

石膏砌块结构特征和建筑物理力学性能

⑤
25-28

TU5-22.39
TQ177.376

□ 何秉煌

摘要:从石膏砌块在高层建筑内隔墙中的应用和对建筑物理力学性能的影响出发,运用材料科学理论对石膏砌块的晶体结构形成、动力学的特点进行研究。阐述了石膏砌块的结构特征与建筑物理力学性能间基本关系,石膏砌块在高层建筑中应用对建筑物的隔声、防火、抗震、调湿等功能改善,为高层框架建筑物使用石膏砌块提供了实验技术依据。

关键词:石膏砌块 建筑石膏 隔墙材料 结构特征 力学性能

Abstract: From the application of gypsum block as inner partition material in high-rise buildings and its influence toward the physical and mechanical performance of buildings, the article researches on the formation of crystal structure of gypsum block and dynamic properties with the theory of material science. It explains the basic relationship between the structural characteristics of gypsum block and the physical and mechanical performance of buildings, the improvement of sound insulating, fire-proof, anti-seism and humidity adjustment of buildings, which provide the experimental technical basis for high-rise structure buildings by using gypsum block.

Keywords: Gypsum block, Building gypsum, Partition material, Structural characteristics

1 石膏砌块的结构特征

以往认为材料的密度是影响材料建筑物理力学指标最重要的因素,其实不然,材料的分子结构和化学成分比密度所起的作用大得多。

建筑石膏所具有良好的建筑物理性能,就是与它的独特分子结构和化学成分分不开的。

石膏砌块是由建筑石膏与定量的轻质骨料及必要的活性矿物掺合料和少量化学外加剂、水按照一定比例混合,经强制搅拌浇注成型,脱模干燥而制成。因此,它是细微孔隙发育的石膏石与轻质多孔的轻集料胶结而成的堆聚结构。在结构中,存在着两种微孔微管系统——即石膏石中微孔微管系统和轻质骨料中微孔微管系统。这种结构特征使石膏砌块具有许多优越的建筑物理性能。

2 石膏砌块的物理力学性能

石膏砌块的力学性能是一项重要的质量指标。尽管石膏砌块只作框架结构的填充墙而不承受结构的荷重,但对力学性能仍有一定要求。石膏砌块的力学性能与本身的材料组成、配比以及生产工艺条件的优劣等因素有关。根据试验

统计,石膏砌块强度计算公式为:

$$R = 0.25f \cdot R_s (C/W - 0.4)$$

式中 R —石膏砌块强度(MPa)

R_s —建筑石膏的强度(MPa)(建筑石膏与活性矿物掺合料及化学外加剂混合后强度)

C/W —水灰比

f —轻集料的影响系数(它与轻集料的筒压强度的大小有关,掺量的百分比有关)

该式建立在轻骨料低于石膏砌块强度的基础上,其水灰比大小要满足料浆的浇注特性。

公式表达了石膏砌块的强度与所采用的建筑石膏的强度和轻集料强度以及水灰比等有密切关系。控制石膏砌块的质量,必然控制这些影响因素。

2.1 水灰比与力学强度的关系

石膏砌块的组成配比一定时,成型水灰比值是十分重要的工艺参数,它直接对料浆的搅拌质量和浇注质量产生影响,而从力学强度的高低反应出内在结构的缺陷。

石膏砌块的强度原则上是水灰比值减小而上升,但是当水灰比值太小时,由于料浆的浓稠度高,既难搅拌均匀,也难以保证浇注的质量。

从微观上分析,水灰比太小,液相过饱和程度高,在结构形成的动力学过程中,因结晶应力增加了结构内部的孔隙率,过多的自由水也使充水空间增大,从而降低了料浆过饱和度和,虽无结晶应力产生,但形成的晶核数目少,结晶接触点也大量减少,因而使结构强度偏低。

