

蔗渣灰混凝土流动性能试验研究

覃智泽 许显龙^{通讯作者}

泰国格乐大学 Krirk University

摘要: 本研究旨在探究蔗渣灰对混凝土流动性能的影响。首先,根据实验设计确定了不同配合比的蔗渣灰混凝土试件。然后,按照标准的混合工艺将蔗渣灰、水泥、砂、骨料和适量的水混合搅拌。搅拌时间为3分钟,确保混凝土均匀一致。接下来,测定了各组混凝土试件的坍落度。结果显示,随着蔗渣灰占胶凝材料含量的增加,混凝土的流动性能受到极大约束。综上所述,本研究发现蔗渣灰的添加对混凝土流动性能有显著的影响。

关键词: 蔗渣灰; 混凝土; 流动性能

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.07.109

一、研究背景

蔗渣灰混凝土是指在混凝土生产中使用蔗渣灰作为替代部分水泥的材料,以降低环境污染和资源消耗。蔗渣灰是一种副产品,由蔗糖生产中的蔗渣经过燃烧得到。蔗渣灰具有较高的硅酸盐含量和细度,可以作为水泥的补充材料。

然而,由于蔗渣灰的颗粒形态和化学成分的特殊性,它会对混凝土的流动性产生一定的影响。因此,研究蔗渣灰混凝土的流动性,探索其最佳配比和施工工艺,对于提高混凝土的性能和推广应用具有重要意义。

二、蔗渣灰混凝土流动性能实验研究目的及意义

蔗渣灰混凝土流动性能实验的研究目的及意义可以归纳如下:

(一) 研究目的

(1) 探究蔗渣灰对混凝土流动性能的影响机理,了解其对混凝土流动性的作用方式和程度。

(2) 分析蔗渣灰混凝土的流动特性,包括液态流动性、可塑性和自充实性等,进一步了解其施工性能。

(3) 研究添加剂对蔗渣灰混凝土流动性能的影响,探索最佳配比和添加剂用量。

(二) 意义

总的来说,蔗渣灰混凝土流动性能实验的研究目的在于深入了解蔗渣灰对混凝土流动性的影响机理,并通过优化配比和添加剂的选择,改善蔗渣灰混凝土的流动性能,提高施工效率和工程质量。这对于推动可持续发展和环境友好型建筑材料的应用具有重要意义。

三、研究方法与设计

本文采用试验研究法,试验研究法是一种通过控制蔗渣灰掺量,观察和测量因掺量的变化,从而得出因果关系的研究方法。试验研究法的优势是在一定程度上排除

其他干扰因素的影响,提高研究的内部效率。另外,可以通过重复试验,提高研究的可重复性和可验证性。该方法的局限是难以模拟真实的工程环境,可能忽略一些重要的影响因素,降低研究的外部效率,同时也可能受到实验条件和设备的限制,影响研究的可操作性和可行性。

(一) 试验设计

本研究的试验设计主要包括以下几个方面:

原料的选择和准备: 本研究选择了普通硅酸盐水泥、中性砂、碎石、甘蔗渣灰和水作为混凝土的原料。水泥、砂和碎石的品种、规格和性能均符合国家标准的要求。蔗渣灰是从某糖厂收集的甘蔗渣经过煅烧、粉碎和筛分后得到的。水是自来水,其pH值为7.0。

蔗渣灰的物理和化学性质: 本研究对蔗渣灰的物理和化学性质进行了测试,包括比表面积、密度、吸水率、烧失量、碱含量、氧化物含量等。蔗渣灰的比表面积为 $400\text{ m}^2/\text{kg}$,密度为 $2.1\text{ g}/\text{cm}^3$,吸水率为12.5%,烧失量为4.8%,碱含量为0.8%,氧化物含量中以 SiO_2 为主,占60.2%,其次是 Al_2O_3 ,占18.5%,这些性质表明蔗渣灰具有一定的火山灰活性,可以作为混凝土的掺合料。

配合比设计: 本研究采用了正交试验法来设计混凝土的配合比,以蔗渣灰的掺量、细度和煅烧温度为试验因素,以混凝土的坍落度、表观密度、凝结时间、收缩性、抗压强度和劈裂抗拉性能为试验指标,每个不同掺量比例做3次试验求取平均值,共设置了105组试验方案。配合比的设计原则是:保持水灰比和砂率不变,以蔗渣灰按水泥质量的一定比例,控制混凝土的流动性和稳定性,同时考虑蔗渣灰的物理和化学性质对混凝土性能的影响。

其中水灰比设计为0.52,砂率控制为0.35;减水剂

用量为水泥用量的0.25%；分散剂用量为甘蔗渣质量的80%；消泡剂用量为水泥用量的0.03%。比设计如表1所示，其中（C30-0-0）为C30的空白对照组。

表1 水灰比设计

| 试件编号 | 蔗渣灰/% | 水泥/ (kg/m ³) | 水/ (kg/m ³) | 粗骨料/ (kg/m ³) | 细骨料/ (kg/m ³) |
|---------|-------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| C30-0-0 | 0 | 319 | 166 | 1188 | 643 |
| C30-0.5 | 0.5 | 319 | 166 | 1188 | 643 |
| C30-1.0 | 1.0 | | | | |
| C30-1.5 | 1.5 | | | | |
| C30-2.0 | 2.0 | | | | |

