

Summary of Energy-saving and High-efficiency foam concrete Insulation material Technology

Shiyi GUO

Shanghai Electric Power Plant Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Shanghai, 201600

Abstract

In this paper, the market technology of foam concrete is introduced, and the development direction of foam concrete is put forward.

Key Words

Foam Concrete, Energy Saving and High Efficiency, Insulation Material

DOI:10.18686/xdhg.v1i2.407

节能高效泡沫混凝土保温材料技术综述

郭士义

上海电气电站环保工程有限公司, 上海, 201600

摘 要

本文介绍了泡沫混凝土的市场现有技术, 同时对未来发展方向提出了见解。

关键词

泡沫混凝土; 节能高效; 保温材料

1. 研究背景

近几年来, 随着建筑节能政策的实施, 以及墙体材料改革的深化与科学技术的不断进步, 建筑节能技术和节能材料有了飞速发展^[1]。墙体隔热保温材料从材料化学性质上来讲, 分有机、无机和有机-无机复合隔热保温材料等, 目前主要使用的是有机聚苯乙烯泡沫保温隔热体系, 另外还有膨胀珍珠岩、岩棉、蒸压加气混凝土砌块与墙板组成的无机保温隔热体系。但近年来, 南京中环国际广场、哈尔滨经纬 360 度双子星大厦、济南

奥体中心、北京央视新址附属文化中心、上海胶州教师公寓、沈阳皇朝万鑫大厦等相继发生建筑外保温材料火灾, 造成严重人员伤亡和财产损失, 易燃可燃外保温材料已成为建筑的一类新火灾隐患, 由此引发的火灾已呈多发势头。同时, 以有机聚苯乙烯泡沫为主的外墙外保温体系在应用过程中出现的脱落隐患、耐久性(其使用年限远远不及建筑物的寿命)、服役期后产生巨量垃圾等问题逐渐暴露出来, 建筑界呼吁淘汰泡沫聚苯、泡沫聚氨酯等有机保温材料的声浪日益增高^[2]。



(a) 济南奥体中心火灾



(b) 央视附属文化中心发生火灾

图 1 有机外墙外保温体系引发的火灾事例

鉴于有机保温材料的防火隐患问题, 公安部和住房 与城乡建设部 2009[46]号文件规定“高度大于 100m 的

建筑,其保温材料的燃烧性能应为 A 级;高度小于 100m 的建筑,保温材料的燃烧性能应不小于 B2 级”。有机保温材料一般很难达到 B2 级的防火要求。因而,建筑节能进入一个两难的困境,从节能角度来讲,采用聚苯泡沫、聚氨酯泡沫等有机材料,具有良好的隔热保温性能、便于施工等特点,但从安全和耐久性能,特别是防火阻燃性角度考虑,它们又难以符合要求。2010 年 3 月 15 日,北京市住房和城乡建设委员会已公布新版《北京市推广、限制、禁止使用的建筑材料目录》,其中,包括模塑聚苯乙烯保温板、挤塑聚苯乙烯保温板等 46 种建材产品被列入了限制使用的名单,并要求上述建材产品从 2011 年 12 月 1 日起,禁止在北京的建筑工程中使用,另外,包括黏土砖、石棉瓦等 39 种建材也被禁止使用。

众所周知,无机材料具有优良的防火和耐久性能,以膨胀珍珠岩、岩棉等为代表的无机类材料,虽具有优良的隔热保温性能,但受原料、价格、重量和施工要求高等方面的限制,目前未能广泛应用。因此,积极开发在隔热保温效果上接近于有机类材料或相当的,而又便于施工使用的新型无机隔热保温材料已成为业界乃至全社会关注的焦点之一。^[3]

2. 国内外研究现状、水平

泡沫混凝土是上世纪初发明的一种新材料,经过 90 多年的发展,特别是北欧各国及前苏联众多科研工作者的努力,泡沫混凝土的研究和应用得到了长足的进步,同时,随着科学技术水平的提高,其生产与应用水平以及应用领域也得到了进一步发展。

目前关于泡沫混凝土的研究主要集中三个方面:

(1) 高性能发泡剂。气泡是泡沫混凝土中最为关键的部分,如何发泡和使气泡稳定一直是泡沫混凝土的重要研究内容。在众多科研工作者的努力下,发泡剂已由普通的松香皂和松香热聚物等,向高性能发泡剂,如废弃动物毛发发泡剂、蛋白质水解物及高分子表面活性剂等方向发展;由单一的发泡剂向多功能的复合发泡剂方向发展。

(2) 泡沫混凝土制品的开发。以前泡沫混凝土主要以现浇为主,制品为辅,但随着泡沫混凝土的优异性能逐渐为人们所认识,各种泡沫混凝土品种,如发泡混凝土砌块、(高掺量)粉煤灰泡沫混凝土砌块、屋面现浇发泡混凝土(复合层)、快硬低收缩泡沫混凝土、陶粒等轻集

料泡沫混凝土、粉煤灰泡沫水泥轻质墙板、复合墙板等泡沫混凝土品种层出不穷。

(3) 泡沫混凝土应用领域的拓展。近年来,美国、英国、荷兰、加拿大等欧美国家以及日本、韩国等亚洲国家,充分利用泡沫混凝土的良好特性,将其在建筑工程中的应用领域不断扩大,既加快了工程进度,又提高了工程质量,如:1) 用作挡土墙;2) 修建运动场和田径跑道;3) 用作夹芯构件;4) 用作复合墙板;5) 用于管线回填;6) 贫混凝土填层;7) 屋面边坡;8) 储罐底脚的支撑,以及用于防火墙的绝缘填充、隔声楼面填充、隧道衬管回填和供电、水管线的隔离等。上述应用主要是利用泡沫混凝土的轻质、施工速度快、价格低廉等优点,且由于使用的泡沫混凝土的容重一般在 $600 \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ 左右,此类泡沫混凝土的技术要求与技术水平不高,但如果直接用作建筑围护材料与有机聚苯板等还存在较大的差距。

