

Analysis on the Research Status of Compensation Shrinkage Mortar

Qiang Zhou

Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

Abstract: As a commonly used building material in modern construction, cement-based materials have obvious advantages, but they have the shortcomings of dry shrinkage and cracking, which greatly affects the quality of the project and has certain hidden safety risks. This paper summarizes and analyzes the methods of compensating the shrinkage of the mortar. The results indicate that the polypropylene fiber can reduce the shrinkage of the mortar, reduce or disappear the large cracks, and refine the cracks. The expansion agent compensates the shrinkage of the mortar by generating different expansion sources. The expansion effect of the double expansion source expansion agent is often better than that of the single expansion source; shrinkage reducing agent can effectively reduce the shrinkage of the mortar and is the most effective additive for reducing the shrinkage of the mortar.

Keywords: Mortar contraction; Polypropylene fibre; Expansive agent; Shrinkagereducing agent

浅析补偿收缩砂浆研究现状

周强

重庆交通大学, 重庆, 中国, 400074

摘要: 水泥基材料在现代建设中使用广泛, 优点明显, 但是其存在干缩开裂这一不足, 这极大地影响了工程质量, 增加安全隐患。本文总结分析了补偿砂浆收缩的方法, 结果表明, 聚丙烯纤维能降低砂浆的收缩, 使得砂浆及混凝土试件的大裂缝数量减少或者是消失, 裂缝更加细; 膨胀剂以不同的化学反应而产生不同的膨胀源以补偿砂浆的收缩, 双膨胀源的膨胀效果通常比单膨胀源的膨胀效果好; 在减少砂浆收缩方面, 添加减缩剂是最行之有效的一种方法, 并且减缩效果明显。

关键词: 砂浆收缩; 聚丙烯纤维; 膨胀剂; 减缩剂

1 引言

由于建筑业的飞速发展, 水泥基材料运用范围最广, 用量最大。就抗压强度而言, 水泥基材料表现优异, 但它的缺点是: 自收缩性大、抗裂性能差、抗拉强度低, 且在抗压强度的提高的同时, 其脆性与干缩问题更加显著。砂浆的干燥收缩并非在一个很短的时间就能完成, 改善砂浆收缩, 主要有以下四种方法:

(1) 优选原材料, 改进配合比。(2) 使用纤维材料, 形成网络结构, 减少干缩率, 从而限制收缩。(3) 掺入膨胀剂, 产生膨胀源, 补偿收缩。(4) 掺入减缩剂 (SRA), 发生反应, 从而达到减少砂浆收缩的目的。

2 聚丙烯纤维

利用纤维可以改善砂浆和混凝土的脆性, 纤维种

类繁多, 但是其他纤维存在耐久性差、不宜推广、有害等缺陷, 而聚丙烯纤维弥补了其他纤维的缺点, 不仅质量轻、直径细, 施工方便, 成本低廉, 而且自分散性好, 耐化学腐蚀^[1], 在改善砂浆和混凝土内在品质, 减少干燥收缩变形等方面发挥着重要作用。并且在砂浆拌合过程中, 砂浆的和易性、施工性均不受聚丙烯纤维的影响, 所以被应用于各个领域。

纤维用量以及纤维的直径、长度等物理特征都能影响水泥砂浆塑性收缩开裂性能, 总的来说, 纤维的用量越大, 直径越细, 纤维长度在 8-15mm, 水泥砂浆就有更好的抗塑性收缩开裂能力, 同时三叶形聚丙烯纤维较其他形状的聚丙烯纤维而言, 能更好地降低水泥砂浆的干缩率。聚丙烯纤维对砂浆的抗压强度影响较小, 但是提高了砂浆的折压比, 并且有效提高砂浆的抗冲击性能。很多研究都得出相同的结论, 合理范围内的小掺量聚丙烯纤维能很好地控制砂浆由于收

缩变形所导致的裂缝,能很好地预防裂缝的扩展,裂缝的宽度变窄,长度变短,尤其是能明显抑制水泥砂浆早期开裂。

尽管聚丙烯纤维在改善砂浆各种性能中发挥着重要的作用,但是利用普通聚丙烯纤维仍存在以下主要缺点:不能与砂浆水泥基体形成良好的粘结体、改进效果不明显等。同时,聚丙烯纤维的加入,砂浆的孔隙率增大,耐久性受到影响^[2]。所以,研究人员开始研究改性聚丙烯,试图能通过对聚丙烯纤维的改性从而优化水泥砂浆各方面的性能。大量的结果表明,通过各种方法改性过后的聚丙烯纤维比普通聚丙烯纤维对砂浆各方面的性能有更大的提高。

