

DOI: 10.7672/sgjs2026030059

贯入法检测近代砖木结构石灰砂浆抗压强度试验研究*

郑士举, 郭超

(上海市建筑科学研究院有限公司上海市工程结构安全重点实验室, 上海 200032)

[摘要] 现行 JGJ/T 136—2017《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》仅适用于检测评定混合砂浆和水泥砂浆抗压强度,对近代砖木结构中常用的石灰砂浆抗压强度检测评定并不适用。按照石灰与黄沙体积配合比为 1:1, 1:2, 1:3 分别制作砖墙试件和立方体石灰砂浆试块,在龄期 28, 60, 120, 150d 时分别进行砖墙砂浆贯入试验和相应的立方体砂浆试块抗压试验,统计分析贯入深度与立方体石灰砂浆试块抗压强度之间的关系,建立贯入法检测石灰砂浆抗压强度测强曲线。该测强曲线与现行规范中的测强曲线存在较大差异,当贯入深度较小时该测强曲线得到的抗压强度更低,当贯入深度较大时该测强曲线得到的抗压强度更高,相比现行规范中的测强曲线,该测强曲线更适用于石灰砂浆抗压强度检测评定。

[关键词] 砖木结构;石灰;砂浆;贯入法;抗压强度;测强曲线

[中图分类号] TU362

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2026)03-0059-06

Experimental Research on the Compressive Strength of Lime Mortar in Modern Masonry-timber Structure by Penetration Resistance Method

ZHENG Shiju, GUO Chao

(Shanghai Key Laboratory of Engineering Structure Safety, Shanghai Research Institute of Building Sciences Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: The current standard JGJ/T 136—2017 *Technical specification for testing compressive strength of masonry mortar by penetration resistance method* is only applicable to determine the compressive strength of mixed mortar and cement mortar, and is not applicable to determine the compressive strength of lime mortar commonly used in modern masonry-timber structure. Brick walls and cubic lime mortar test blocks were made according to the volume mix ratios of 1:1, 1:2 and 1:3 for lime and yellow sand, respectively. The mortar penetration test of the brick walls and the corresponding compressive test of the cubic mortar test blocks were conducted at 28d, 60d, 120d and 150d. The correlation between the penetration depth and the compressive strength of the cubic mortar test blocks was statistically analyzed, and the strength test curve for compressive strength of lime mortar by penetration resistance method was established. There is a considerable discrepancy between the derived curve and the curve in current standard. The tendency is that the smaller of the penetration depth, the lower of the calculated compressive strength, whereas the larger of the penetration depth, the higher of the calculated compressive strength. Compared to the current standard curve, this curve is more suitable for lime mortar.

Keywords: masonry-timber structure; lime; mortar; penetration resistance method; compressive strength; strength test curves

0 引言

我国近代历史建筑中有大量的砖木结构建筑,

包括传统民居、里弄建筑、花园住宅、仓库建筑等,很多已被列入文物建筑或优秀历史建筑加以保护^[1-2]。大部分此类建筑使用至今已近百年,建筑安全性和耐久性问题突出,需进行安全性检测鉴定和修缮,以延长其使用寿命^[3]。材料力学性能检测是其中的关键环节,是结构计算分析进而评定历史

*上海市住房和城乡建设管理委员会 2024 年度科研项目(沪建科 2024-002-027)

[作者简介] 郑士举,正高级工程师, E-mail: zsj85408048@163.com

[收稿日期] 2025-09-16

建筑安全性的重要依据。近代砖木结构建筑的承重砖墙通常采用石灰砂浆或泥灰砂浆作为块体黏结材料,也有少量建筑采用混合砂浆或水泥砂浆^[4]。

目前我国工程检测界已研发了多种砂浆强度检测方法,常用的无损检测方法有贯入法、回弹法等。其中,贯入法由于其操作简便性及检测条件广泛适应性,成为目前应用最多的砂浆抗压强度无损检测方法^[5-6]。JGJ/T 136—2017《贯入法检测砌体砂浆抗压强度技术规程》仅适用于混合砂浆和水泥砂浆,由于缺乏石灰砂浆的专用测强曲线,目前普遍采用混合砂浆测强曲线对石灰砂浆抗压强度进行评定^[7],不可避免地存在一定误差。因此,有必要对石灰砂浆抗压强度进行研究并建立专用的测强曲线。

