

# 高宽比对于石墙砌体抗剪 试验值的影响和分析

施景勋 卢志红 林建华 施养抗

(土木工程系)

**摘要** 本文利用正交重复试验,探讨高宽比分别为  $H/L=0.58$ 和  $H/L=0.33$ 的两种料石砌体抗剪强度之间的差别.

**关键词** 石墙,高宽比,正交试验,抗剪强度

## 0 问题的提出

我系石结构抗震课题组自1984年至今,对料石墙砌体的抗震性能进行大量的拟动力模拟试验研究,并取得了成果.试验采用均布竖载的悬臂装置(图1),试验的料石墙砌体高宽比  $H/L \geq 0.5$ .但《砌体结构墙体抗震试验技术条例》(初稿)建议:“若采用悬臂装置试验时,试件的高宽比不宜大于1/3”.因此需要探讨:在悬臂装置下,料石墙砌体高宽比大于与小于1/3时,其抗剪试验值的差异,并分析产生这种差异的原因.因此本文是过去工作的一种补充.

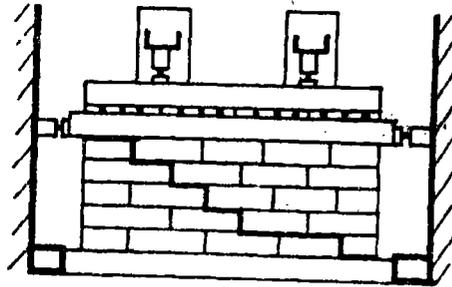


图1 试验装置和剪切缝

## 1 实验方案

为能估计参予试验的各因子的影响大小,采用正交试验法进行试验.试验因子的选取,除

● 本文1991-08-25收到.

杨伟、龚顶子、黄镇国参加试验工作.

高宽比( $H/L$ )外,从过去试验得知:竖向压应力对石墙的抗剪强度有决定性的影响,为探明高宽比( $H/L$ )和压应力( $\sigma$ )之间的交互作用我们把压应力( $\sigma$ )亦取作试验因子。

限于条件,对因子( $H/L$ )和( $\sigma$ )均取两种水平。

1)  $H/L$  的两种水平 第一种水平( $H/L$ )<sub>1</sub>:取过去试验中最常用的高宽比( $H/L$ )<sub>1</sub>=0.58. 这种砌体的高度由五皮料石砌成,其尺寸(长×高×宽)为240×140×24(cm). 考虑到使( $H/L$ )的两种水平的边界条件一致,因此第二种水平( $H/L$ )<sub>2</sub>的墙体高度仍用五皮料石砌成,考虑到当前实验室的加载条件,取( $H/L$ )=0.33,这种砌体的尺寸为420×140×24(cm).

2)  $\sigma$  的两种水平 第一种水平( $\sigma$ )<sub>1</sub>=0.2MPa,考虑到加载能力取第二种水平( $\sigma$ )<sub>2</sub>=0.4MPa. 采用正交表  $L_4(2^3)$  重复试验方案,其表头设计如表1.

表1  $L_4(2^3)$  正交表和表头设计

方案号	( $H/L$ )	( $\sigma$ )	( $H/L$ )×( $\sigma$ )
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

表1中第1列安排因子( $H/L$ ),第2列安排因子( $\sigma$ ),第3列作为( $H/L$ )和( $\sigma$ )的交互作用列. 第1列中标号1表示( $H/L$ )<sub>1</sub>,而标号2表示( $H/L$ )<sub>2</sub>,同样第2列中,标号1表示( $\sigma$ )<sub>1</sub>,而标号2表示( $\sigma$ )<sub>2</sub>. 由不同因子水平组合成四个试验方案,每个方案由3片墙体进行重复试验,共用长墙6片,短墙6片.

## 2 实验概况

实验设备和实验制作与过去完全相同,即采用悬臂式装置,由两台 JSI-50 同步液压千斤顶进行竖向加载,试验开始时一次加载完毕,用 WY300-1B 液压稳压器稳压. 竖向千斤顶一端支撑在反力架上,另一端支撑在分配梁上,而分配梁则支撑在滑板上,滑板将竖向力传给墙体的顶梁,对墙体均匀地施加压力,并保证试验过程中墙体位移不受竖向荷载的约束.

