

建筑情报资料

第 7904 号

1979 年 1 月

砖砌体泊松系数从值的 初步试验研究

TU362

四川省图书馆

四川省建筑科学研究所

、砖砌体泊松系数 μ 值的初步 试验研究

砖结构是一种历史悠久、使用广泛的建筑结构。但是，关于砖结构的一个基本力学性能数据——泊松系数 μ 值，尚无一个确定的数值。1976年唐山地震以来，许多研究设计单位在砖石房屋抗震研究、设计和加固工作中，急需一个较为准确的 μ 值，以便深入探讨砖结构在水平地震力作用下的受力特性及其墙体的破坏机理和抗剪强度。1977年5月在河北廊坊召开的“抗震研究计划”协调会议上，制定了本研究项目，并下达给我所。现行砖石结构设计规范（GBJ3-73）中也缺这个数据，将来修订规范时，必须补充进去。为此，我们开展了砖砌体 μ 值的实测和研究工作。本文是这项工作的初步成果。

在构件受压（拉）时，构件往轴向缩短（伸长）的同时，还产生侧向膨胀（收缩），亦即当构件长度减短（增长）时，其宽度变大（小）。在弹性范围内，侧向相对变形 ε_1 与轴向相对变形 ε 之比值为一常数，此常数称为泊松比或称泊松系数，即：

$$\mu = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon}$$

为了确定砖结构的 μ 值，我们先后进行了两批砖砌体受压试验，每批六个试件。第一批试件截面尺寸为36.5×49厘米，高107厘米。第二批试件截面尺寸为24×36.5厘米，高69厘米。试验用标准砖，经两次抽样检验，抗压强度平均为198公斤/厘米²。砌筑砂浆采用混合砂浆，第一批砂浆试块的平均强度为71公斤/厘米²，第二批为33公斤/厘米²。为避免施工操作中的不利影响因素，所有

试件由同一砖工砌筑。

试件砌筑完后，在室内自然条件下养护，待砂浆达到早期强度时，即在 500 吨压力机上进行轴向受压试验。试验过程中，用接触式引伸仪测量试件轴向及侧向相对变形。测点布置在试件两个大石的中部，如图 1、2 所示。轴向测点间包括四条水平灰缝，横向测点间包括一条竖向灰缝。