2.2 密度与力学强度间的关系

密度不仅对石膏砌块的建筑物理性能产生影响,也对石膏砌块的力学强度产生影响。一般随着密度的增大,强度提高,石膏砌块的密度与力学强度之间的关系见图1。

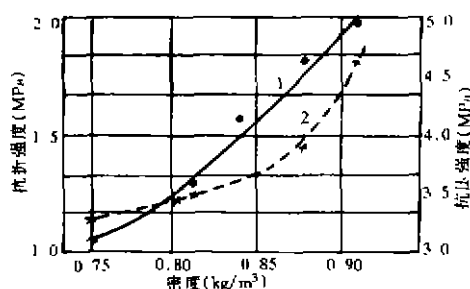


图1 石膏砌块密度与强度之间的关系

1—抗压;2—抗折

从图1可以看出,密度与砌块的强度基本属正比例关系。石膏砌块的密度一般为 750kg/m^3 左右,其强度指标能满足填充墙的要求。

2.3 含水率与强度之间的关系

石膏砌块浇注成型后,在自身的硬化过程中,存在着结构形成和结构破坏这一对立的关系。石膏砌块浇注成型开始直到终凝这段时间内是结构强度迅速增长的过程。其后强度继续增长直到最大值。强度到达最大值后砌块应迅速干燥,这样砌块的最大强度值可以得到相对的稳定;若不能及时干燥,已上升到最高强度的砌块,它的强度会逐渐下降,如图2所示。

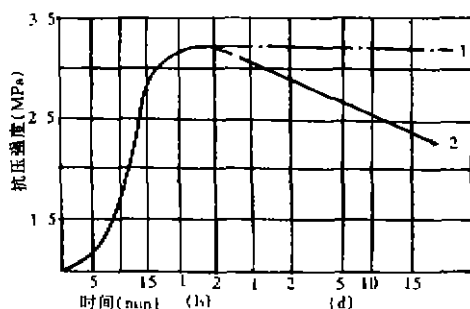


图2 石膏砌块排水的快慢与强度的关系

从图2可以看出,石膏砌块达到最高强度后结构内所含的自由水不能及时排出,就会对砌块中已形成的结晶网络中

的结晶接触点产生溶解,并使结晶的网络结构变形歪曲,这一过程的发生与发展随时间的延长而产生不可逆的降低(如曲线2)。若砌块能及时得到干燥,石膏砌块的内部结构中已经形成的结晶接触点能发育良好互相交叉连生,使结晶网络系统形成得更完整,石膏砌块已获得的最高强度才会得到稳定(如图中曲线1)。所以,成型后的石膏砌块通过一定时间的静停后,当结构强度达到最高值后必须及时干燥。

3 石膏砌块的热工性能

物体的毛细孔隙结构尺寸的大小与材料的分子结构和化学成分十分有关,对导热系数影响较大。石膏砌块是建筑石膏与膨胀珍珠岩混拌而生产的一种产品,膨胀珍珠岩属多孔保温材料,无论固体成分是玻璃体还是结晶体对导热系数影响不大,因为它的孔隙率很高,颗粒中充满着空气,气体的导热系数就起着重要作用。气体的导热系数很小,石膏石网络结构中含有较多小孔隙,不会形成明显的对流作用和孔壁之间的辐射换热,因此,导热系数也小。石膏石填充于轻集料表面孔隙中且紧密地包裹在颗粒周围,而形成以封闭气孔为主的孔隙构造。敞开形气孔的毛细管吸湿能力很强,这对保温性能不利;而封闭形气孔的导热系数要比敞开形气孔的导热系数小。结构特点赋予了石膏砌块良好的保温隔热性能。

石膏砌块的导热系数测试一般为 $0.18\sim 0.21\text{W/m}\cdot\text{K}$,与标准实心粘土砖(导热系数为 $0.65\text{W/m}\cdot\text{K}$)及空心粘土砖(导热系数值为 $0.39\sim 0.54\text{W/m}\cdot\text{K}$)的导热系数值比较,石膏砌块的保温隔热性能比实心粘土砖及空心粘土砖都好。一般8cm厚的石膏砌块相当于24cm厚实心砖的保温隔热能力。

4 石膏砌块的隔声性能

石膏砌块墙体的隔音指标用分贝值表示。根据传统隔音定律,墙体隔音性能大体上与其单位面积的质量成正比。据此,石膏砌块的隔音不占优势,其墙面质量只 70kg/m^2 左右。事实上石膏砌块具有良好的隔音性能。

传统的隔音定律是从理论上推导出来的,主导条件是对均质材料而言。石膏砌块是多种组分复合生产的一种墙体材料,由于内部结构的不均匀,它属于一种非均质材料,用传统隔音定律难以解释它的隔音性能。