水平荷载由墙体顶梁两端各安上两台 JSI-50 同步液压千斤顶双向循环加载,在顶梁与千斤顶之间装有 GL-A/50t 荷载传感器,每端的两个荷载传感器一个与 LZ<sub>3</sub>-304 的 X-Y 函数仪连接,另一个与电子秤连接. 在墙体两侧的顶端中点,浇连一薄钢板,在薄钢板的两侧,加上两个相向的 WBD-30 机电百分表,并与 X-Y 函数仪相连以量测墙的顶端位移. 百分表的底座与墙的底梁相连,使得所测的位移为墙顶部相对于底部位移值. 在 X-Y 函数仪上绘制墙体试验的滞回曲线,水平荷载由 X-Y 函数仪和电子秤人工报数相互校核.

12片墙均采用相同配方的混合砂浆,由一名三级瓦工砌筑,在实验室内养护28天后进行实验.

以位移开始急剧增大,或荷载加不上去为墙体的破坏荷载. 各墙体破坏时均出现踏步裂缝,踏步裂缝从墙顶部首先出现,然后向墙底发展,可能由于长墙刚度过大,在 X-Y 函数仪上将位移放大系数增加到40时仍然难以绘出. 同时,达到破坏时,往往伴有巨大的响声.

### 3 因子影响的显著性检验

4个试验方案,每个方案由3片墙体重复试验的抗剪强度 $(R_r)_{ik}$ 值列于表2.

为了进行  $F$  检验,表2中含有一些计算值,其中  $I_j$  表示:正交表  $j$  列的因子第1种水平的6片墙体的试验值 $(R_r)_{ik}$ 之和,例如  $I_1=0.244+0.218+0.218+0.372+0.349+0.311=1.712$ ,而  $\mathbf{I}_j$  是表示  $j$  列因子,第2种水平的6片墙体的试验值 $(R_r)_{ik}$ 之和,例如  $\mathbf{I}_1=0.246+0.270+0.260+0.369+0.365+0.367=1.877$ .  $S_j$  即表示  $j$  列因子两种水平的偏差平方.

表2 各试验方案及其试验成果的汇总(MPa)

方 案	(H/L)	( $\sigma$ )	(H/L)×( $\sigma$ )	抗剪强度实验值			平均值
	1	2	3	$(R_r)_{ik} (i=4, k=3)$			$(\bar{R}_r)_i$
1	1	1	1	0.244	0.218	0.218	0.227
2	1	2	2	0.372	0.349	0.311	0.344
3	2	1	2	0.246	0.270	0.260	0.259
4	2	2	1	0.369	0.365	0.367	0.367
$I_j$	1.712	1.456	1.781				
$\mathbf{I}_j$	1.877	2.133	1.808				
$I_j - \mathbf{I}_j$	-0.165	-0.677	-0.027				
$(I_j - \mathbf{I}_j)^2$	$2.723 \times 10^{-2}$	$4.583 \times 10^{-1}$	$0.073 \times 10^{-2}$				
$S_j = \frac{(I_j - \mathbf{I}_j)^2}{12}$	$2.269 \times 10^{-3}$	$0.382 \times 10^{-1}$	$0.608 \times 10^{-4}$				

$$\bar{R}_r = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^4 \sum_{k=1}^3 (R_r)_{ik}$$

$$= 0.2991$$

用下式计算第二类误差的偏差平方和  $S_e$ :  $S_e = \sum_{i=1}^4 \sum_{k=1}^3 [(R_r)_{ik} - (\bar{R}_r)_i]^2$ , 求得  $S_e = 0.265 \times 10^{-2}$ , 其自由度  $f_e = 8$ .

因子影响的显著性检验计算如表3. 表中分子的自由度  $f_x = 1$ , 分母的自由度  $f_e = 8$ ; 信度为1%的  $F_{0.01}(1, 8) = 11.3$ ; 信度为5%的  $F_{0.05}(1, 8) = 5.32$ ; 信度为10%的  $F_{0.1}(1, 8) = 3.46$ .