泡沫混凝土在我国的研究和应用始于上世纪 50 年代初前苏联对我国的援建和技术支持。但随着国际形势的变化,致使我国泡沫混凝土从 60 年代~80 年代很少有人问津。改革开放后,欧洲的泡沫混凝土现浇技术进入我国,并逐步在国内各大、中城市得到应用^[4]。目前我国在普通泡沫混凝土的生产与应用技术水平上已接近发达国家,但在泡沫混凝土的高性能化、超轻泡沫混凝土的应用基础研究、应用水平与应用领域、生产装备等方面,与发达国家尚有较大差距。

3. 发展趋势分析

就我国目前现浇泡沫混凝土和泡沫混凝土制品的使用而言,我国泡沫混凝土的生产与应用尚存在以下不足:

(1) 强度低,体积密度为 $800 \sim 850 \text{ kg/m}^3$ 的泡沫混凝土的抗压强度严重偏低,一般低于 2.0 MPa ;

(2) 易开裂,为了提高其强度,生产泡沫混凝土时,往往使用大掺量、高强度等级的水泥,使得硬化泡沫混凝土的表面容易出现开裂现象;

(3) 吸水率和存水率大,在生产时为了满足其施工要求的和易性,其用水量比普通泡沫混凝土中水泥水化的用水量大得多,导致泡沫混凝土保温层在使用过程中存水率大;同时,由于泡沫混凝土的多孔性,使其吸收大量外来水分,因而吸水率大;

(4) 收缩率大,泡沫混凝土在生产时引进了大量的气

泡,且原料主要以粉料和细颗粒为主,从而在性能上表现出较高的收缩率。易开裂和较大的吸水率与存水率,将严重影响其在建筑保温隔热中的应用。由于泡沫混凝土的容重越小,其隔热保温性能就越好,但另外一方面,强度就越低,同时吸水率和收缩越大,因而我国目前常用泡沫混凝土的容重一般都在 600kg/m^3 以上,而导热系数在 $0.15\sim 0.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 之间,是常用的聚苯颗粒和发泡聚氨酯等材料的 3 倍以上,难以满足越来越高的建筑节能要求。

因此,如何降低容重,以提高隔热保温性能,同时又提高强度,解决易开裂、吸水率高以及收缩大等问题,以制备具有良好隔热保温性能、且适合工程应用的泡沫混凝土,成为该领域的重点和热点问题。另一方面,在泡沫混凝土的研究方面,我国由于一直重视其应用性能,缺乏对泡沫混凝土结构形成过程的深入、系统研究,具体表现在:

(5) 泡沫混凝土中气泡的形成和稳定机理不清。泡沫混凝土中所使用的泡沫是由专用的表面活性剂或表面活性物质溶液在机械的搅拌或剪切作用下包裹空气而形成,由于空气的密度较水泥浆体的小,因而其在水泥浆中具有上浮和合并的可能,如何稳定气泡成为制备超轻泡沫混凝土的关键,但由于对泡沫稳定机理的认识不足,导致在降低泡沫混凝土的容重上出现了瓶颈,即当泡沫混凝土的容重降低到 $300\sim 500\text{kg/m}^3$ 水平时,很难通过泡沫的加入而降低混凝土的容重,同时容易出现生产过程中的塌模和出釜、使用过程中的开裂现象,而且制品的强度低、吸水存水率大。

(6) 连通孔和封闭气孔的形成机理和调控方法未知。泡沫混凝土中孔的封闭性对其保温隔热性能有较大的

影响,而连通孔可以提高其隔声性能,但这两种孔在对水的吸收和释放,以及干缩性能的影响方面有着显著的差异。由于缺乏对泡沫混凝土中连通孔和封闭气孔的形成机理和调控的研究,致使目前对泡沫混凝土的吸水和收缩等问题上一直没有很好的解决方法。

4. 结束语

总体而言,我国关于泡沫混凝土的研究一直处于较低层次的重复式跟踪研究,甚少见到超轻泡沫混凝土及其应用于建筑节能方面的研究报道,而国外关于这方面的研究多以专利形式出现,很少有公开发表的文献报道。因此,围绕泡沫混凝土生产中气泡的形成与稳定,连通孔和封闭气孔的形成机理和调控等方面的基础问题开展深入、系统的研究,在此基础上研发容重小于 300kg/m^3 ,具有合适的强度、抗干缩性能好和吸水存水率低的超轻泡沫混凝土,进而将其与硅酸钙板和水泥纤维板复合,制备便于施工使用,又具有优良隔热保温性能的复合防火墙板,直接应用于节能建筑的外墙或内墙体系,对外墙保温材料的革新和建筑节能具有重要的促进作用。

参考文献

- [1] 王武祥.泡沫混凝土在房屋建筑中的应用[J].新型建筑材料,1998,(3):3-6.
- [2] 重庆建筑工程学院、南京工学院编著.混凝土学[M].北京:中国建筑工业出版社,1981.
- [3] 王永滋.粉煤灰泡沫混凝土的生产与应用[J].福建建设科技,2001,(2):35-36.
- [4] 蒋冬青.泡沫混凝土应用新进展[J].混凝土与水泥制品,2003,(3):46-48.