了问题,导致混凝土出现了速凝现象。

为了解决凝结时间异常这一问题,工程人员需要调节石膏用

量,寻找与熟料中铝酸三钙相匹配的最佳石膏用量;在选择石膏类型时主要采用二水石膏,硬石膏由于溶解速度慢容易受木质素类减水剂的影响,这就导致水泥发生速凝现象,而二水石膏容易使水泥发生假凝;同时还应该控制熟料磨仓温度,降低二水石膏的半水化率,提升熟料冷却速度,使铝酸三钙玻璃化程度变高,降低它的活性。

4.2、坍落度损失大

一般在工程中为了解决坍落度损失过大这一问题,经常会采用以下几个解决方案,第 1 种是采用缓释聚羧酸外加剂来增强混凝土的保坍性能;第 2 种是采用缓凝组分,降低水泥的凝结速度;第 3 种是调整铝酸三钙的含量,并补充足够多的硫酸根离子;最后一种是尽量降低水泥的细度,避免水泥与水的接触面积过大,增加他们发生反应的速率。

4.3、减水率低

某水泥厂在一段时间内给某工程提供的水泥导致工程使用的混凝土流动性变差,工程人员为了增强混凝土流动性就添加更多的外加剂,使得外加剂的消耗量比原来增长了将近一倍。

为了处理上述问题,主要从以下几个方向进行思考,并给出相应的解决措施,第 1 个是提升外加剂中的吸附基团比例;第 2 个是降低水泥的细度;第 3 个是调整铝酸三钙和石膏的匹配比例;第 4 个是降低水泥中的含碱量;第 5 个是增加水泥的存放时间,在此过程中尽量降低水泥的温度。

4.4、泌水

如果工程中遇到了泌水问题,工程人员应该首先选用中热硅酸盐水泥来代替原来的水泥,为了彻底解决比较严重的泌水问题,往往需要安排专门的技术人员进行排水,在使用的水泥中适当提升 C3S 的比例,并配合使用增稠剂,同时调整它的气泡结构,并保证有足够的含气量,这样可以减小水泥的凝结所需时间,经过上面几个步骤的操作,相信泌水现象会得到一定的缓解。

结论:

经过上文的分析和研究,发现导致水泥与外加剂相容性差的主要原因有两大类,总结起来就是化学成分和物理接触两个主要原因,其中化学成分导致的相容性变差主要是由于外加剂与水泥的化学特性不匹配,而物理接触导致的相容性变差主要是由于水泥比表面积过大而引起的需水量变大,然后就会影响水泥流动特性变,同时也会引起经时损失大。本文主要对水泥与外加剂的相容性进行分析和研究,罗列了几个会导致水泥与外加剂相容性变差的因素,并对这些相容性变差后有可能导致的问题和危害进行了阐述,然后给出了一些应对这些问题的方案对策以及在生产及施工环节中的注意事项,这些对于保证工程施工质量和生产安全都具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1]孙振平,蒋正武,王玉吉,等.混凝土外加剂与水泥适应性[J].建筑材料学报,2002(1).
 - [2]孙振平.新型高性能混凝土减水剂浅述[J].混凝土外加剂 2000(4).
 - [3]张冠伦,王玉吉,孙振平.混凝土外加剂原理与应用[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
 - [4]郭张锋.浅谈混凝土外加剂与水泥适应性[期刊论文]-山西建筑,2010(28).
 - [5]郭春敏;黄蓉;郭鑫.水泥与混凝土外加剂的双向适应性,2008(10).
- 王继龙,男,广元海螺水泥有限责任公司,安全环保处处长助理,注册安全工程师