3 膨胀剂

3.1 膨胀剂分类

国家标准 GB/T 23439-2017 《混凝土膨胀剂》^[3],根据水化产物的不同,将膨胀剂做以下划分。

3.1.1 硫铝酸钙类膨胀剂(A)

硫铝酸钙类膨胀剂较为常见且应用范围较广,它的膨胀机理是:膨胀剂经过与水泥、水的拌合后,产生膨胀源钙矾石(Aft),从而引起砂浆体积的膨胀。A类膨胀剂的特点是:钙矾石作为膨胀源,导致砂浆或混凝土的体积产生膨胀,当掺量适当时,膨胀剂通过化学作用在砂浆早期形成的预压应力,只能够部分抵消在后期由于温度导致收缩所产生的拉应力,这不仅推迟了裂缝的产生时间,还减小了裂缝的发展程度。水化产物钙矾石因为耐水性良好,化学性质稳定,所以曾广泛地应用于国内外的生产和建设中。

3.1.2 氧化钙类膨胀剂(C)

C类膨胀剂的膨胀源是其与水泥和水经水化反应后生成的氢氧化钙,它的膨胀机理是:氧化钙在经过适当温度的煅烧后,然后经水化反应生成的氢氧化钙增大了混凝土体积,从而引起混凝土或者砂浆的体积膨胀。此类膨胀剂的特点是:施工和养护环境的温度、湿度都在很大程度上影响其膨胀效能,由于较短的保质期,所以不能储存太长时间。氧化钙类膨胀剂现在主要被大量运用在安装工程中,在混凝土和砂浆上的应用较少。

3.1.3 硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂(AC)

顾名思义,此类膨胀剂是一种复合型双膨胀源的

膨胀剂,它的水化产物是钙矾石和氢氧化钙,所以具备上述两种膨胀剂的特点,可以通过某些技术手段来控制此类膨胀剂的膨胀速率,因此有很好的研究价值和发展前景,并且在砂浆的早期和后期收缩中都起到了较好的补偿收缩作用。

3.1.4 氧化镁膨胀剂

国家标准 GB/T 23439-2017 《混凝土膨胀剂》中规定,氧化镁含量应不大于5%。从规范中就可以看出来,在水泥基材料领域,研究人员首先关注的就是氧化镁在砂浆或混凝土中带来的危害,水泥中游离氧化镁的危害是:水泥中若氧化镁的含量过高,水化反应会导致试件体积过大膨胀,从而使得砂浆或者混凝土的结构破坏,所以在一些标准中,限制了其含量。但有一点值得注意,导致这些破坏的原因是砂浆或混凝土中氧化镁的含量高达20%-30%,另一方面的原因是水泥中氧化镁煅烧温度过高。所以如果在煅烧掺量和温度上加以控制,原理上该种破坏可以避免。与硫铝酸钙类膨胀剂相比,氧化镁膨胀剂的优点是:氧化镁水化的需水量较少;水化产物氢氧化镁性质稳定;膨胀量可控的等。

3.2 膨胀剂在砂浆中的应用

大量的研究表明,上述各种膨胀剂都能产生不同的膨胀源从而补偿砂浆的收缩,但是各自的使用条件有所不同,比如硫铝酸钙类膨胀剂适用于潮湿环境,能控制CaO释放速度的氧化钙类膨胀剂适用于干燥环境。有一点值得注意的是,两种及以上不同种类的膨胀剂混合使用,其膨胀效能比仅用一种往往更好,不但能更好降低砂浆试样的收缩率,而且优化了砂浆的力学性能。大量的研究也表明:粉煤灰和石灰石粉等矿物掺和料在合理的用量范围内能提高双膨胀源膨胀剂的膨胀效能^[5]。

4 减缩剂(SRA)

4.1 减缩剂的机理

减缩剂的主要成分是聚醚或聚醇及其衍生物,其作用机理是通过降低水泥石毛细管中水的表面张力,使得由于毛细管在失水过程中产生的附加压力下降,从而减小毛细管的收缩。

4.2 减缩剂的特点

减缩剂的化学性质稳定,不易受强电介质和酸碱

的影响,所以它能与其他表面活性剂很好地相容,同时也不产生太大的吸附作用。减缩剂与膨胀剂相比具有以下特点:(1)掺量小,使用方便。(2)与其它减水剂的相容性好,性质稳定。(3)从微观结构上减少收缩,而不是抵消收缩,避免应力失衡造成开裂。

