

改性砂浆砌体受剪性能的试验研究

薛鹏飞,毛达岭,刘立新

(郑州大学土木工程学院,河南 郑州 450002)

摘 要 :新型墙体材料的广泛应用使得普通砂浆黏结性能差的局限性凸现 . 采用聚乙烯醇缩丁醛和甲基纤维素对普通砂浆做合理改性 ,进行了 96 个抗剪试件的正交试验 ,并对试验结果进行正交分析 . 结果表明 ,块体类别是最主要的影响因素 ,其次是聚合物掺量和砂浆强度 ;当聚乙烯醇缩丁醛和甲基纤维素的掺量分别为水泥质量的 20% ~ 30% 和 0.05% ~ 0.1% 时 ,可较大幅度提高砂浆的黏结强度 .

关键词 :砂浆 ,新型墙体材料 ,黏结强度 ,正交设计 ,聚合物

中图分类号 :TU 58+1 文献标识码 :A

0 引言

当前在工程中应用较多的新型墙体材料主要有混凝土小型空心砌块、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖等 . 由于这些新型墙体材料仍采用传统砂浆砌筑 ,砂浆与块材间的黏结性能较差 ,导致工程中大量出现砌体开裂和渗漏情况 ,这不仅影响了工程质量和正常使用 ,而且严重制约了新型墙体材料的推广应用 . 解决上述问题的途径之一是对传统普通砂浆进行合理改性 ,采用掺入一定外加剂的高黏性砂浆取代普通砂浆 .

通过采用不同组分和不同外加剂掺量砂浆砌筑的小试件抗剪强度试验 ,分析了影响砌体与砂浆之间黏结强度的主、次要因素 ,并对外加剂的合理掺量进行了探讨 .

1 改性砂浆的试验研究

影响砌体与砂浆间黏结强度的因素众多 ,为简化试验方案 ,采用正交试验方法 ,将需重点考察的砂浆强度、块体类别、聚合物掺量等因素进入正交表^[1,2].

1.1 原材料

试验采用东华牌 42.5 级普通硅酸盐水泥 . 细骨料采用叶县中砂 ,堆积密度 1 440 kg/m³. 聚合物采用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)和甲基纤维素(MC) ,掺量见表 1. 矿物微粉采用细度模数为 100

~ 120 的石英砂 ,掺量 40% ,减水剂采用传统的木质磺酸钙 ,掺量 0.25% ,PPE 消泡剂 ,液体 ,在试验中采用滴加的形式 . 上述掺量均为水泥用量的相对值 .

1.2 正交试验设计及结果^[3,4]

(1)制定因子水平表 . 重点考察砂浆标号、块体类别、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)和甲基纤维素(MC)掺量四因素对砌体与砂浆间黏结强度的影响 ,每个因素取四水平 ,因子水平见表 1.

表 1 因子水平表(4 因素 4 水平)				
Tab.1 Factor level(four factor , four level)				
因子	A	B	C	D
	砂浆标号	块体类别	PVB 掺量/ %	MC 掺量/ %
水平 1	M5.0	粉煤灰砖	10	0.02
水平 2	M7.5	混凝土块	15	0.05
水平 3	M10	加气块	2	0.08
水平 4	M15	普通黏土砖	25	0.12

说明 :①粉煤灰砖和黏土砖的规格均为 240 mm × 115 mm × 53 mm ,小型加气块和混凝土块的规格为 100 mm × 100 mm × 100 mm ;②粉煤灰砖中粉煤灰含量为 70% ;③聚乙烯醇缩丁醛和甲基纤维素的掺量均为与水泥用量的相对值 ;④木钙、石英砂及消泡剂均固定掺量 ,不进入正交表 .

(2)确定加载方案^[5]. 为使试件受纯剪作用 ,采用双面剪切的形式以消除弯曲的影响^[6]. 采用液压式压力试验机加载 ,加载示意图见图 1.

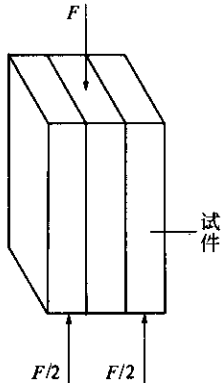


图 1 加载示意图

Fig.1 Schematic of test setup

(3)试验现象及试验结果.通过试验发现,试件的破坏多为单面剪切破坏,破坏时另一剪切面保持完好,没有破坏迹象,破坏形态大体有以下几种:①砂浆与块体间完全剥离破坏;②典型黏结破坏,破坏时砂浆并未与块体完全剥离,仍有部分砂浆附着在块体表面;③块体破坏,少数黏结较好的试件发生了块体被剪坏的情况.

