

不同砌筑方式普通砖砌体结构受压 本构模型及抗震性能的研究

罗 龙, 高智能, 胡 莉

(江西理工大学 土木与测绘工程学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 为了研究砌筑方式对普通砖砌体墙力学性能的影响, 基于已有试验数据, 采用5次多项式数学模型, 借鉴混凝土本构模型关系确定方法, 引入砌筑方式影响系数, 全面描述5种不同砌筑方式本构关系曲线的全过程。通过有限元软件 ABAQUS 对普通砖砌体试件进行分离式建模, 将数值模拟结果与试验数据对比分析应力-应变曲线、极限承载力及抗压强度; 进而得到含砌筑方式影响系数的砌体结构受压本构模型, 验证其准确性, 能满足工程计算要求并提升精度; 在此基础上, 基于该本构模型建立三面不同砌筑方式砌体墙有限元模型, 施加水平低周反复荷载, 系统研究墙体极限强度、位移、延性和刚度的变化规律。结果表明: 梅花丁砌法相较于一顺一丁砌法和三顺一丁砌法的峰值荷载分别高出 17.51% 和 26.88%, 但其延性性能相对受限。本文成果可为推动砌体结构从凭经验建造迈向按性能设计、全面提升我国城乡建筑的抗震防灾能力, 提供重要的基础性安全价值。

关键词: 砌体结构; 城乡建筑; 砌筑方式; 受压本构关系; 抗震性能; 有限元模拟

中图分类号: TU36; TU352.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-8993(2026)02-0039-08

doi: 10.13402/j.gcjs.2026.02.017

Study on compressive constitutive models and seismic performance of ordinary brick masonry structures with different masonry methods

LUO Long, GAO Zhineng, HU Li

(School of Civil and Surveying & Mapping Engineering, Jiangxi

University of Science and Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

Abstract: To study the influence of masonry methods on the mechanical properties of ordinary brick masonry walls, based on existing experimental data, a quintic polynomial mathematical model is used, the method is determined with reference to the concrete constitutive model relationships, and a masonry method influence coefficient is introduced to comprehensively describe the entire process of constitutive relationship curves for five different masonry methods. Separate modeling of ordinary brick masonry specimens is conducted by means of the finite element software ABAQUS and the numerical simulation results and the experimental data are compared to analyze the stress-strain curves, ultimate bearing capacity, and compressive strength, and a compressive constitutive model for masonry structures incorporating the masonry method influence coefficient is subsequently derived. After the accuracy of the constitutive model was verified, it can meet the engineering calculation requirements and improve the precision of calculation. Furthermore, based on this constitutive model, finite element models of masonry walls with three different masonry methods were built, and horizontal low-cycle reversed loading is applied to systematically study the variation patterns of wall ultimate strength, displacement, ductility,

收稿日期: 2025-06-25

作者简介: 罗 龙(2000—), 男, 硕士研究生, 从事砌体结构的研究。

通信作者: 高智能(1984—), 男, 博士, 副教授, 从事砌体结构的研究。

and stiffness. The results indicate that the staggered Flemish bond method exhibits peak loads 17.51% and 26.88% higher than the stretcher and header bond method and Sussex garden wall bond method, respectively, though its ductility performance is relatively limited. The findings of this study can provide foundational safety value for advancing masonry structures from empirical construction to performance-based design and comprehensively enhancing the seismic resilience of urban and rural buildings in China.

Key words: masonry structure; urban and rural buildings; masonry method; compressive constitutive relationship; seismic performance; finite element simulation

砖砌体结构作为人类历史上应用最广泛的建筑形式之一,至今仍在民用住宅、历史建筑修复及部分工业设施中广泛应用。其力学性能,尤其是受压承载能力,直接影响结构的安全性与耐久性。然而,传统砖砌体具有显著的非均质性和非线性特征,其力学行为受砌筑方式(如一顺一丁、梅花丁、全顺式等)影响,不同砌法通过改变灰缝分布模式与力流传递路径,进而影响砌体的裂缝发展规律、峰值强度与破坏模式。