表3 因子影响的显著性方差分析表\*

方差来源	偏差平方和	自由度	平均偏差平方和	$F_R$	显著性
(H/L)	$S_{(H/L)} = 2.269 \times 10^{-3}$	1	$\frac{S_{(H/L)}}{f_x} = 2.269 \times 10^{-3}$	$F_{(H/L)} = \frac{2.269 \times 10^{-3}}{3.31 \times 10^{-4}} = 6.85$	$> F_{0.05}(1, 8)$
( $\sigma$ )	$S_{(\sigma)} = 0.382 \times 10^{-1}$	1	$\frac{S_{(\sigma)}}{f_x} = 0.382 \times 10^{-1}$	$F_{(\sigma)} = \frac{0.382 \times 10^{-1}}{3.31 \times 10^{-4}} = 115.41$	$> F_{0.01}(1, 8)$
(H/L)×( $\sigma$ )	$S_{(H/L) \times (\sigma)} = 0.608 \times 10^{-4}$	1	$\frac{S_{(H/L) \times (\sigma)}}{f_x} = 0.608 \times 10^{-4}$	$F_{(H/L) \times (\sigma)} = \frac{0.608 \times 10^{-4}}{3.31 \times 10^{-4}} = 0.184$	$< F_{0.1}(1, 8)$
误差 $e$	$S_e = 0.265 \times 10^{-2}$	8	$\frac{S_e}{f_e} = 0.331 \times 10^{-3}$		

\* 表中  $F_R = (S_x/f_x)/(S_e/f_e)$ ,  $x$  代表方差来源.

由表3, 可知以下(1)~(3).

(1)  $F_{0.01}(1, 8) > F_{(H/L)} > F_{0.05}(1, 8)$  指明: 认为“石墙的高宽比对石墙的抗剪试验值没有影响”的可信程度小于5%, 因而具有显著性的影响.

(2)  $F_{(\sigma)} > F_{0.01}(1, 8)$  指明:认为“石墙的正压力对石墙的抗剪试验值没有影响”的可信程度小于1%.再次证明正压力具有高度显著性的影响.

(3)  $F_{(H/L) \times (\sigma)} < F_{0.1}(1, 8)$  说明交互作用所起的差异不显著.换言之,除高宽比( $H/L$ )和压应力( $\sigma$ )等被控制因子外,尚有没有被控制的实验因素(例如砂浆等级或料石性能的离散)引起试验值的偏差以及试验时各种干扰产生的误差的存在.交互作用的影响绝对值小于误差绝对值是经常出现的.

因此,实验因子对抗剪试验值的影响值由大到小的排列为:压应力,高宽比,交互作用.

### 4 关于数据结构的分析

为了定量地说明各被控制因子对料石墙体抗剪强度  $R_r$  的影响,我们分析其数据结构.

抗剪强度  $R_r$  可以认为由两部分数据组成

$$(R_r)_{ik} = m_i + \epsilon_{ik}, \tag{1}$$

其中,  $m_i$  为实验方案  $i$  应有的理论值;  $\epsilon_{ik}$  为实验方案  $i$  的  $K$  次重复试验时未加控制因素对  $R_r$  的影响值.

理论值  $m$  又可写成

$$m = \mu + a + b + a \times b, \tag{2}$$

其中,  $\mu$  为不随因子水平变化的一般平均值;  $a$  为相对于一般平均值, ( $H/L$ ) 对  $R_r$  的影响值;  $b$  为相对于一般平均值, ( $\sigma$ ) 对  $R_r$  的影响值;  $a \times b$  为相对于一般平均值, 交互作用对  $R_r$  的影响值.