试验采用连续加载,当一个剪切面破坏即认为试件已破坏,通过应变仪上的读数确定破坏荷载,并与压力试验机上的读数互相验证以确保数据的准确.试验结果见表 2.

表 2 $L_{16}(4^5)$ 试验方案与试验结果

Tab.2 $L_{16}(4^5)$ Scheme and result of the experimentation

试验号	砂浆标号	块体类别	PVB 掺量	MC 掺量	空列	破坏荷载/kN	黏结强度/MPa
1	A1	B2	C3	D2	—	2.820	0.141
2	A3	B4	C1	D2	—	34.144	0.620
3	A2	B4	C3	D3	—	42.786	0.775
4	A4	B2	C1	D3	—	3.167	0.158
5	A1	B3	C1	D4	—	2.271	0.114
6	A3	B1	C3	D4	—	18.567	0.48
7	A2	B1	C1	D1	—	13.701	0.248
8	A4	B3	C3	D1	—	3.901	0.195
9	A1	B1	C4	D3	—	22.228	0.403
10	A3	B3	C2	D3	—	2.990	0.150
11	A2	B3	C4	D2	—	2.951	0.171
12	A4	B1	C2	D2	—	21.950	0.398
13	A1	B4	C2	D1	—	22.166	0.402
14	A3	B2	C4	D1	—	3.900	0.195
15	A2	B2	C2	D4	—	2.758	0.232
16	A4	B4	C4	D4	—	54.796	0.993

说明:①为保证试验结果的可信度,每组试验砌筑 6 个小试件,共 $16 \times 6 = 96$ 个试件,表中的破坏荷载是在每组的 6 个试验数据中剔除明显异常数据后,取余下数据的均值;②砌筑完毕后,在室内条件下养护 28 d 后加载.

2 正交实验分析^[3,6]

由于正交表具有均衡搭配性和整齐可比性,在假设试验误差比较小的前提下,可以认为试验结果的波动是由于因子水平的变化引起的.因此可以采用极差分析法,通过比较某因子在不同水平下平均指标的差异,反映该因子水平的变化对指标(即黏结强度)影响的大小.

极差法没有把试验过程中由于试验条件的改变所引起的数据波动与由试验误差所引起的数据波动严格地区别开来,也没有提供一个量化的标准,用来判断所考察的因素的作用是否显著.为了弥补极差分析的这些不足,可采用方差分析的方法.

空列的极差和方差可以用来估计试验误差.设正交表的水平数为 r ,每个水平有 t 次试验,总试验次数为 n ,则 $n = r \times t$.用 M_{ij} 、 m_{ij} 分别表示 j

因子第 i 水平所有试验结果的总和和平均值, R_j 表示 j 因子的极差; T 表示所有试验结果之和, S_j 表示 j 因子方差,则下式成立:

$$R_j = \max\{m_{ij}\} - \min\{m_{ij}\},$$
$$S_j = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^r M_{ij}^2 - \frac{1}{n} T^2.$$

极差分析和方差分析结果见表 3.由表 3 可以看出,极差分析法和方差分析法的结果基本一致,块体类别是影响试件黏结强度的最主要因素,块体发生变化时可引起试验结果在较大范围内波动.由于试验中混凝土砌块和加气块的试验条件与工程应用实际相差较大,实际的混凝土砌块黏结时要求进行表面粗糙处理和水饱和处理,加气块也要进行提前浸水饱和处理.因此,试验中经正交分析得到的块体类别的显著性水平较实际偏高.聚合物掺量和普通砂浆标号影响的显著性水平则基本相当,试验误差较小.