(二) 测试甘蔗灰混凝土流动性实验步骤

1. 坍落度实验步骤

(1) 借助合适的配比，将精确称量的水泥、砂、石材和甘蔗灰与水混合，同时不断搅拌，以确保各种材料均匀混合并达到一定的黏度。

(2) 在湿润的坍落度筒和底板上，应该没有明显的水分存在。底板需要平放在坚固的水平面上，然后将坍落度筒放在底板中央。用脚踩住两侧的脚踏板，以保持坍落度筒的固定位置。装料时，要确保坍落度筒的位置是稳定的。

(3) 将按照规定取得的混凝土试样使用小铲分成三层，均匀地填入坍落度筒内，使每层的高度大约为坍落度筒高度的三分之一。每层都要用捣棒插捣25次。插捣要沿着螺旋方向从外部向中心进行，各次插捣要均匀分布在截面上。插捣时，可以稍微倾斜捣棒。插捣底层时，捣棒要贯穿整个深度；插捣第二层和顶层时，捣棒要插入本层直至下一层表面；浇灌顶层时，混凝土要灌到比坍落度筒口高出一些。如果在插捣过程中发现混凝土下沉低于筒口，则需要随时添加。插捣完顶层后，要刮去多余的混凝土，并用抹刀将其平整。

(4) 将坍落度桶及底部的混凝土清理干净，并将坍塌度桶竖直顺利抬起。从塌陷计量桶中取出的时间为5-10秒。从加料到抬起坍塌管的全过程必须持续，且应在150秒之内结束。

(5) 抬起坍落度管后，测定坍落度管的标高与试件塌落面的最高点的差，其差就是混凝土拌合物的坍落度。从坍落度管中取出后，若混凝土出现崩落，应再次取样，另测；若第二次试验仍出现上述现象，则表示该混凝土和易性不好，应予记录备查。

(6) 可以通过下面的方式来检验塌陷后的混凝土试件的紧固度和持水率。用凿子在落下的混凝土试件

的一侧轻敲，若其逐渐下陷，说明黏合性很好。若圆锥的塌缩处有破裂或脱落，说明胶合性差。持水能力可以从稀浆沉淀到混凝土中的程度来评价。当提升落锤后，若在底部沉淀了大量的浆液，且在锥体部位的混凝土由于失水而露出了骨料，这就表明了混凝土的持水能力很差。当提升落锤后，若无稀浆液沉淀，或仅有少许稀浆液自底部沉淀，则表明其持水性较好。

(7) 在混凝土拌合物坍落度超过220的情况下，用钢尺测定其最后的最大直径、最小直径。在这两个直径的差异小于50毫米的情况下，可以使用它们的算术平均值作为坠落度的扩展值。否则，此次试验将无效。如果发现粗骨料在中央堆积或边缘有水泥浆析出，说明混凝土拌合物的抗离析性较差，需要做好记录。

2. 扩展度试验步骤

本实验的扩展度测试紧随坍落度测试之后进行。当混凝土停止流动或扩展持续时间达到50秒时，应使用钢尺测量拌合物在展开时的最大直径以及与最大直径垂直的直径。整个装料到提高坍落筒的过程必须连续进行，并在40秒内完成。混凝土的扩展度是指混凝土拌合物坍落度扩展终止后，两个相互垂直的直径的平均值。如果两个直径的差异超过50，需要重新进行测量，精确到1。

四、研究结果及分析

(一) 坍落度试验结果与分析

1. 坍落度数据

针对不同掺量下的甘蔗灰混凝土进行坍落度性能试验，收集试验数据，分析不同甘蔗灰掺量对甘蔗渣混凝土坍落度性能的影响规律，通过甘蔗灰混凝土坍落度试验，结合试验数据，对其坍落度性能进行研究，总结影响甘蔗灰混凝土流动性的因素，并提出提高甘蔗灰混凝土流动性的方法。

本试验主要设置变量为甘蔗灰掺量，分别为：0%，0.5%，1.0%，1.5%，2.0%；通过这五组实验测量其塌落。每组分别检测3次，其数据如表2所示。

表2 甘蔗灰混凝土坍落度

| 试件编号 | 甘蔗渣掺量/% | 减水剂/ (%) | 坍落度 测试1/ 毫米 | 坍落度 测试2/ 毫米 | 坍落度 测试3/ 毫米 | 平均坍落 度/毫米 |
|---------|---------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| C30-0 | 0 | 0.5 | 80 | 90 | 70 | 80 |
| C30-0.5 | 0.5 | 0.5 | 84 | 65 | 70 | 73 |
| C30-1.0 | 1.0 | 0.5 | 55 | 60 | 65 | 60 |
| C30-1.5 | 1.5 | 0.5 | 55 | 60 | 50 | 55 |
| C30-2.0 | 2.0 | 0.5 | 45 | 45 | 50 | 46.7 |