本试验有12个数据结构式,式(2)可以写成

$$\left. \begin{aligned} (R_r)_{1k} &= m_1 + \epsilon_{1k} = \mu + a_1 + b_1 + a_1 \times b_1 + \epsilon_{1k}, \\ (R_r)_{2k} &= m_2 + \epsilon_{2k} = \mu + a_1 + b_2 + a_1 \times b_2 + \epsilon_{2k}, \\ (R_r)_{3k} &= m_3 + \epsilon_{3k} = \mu + a_2 + b_1 + a_2 \times b_1 + \epsilon_{3k}, \\ (R_r)_{4k} &= m_4 + \epsilon_{4k} = \mu + a_2 + b_2 + a_2 \times b_2 + \epsilon_{4k}, \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

( $K = 1, 2, 3$ ),

其中,  $a$  和  $b$  的下标代表因子的水平.

$\hat{m}, \hat{\mu}, \hat{a}, \hat{b}$  和  $a \times b$  是  $m, \mu, a, b$  和  $a \times b$  的估计值. 根据最小二乘法的原则:理论值的估计值  $\hat{m}$  与实测值之间的残差平方和  $Q$  达到最小时,则理论值与估计值最接近.

$$Q = \sum_{i=1}^4 [(\bar{R}_r)_i - \hat{m}_i]^2, \tag{4}$$

把式(2)代入式(4),并分别对  $\hat{\mu}, \hat{a}, \hat{b}$  和  $a \times b$  取极值即得

$$\begin{aligned} \hat{\mu} &= \frac{1}{12} \sum_{i=1}^4 (\bar{R}_r)_i = 0.2991 \quad (\text{MPa}), \\ \hat{a}_1 &= \frac{1}{6} [(\bar{R}_r)_1 + (\bar{R}_r)_2] - \bar{R}_r = -0.0138 \quad (\text{MPa}), \\ \hat{a}_2 &= \frac{1}{6} [(\bar{R}_r)_3 + (\bar{R}_r)_4] - \bar{R}_r = +0.0138 \quad (\text{MPa}), \end{aligned}$$

$$\hat{b}_1 = \frac{1}{6}[(\bar{R}_r)_1 + (\bar{R}_r)_3] - \bar{R}_r = -0.0564 \text{ (MPa)},$$

$$\hat{b}_2 = \frac{1}{6}[(\bar{R}_r)_2 + (\bar{R}_r)_4] - \bar{R}_r = +0.0564 \text{ (MPa)},$$

$$\hat{a}_1 \times \hat{b}_1 = \frac{1}{3}(\bar{R}_r)_1 - \hat{a}_1 - \hat{b}_1 - \bar{R}_r = -0.0223 \times 10^{-1} \text{ (MPa)},$$

$$\hat{a}_1 \times \hat{b}_2 = \frac{1}{3}(\bar{R}_r)_2 - \hat{a}_1 - \hat{b}_2 - \bar{R}_r = +0.0223 \times 10^{-1} \text{ (MPa)},$$

$$\hat{a}_2 \times \hat{b}_1 = \frac{1}{3}(\bar{R}_r)_3 - \hat{a}_2 - \hat{b}_1 - \bar{R}_r = +0.0217 \times 10^{-1} \text{ (MPa)},$$

$$\hat{a}_2 \times \hat{b}_2 = \frac{1}{3}(\bar{R}_r)_4 - \hat{a}_2 - \hat{b}_2 - \bar{R}_r = -0.0217 \times 10^{-1} \text{ (MPa)}.$$

通过上述的分析,我们试进行下述的力学解析.由于一般平均的估计值  $\hat{\mu}$  是假定因子水平的变化对12片墙抗剪试验值没有影响的抗剪强度的理论估计值,而  $\hat{a}$ ,  $\hat{b}$  和  $\hat{a} \times \hat{b}$  是由于  $(H/L)$  和  $(\sigma)$  的水平单独变化时,对一般平均值的修正值.因此,有以下三方面情况.