施楚贤^[1]基于大量砌体轴压试验提出对数形式的本构关系模型,但该曲线缺乏下降段;杨卫忠^[2]从细观层次分析砌体在单调受压荷载下的损伤破坏机制,解释了砌体受压应力-应变关系的非线性特征和应变软化现象;POWELL等^[3]提出二次抛物线上升模型,刘桂秋^[4]在此基础上修正并引入下降段;程浩然等^[5]提出面向数值模拟的砖砌体单轴受压本构模型。而当前主流砌体本构模型多基于均质材料假设或简化砌筑工艺建立,难以准确表征砌筑工艺差异导致的力学响应差异。这一局限性致使现有模型在预测不同砌筑工艺砌体结构的非线性行为、损伤演化与极限承载力时存在显著偏差。

因此,建立融合不同砌筑方式的普通砖砌体受压本构模型,从细观机制上揭示灰缝与砖块协同工作机理,具有重要的科学意义与现实需求。为更准确地模拟不同砌筑方式下的砌体结构力学性能,本文基于文献[6]的试验数据,采用5次多项式数学模型^[7],借鉴混凝土本构模型关系确定方法,引入砌筑方式的影响系数,全面描述5种不同砌筑方式本构关系曲线的全过程,以期对砌体结构的精细化设计与抗震性能评估提供更为可靠的理论依据和技术支撑。

1 砌体结构受压本构模型

砌体结构受压本构关系的确定可借鉴混凝土本构关系的确定方法^[8]。图1为混凝土本构关系曲线。其中:A点为弹性阶段与塑性阶段的界限点;B点为峰值应力点;C点为下降曲线的反弯点;D点为破坏点; σ 为应力,MPa; f_m 为砌体轴心抗压强度平均值,MPa; ε 为应变; ε_0 为最大应力对应的应变; y' 为曲线在峰值应力点的一阶导,取0; y'' 为曲线在反弯点的二阶导,取0; y''' 为曲线在破坏点的三阶导,取0。

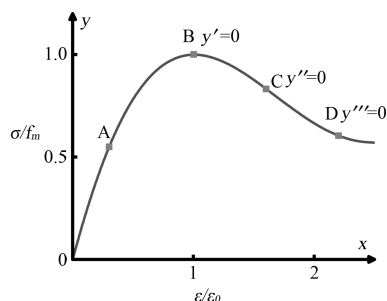


图1 普通砖砌体受压应力-应变全曲线

根据上述关系,可建立数学条件^[7]:① $x=0$, $y=0$;② $x=0$, $y'=E_0/E_s$;③ $x=1$, $y=1$;④ $x=1$, $y'=0$;⑤ $x=x_c$, $y''=0$;⑥ $x=x_D$, $y'''=0$;⑦ $0 < x \leq x_c$, $y'' \leq 0$;⑧ $x \geq x_c$, $y'' > 0$;⑨ $0 < x < +\infty$, $0 \leq y \leq 1$ 。其中: E_0 为砌体初始弹性模量; E_s 为峰值B点的割线模量。

根据上述条件,采用5次多项式的数学模型拟合5种不同砌筑方式的本构曲线,如式(1)~(3)所示。

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 \quad (1)$$

$$y = \sigma/f_m \quad (2)$$

$$x = \varepsilon/\varepsilon_0 \quad (3)$$

式中: f_m 为砌体轴心抗压强度平均值; ε_0 为最大应力对应的应变; $a_0 \sim a_5$ 为待定参数。

由条件 1 可得: $a_0 = 0$ 。

令

$$\beta = E_0/E_s \quad (4)$$

由条件②可得: $a_1 = E_0/E_s = \beta$ 。由条件③ ~ ⑥可得线性方程组, 如式(5)所示。

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 3x_c & 6x_c^2 & 10x_c^3 \\ 0 & 1 & 4x_D & 10x_D^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \beta \\ -\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中: x_c 为砌体受压应力 - 应变曲线上的拐点; x_D 为该曲线下降段曲率最大点。

胡智威^[6]通过对普通砖砌体试件进行轴心受压试验, 得到砌筑方式影响系数 k , 其取值如表 1 所示。

表 1 砌筑方式影响系数

砌筑方式	k 值
全顺式	1.07
三顺一丁式	1.04
一顺一丁式	0.98
全丁式	0.92
梅花丁	1.00

将砌筑方式影响系数引入砌体轴心受压应力 - 应变上升段曲线, 如式(6)所示。

$$\varepsilon = -\frac{1}{k460\sqrt{f_m}} \ln\left(1 - \frac{\sigma}{f_m}\right) \quad (6)$$

