**湖南省大学生创新创业训练计划项目**

**结 题 报 告 书**

项目名称：糯米浆混凝土的力学性能与工作性能研究

项目编号：201812649001

学生姓名：何培根 杨群宇 尚钰程 张卓 蔡绅

所在学校和院系：湖南科技大学潇湘学院

项目实施时间：2018.10-2020.05

指导教师: 张鹄志

填表日期：2020年6月16日

**湖南省教育厅**

**2019年制**

一、基本情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | | 糯米浆混凝土的力学性能与工作性能的研究 | | | 立项时间 | 2018.10 |
| 项  目  主  要  完  成  人  员 | 序号 | 姓 名 | 学号 | 专业班级 | 所在院（系） | 项目中的  分 工 |
| 1 | 何培根 | 1652010305 | 16建工01班 | 潇湘学院 | 数据处理 |
| 2 | 杨群宇 | 1652010321 | 16路桥01班 | 潇湘学院 | 负责实验 |
| 3 | 尚钰程 | 1652010230 | 16建工01班 | 潇湘学院 | 负责实验 |
| 4 | 张卓 | 1652010326 | 16路桥01班 | 潇湘学院 | 负责实验 |
| 5 | 蔡绅 | 1652010206 | 16建工01班 | 潇湘学院 | 负责实验 |

二、成果简介

|  |
| --- |
| 项目研究的目的、意义；研究成果的主要内容、重要观点或对策建议；成果的创新特色、实践意义和社会影响；研究成果和研究方法的特色。限定在2000字以内。  **项目研究和试验的目的**：  本学期通过土木工程材料这门课程的学习认识了混凝土这种由水泥、粗骨料、细骨料和水混合而成的材料。众所周知，混凝土具有调整性强、适用面宽、价格低廉、性质稳定、耐久性好等诸多优点，无疑是作为搭构建筑、新修工程材料的不二之选 ，不过，对于这种万用型的复合材料也存在着些许不足，常常在工人施工过程中会出现一些不可避免的麻烦，对于这个麻烦的罪魁祸首其实是混凝土的力学性能与工作性能在作怪，虽说它是建筑工程的秘宝但也存在瑕疵，所以科学家们专门为它研制出了许许多多的贴心伴侣来有效地改善他的某项或多项性能，如减水剂，早强剂，引气剂等。这些外加剂在工程施工中有着广泛的应用不过其在混凝土的比例中一般掺量不超过水泥质量的不百分之五，因此对混凝土的作用也是有限的，并且这些外加剂也不能大幅提升混凝土的工作性能和力学性能。因此，如果要使建筑工程领域在我国有新的突破就迫切需要寻找一种高效、节能的新型材料。  或许大家对我国古代建筑有所了解，在我们这个传承了五千年文化底蕴的历史古国里智慧的先人们就为这个研究提供了重要线索，在那个没有混凝土的时代，糯米灰浆是应用最广泛的建筑粘接材料，根据研究西安明代城墙灰浆样品的DSC-TGA、FT-IR、XRD、SEM分析和碘-淀粉实验[1]表明，灰浆的主要无机成份是方解石晶型的碳酸钙，有机成份主要是没有降解的糯米成份。实验发现，糯米浆对碳酸钙方解石结晶体的大小和形貌有明显的调控作用，在一定浓度范围内，糯米浆浓度越大，生成的方解石结晶度越低,颗粒越小，结构也越致密；同时，糯米淀粉能够很好地粘结碳酸钙纳米颗粒并填充其微孔隙。这些是糯米灰浆具有强度大、韧性好、防渗性优越等良好力学性能的微观基础。另一方面，受糯米浆包裹而反应不全的石灰又抑制了细菌的滋生，使糯米成分长期不腐。  以上通过对糯米灰浆的探讨可以大胆假设糯米浆作为一种高黏聚性的有机物能在建筑工程中起到不小的作用，无独有偶有相关学者对糯米浆三合土在我国城建、水利、墓葬工程等方面发挥的巨大作用进行了举例描述,并研究了糯米浆三合土的作用原理及其在文物遗址方面的修复应用[2]，结果表明糯米浆三合土墙体的力学性能要显著优于未掺糯米浆的三合土墙体。 