1) 项  $\hat{b}$  反映仅  $(\sigma)$  水平变化对一般平均值的修正,长墙和短墙的抗剪强度均存在

$$\left. \begin{aligned} \text{当 } (\sigma)_1 = 0.2 \text{ MPa 时, } R_{r1} &= \mu + \hat{b}_1 = 0.2427 \text{ MPa,} \\ \text{当 } (\sigma)_2 = 0.4 \text{ MPa 时, } R_{r2} &= \mu + \hat{b}_2 = 0.3555 \text{ MPa,} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

不管是长墙或是短墙在  $R_r - \sigma$  坐标中,由关系(5)绘出同一直线(见图2),令  $f = \text{tg}\varphi = \frac{R_{r2} - R_{r1}}{(\sigma)_2 - (\sigma)_1} = 0.564$ ,  $f$  表示砌体灰缝材料之间的摩擦系数.

2) 项  $\hat{a}$  反映仅  $(H/L)$  水平变化对一般平均值的修正.它反映了两墙的几何尺度不同,截面的剪应力分布不同,以及弯曲力矩产生两墙灰缝的拉应力之间的差别.若把  $\hat{a}$  项加进关系式(5)得.式(6)和式(7).对于长墙,有

$$\left. \begin{aligned} \text{当 } (\sigma)_1 = 0.2 \text{ MPa 时, } R_{r1} &= \hat{\mu} + \hat{b}_1 + \hat{a}_2 = 0.2565 \text{ MPa,} \\ \text{当 } (\sigma)_2 = 0.4 \text{ MPa 时, } R_{r2} &= \hat{\mu} + \hat{b}_2 + \hat{a}_2 = 0.3693 \text{ MPa,} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{对于短墙,有} \\ \text{当 } (\sigma)_1 = 0.2 \text{ MPa 时, } R_{r1} &= \hat{\mu} + \hat{b}_1 + \hat{a}_1 = 0.2289 \text{ MPa,} \\ \text{当 } (\sigma)_2 = 0.4 \text{ MPa 时, } R_{r2} &= \hat{\mu} + \hat{b}_2 + \hat{a}_1 = 0.3417 \text{ MPa,} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

项  $\hat{a}$  与  $\sigma$  无关,为了说明问题我们把关系(6)和(7)表示在  $R_r - \sigma$  坐标中,并强令用直线连接(见图3),得到两根斜率相同( $f=0.564$ )的直线,由图可以看出:对同一个抗剪强度  $R_r$ ,为了消除拉应力之间的差别,短墙比长墙所加的压应力  $\sigma$  需大.

3) 项  $\hat{a} \times \hat{b}$  反映  $(H/L)$  和  $(\sigma)$  的不同水平组合对抗剪强度  $R_r$  交互影响而产生的修正值.

把  $\hat{a} \times \hat{b}$  项加到关系(6)和(7),得式(8),(9).

对于长墙,有

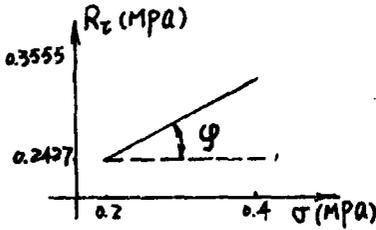


图2 项  $\hat{b}$  对  $R_\tau$ - $\sigma$  影响

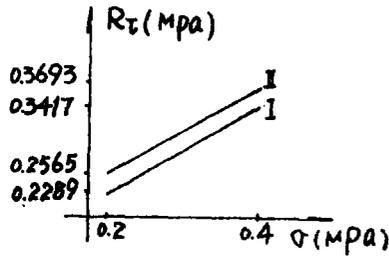


图3 项  $\hat{a}$  对  $R_\tau$ - $\sigma$  影响  
I—短墙, II—长墙

$$\left. \begin{aligned} \text{当 } (\sigma)_1 = 0.2 \text{ MPa 时, } R_{\tau_1} = \hat{m}_1 = \hat{\mu} + \hat{a}_2 + \hat{b}_1 + a_2 \times b_1 = 0.259 \text{ MPa,} \\ \text{当 } (\sigma)_2 = 0.4 \text{ MPa 时, } R_{\tau_2} = \hat{m}_2 = \hat{\mu} + \hat{a}_2 + \hat{b}_2 + a_2 \times b_2 = 0.367 \text{ MPa,} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