声音向墙体传播,一部分声波被反射,部分声波被墙体吸收,余下部分以空气能的形式透过墙体传导过来,透过的声波越强隔音效果越差。声波的透射一般通过音桥传导,所

谓音桥即是墙体的缝隙、孔道以及不密实的缺陷,这些是影响隔音效果的主导因素。

石膏砌块隔墙本身具有较大声音衰减指数,这与它的内部结构有关,一是微膨胀材料,不可能产生收缩的细小裂纹;二是结构内存在着封闭和半封闭的孔隙构造;三是轻集料切断了贯通的毛细管,增加声波传递阻力,提高了吸声的能量。石膏砌块采用石膏腻子砌筑,加之槽榫结合从施工上保证了墙体的密合性。墙体表面又有一层不收缩的粉刷石膏罩面,表面光滑致密,提高了反射声波作用,所有的隔音因素的累积,证实了石膏砌块其隔音效果与24砖墙的隔音效果相近。

5 石膏砌块的调湿性能

石膏砌块内部的孔隙构造十分丰富,所有孔隙的孔径很小,在结构中的分布也十分均匀,这种特殊的孔隙构造,使它具有调节室内大气湿度的功能。当室内环境湿度较高时,干燥的石膏砌块能吸附空气中一定量的湿气而达到新的平衡湿度;若室内环境的湿度下降,石膏砌块又会放出一定量的湿气,而使室内环境湿度上升,保持室内的舒适性。

石膏砌块在大气中的吸湿率是有限的,根据测定,干燥后的石膏砌块置于相对湿度为95%的环境里长期存放,吸湿性不会大于1.5%。

6 石膏砌块抗灾害的能力

石膏砌块与其它墙体材料比较,抗火灾和抗震能力是十分明显的。

6.1 防火性能

石膏具有防火隔火的特性与它的分子结构的特性有关。石膏与水拌后生成的二水石膏而具有强度,当硬化体受热后,二水硫酸钙晶体就吸收热量而释放出结晶水。

结晶水的挥发是分子键的破坏,这是需要消耗大量热能的。一般1kg石膏的结晶水全部挥发需要12560J左右的热量。只要石膏砌块中二水石膏所含的结晶水没有全部释放和蒸发,墙面的温度就不会超过140℃,因此,它就能有效地阻止火灾的蔓延。

用酒精喷灯向石膏砌块墙喷火30min,迎火面温度高达1000℃,而背火面还能用手触摸,因此,墙体阻止温度快速扩散,有效地阻止了火焰向建筑物内部的传播。

石膏在高温作用下不会产生任何燃烧气体和有毒气体,也不会挥发出任何助燃的物质和烟气,因此,石膏砌块的防火安全性十分明显。

6.2 抗震性能

6.2.1 石膏砌块能降低建筑物地震荷载

在抗震设计中首先要计算出总的地震荷载,对一般建筑物其地震荷载可简化为单质点体系来计算,其计算公式如下:

$$Q_0 = C \cdot a_1 \cdot W \quad (1)$$

沿高度作用于重点楼层*i*的水平地震荷载 P_1 :

$$P_1 = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot H_i} Q_0 \quad (2)$$

式中 Q_0 —总地震荷载;

C —结构影响系数;

a_1 —相应于结构基本周期 T_1 的地震影响系数 α 值;

W —建筑物总自重;

W_i —建筑*i*楼层自重;

H_i —*i*楼层高。

(1)式中 C 与 a_1 均是常数,因此,总地震荷载的大小是与建筑物的自重成正比关系。(2)式也说明建筑物各层的水平地震荷载的大小取决于各层建筑物自重。只有降低建筑物的自重,才能降低地震荷载。减轻建筑物自重主要是减轻墙体材料的质量。石膏砌块与常规墙体材料相比,它是一种比较轻的墙体材料。

表1是武汉地区常用的墙体每平方米质量比较。

表1 常用墙体单位面积质量比较

墙体类别	墙体厚度(mm)	墙体质量(kg/m ²)
实心粘土砖	240	507
空心粘土砖	120	279
粉煤灰加气混凝土块	250	203
粉煤灰加气混凝土块	200	173
粉煤灰加气混凝土块	150	141
钢丝网架聚苯夹芯板	120	130
石膏砌块	80	70