这个试验研究及有限元数值模拟分析表明掺有糯米浆的三合土力学性能得到了较大的改善。  可以看出，糯米浆这种不起眼的新秀有机添加剂不失为一种替代已有外加剂的首选。  由此，本项目拟利用不同浓度的糯米浆替代水以制作混凝土试块，研究新型材料糯米浆混凝土的材力性能和工作性能，同时探讨糯米浆浓度对这些材力性能和工作性能和影响。  同时，根据资料显示不同种类的生物添加剂对混凝土身性质的影响各不相同，比如食用盐对促进混凝土的凝结硬化，提高早期强度有着显著的影响，还有糖也能对混凝土能起到缓凝和减水的作用，并能节约水泥用量和增加[混凝土强度](https://www.baidu.com/s?wd=%E6%B7%B7%E5%87%9D%E5%9C%9F%E5%BC%BA%E5%BA%A6&from=1012015a&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1d9mWIWm199mhDLuAnzmvuh0ZwV5Hcvrjm3rH6sPfKWUMw85HfYnjn4nH6sgvPsT6KdThsqpZwYTjCEQLGCpyw9Uz4Bmy-bIi4WUvYETgN-TLwGUv3EnHmznHnsnHn4)的作用。这些有机物都具有相似的分子式，另外，还有古人几千年来对于糯米灰浆的研究经验，可以大胆假设糯米浆对混凝土工作性能与力学性能能够产生影响，对于开发这种新型生物添加剂，其有意义非凡的价值。  **项目研究的内容：**  本项目主要研究糯米浆对混凝土的影响，主要内容有一下几点:  1.糯米浆对混凝土力学性能的影响  2.糯米浆对混凝土工作性能的影响  3.糯米浆浓度对混凝土性能的影响  抗压、抗拉强度的测定：  普通混凝土划分为14个强度等级:C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80，取其中一种强度等级的混凝土进行强度试验。例如:取强度等级为C40的混凝土制作成试块若干个，其试块大小为150mm×150mm×150mm，将试块分为6组，每组6个试块，将前5组分别加入含量为10％ 、20％、30％、40％、50％的糯米浆，分别与第1组形成对照实验。在标准环境下养护28d后，在液压万能试验机里进行抗压强度和抗拉强度的实验。  早期强度的测定：  用上述同样的材料，在养护第3d、第14d、第28d的时候分别进行强度的实验并得出相关数据。  和易性的测定：  通过塌落度试验来测定拌合物的流动性并辅以直观经验评定黏聚性和保水性。  塌落度的试验方法：将普通混凝土拌合物和糯米浆混凝拌合物分别按规定装入标准圆锥塌落度筒内，装满刮平后，垂直向上将筒提起，移到一旁。混凝土拌合物由于自重将会产生塌落现象。然后量出向下塌落度的尺寸(如图所示)，该尺寸就是塌落度，作为流动性的指标。同时进行多次试验，以避免偶然因素的影响。ZX)V](0C5UJ(CKV846`QAMQ  在进行坍落度试验的同时，应观察混凝士拌合物的黏聚性和保水性，以便全面地评定凝土拌合物的和易性。  黏聚性的评定方法：用捣棒在已坍落的混凝土锥体侧面轻轻敲打,若锥体逐渐下沉，则表示黏聚性良好;如果锥体倒塌，部分崩裂或出现离析现象，则表示黏聚性不好。  保水性的评定方法：保水性是以混凝土拌合物的稀水泥浆析出的程度来评定。坍落度筒提起后，若有较多稀水泥浆从底部析出，锥体部分混凝土拌合物也因失浆而集料外露，则表明混凝土拌合物的保水性能不好;若坍落度筒提起后无稀水泥浆或仅有少量稀水泥浆自底部析出，则表示此混凝土拌合物保水性良好。  **解决的主要问题：**  1.探讨糯米浆对混凝土力学性能的影响  2探讨糯米浆对混凝土工作性能的影响  **参考文献**   1. 李广燕,刘红霞,徐明霞.以糯米灰浆为代表的传统灰浆在古城墙修复中的应用探讨[J].四川水泥,2018(02):346. 2. 出版社浙江大学，2013，纪晓佳 |