对于短墙有

$$\left. \begin{aligned} \text{当 } (\sigma)_1 = 0.2 \text{ MPa 时, } R_{\tau_1} = \hat{m}_3 = \hat{\mu} + \hat{a}_1 + \hat{b}_1 + a_1 \times b_1 = 0.227 \text{ MPa,} \\ \text{当 } (\sigma)_2 = 0.4 \text{ MPa 时, } R_{\tau_2} = \hat{m}_4 = \hat{\mu} + \hat{a}_1 + \hat{b}_2 + a_1 \times b_2 = 0.311 \text{ MPa.} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

由于关系(8)和(9)是(H/L)和(σ)交互作用对关系(6)和(7)的修正值,因而可把关系(8)和(9)在  $R_\tau$ - $\sigma$  的坐标中标出并用直线连接,得到两根斜率不同的直线(图4).长墙的斜率  $f = 0.54$ ,短墙的斜率  $f = 0.585$ .这种现象的产生可能是:当剪应力  $R_\tau$  较小时,为了平衡弯曲力矩产生的拉应力,短墙需要的压应力比长墙大,由于料石凹凸不平在较大的压应力作用下,灰缝产生的

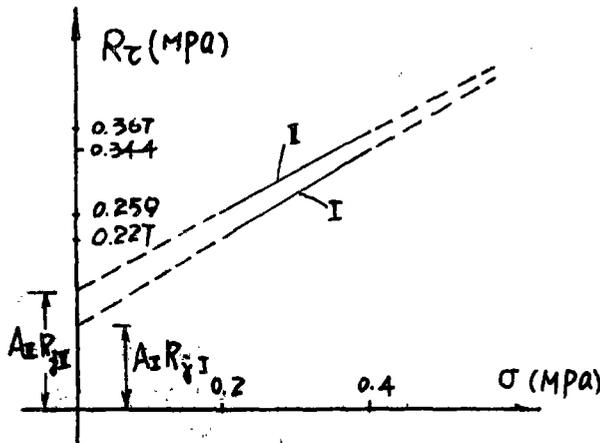


图4 两墙的  $R_\tau$ - $\sigma$  关系  
I—短墙, II—长墙

局部应力大,而当剪应力  $R_\tau$  较大时,由于长墙的竖向灰缝比短墙多,截面的剪应力分布不同,引起抗剪强度的降低而产生的修正值.显然  $\hat{a}$  和  $a \times b$  与墙体的几何特性的关系甚大.

## 5 关于几何特性对计算值的影响

砌体的剪切型破坏,用下列经验公式描绘

$$R_t = AR_j + f\sigma, \quad (10)$$

其中,  $R_t$  为砌体抗剪强度(MPa);  $\sigma$  为作用在砌体的压应力(MPa);  $A$  和  $f$  为方程的两个系数;  $R_j$  为料石试件的通缝抗剪强度(MPa)。