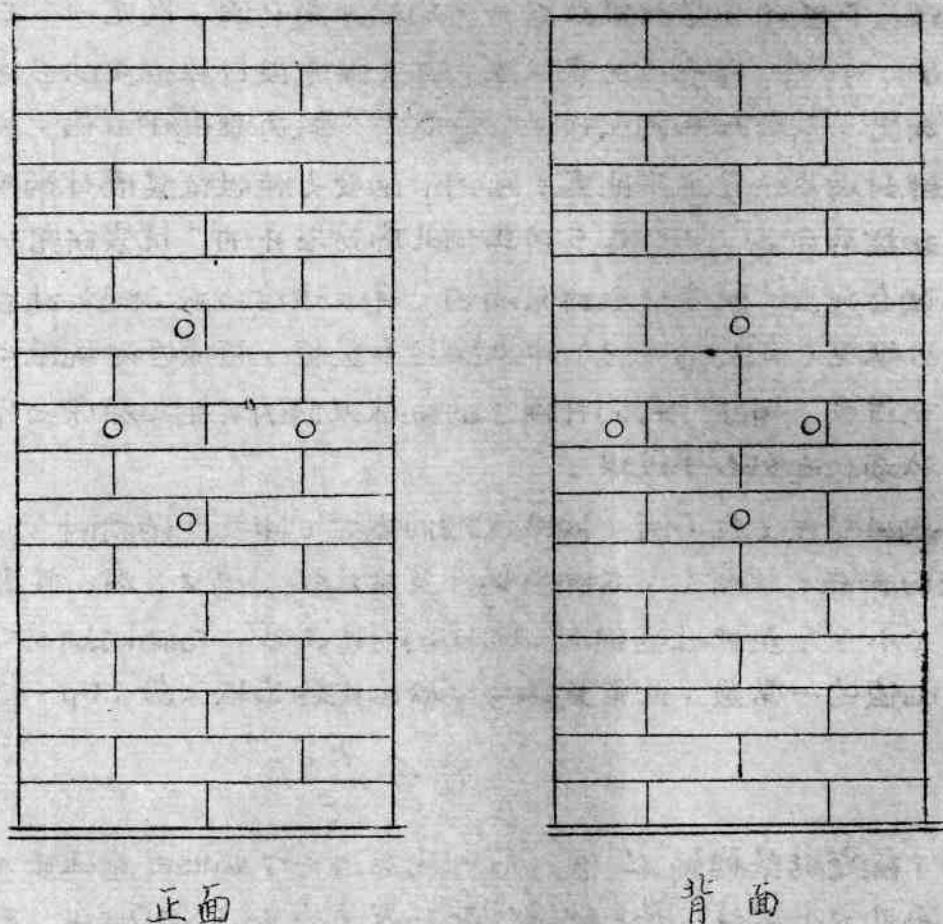


图1. 第一批试件变形测点布置示意

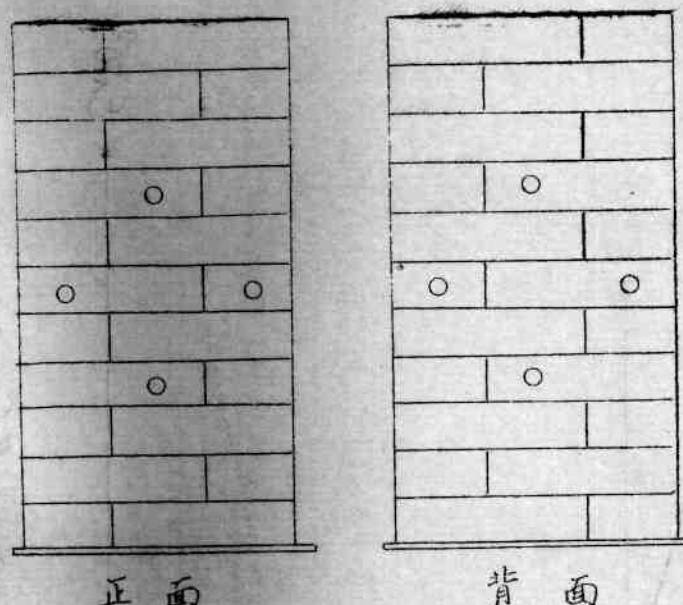


图2. 第二批试件变形测点布置图

试验采用分级加荷方法，每级荷载约相当于破坏荷载的十分之一，直至破坏为止。每加一级荷载稳压 分钟，以便测记其应变值。每个试件，得到两组（正凸、背凸）对应的轴向及侧向应变，分别将其平均，即得该试件在各级荷载下的轴向（ ϵ ）及侧向应变（ ϵ_1 ）值，然后计算出各级荷载下的 μ 值。两组试件的 μ 值同相对应力比值 σ/R 的关系，绘于图 5.6。两批应变数据，归纳，列于表 1.2。根据表 1.2，绘出图 3.4。