三、总结报告

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预定计划执行情况，项目研究和实践情况，研究工作中取得的主要成绩和收获，研究工作有哪些不足，有哪些问题尚需深入研究，研究工作中的困难、问题和建议。（字数不限，可加页面）  **预定项目执行情况**：  （1） 2018.04—2018.05 资料收集及落实具体研究方案；  （2） 2018.06—2018.12 对课题进行研究，实验，并做好相关的记录；  （3） 2019.01—2019.06 解决问题并提出其他的好的方法；  （4） 2019.07—2019.12 再次进行实验，记录结果；  （5） 2020.01—2020.04 完成研究，撰写报告并结题。  **项目研究和实践情况**：   1. 糯米浆混凝土的立方体抗压强度研究和实践情况   试验结果如表1所示。从表中的数据可以看出  ①各级糯米浆设计浓度下的混凝土强度均随着龄期增长而提高。  ②早期（3d龄期和7d龄期）各组糯米浆混凝土强度均低于对照组普通混凝土，表明了多糖分子的缓凝作用；而后期（28d龄期）时各组糯米浆混凝土强度均高于对照组普通混凝土，表明了糯米浆替代水对后期强度的正面效应，提升幅度在4%~16%不等，这应当与淀粉支链的模板作用以及糯米浆替代水降低了“水灰比”有关。  ③3d龄期强度整体上随着糯米浆浓度的增加而呈现降低的趋势；糯米浆设计浓度*c*处于0.3%~1%区间内糯米浆混凝土强度差别不大，均低于对照组普通混凝土4%~13%；而最高糯米浆设计浓度（*c*=1.5%）的糯米浆混凝土强度则低于对照组普通混凝土同龄期强度的值达到2.9 MPa，仅为其86.9%。  ④7d龄期强度表现出与糯米浆设计浓度的相关性不明显，仅表现出糯米浆替代水使这些糯米浆混凝土的强度均略低于对照组普通混凝土的强度3%~6%。  ⑤28d龄期强度随着糯米浆浓度的增加呈现先增后减的态势，在糯米浆设计浓度*c*=1%时达到最大值，表明仅从28d龄期强度来看，糯米浆最佳浓度为1%左右。  表1 糯米浆混凝土立方体抗压强度标准值试验结果  Table1 the standard value results of cube compressive strength of concrete with sticky rice pulp   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 糯米浆设计浓度*c* | 立方体抗压强度标准值/MPa | | | | 3d龄期 | 7d龄期 | 28d龄期 | | 0% | = 22.97 | = 25.64 | = 26.57 | | 0.3% | = 21.65 | = 24.47 | = 27.74 | | 0.6% | = 21.60 | = 25.52 | = 28.77 | | 1% | = 22.17 | = 24.53 | = 30.85 | | 1.5% | = 19.98 | = 24.20 | = 29.33 |  立方体抗压强度与糯米浆浓度及龄期相关性 定义糯米浆浓度和龄期共同对糯米浆混凝土强度的影响函数：  （1）  式中*c*为糯米浆设计浓度变量（单位为%），为龄期（单位为d），为各糯米浆浓度下的糯米浆混凝土各龄期强度，为普通混凝土28d龄期强度。图1为影响函数与糯米浆设计浓度变量*c*及龄期相关表达式的三维拟合，拟合得到的表达式为：  （2）    图1 影响函数的三维拟合曲面  Fig. 3. 3-dimensional fitting surface for influence function of  从图3可以看出，在糯米浆浓度为1%左右时，其强度增长幅度较大，增速较快，且同时能够保证相对较高的强度，由此可以推断糯米浆浓度为1%左右是最佳浓度。  影响函数的拟合误差率如表2所示，其对于工程设计来说已足够小，故利用式（1）和式（2）可以较好地推算糯米浆混凝土在各糯米浆浓度下各龄期的强度。  表2 影响函数的拟合误差率  Table 4 Fitting error rate for influence function of   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 糯米浆浓度（%） | 0 | 0.3 | 0.6 | 1 | 1.5 | | 3d龄期 | 0.35% | 2.55% | 4.82% | 6.08% | 11.57% | | 7d龄期 | 7.15% | 5.54% | 7.70% | 0.40% | 4.10% | | 28d龄期 | 7.66% | 0.62% | 1.43% | 5.24% | 4.51% |   **研究工作中取得的主要成绩和收获：**   1. 通过本次实验，发现了糯米浆混凝土的施工工艺对立方体的强度有着很大的影响。 2. 通过本次实验，对素混凝土和加入了其他添加物的混凝土的力学性质有了更深一步的了解。 3. 通过试验，提高了团队成员的动手操作能力及发现、分析、解决问题的能力。 4. 学会运用科学方法对试验数据进行分析整合和利用。 5. 提高了团队成员的科研素养，提高了撰写论文的能力。   **研究工作有哪些不足，有哪些问题尚需深入研究，研究工作中的困难、问题和建议。**   1. 对本次实验的材料挑选在实验前期阶段没有做到调研，导致前期实验材料的浪费和人力的损失。 2. 对本次实验中没有考虑在加入了糯米浆之后混凝土的流动性，导致在搅拌和振捣时立方体试块出现了大量的蜂窝面**。** 3. 如砂石等试验材料的对于学生来说的难获得性和砂石的质量问题也是本项目实施过程中的阻碍。 4. 应充分利用资源查阅有关资料和学术期刊、杂志报告，提高自己的实践能力和理论素养，加强团队成员之间的交流，主动找指导老师和专家交流。   实验过程中混凝土的流动性与理论相差较大，具体操作起来有很大的误差。争对糯米浆混凝土的流动性还需进行进一步的研究。 |

四、经费情况

|  |
| --- |
| 项目经费合计 10000 元。 |
| 经费支出情况：   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 编号 | 项目 | 金额（元） | | 1 | 材料费（沙子、石头、水泥、糯米粉等） | 5630 | | 2 | 电饭锅、排插 | 620 | | 43 | 办公品 | 523 | | 4 | 打印、复印费 | 326 | | 5 | 论文出版费 | 2900 | |

五、审核意见

|  |
| --- |
| 项目指导教师结题意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等。  指导老师签章：  年 月 日 |
| 项目主持人所在学院（系）结题意见  院系负责人签章：  年 月 日 |
| 学校结题意见  学校计划管理部门签章：  年 月 日 |