

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2015.01.031

秸秆混凝土的导热系数及抗压承载力的试验研究

宋梓宁, 周林聪

(吉林大学 建设工程学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 秸秆是一种保温性能非常好的材料,并且是一种每年可再生的资源,把这种材料应用于建材领域,研究节能立废的新型墙体材料,具有促进建筑结构工业化快速发展和节约能源、减少环境污染的重要意义。本文在秸秆混凝土中分别加入粉煤灰和硅灰,通过试验研究秸秆混凝土试块的导热系数以及抗压强度,研究发现粉煤灰的掺量越多,试块的保温性能越好,但其抗压强度越低;掺有硅灰的试块,硅灰的掺量越大其抗压强度在一定范围内越高。

关键词: 秸秆混凝土;粉煤灰;硅灰;导热系数;抗压强度

中图分类号: TU528

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2015)01-0148-03

Experimental Research on Thermal Conductivity Coefficient and Bearing Capacity of Straw Concrete

SONG Zi-ning, ZHOU Lin-cong

(College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun, Jilin 130012, China)

Abstract: Straw is a renewable resource with excellent thermal performance. This material was used in the field of building materials. Here, to develop new building materials for walls on the concept of energy saving and waste utilization. This new material could promote the industrialization development of building structures, and it is of great essence to energy saving and pollution reduction. In the experiments of thermal conductivity coefficient and compressive strength, fly ash and silica fume were added to the straw concrete mix respectively, it was found that the higher dosage of fly ash, the better heat preservation performance of the test piece, but the lower the compressive strength; with the test pieces added with silica fume, the greater the content of silica fume, the higher the compressive strength within a certain range.

Keywords: straw concrete; fly ash; silica fume; coefficient of thermal conductivity; compressive strength

墙体材料的发展由来已久,草砖建房技术在北美已有百年历史。早在20世纪初就出现了利用秸秆加工生产人造板材的技术;1920年美国路易安那州建立了蔗渣制板厂;英国Compak设备公司最早开始研究采用麦秸和稻草作为板材原料,经过10年努力,成功制造出性能高于木质刨花板的Compak板;波兰天然纤维研究所利用亚麻、黄麻和大麻的下脚料、甘蔗渣、芦苇秆、棉秆、香草根、油菜秆、麦秸等外加锯末为原料,制造出高质量的人造板。目前,全球已有20多个国家开办了以农作物为原料的人造板生产厂家,美国和加拿大超过50%。其中,美国PRIML BOARD公司,加拿大ISOBORD公司生产线产量

均在10万 m^3 和20万 m^3 以上;美国的麦秸板全年产量约为1600万 m^3 [1-3]。

由于我国是一个能源消耗大国,其中,建筑能耗已占全国总能耗的27.6%,而围护结构的热损失占建筑物总热损失的70%~80%,因此,必须加强围护结构的保温隔热。再加上近年来我国建筑业的迅猛发展,建筑结构和节能环保等问题都受到广泛关注,新型墙体材料开始逐渐被科研人员关注,复合、轻质墙体已成为墙体材料的重要发展方向。新型墙体材料按其承重情况大致可分为非承重墙体材料和承重墙体材料两类。非承重墙体材料没有承重要求,对材料强度要求相对较低,其性能指标一般要

求满足密度、隔音、保温、防火、吸水率低、易于加工等,主要应用于内墙、小型构件和工艺品等。秸秆混凝土材料有着优越的保温性能,轻质,高强,作为墙体材料具有突出的节能效果^[4-6]。近些年,国内外学者们主要研究含有秸秆和水泥的秸秆混凝土性能,关于掺有其它建筑材料如粉煤灰、硅灰的研究不是很多。论文主要进行研究掺有粉煤灰和硅灰的秸秆混凝土的保温性能和力学性能。

1 不同粉煤灰、硅灰掺量的秸秆混凝土的制备

1.1 试验用材料与设备

试验采用的原料主要有:玉米秸秆、水泥、砂子、石子、粉煤灰、硅灰和水。

水泥采用的是 42.5 级普通硅酸盐水泥;细骨料采用干燥的河沙;砂子的细度模数为 2.51,属于级配良好的中砂;粗骨料采用人工碎石,粒径为 5 mm ~ 13 mm;玉米秸秆经过机器粉碎得到长度为 3 cm ~ 4 cm,宽度为 0.5 cm ~ 1 cm 的秸秆骨料(除去玉米秸秆内芯),其主要成分为 SiO_2 等,其粉碎后的特点有:孔隙度较大,表现为纤维碎料的状态,重量较轻、保温性能较好、耐腐蚀能力较强,韧性较好且有一定的强度,密度为 0.18 g/m^3 ;减水剂采用大连西卡减水剂,质量掺量为水泥的 0.15%;采用干燥磨细粉煤灰和硅灰,主要指标符合 GB/T1596-2005 规范中的 II 级要求;水使用普通自来水,符合《混凝土拌合用水标准》^[7](JGJ63-2006)。