文献 [7] 中提到, ε_0 可近似取 $\varepsilon_0 = 0.005/f_m^{0.5}$, $E_s = 200 f_m^{1.5}$, 原点的切线模量 E_0 。对式(6)两边关于 ε 求导, 并令 $\sigma = 0$, 得: $E_0 = 460 k f_m^{1.5}$, $\beta = E_0/E_s = 2.3k$ 。

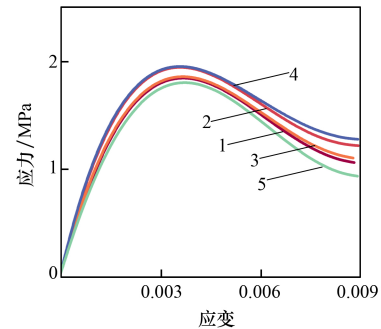
根据相关试验结果^[9], x_c 为砌体受压应力 - 应变曲线上的拐点, 其值为 1.5 ~ 2.0, 近似取

1.7。 x_D 为该曲线下降段曲率最大点, 对应砌体受压极限压应变与峰值应变的比值^[10], 故取 2.5。

将 $\beta = 2.3k$, $x_c = 1.7$, $x_D = 2.5$ 代入矩阵方程 (5), 可解得: $a_2 = 4.4 - 6.0k$, $a_3 = 5.2k - 5.0$, $a_4 = 1.8 - 1.7k$, $a_5 = 0.2k - 0.2$ 。将其代入式 (1), 可得含不同砌筑方式影响系数的砖砌体受压应力 - 应变全过程曲线公式, 如式(7)所示。

$$y = 2.3kx + (4.4 - 6.0k)x^2 + (5.2k - 5.0)x^3 + (1.8 - 1.7k)x^4 + (0.2k - 0.2)x^5 \quad (7)$$

将 k 代入式(7), 由此可得 5 种不同砌筑方式的应力 - 应变曲线, 如图 2 所示。



1——一顺一丁; 2——三顺一丁;

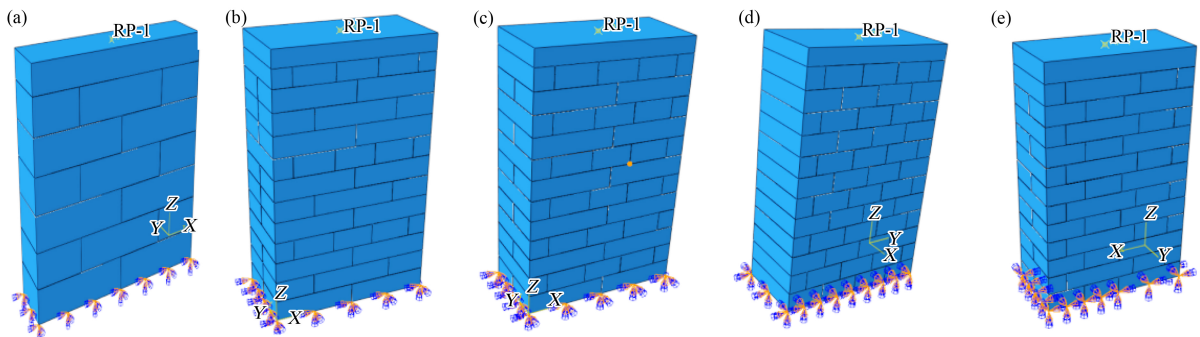
3——梅花丁; 4——全顺; 5——全丁。

图 2 砌体受压应力 - 应变曲线全过程

2 验证分析

2.1 模型参数

为验证所推导砌体受压本构模型的合理性, 将模型计算结果与文献 [6] 中 5 种不同砌筑方式普通砖砌体受压试验结果进行对比分析。根据试验实际情况, 利用有限元软件 ABAQUS 对砖砌体进行分离式模拟, 具体模型如图 3 所示, 根据《砌体基本