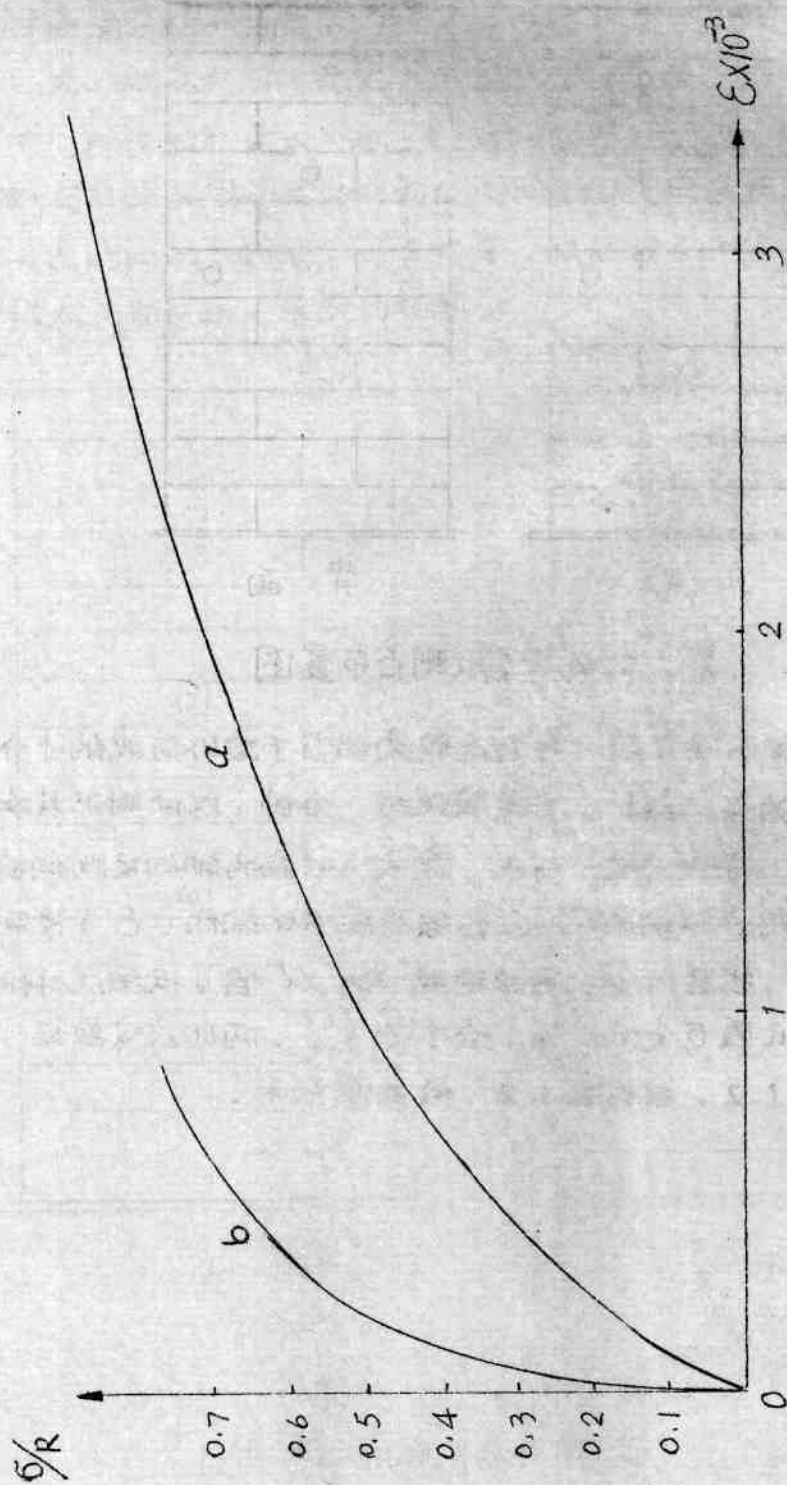


图3. 第一批试件的轴向变形和侧向变形与 σ/ϵ 的关系

a. 轴向变形; b. 侧向变形



图4. 第二批试件的轴向变形和侧向变形与 σ/R 的关系

a. 轴向变形; b. 侧向变形

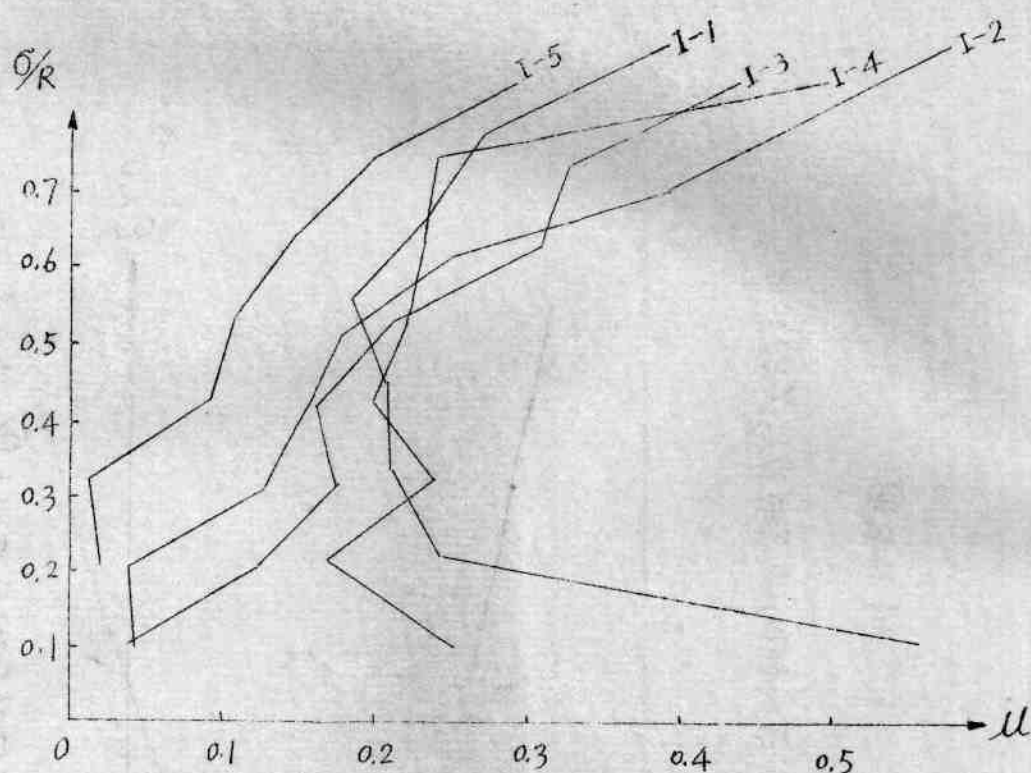


图5. 第一批试件的泊松系数从与 σ/R 的关系

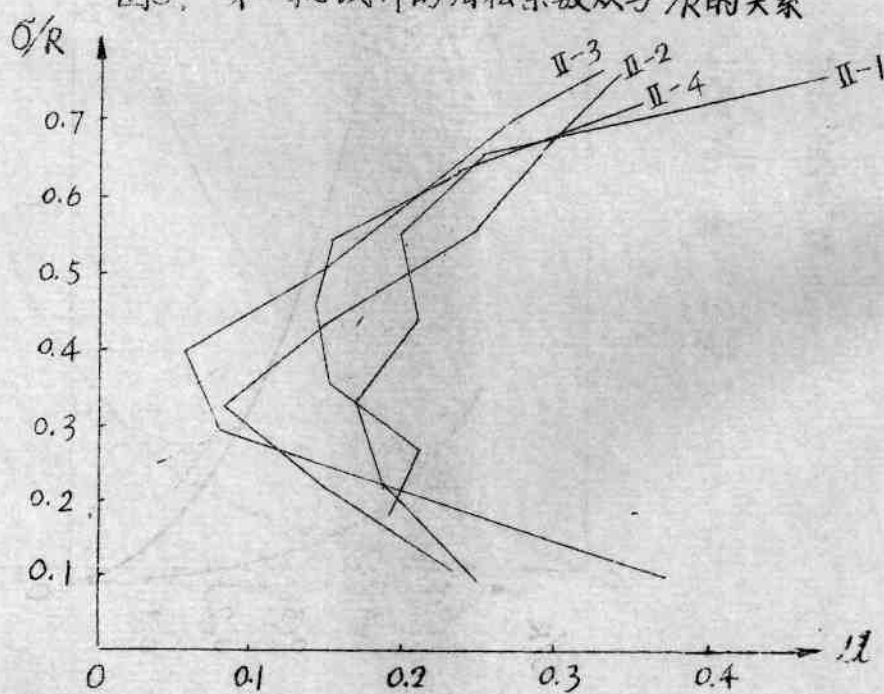


图6. 第二批试件的泊松系数 μ 与 σ/R 的关系

第一批试件应力应变值

一

试件	I-1		I-2		I-3		I-4		I-5		平均	
	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向
σ/R	$R=101 \text{ kg/cm}^2$	$R=109 \text{ kg/cm}^2$	$R=106 \text{ kg/cm}^2$	$R=104 \text{ kg/cm}^2$	$R=104 \text{ kg/cm}^2$	$R=104 \text{ kg/cm}^2$	$R=105 \text{ kg/cm}^2$					
	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{侧向} \\ +E_1 \times 10^{-6} \\ -E \times 10^{-6} \end{matrix}$				
0.11	9	5	12	0.5	14	0.5	8	2	14	0	11	1.6
0.22	29	7	26	1	28	4	24	4	30	0.5	27	3.3
0.33	66	14	48	7	46	8	42	10	53	1	51	8
0.44	91	19	75	15	76	14	73	15	87	8	80	14
0.55	137	24	113	27	114	30	100	26	132	16	118	24.6
0.66	198	43	190	62	169	59	143	39	192	32	177	47
0.77	268	70	252	136	240	96	198	80	262	60	243	88