表 3 正交分析指标汇总表

Tab.3 The index of orthogonal analysis

指标	因子 A	因子 B	因子 C	因子 D	空列
M_{1j}	1.060	1.529	1.140	1.065	1.325
M_{2j}	1.424	0.751	1.182	1.324	1.450
M_{3j}	1.472	0.628	1.60	1.486	1.532
M_{4j}	1.744	2.790	1.901	1.819	1.507
m_{1j}	0.265	0.382	0.285	0.267	0.331
m_{2j}	0.356	0.188	0.30	0.331	0.362
m_{3j}	0.368	0.157	0.40	0.372	0.382
m_{4j}	0.436	0.698	0.475	0.455	0.377
R_j	0.171	0.541	0.190	0.188	0.050
S_j	0.019 751	0.247 093	0.027 119	0.024 847	0.005 49
F_j	3.6	45	4.94	4.53	—
显著性	较显著	显著	较显著	较显著	—

说明 ①因子 A、B、C、D 分别表示砂浆标号、块体类别、PVB 掺量以及 MC 掺量 ② F_j 是利用 j 因子的方差 S_j 得到的,反映 j 因子对指标影响的显著性 ③ $F_{0.5}(3,3)=2.9, F_{0.1}(3,3)=5.4$.

为了方便、更直观的看出各因子及各水平对黏结强度的影响,把各水平的试验值取均值(即 m_{ij})得到图 3 的结果.从图中可以清楚地看出各因子水平变化对黏结强度的影响.

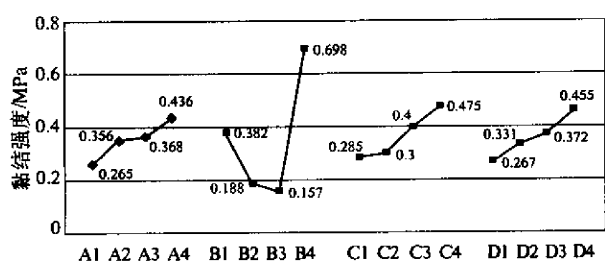


图 3 各因子水平和黏结强度的关系

Fig.3 The relationship between factor level and bond strength

Experimental Study of Shear Strength of Polymer
Modification Grout Masonry

XUE Peng-fei, MAO Da-ling, LIU Li-xin

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract : The deficiency of bond capacity of traditional cement mortar is exposed when the new walling materials are used widely. In this paper, polyvinyl-butyrac(PVB) and methyl cellulose(MC) are chosen as chemical additives to amend the property of normal mortar, orthogonal tests of 96 pieces of shear specimens are carried out, then orthogonal analysis of test results is performed. The results indicate that the sort of walling material is the most important factor in bond capacity of mortar, the mixed quantity of polymer and mortar strength follows, and there is a remarkable increase in mortar bond strength when the mixed quantity of PVB and MC is 20%~30% and 0.05%~0.1% respectively.

Key words : mortar; the new walling material; bond strength; orthogonal design; polymer

随着聚合物掺量的增加(即 C、D 因子水平的提高),黏结强度有较大幅度的增长,这说明选用的聚合物能明显改善普通砂浆的黏结强度,可以用来对普通砂浆做二级改性.

3 结论及建议

(1)与黏土砖相比,新型墙材与砂浆的黏结强度明显偏低.在工程推广应用中必须对普通砂浆进行合理改性;

(2)对黏结强度要求高的场合,在保证砂浆和易性前提下,可在较大范围内提高 PVB 掺量,建议掺量为 20%~30%;

(3)MC 可以在低掺量的情况下改善砂浆的黏结性能,建议掺量为 0.05%~0.1%.

(4)高标号砂浆可以改善砂浆黏结性能,在条件许可的前提下应采用高标号的砂浆;

参考文献:

[1] GBJ129-90 砌体基本力学性能试验方法标准[S].
[2] 王涛,许仲梓.聚合物改性水泥砂浆性能的影响因素[J].混凝土与水泥制品,1996(5):23~26.
[3] 周晓英,谢丽丽.承重粉煤灰砖材料配合比及其力学性能的研究[J].郑州工业大学学报,2001,25(2):81~84.
[4] 陈萌.GRC 网格布加固空心砖砌体受剪性能的研究[J].郑州大学学报(工学版),2002,23(1):86~89.
[5] 骆万康,朱希诚,廖春盛.砌体抗剪强度研究的回顾与新的计算方法[J].重庆建筑大学学报,1995,17(4):41~42.
[6] 钱晓倩,程波,詹树林.砌筑砂浆的改性分析和试验研究[J].混凝土,2003(3):35~37.