根据本试验的砌筑方法,采用原有料石试件的通缝抗剪强度公式

$$R_j = 0.119 \sqrt{R_s}, \quad (11)$$

其中,  $R_s$  为墙体砌筑时所用的砂浆强度等级。

利用图4短墙的直线方程,求得短墙的

$$AR_j = 0.11(\text{MPa}), \quad (12)$$

把墙体砌筑时留有的砂浆试块的  $R_s$  代入式(11)和式(12)则得短墙的  $A=0.494$ 。因此得短墙的式(10)表示的具体公式为

$$R_t = 0.494R_j + 0.585\sigma. \quad (13)$$

式(13)与我们过去用回归方法得的公式

$$R_t = 0.48R_j + 0.586\sigma \quad (14)$$

是非常接近的,说明试验的可重复性。

用同样的方法得到长墙的式(10)的具体公式

$$R_t = 0.856R_j + 0.54\sigma. \quad (15)$$

由式(13)和(15)可以看出,式(10)中的系数  $A$  和  $f$  是与砌体几何形体有关的两个系数( $f$  还与材料摩擦系数有关)。

从图4看出,由于两条直线的斜率不同,它们必有一个交点,在交点之前,长墙的抗剪强度大于短墙,交点之后,短墙的抗剪强度大于长墙。后者出现在压应力( $\sigma$ )较大的情况(相应于石房层数较多),因而是我们关心的。若用式(10)直接求这个交点甚感不便其原因是式(10)中含有与砂浆等级  $R_s$  有关的  $R_j$  项,而施工中的砂浆等级  $R_s$  是多种多样的,为了更具有通用性,当考虑到实际工程中砌体强度和砂浆强度的变异等,人们将式(10)乘以0.45得抗震抗剪强度设计值  $f_{vE}$

$$f_{vE} = 0.45R_t = [A + 0.45f(\sigma/f_v)]f_v = \xi_N \cdot f_v, \quad (16)$$

其中

$$f_v = 0.45R_s, \quad (17)$$

$$\xi_N = A + 0.45f(\sigma/f_v). \quad (18)$$

$\xi_N$  称正应力影响系数,利用两正应力影响系数  $\xi_N$  相等,求两直线交点的  $\sigma/f_v$  值,得

$$\sigma/f_v = 18.1. \quad (19)$$

因此,  $\sigma/f_v < 18.1$  时,长墙的抗震抗剪强度大于短墙,而  $\sigma/f_v > 18.1$  时,短墙的抗震抗剪强度大于长墙。

## 6 结论

本文利用正交重复试验法探讨高宽比分别为  $H/L=0.58$  和  $H/L=0.33$  两种石墙抗剪强度之间的差别,对于这些差别给予定性和定量的描述,并对其原因进行力学的可能性解释,说明正交重复试验法对本课题的研究的有效性。

本文取高宽比和压应力作为试验的控制因子,每个因子均取两种水平,与未被控制的因素比较,对试验结果的影响:压应力的变化具有高度显著性的影响,高宽比的变化,具有显著性的影响,而压应力和高宽比交互作用的影响存在,但并不显著,虽然如此,剪摩公式(式(10))中的系数  $A$  和  $f$  却明显地随料石墙砌体的几何形体而变化。

当墙高相等,  $\sigma/f$  较小时长墙的抗剪强度比短墙大,  $\sigma/f$  较大时长墙的抗剪强度比短墙小,  $\sigma/f_0=18.1$  为分界点.  $\sigma/f_0>18.1$  时,一般是石房的层数较多,是抗震设防的重点,应给予特别注意,长墙的  $R-\sigma$  线的斜率是短墙的92%,为安全计,建议把过去得到的回归公式的  $f$  值乘上0.9的折减系数作为规范取值的推荐公式。

文献[2]中用剪摩公式统计全国9家100个砖砌体的试验值,研究试件尺寸对抗剪强度的影响,当排除各家试验装置,试件形状和测试水准的不统一后得出的结论与本文的结果是一致的,本文以石砌体为研究对象,尽管试件尺寸不同,但试验装置和测试水准相同,同时由于采用正交试验法,因而能给出试件尺寸对抗剪强度影响一定的力学解释。

### 参 考 文 献

- [1] 上海市科学技术交流站编,正交试验设计法,上海人民出版社,(1975).
- [2] 杨玉成、杨亚玲等,砖墙体抗剪强度试验结果的统计公析,全国地震工程会议论文集(二),(1984).
- [3] 西安冶金建筑学院工程结构研究所等,反复荷载下配筋空心砖墙的抗剪强度试验研究,全国地震工程会议论文集(二),(1984).
- [4] 中华人民共和国国家标准,建筑抗震设计规范 GBJ11—89,(1989).

## Influence and Analysis of Height to Width Ratio of Stone Walls on Their Shear Strengths

Shi Jingxun      Lu Zhihong  
Lin Jianhua      Shi Yanghang  
(Department of Civil Engineering)

**Abstract** By use of quadrature and repetition experiment, the authors inquire into the difference between the experimental values of shear strength of two stone walls with a height to width ratio of 0.58 and 0.33 respectively.

**Key words** stone wall, height to width ratio, quadrature experiment, shear strength