(a) 全顺; (b) 三顺一丁; (c) 一顺一丁; (d) 全丁; (e) 梅花丁

图 3 有限元模型

力学性能试验方法标准》(GB/T 50129—2011)规定,高厚比 β 在3~5范围内变化时,砌体抗压强度统计学上无显著差异,故该试验严格按 $\beta=3$ 确定试件几何尺寸。模型尺寸为490 mm×240 mm×756 mm,其中全顺式模型因厚度为120 mm,其尺寸调整为490 mm×115 mm×368 mm。

2.2 承载力对比分析

基于ABAQUS模拟数据分析,5种砌筑方式砌体试件的极限承载力与抗压强度模拟值如表2所示。5种砌筑方式砌体试件的极限承载力与抗压强度试验值如表3所示。

表2 砌体试件抗压强度模拟值

砌筑方式	极限承载力/kN	抗压强度/MPa
全顺式	118.42	2.10
三顺一丁式	235.86	2.00
一顺一丁式	224.66	1.91
全丁式	214.12	1.82
梅花丁式	227.08	1.93

由表2、3可知:抗压强度的模拟值和试验值均较为接近。5种砌筑方式砌体试件的模拟抗压强度值从大到小依次为全顺式、三顺一丁式、梅花丁式、一顺一丁式、全丁式,与试验结果的排序

表3 砌体试件抗压强度试验值

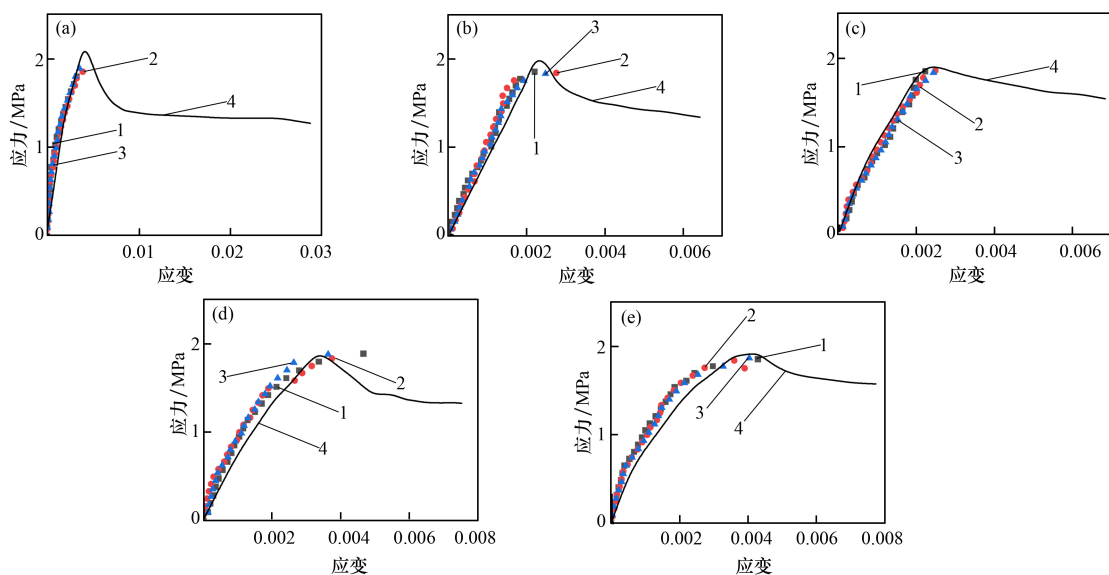
砌筑方式	极限承载力/kN	抗压强度/MPa
全顺式	113.33	2.01
三顺一丁式	234.00	1.98
一顺一丁式	219.66	1.86
全丁式	214.33	1.81
梅花丁式	223.33	1.89

一致。进一步对比极限承载力:全顺式模拟值与试验值的偏差为4.49%,三顺一丁式为0.79%,一顺一丁式为2.28%,全丁式为0.1%,梅花丁式为1.68%。所有偏差均在5%以内,表明模拟结果可靠。