图1 150 mm × 150 mm × 150 mm 试块

试验过程中使用的是 150 mm × 150 mm × 150 mm 的塑料试模(图 1)、砂浆搅拌机、振动台、hot disk 导热系数仪以及微机控制电液伺服压力机测试秸秆混凝土保温性能及力学性能。

1.2 掺有粉煤灰的秸秆混凝土配合比

在进行配合比设计时,采用试验——计算法,结合其它参数如单位用水量、砂率、外加剂掺量等进行试拌和配合比调整,以配制出具有良好工作性能的

混凝土。秸秆的掺量选择分别是试块体积的 10%、8%、6%、4%、2%。粉煤灰的掺量分别是试块体积的 10%、20%、30%、40%。粉煤灰掺量为 10% 的秸秆混凝土配合比见表 1。

表1 掺有 10% 粉煤灰的秸秆混凝土配合比

编号	水泥 /kg	水 /kg	砂子 /kg	石子 /kg	秸秆 /g	粉煤灰 /%	减水剂 /%
1	1.84	0.85	2.3	4.48	72.9	10	0.15
2	1.84	0.85	2.3	4.48	58.3	10	0.15
3	1.84	0.85	2.3	4.48	43.7	10	0.15
4	1.84	0.85	2.3	4.48	29.1	10	0.15
5	1.84	0.85	2.3	4.48	14.5	10	0.15

1.3 掺有硅灰的秸秆混凝土配合比

秸秆掺量分别选择为试块体积的 10%、8%、6%、4%、2%。硅灰的掺量根据文献[8],取其抗压强度最高的配合比进行设计,硅灰掺量分别为试块体积的 3%、7%。硅灰掺量为 3% 的秸秆混凝土配合比见表 2。

表2 掺有 3% 硅灰的秸秆混凝土配合比

编号	水泥 /kg	水 /kg	砂子 /kg	石子 /kg	秸秆 /g	硅灰 /kg	减水剂 /%
27	1.75	0.63	2.94	3.92	72.9	0.15	0.043
28	1.75	0.63	2.94	3.92	58.3	0.15	0.043
29	1.75	0.63	2.94	3.92	43.7	0.15	0.043
30	1.75	0.63	2.94	3.92	29.1	0.15	0.043
31	1.75	0.63	2.94	3.92	14.5	0.15	0.043

1.4 试件的制备

将秸秆混凝土的各组分材料称好,依次加入搅拌机进行搅拌。先将水泥、砂子、石子加入其中搅拌约 60 s 左右,该过程中逐渐加入玉米秸秆,待其分散均匀后再加水和减水剂继续搅拌约 60 s。搅拌结束后,将其导入相应的模具中,并在振动台上振动 25 s 左右,试件制作完毕,再将试件覆膜养护 24 h 后拆模放入温度 $24^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的水中进行养护,养护 28 d 后进行测导热系数和抗压强度测定^[8]。试验过程中测得秸秆混凝土的坍落度在 50 mm ~ 80 mm 之间。

2 秸秆混凝土试件导热系数

混凝土的导热系数是混凝土保温性能的重要指标之一,导热系数越大物质导热性能越好,其保温性能越差。本文采用 hot disk 导热系数仪对秸秆混凝土试块进行导热系数测定。得到掺有粉煤灰的秸秆混凝土试块试验结果如图 2、图 3 所示。