(4)可以大幅度减少混凝土收缩,提高混凝土的抗变形性能。(5)减缩剂没有减水作用,掺入减缩剂的混凝土硬化后,几乎不影响强度。国外研究^[4]结果表明,减缩剂一方面减少了砂浆干缩,另一方面还能在很大程度上减少砂浆以及混凝土早期的自收缩和塑性收缩。

4.3 减缩剂在砂浆中的应用

固体减缩剂增大了砂浆的膨胀率,显著降低混凝土和砂浆干燥收缩和自收缩,砂浆的体积稳定性得以提高,并且与只掺膨胀剂的砂浆和混凝土相比,掺减缩剂的砂浆和混凝土的优势在于不受施工环境影响,即使在无水的情况下,也能较好发挥减缩效能,特别是对水泥用量较大的砂浆和混凝土,其减缩效果更加明显^[5-10]。重要的是:膨胀剂和减缩剂一起使用时,其补偿收缩的效果比只使用膨胀剂的效果好,更有在抑制砂浆自收缩与干燥收缩方面,两者皆有作用,但减缩剂的作用效果远大于膨胀剂。

5 总结

本文将补偿收缩砂浆的主要方法进行了总结,希望能对这方面的研究起到一定的补充作用。但是本文只是粗略的定性分析,没有对各种改善方法进行定量分析。本文讨论的内容也只是主要的改善方法,聚丙烯纤维,外加剂(膨胀剂、减缩剂)都对补偿砂浆收缩起积极作用,但是更全面的补偿收缩砂浆的内容有

待后续完善补充,比如:除了膨胀剂和减缩剂,还存在其他外加剂,如减水剂会对减少砂浆收缩也起到一定的作用;砂浆的养护环境(温度、湿度等)以及养护方式(内养护等)都会影响到外加剂的效能,从而影响砂浆的收缩。

References (参考文献)

- [1] Najm H., Balagum P. Effect of large-diameter polymer fibers on shrinkage cracking of cement composites. *ACI Materials Journal*, 2002, 99(4), 345-351.
- [2] Zhao Shuai, Guo Zhong, Wang Yingzi. The influence of polypropylene fiber and polymer emulsion on dry shrinkage cracking of mortar. *Journal of North University of China (Natural Science Edition)*, 2012, 33 (5): 612 -614.
- [3] 赵帅, 国忠, 王英姿. 聚丙烯纤维和聚合物乳液对砂浆干缩开裂的影响. *中北大学学报(自然科学版)*, 2012, 33 (5) : 612-614.
- [4] Gao Zhongwei, Fang Kunhe, Yang Huashan, Shi Yan. Research on double-expansion source expansion agent to compensate temperature shrinkage of mass concrete. *Concrete*, 2005, 187: 38-43
- [5] 高钟伟, 方坤河, 杨华山, 石妍. 补偿大体积混凝土温度收缩的双膨胀源膨胀剂的研究. *混凝土*, 2005, 187: 38-43.
- [6] Wu Cui'e. Analysis of the influencing factors of limiting the expansion rate of calcium sulfoaluminate-calcium oxide expansion agents. *Expansive Concrete Branch of China Concrete and Cement Products Association. Proceedings of the 7th National Academic Conference on Concrete Expansion Agent Expanded Concrete Branch of Cement Products Association: Chinese Silicate Society*, 2018: 30-35.
- [7] 吴翠娥. 浅析硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂限制膨胀率的影响因素. *中国混凝土与水泥制品协会膨胀混凝土分会. 第七届全国混凝土膨胀剂学术交流会论文集. 中国混凝土与水泥制品协会膨胀混凝土分会:中国硅酸盐学会*, 2018: 30-35.
- [8] Monosi S., Troli R., Favoni O., Tittarelli F. Effect of SRA on the expansive behaviour of mortars based on sulphoaluminate agent. *Cement and Concrete Composites*, 2011, 33(4).
- [9] Tang Xiaobo, Sun Zhenping, Zhao Guoqiang, Song Yixiao, Xu Zhongwei, Hu Mengda. Research status and development prospects of concrete shrinkage reducing agents. *Comprehensive Utilization of Fly Ash*, 2017, (04): 54-58 + 68.
- [10] 唐晓博, 孙振平, 赵国强, 宋益晓, 徐忠伟, 胡蒙达. 混凝土减缩剂的研究现状与发展前景. *粉煤灰综合利用*, 2017, (04): 54-58+68.