由试验数据与数值模拟结果的对比分析可知,二者仍存在一定差异,主要原因是有限元模型的理想化假设、材料参数测定误差,以及砌筑工艺差异对结构性能的实际影响。

2.3 荷载位移曲线对比分析

文献[6]设计了5种不同砌筑方式的试件,并开展了轴心受压试验。试验结果及各砌体试件的应力-应变曲线如图4所示(图中同时包含试验结果与有限元模拟结果)。通过将有限元软件ABAQUS分析得到的应力-应变曲线与文献[6]



(a) 全顺; (b) 三顺一丁; (c) 一顺一丁; (d) 全丁; (e) 梅花丁

试验: 1—3—1; 2—3—2; 3—3—3; 4—模拟; 5—5—1; 6—5—2; 7—5—3; 8—7—1; 9—7—2;
10—7—3; 11—9—1; 12—9—2; 13—9—3; 14—11—1; 15—11—2; 16—11—3。

图4 各砌体试件的应力-应变曲线

试验结果对比验证发现, 模拟曲线与试验数据虽存在一定偏差, 但整体变化趋势基本一致。

3 砌体墙抗震性能分析

3.1 几何模型

设计 3 片普通烧结砖墙试件, 试件采用八节点六面体线性减缩积分单元 (C3D8R) 对砖与砂浆组合砌块进行建模。其中按一顺一丁、三顺一丁、梅花丁 3 种砌筑方式建立三面砌体墙, 如图 5 所示, 其墙体具体参数如表 4 所示。

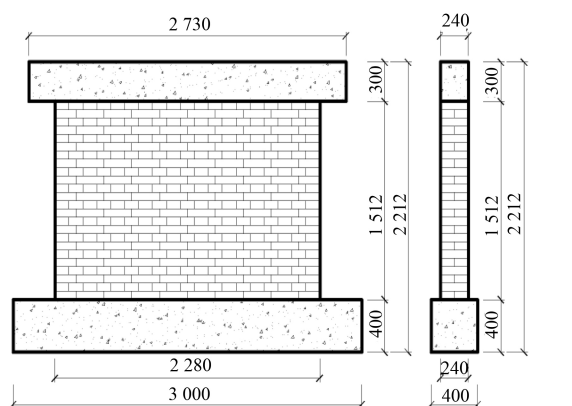


图 5 试件尺寸

表 4 墙片参数

编号	砌筑方式	尺寸(高×宽×厚)/mm	竖向荷载/MPa
W1	一顺一丁	2 250 × 1 500 × 240	0.1
W2	三顺一丁	2 250 × 1 500 × 240	0.1
W3	梅花丁	2 250 × 1 500 × 240	0.1

3.2 边界条件及加载制度

三面墙体的边界条件均设为底部固结, 如图 6 所示, 当墙体宽度较大时, 其两侧约束可忽略不计^[11]。

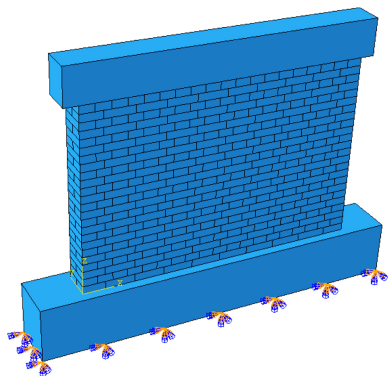


图 6 砌体墙有限元模型边界条件示意

在试件顶部梁侧面中心处设置参考点 L_1 , 将 L_1 与梁侧面设为耦合约束。共设置两个分析步: 1) 对整个砌体试件施加重力荷载(模拟自重), 并在顶部施加 0.1 MPa 竖向荷载; 2) 通过参考点 L_1 对试件施加水平循环往复荷载(位移控制)。根据《建筑抗震试验规程》(JGJ/T 101—2015), 加载制度: 试件屈服前, 每次增加 1 mm 位移量逐级加载, 每级循环 1 次; 屈服后, 每次增加 0.5 倍屈服位移逐级加载, 每级循环 3 次, 直至荷载下降至峰值荷载的 85% 时结束。加载制度如图 7 所示^[12]。