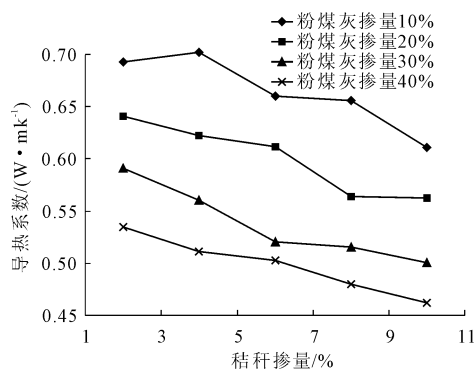


图 2 掺有粉煤灰的秸秆混凝土试块的导热系数曲线图

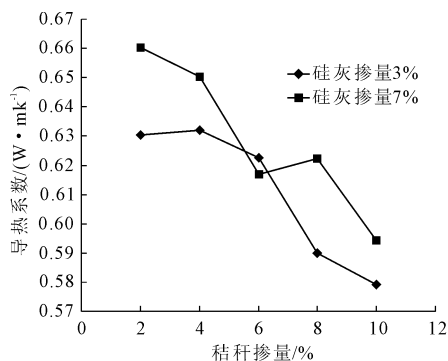


图 3 掺有硅灰的秸秆混凝土试块的导热系数曲线图

从图 2 中可以看出,随着粉煤灰掺量的增加,秸秆混凝土试块的导热系数逐渐降低,说明粉煤灰的含量越多,试块的保温性能越好。同时,在相同粉煤灰掺量的条件下,随着秸秆掺量的增加,试块的导热系数逐渐减小,其保温性能出现增强的趋势。在相同粉煤灰掺量下,秸秆掺量 10% 的试块比秸秆掺量 2% 的试块保温性能提高了 13%, 比不掺秸秆和粉煤灰的混凝土试块提高了 68%。

从图 3 中可以看出,随着硅灰掺量的增加,秸秆混凝土试块的导热系数逐渐升高,说明硅灰的含量越少,试块的保温性能越好。同时,在相同硅灰掺量的条件下,随着秸秆掺量的增加,试块的导热系数逐渐减小,其保温性能出现增强的趋势。

3 秸秆混凝土试件抗压强度

采用微机控制电液伺服压力机对各试件进行抗压强度试验,试验结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出,掺有粉煤灰的最大抗压强度为 51.13 MPa,随着粉煤灰掺量的增加,试块的抗压强度逐渐降低;掺有硅灰的试块的最大抗压强度为 56.46 MPa,此时秸秆掺量为 2%,在秸秆掺量为 6% 之前的抗压强度远大于掺有粉煤灰试块的抗压强度,但是在秸秆掺量大于 8% 之后,其强度逐渐降低

于掺有粉煤灰试块的强度;掺有粉煤灰和硅灰的试块,其抗压强度都随着秸秆掺量的增加而出现降低趋势。在相同粉煤灰掺量的情况下,10% 秸秆掺量比 2% 秸秆掺量抗压强度降低了 33%。

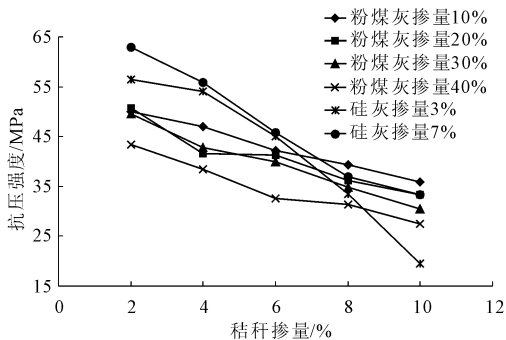


图 4 掺有粉煤灰和硅灰的秸秆混凝土试块的强度曲线

如图 4 所示,试验还发现,对于相同秸秆掺量的试块,硅灰的掺量为 7% 试块的抗压强度大于同样条件的硅灰掺量为 3% 试块的抗压强度,可以看出,硅灰掺量越多,能够在一定范围内增强混凝土试块的抗压强度。

4 结 论

对于秸秆混凝土的研究,前人大多是将秸秆压缩后放入空心混凝土砖中进行抗压测试,本文将秸秆粉碎后将其作为掺合料放入混凝土中,并加入粉煤灰和硅灰进行抗压测试和导热系数测定。通过对掺有粉煤灰和硅灰的秸秆混凝土试块进行温度和力学性能的试验研究,论文得出以下结论:

(1) 掺有粉煤灰试块的导热系数,在相同粉煤灰掺量的条件下,秸秆掺量 10% 试块的保温性能比掺量 2% 的增强 13%。与不掺秸秆和粉煤灰的试块相比,保温性能提高了 68%。硅灰掺量的增加对试块的保温性能有削弱的趋势。

(2) 粉煤灰掺量的增加降低了混凝土试块的抗压强度,在相同粉煤灰掺量的情况下,10% 秸秆掺量比 2% 秸秆掺量的试块抗压强度降低了 33%。硅灰掺量的增加可以在一定范围内提高混凝土试块的抗压强度。

(3) 掺有粉煤灰、硅灰的试块中,秸秆掺量的增加都降低了试块抗压强度。

参考文献:

- [1] 李 刚,刘开平,姜曙光,等.利用粉煤灰和废玻璃粉制备新型墙体材料的研究[J].新型建筑材料,2006,(12): 68-71.