注:墙体均双面粉刷。

从表1中可以看出,采用石膏砌块砌筑的墙体每平方米平均自重比用传统材料要减轻3/4,也就是说可使建筑物的总地震荷载下降3/4。地震荷载大幅下降,既有利于建筑物防震设计,又可降低工程造价和加快了施工速度,从总体上反映出十分显著的经济效果。

6.2.2 石膏砌块是柔性内隔墙材料

普通框架结构遇上地震,框架结构可能完好,而相应的粘土砖墙体却遭到极大的破坏,其原因在于钢筋混凝土的框架体系与砖墙体不能相互适应。一般砖隔墙沿着平面方向的刚度大,而强度低,延性小;框架结构则相反,刚度小,强度高,延伸性大。在地震力的作用下,由于墙体刚性大,大部分

钢纤维硅粉混凝土在三峡工程中的应用研究

⑥
28-30

U641.4485
TU528.572

□ 陈 鼎 樊述斌

摘要:高强钢纤维硅粉混凝土作为一种新型材料用于水工建筑主体工程,以往的设计与施工经验不足。为此,在三峡临时船闸坝段叠梁门槽进行了钢纤维硅粉混凝土的室内及现场施工工艺性试验研究。研究表明,施工采用机械拌制钢纤维混凝土时,一次投料量应为额定出料容量的80%以内。投料以搅拌中钢纤维不结团为原则,采用人工均匀分散投入效果较好;出料浇筑时间不宜超过30 min;采用一级粗骨料较好;所选施工工艺可行,钢纤维硅粉混凝土能满足叠梁门槽的设计结构受力要求。

关键词:叠梁门槽 钢纤维硅粉混凝土 配合比 三峡工程

船闸坝段
施工

钢纤维硅粉混凝土, 不是钢纤维混凝土

1 概述

三峡工程临时船闸坝段叠梁门槽二期混凝土,在叠梁门封堵挡水期间将承受叠梁门传来的巨大推力(最大线荷载达9500kN/m),在混凝土内部将产生巨大的拉、压、剪应力,普通混凝土难以满足结构受力要求。为保证工程安全运行,决定叠梁门槽二期混凝土采用高强钢纤维硅粉混凝土。钢纤维硅粉混凝土作为一种新型材料用于水工建筑主体工程,以往的

设计与施工经验不足。此外,门槽二期回填部位平面尺寸仅为1.35m×1.0m,而高度却达48.5m,且钢筋及埋件密布,受力复杂,浇筑要求高,施工难度较大。针对以上特点,有必要对钢纤维硅粉混凝土的和易性、浇筑层厚、入仓方式、防止钢纤维结团的方法、振捣方式及有关浇筑工艺进行室内和现场工艺试验,以确保混凝土的施工质量。

2 钢纤维及硅粉的增强作用机理

地震荷载由墙体首先承担,成为干扰框架结构自由变形的部件,致使墙体过早地产生剪切和撞击,因而受到极大的破坏。

石膏砌块弹性模量小,在一定的应力条件下具有较大的应变值,一般属于较柔的墙体材料。用石膏砌块与框架结构配合,只要在构造上能确保石膏砌块与框架结构之间有可靠的连接,而又允许有适当的变形,因此,不会在地震作用下遭到严重破坏,即使由于连接不牢等原因造成破坏,修复也容易。

7 结论

石膏砌块微观结构的特点,使它具备十分完备的建筑物物理性能。

(1)石膏砌块具有十分均匀的微孔隙结构,密度小、质轻、强度高,且具有一定的呼吸作用,用它砌筑高层建筑的内部

隔墙既可降低建筑物自重,又可改善室内小气候环境,使之舒适宜人。

(2)由于石膏砌块具有建筑石膏分子结构的特征,又与膨胀珍珠岩复合,使其结构性能得到了更进一步的改善,这种结构特征赋予了石膏砌块具有更全面的建筑物理特性,从而解决了高层建筑对轻质墙体材料的各种要求,这种多功能特性显示出良好的材料性是值得在高层和超高层建筑中推广的一种新型墙体材料。

(3)建筑石膏凝结速度快,强度增长快,因而石膏砌块具有广泛的生产基础和推广应用的前景。

作者单位 冶金部武汉冶金建筑研究所

作者地址 430081 武汉市青山区和平大道938号

收稿日期 1997-07-17