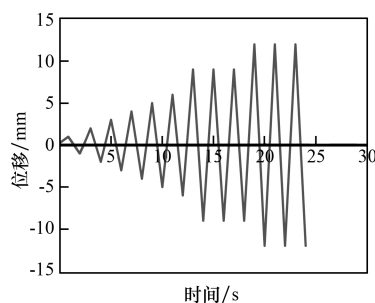


图 7 位移加载制度

3.3 材料参数及本构关系

选用 Mu10 普通烧结砖(尺寸为 240 mm × 113 mm × 53 mm)及 M10 水泥砂浆。文献[13]提供的试验材料参数: 砌体材料密度取 1 900 kg/m³, 泊松比取 0.2, Mu10 普通烧结砖的平均抗压强度为 7.43 MPa, M10 水泥砂浆的平均抗压强度为 7.95 MPa。

施楚贤^[1]在《砌体结构理论与设计》中提出一种砖的弹性模量计算方法, 如式(8)所示。其中: $f_{cu,b}$ 为砖的抗压强度, MPa; f_1 为砖的抗压强度平均值, MPa。

$$E_b = 820 \times f_{cu,b}^{0.75} = 820 \times f_1^{0.75} \quad (8)$$

文献[14]通过对强砂浆、弱砂浆以及中砂浆进行轴心受压试验发现, 砂浆弹性模量 E_m 的取值范围为 100 ~ 400 倍砂浆抗压强度 E_m , 且当 E_m 取 200 倍 f_m 时, 相关系数为 90%。砂浆弹性模量计算公式:

$$E_m = 200 \cdot f_m \quad (9)$$

本文采用两种本构关系: 1) 砌体结构 5 次多项式本构关系, 如式(7)所示; 2) 郑妮娜提出的砌体受拉本构关系, 如式(10)所示。

$$\begin{cases} \frac{\sigma}{f_{tm}} = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_t} \right) & \frac{\varepsilon}{\varepsilon_t} \leq 1 \\ \frac{\sigma}{f_{tm}} = \frac{\varepsilon/\varepsilon_t}{2(\varepsilon/\varepsilon_t - 1)^{1.7} + \varepsilon/\varepsilon_t} & \frac{\varepsilon}{\varepsilon_t} > 1 \end{cases} \quad (10)$$

式中: f_{tm} 为砌体抗拉强度的平均值, MPa; ε_t 为与 f_{tm} 对应的应变。

4 模拟结果分析

4.1 滞回曲线

滞回曲线又称恢复力特性曲线, 一般通过低周反复荷载试验获得, 是分析构件和结构抗震性能的重要工具^[15]。本文试验 3 个试件滞回曲线如图 8 所示。由图 8 可知: 在加载初期荷载较小时, 各试件曲线围合面积较小, 斜率基本不变, 表明墙体处于弹性变形阶段。当墙体开裂后, 曲线围合面积迅速增大; 前几个循环以弯曲变形为主, 各试件均经历弹性变形恢复和塑性变形累积阶段。随着位移加载持续进行, 材料损伤不断累积, 试件刚度逐渐退化, 滞回环由最初细长狭窄的形状逐渐变宽。

对比不同砌筑方式试件的滞回曲线可知: 三顺一丁、一顺一丁砌法墙体的滞回曲线较为接近, 而梅花丁砌法墙体的滞回环面积明显更大, 承载力更高, 表明该砌筑方式可显著提升墙体耗能能力。

在数值模拟中, 因材料本构模型经理想化处理且简化了裂缝开合行为, 所得滞回曲线较为饱满, 捏缩效应较试验结果不明显。梅花丁砌法与三顺一丁、一顺一丁砌法相比, 其丁砖层分布间距更大, 既增强了砌体整体性, 又减少了竖向通缝, 使应力分布更均匀, 因此滞回曲线围合面积

更大, 承载力和耗能能力也相应更强。

4.2 骨架曲线

在循环荷载试验中, 将各滞回环峰值点依次连接形成的曲线称为骨架曲线。图 9 为试件的骨架曲线。由图 9 可知: 骨架曲线分为 3 个典型阶段: 弹性阶段、屈服强化阶段和破坏阶段。在弹性阶段, 骨架曲线呈直线, 荷载与位移线性相关; 当荷载接近开裂荷载时, 曲线斜率逐渐减小, 表明结构出现初始损伤。进入屈服强化阶段后, 随位移持续增加, 骨架曲线斜率不断降低, 反映结构刚度逐步退化。此趋势持续至荷载达峰值承载力, 随后结构进入破坏阶段。梅花丁砌法因砌块交错咬合紧密, 结构整体性强, 其峰值荷载高于一顺一丁和三顺一丁砌法。