注：用插值法计算，当 $\sigma/R = 0.43$ 时， $\mu = 0.173$ ； σ 为试件的应力， R 为试件的破坏强度，单位为 kg/cm^2 。

第二批试件应力应变值

表 2

试件 σ/R	II-1		II-2		II-3		II-4		平均	
	$R=83 \text{ kg/cm}^2$		$R=82 \text{ kg/cm}^2$		$R=91 \text{ kg/cm}^2$		$R=88 \text{ kg/cm}^2$		$R_{\text{均}}=86 \text{ kg/cm}^2$	
	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向	轴向	侧向
0.11	8	2	14	4	10	3	13	3	11	3
0.22	32	6	39	6	38	4	47	5	39	5
0.33	83	14	97	8	97	6	113	18	98	12
0.44	163	34	178	27	186	20	204	28	183	27
0.55	264	52	291	69	296	50	310	46	290	54
										μ

注：用插值法计算，当 $\sigma/R=0.43$ 时， $\mu=0.145$ ； σ 为试件的应力， R 为试件的破坏强度，单位为 kg/cm^2

由于试件砌筑质量较好，两批试件的平均抗压破坏强度分别为 105 公斤/厘米^2 和 86 公斤/厘米^2 ，远远高于现行规范规定的数值。

在第一批试件中，有一个试件的应变出现反常现象，当荷载较低时，侧向应变超过轴向应变；当荷载达到破坏荷载的 0.43 倍时， μ 值为 0.72，既超过一般材料 μ 值在 0~0.5 的通常范围，也超过可疑观测数据舍弃标准，故舍去该试验值。第二批试件中，有两个试件由于钢垫板不平，呈现局部受力状态，当荷载分别达到破坏荷载的 0.41 和 0.38 倍时，出现轴向裂缝，贯穿于测试区域，所测数据显然不能反映试件的真实情况，应予舍去。

从图 5、6 所示曲线看来， μ 值的变化大致呈现以下三种情况：1). 当 $\sigma/R = 0 \sim 0.3$ 时， μ 值比较分散，分析其原因，主要是由于试件处于低应力状态，轴向及侧向应变值都较小，测试仪口的灵敏度和误差，相对比较而言，对 μ 值影响较大。2). 当 $\sigma/R = 0.3 \sim 0.7$ 时，数据比较规律，各条曲线比较集中，随着荷载增加， μ 值呈增大趋势。我们认为，这主要是由于侧向变形发展较轴向变形发展急剧所致，这也就是砖砌体在压应力较大时，产生沿轴向拉开裂缝，继而产生破坏的一个主要原因。根据泊松系数的定义及其在计算中的作用，这一阶段的试验数据，是我们分析的重点。3). 当 $\sigma/R > 0.7$ 时，试件先后出现裂缝，所测数据比较分散，各条曲线分布在一个较大的区间。

砖结构不是理想弹性体，即使在较小的荷载下， μ 值同相对应力 σ/R 不是直线关系。那么应取多大应力状态下的 μ 值定为砖砌体的 μ 值呢？

砖石结构设计规范规定，砖砌体受压安全系数为 2.3，即砖砌体正常受力状态下的应力不超过破坏强度的 0.43 倍。所以，取 $\sigma/R = 0.43$ 时的 μ 值，作为砖砌体的泊松系数，是合适的。据此，第一批砖砌体的 μ 平均值为：

根据表1及图3, $\mu = 0.173$; 根据图5, 则

$$\begin{aligned}\mu &= (0.209 + 0.151 + 0.163 + 0.200 + 0.092) \div 5 \\ &= 0.815 \div 5 \\ &= 0.163\end{aligned}$$

两种计算方法, 略有出入。

第二批砖砌体的 μ 值平均为: 根据表2及图4, $\mu = 0.145$; 根据图6, 则

$$\begin{aligned}\mu &= (0.204 + 0.145 + 0.104 + 0.139) \div 4 \\ &= 0.592 \div 4 \\ &= 0.148\end{aligned}$$