注：表中C30代表预制混凝土强度等级，0-2.0代表掺入甘蔗灰占水泥含量的百分比。

根据表2可知，甘蔗灰混凝土坍落度范围在：40-80毫米，它们都属于塑性混凝土。

2. 坍落度分析

随着甘蔗灰的掺量不断增加，与混凝土的坍落度成明显负相关，分别仅占不添加甘蔗灰的坍落度的91.25%，75.0%，68.75%和58.38%。此外，添加0-0.5%的两组混凝土的坍落度误差棒较长，说明偏差不够稳定；而掺量从1.0-2.0%这三组的误差浮动略小，特别是掺入2.0%的甘蔗灰混凝土。

（二）扩展度试验结果与分析

扩展度同样是普通混凝土拌合物性能试验方法标准（GB/T 50080-2002）中规定的测定混凝土拌合物流动性（稠度）的方法之一，与坍落度一样都是工程实践及科学研究中最常用的测定混凝土拌合物流动性的方法，如今，已成为评定混凝土质量的一项非常重要的技术指标。扩展度随时间的延长而逐渐增大，最后随之凝结。所以扩展度损失问题尤为重要，过大或过小都将严重影响施工质量。

1. 扩展度数据采集

本实验所作的扩展度是紧接着坍落度测试之后的，进行扩展度检测比较简单。混凝土的扩展度应为混凝土拌合物坍落度扩展终止后扩展面相互垂直的两个直径的平均值，当两个直径值之差大于50毫米时，需要重新测量，测量精确至1毫米，结果修约至5毫米。

2. 扩展度分析

为了减少实验的误差，本次检测同样进行了三次，在相同减水剂量的情况下，随之甘蔗灰的掺入量增加，混凝土的扩展度随之缩小。

从不加甘蔗灰到掺入0.5%的过程中混凝土的扩展度变化较大，它们之间相差了7.14%；而其他的折线相对缓和，它们分别占不加甘蔗灰混凝土扩展度的90.38%，87.5%和82.14%。

（三）坍落度与扩展度关系

掺加甘蔗灰很明显对C30混凝土的流动性能产生约束作用，随着其含量的增加，它的坍落度与扩展度都呈现负增长。具体的关系如图1所示。

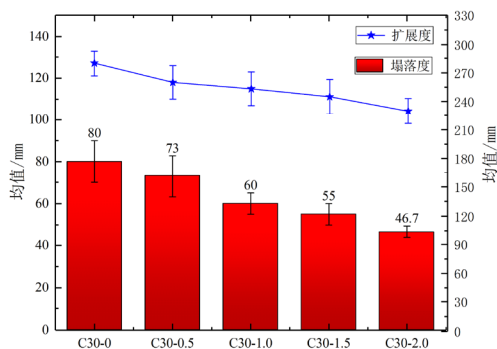


图1 甘蔗灰混凝土坍落度与扩展度关系

综合使用坍落度和扩展度可以简单直观的反映混凝土拌合物的流动性、和易性，两者具有一定的关系。从图中可以看出：在0%甘蔗灰掺量时，流动性比值为0.29；掺量0.5%-2.0%时，它们的比值分别是：0.28、0.24、0.22和0.21，两者的比值均小于0.4，属于干塑性混凝土。甘蔗灰掺量由0-2.0%逐渐增加过程中，它的坍落度与其添量是反比关系，而扩展度整体是先递减再起伏最终下降的趋势。

五、总结与展望

蔗渣灰混凝土是一种利用蔗渣灰作为替代材料的环保建材，具有良好的工程性能和经济性。本次试验研究了蔗渣灰混凝土的流动性能，包括塑性指数、坍落度、密实度等指标。总之，蔗渣灰混凝土作为一种新型环保建材，在实际工程应用中具有广阔的发展前景。通过进一步的研究和优化，可以更好地发挥其优势，推动其在工程领域的应用。

参考文献

- [1] 冀文文, 李静一, 尚中博等. 生物灰综合利用的研究进展[J]. 河南大学学报, 2017, 47(4): 453-463.
- [2] Stanislav V, Baxter D, Vassileva S V. et al. An overview of the behaviour of biomass during combustion: Part II. Ash fusion and ash formation mechanisms of biomass types[J]. Fuel, 2014, 117: 152-183.
- [3] 时仁勇, 李九玉, 徐仁扣, 等. 生物质灰对红壤酸度的改良效果[J]. 土壤学报, 2015(5): 1088-1095.
- [4] 谷健云. 基于生物质灰渣的酸性土壤改良剂的研究和应用[D]. 安徽农业大学, 2014.

作者简介：覃智泽（1979年9月），男，壮族，广西人，本科，副教授，研究方向：工程管理。