国内学者对石灰砂浆抗压强度的研究较少,赵福志等^[8]研究表明,龄期对石灰砂浆试块抗压强度的提高具有较大影响,230d以上龄期试块抗压强度为28d的2.5~3.9倍,龄期超过230d时,石灰砂浆抗压强度为1.3~2.1MPa。此外,部分学者对古建筑中灰浆抗压强度进行了相关研究。康锦霞等^[9]对平遥古城城墙灰浆进行了力学性能试验研究,运用砂浆片剪切法测得灰浆抗压强度为3.0~11.7MPa,运用筒压法测得灰浆抗压强度为3.2~11.3MPa。研究表明,不同位置的灰浆抗压强度相差较大,即受力较大的部位灰浆抗压强度较高,受力较小的部位灰浆抗压强度较低。刘超^[10]通过回弹法和室内砂浆抗压试验对4种不同成分组成的灰浆抗压强度进行对比分析,同时采用扫描电镜进行微观分析。研究表明,室内抗压试验测得灰浆抗压强度为1.8~19.7MPa,回弹法测得灰浆抗压强度为1.7~17.9MPa,2种方法得到的灰浆抗压强度接近。

本文通过试验研究了不同配合比和龄期下石灰砂浆抗压强度增长规律,并进行了贯入试验,拟合得到了石灰砂浆抗压强度测强曲线,可供石灰砂浆抗压强度检测使用。

1 试验方案

关于贯入法检测砌体砂浆抗压强度测强曲线试件制作方法,《贯入法检测砌体砂浆抗压强度技术规程》中允许采用砖墙试件建立测强曲线。采用同盘砂浆砌筑砖墙,同时制作试块进行同条件养护,在砖墙灰缝上进行贯入试验,用同条件养护砂浆试块进行抗压强度试验。考虑到在砂浆试块上进行贯入试验可能造成试块开裂^[10],因此本文采用

砖墙试件进行贯入试验。

按照石灰与黄沙体积配合比为1:1,1:2,1:3分别制作砖墙试件和立方体石灰砂浆试块,在龄期28,60,120,150d时进行砖墙试件砂浆贯入试验和相应的立方体砂浆试块抗压试验,试验方法分别参考《贯入法检测砌体砂浆抗压强度技术规程》和JGJ/T 70—2009《建筑砂浆基本性能试验方法标准》。统计分析贯入深度与立方体砂浆试块抗压强度之间的关系,建立测强曲线。

每个配合比下制作4盘砂浆,用每盘砂浆制作24个边长70.7mm立方体试块和2个1.0m×1.5m砖墙试件。达到相应的龄期时,选取6个立方体试块进行抗压强度测试,取强度平均值作为该组数据的抗压强度;选取1个1.0m×1.5m砖墙试件,按照《贯入法检测砌体砂浆抗压强度技术规程》规定进行贯入试验,得到贯入深度平均值作为该组数据的贯入深度,共得到48组数据进行回归分析。

2 试验过程

采用优质熟石灰和优质黄沙按试验方案中的配合比并加以适量的水配制石灰砂浆,在边长70.7mm立方体钢制试模中倒入石灰砂浆,人工插捣密实后表面抹平(见图1),待凝结后取出试块,并在自然状态下进行养护。为尽量接近砌体中的砂浆实际情况,采用实际历史建筑中取出的青砖作为底模,底模上铺打湿报纸。部分制作完成的立方体砂浆试块如图2所示。



图1 立方体砂浆试块表面抹平

Fig. 1 Surface smoothing of cubic mortar test blocks



图2 制作完成的立方体砂浆试块

Fig. 2 Prepared cubic mortar test blocks

采用同样的青砖砌筑砖墙试件,共砌筑了24片用于砂浆贯入的墙体,各试件砂浆层厚度均为