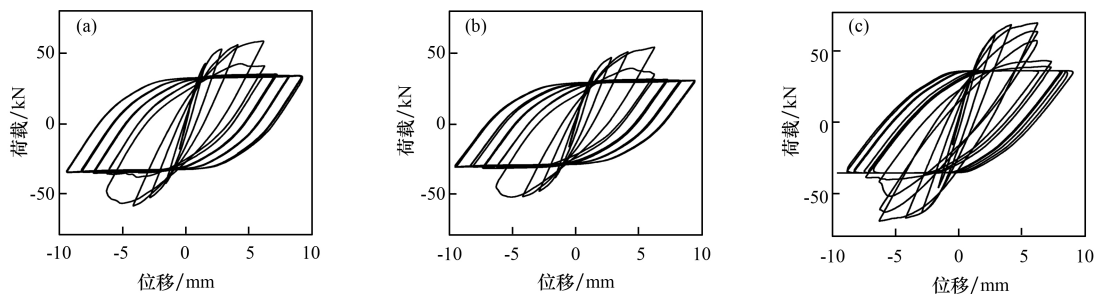
4.3 试件特征点及延性系数

延性是评价结构或构件塑性变形能力的关键指标, 通常采用延性系数 μ 量化, 其定义:

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (11)$$

式中: Δ_u 为极限位移, 通常取承载力下降至峰值荷载 85% 时的位移; Δ_y 为屈服位移, 按能量等效法、几何法和 Park 法的平均值确定。

表 5 为 3 个砌体墙试件 (W1、W2、W3) 在低周往复加载试验中的关键力学性能指标, 包括屈服点、峰值点、极限点 (极限荷载按峰值荷载的 85% 确定) 及延性系数。由表 5 可知: 试件 W1 和 W2 的峰值荷载、极限荷载和延性系数较为接近; 试件 W3 推向的峰值荷载和极限荷载分别为 69.60、59.16 kN, 相较于试件 W1 推向的峰值荷载和极限荷载分别高了 17.51% 和 17.52%, 相较于试件 W2 推向的峰值荷载和极限荷载分别高了

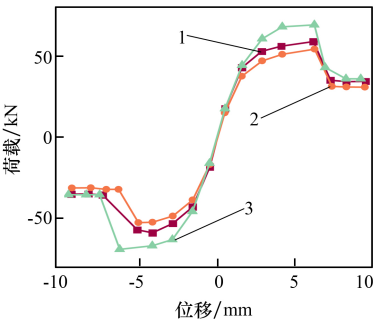


试件编号: (a) W1; (b) W2; (c) W3

图 8 试件滞回曲线

表 5 试件特征点及延性系数

编号	加载方向	屈服		峰值		极限		延性系数
		位移/mm	荷载/kN	位移/mm	荷载/kN	位移/mm	荷载/kN	
W1	推	2.41	49.66	6.20	59.23	6.61	50.34	2.76
	拉	2.32	49.00	4.19	59.06	5.88	50.20	2.53
W2	推	2.69	45.85	6.29	54.61	6.69	46.41	2.46
	拉	2.27	44.05	5.09	52.75	5.58	44.83	2.46
W3	推	2.86	60.63	6.26	69.60	6.54	59.16	2.28
	拉	2.80	61.86	6.29	69.29	6.69	58.90	2.39



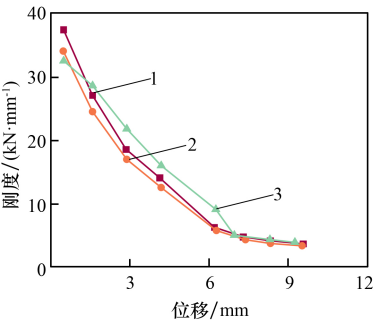
1—W1；2—W2；3—W3。

图 9 骨架曲线

26.88% 和 27.47%。试件延性系数范围为 2.28 ~ 2.76，表明均具备一定塑性变形能力。其中试件 W3 延性较低，因其刚度较大导致屈服位移偏高。总的来说，采用梅花丁砌法可提高承载力，但会降低延性，工程实际应用中需采取构造措施（如加强边界约束）以弥补延性不足。