同一批试件的试验数据, 用两种分析整理方法, 所得结果, 是会有些出入的。表1、2所列变形数值, 是根据直接量测的数据, 按插值法换算成统一的 σ/R 的情况的数值; 而图5、6, 则是根据各试件实际受力情况下, 直接量测数据描绘出来的, 与前者相比, 减少一道换算手续, 计算结果自然更接近客观实际。

此外, 辽宁省建筑科学研究所曾测过一批砖砌体的泊松系数^[1]。砌体截面尺寸为 24×37 厘米, 高75厘米, 抗压破坏强度为 $17 \sim 30$ 公斤/厘米²。对所测结果, 经进一步整理, 绘于图7, 在 $\sigma/R = 0.43$ 时的 μ 平均值为:

$$\begin{aligned}\mu &= (0.167 + 0.124 + 0.162 + 0.078 + 0.116 + 0.192) \div 6 \\ &= 0.839 \div 6 \\ &= 0.140\end{aligned}$$

此值接近我们第二批试验的测定值, 略低于第一批试验的测定值。由此, 初步认为, 砖砌体抗压强度对 μ 值影响不大。但为了更准确地确定 μ 值, 今后有必要对不同抗压强度的砖砌体, 进行较系统地测定。

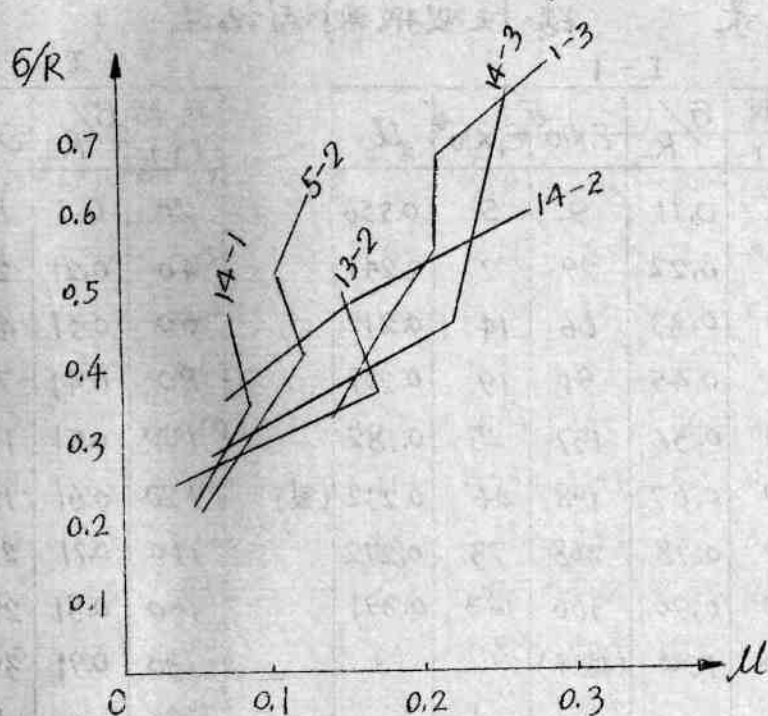


图7. 泊松系数 μ 与 σ/R 的关系(引自辽宁建研所试验数据)

南京新宁砖瓦厂曾测过21个空心砖砌体的泊松系数〔2〕,其平均值为 $\mu=0.16$, (最大为0.265, 最小为0.08)。

综合以上四批测试结果, 泊松系数 μ 值在0.14~0.18之间。在未取得更为准确的测试结果之前, 并考虑到应用上的简便起见, 建议暂按 $\mu=0.15$ 采用。

参 考 资 料

1. 辽宁建研所: 地震区砖墙斜裂缝的修复加固试验研究
1978. 9.
2. 南京新宁砖瓦厂: 用对角加载方法进行砖砌体抗剪试验的阶段工作汇报
1978. 10.