4.4 刚度退化

图 10 为各试件在低周往复荷载作用下的刚度退化曲线，反映不同位移阶段的结构力学性能变化。由图 10 可知：初始阶段，所有试件的刚度曲



1—W1；2—W2；3—W3。

图 10 试件刚度退化曲线

线基本保持线性稳定，表明结构处于弹性工作状态，未产生明显损伤。其中 W1 初始刚度最高，说明一顺一丁砌筑方式在初始加载阶段具有更强的抗变形能力。开裂发展阶段，刚度开始缓慢退化，表明试件进入弹塑性阶段，微裂缝逐步扩展并累积损伤。位移达到 6 mm 后进入破坏阶段，刚度退化速率显著趋缓，曲线趋于平缓，表明结构进入残余强度阶段。此阶段试件仍具备一定承载能力，但整体变形能力已接近极限。

5 结 论

- (1) 本文提出的考虑砌筑方式的本构模型，解决了传统模拟中因将砌体视为均质材料产生的偏差问题，为砌体结构的精细化数值分析与工程应用提供了更可靠的理论依据。
- (2) 梅花丁砌法相较于一顺一丁和三顺一丁砌法，虽具有初始刚度优势与极限承载力优势，但其延性性能相对受限。该砌法适用于高轴压比工况，以充分发挥其承载力优势。

参考文献：

[1] 施楚贤. 砌体结构理论与设计(第 2 版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

[2] 杨卫忠. 砌体受压本构关系模型[J]. 建筑结构, 2008, 38(10): 80-82.

[3] POWELL B, HODGKINSON H R. Determination of stress-strain relationship of brickwork[M]. Staffordshire; Refractories Division, British Ceramic Research Association, 1976.

[4] 刘桂秋. 砌体结构基本受力性能的研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2005.

[5] 程浩然, 胡松涛, 敬登虎. 面向数值模拟的砖砌体单轴

- 受压本构关系模型研究[J]. 建筑结构,2024,54(8): 107-112;119.
- [6] 胡智威. 砖砌体砌筑方式对其力学性能影响的研究[D]. 长沙:长沙理工大学,2015.
- [7] 吕伟荣,施楚贤. 普通砖砌体受压本构模型[J]. 建筑结构,2006,36(11):77-78;53.
- [8] 过镇海. 混凝土的强度和变形-试验基础和本构关系[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [9] HENDRY A W. STRUCTURAL BRICKWORK [M]. London:Cambridge University Press,1981.
- [10] 庄一舟,黄承逵. 模型砖砌体力学性能的试验研究[J]. 建筑结构,1997,27(2):22-25;35.
- [11] 陈东华. 砖砌体墙平面外受力性能研究[D]. 北京:北京工业大学,2010.
- [12] 李佳,薛海朋,李向宇. 预制钢筋混凝土墙板加固砌体试验研究[J]. 工程建设,2023,55(5):22-28.
- [13] 王欣,王忠凯. ABAQUS 分离式模拟砌体墙性能[J]. 四川建筑科学研究,2023,49(3):33-43.
- [14] KAUSHIK H B. Stress-strain characteristics of clay brick masonry under uniaxial compression[J]. Journal of Materials in Civil Engineering,2007,19(9):728-739.
- [15] 万世有,潘二明,闫文举,等. 双层玻璃纤维网格增强环氧砂浆单面加固砌体墙抗震性能试验研究[J]. 工程建设,2024,56(9):8-13.

《工程建设》期刊投稿系统启用通告

为适应期刊发展需要,提升投稿及稿件处理效率,本刊自 2026 年 1 月 1 日起正式启用网上采编系统。即日起,所有来稿请通过以下官方网站投稿与查询:

采编系统网址: <https://gcjs.cie-cn.com>

投稿流程说明:

1. 首次使用请先完成作者注册;
2. 注册成功后以作者身份登录;
3. 按系统页面提示完成投稿及相关操作。

请广大作者通过本系统进行投稿、查稿等事宜,感谢您的支持与配合!