附录 砖柱变形测试记录

I-1

荷载 (T)	δ/R	$-\epsilon \times 10^5$	$+\epsilon_1 \times 10^5$	μ
20	0.11	9	5	0.556
40	0.22	29	7	0.241
60	0.33	66	14	0.212
80	0.45	91	19	0.209
100	0.56	137	25	0.182
120	0.67	198	46	0.232 (裂)
140	0.78	268	73	0.272
160	0.90	366	143	0.391
180	1.00	(破坏)		

I-2

荷载 (T)	δ/R	$-\epsilon \times 10^5$	$+\epsilon_1 \times 10^5$	μ
20	0.1	12	0.5	0.042
40	0.21	26	1	0.038
60	0.31	48	6	0.125
80	0.41	75	—	
100	0.51	113	20	0.177
120	0.61	156	(裂) 38	0.244
140	0.71	224	88	0.392
160	0.81	294	171	0.582
180	0.91	392	390	1.00
195	1.00	(破坏)		

I-3

荷载 (T)	δ/R	$-\epsilon \times 10^5$	$+\epsilon_1 \times 10^5$	μ
20	0.104	14	0.5	0.036
40	0.21	28	4	0.143
60	0.317	46	8	0.174
80	0.42	76	12	0.158
100	0.53	114	24	0.210 (裂)
120	0.63	169	52	0.308
140	0.74	240	78	0.325
160	0.85	322	142	0.441
180	0.94	(失稳)		
190.5	1.00	(破坏)		

I-4

荷载 (T)	δ/R	$-\epsilon \times 10^5$	$+\epsilon_1 \times 10^5$	μ
20	0.106	8	2	0.25
40	0.213	24	4	0.167
60	0.32	42	10	0.238
80	0.43	70	14	0.200
100	0.53	100	22	0.220
120	0.64	143	33	0.231 (裂)
140	0.75	198	69	0.238
160	0.85	270	133	0.5
180	0.95	347	248	0.7
187	1.00	(破坏)		

附录

砖柱变形测试记录

I-5

荷载 (T)	σ/R	$-E \times 10^{-5}$	$+E \times 10^{-5}$	μ
20	0.106	14	0	0
40	0.213	30	0.5	0.016
60	0.32	53	0.5	0.01
80	0.43	87	8	0.092
100	0.53	132	14	0.106
120	0.64	192	28	0.146 (裂)
140	0.75	262	52	0.198
160	0.85	356	104	0.292
180	0.95	456	212	0.465
187	1.00	(破坏)		

II-1

荷载 (T)	σ/R	$-E \times 10^{-5}$	$+E \times 10^{-5}$	μ
8	0.11	8	2	0.25
16	0.22	32	6	0.187
24	0.33	83	14	0.169
32	0.44	163	34	0.208
40	0.55	264	52	0.197
48	0.66	383	97	0.252
56	0.77	492	235	0.477 (裂)
64	0.88	608	468	0.78
73	1.00	(破坏)		

II-2

荷载 (T)	σ/R	$-E \times 10^{-5}$	$+E \times 10^{-5}$	μ
8	0.11	14	4	0.236
16	0.22	39	6	0.154
24	0.33	97	8	0.082
32	0.44	178	27	0.152 (裂)
40	0.56	291	72	0.247
48	0.67	408	119	0.291
56	0.78	516	188	0.364
64	0.89	668	326	0.438
72	1.00	(破坏)		

II-3

荷载 (T)	σ/R	$-E \times 10^{-5}$	$+E \times 10^{-5}$	μ
8	0.10	8	3	0.375
16	0.20	30	—	—
24	0.30	75	6	0.080
32	0.40	146	10	0.069
40	0.50	243	34	0.140
48	0.60	346	68	0.200
56	0.70	454	122	0.269 (裂)
64	0.80	566	204	0.360
72	0.90	711	375	0.527
79.6	1.00	(破坏)		

II-4

荷载 (T)	σ/R	$-\epsilon \times 10^{-6}$	$+\epsilon \times 10^{-6}$	μ
8	0.09	10	—	
16	0.18	28	5	0.179
24	0.27	66	14	0.212
32	0.36	133	20	0.150
40	0.45	212	30	0.141
48	0.545	304	46	0.151
56	0.64	403	95	0.236 (裂)
64	0.73	517	188	0.364
72	0.82	636	326	0.513
80	0.91	—	—	—
88	1.00 (破坏)			

本课题：

技术指导：孙明

参加人员：智琦

叶宗琼

资料整理：侯汝欣

内部资料·注意保存

编辑出版者

四川省建筑科学研究所

出版日期

1979年1月

0.40元