

全國工業交通展覽會建築工業館

技術資料

24公分厚空斗牆的試驗研究

北京市規劃局設計院



建築工程出版社

64

8

24公分厚空斗牆的試驗研究

北京市規劃局設計院 編

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本資料比較詳細地記述了24公分厚空斗磚牆的試驗結果,為在實際設計中採用這種磚牆砌體提供了寶貴的資料。全部資料是由下列五部分組成的: 1. 軸心受壓試驗; 2. 偏心(大偏心)受壓試驗; 3. 導熱試驗; 4. 經濟價值及初步結論; 5. 斗磚砌體系統試驗研究。此種砌體經試驗證明,其經濟價值可比實心牆的造價節約36%。

此資料可供建築工業設計、施工及科學研究人員參考。

24公分厚空斗牆的試驗研究

北京市規劃局設計院 編

編 輯: 歐陽星耀 設 計: 趙文林

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷 10,110冊

787×1092 · 1/32 · 75千字 · 印張 3⁵/16 · 定價(9) 0.32元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 統一書號 15040 · 1180

建築工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

目 录

前 言.....	4
一、24公分厚空斗砖墙軸心受压試驗.....	6
二、24公分厚空斗墙偏心(大偏心)受压試驗.....	30
三、24空斗墙导热試驗.....	44
四、24空斗墙的經濟价值及初步結論.....	54
五、斗砖砌体系統試驗研究.....	56

前 言

在我国社会主义伟大的建設中，如何降低民用建筑的造价，是我們設計工作者的一項主要課題，根据苏联先进經驗，用实心砖砌筑的实体牆壁，由于其单位体积重，及需要耗費大量材料、运输工具和劳动力，以致造价高昂，并且实体牆壁的强度，在低层房屋中，或多层建筑物的上部楼层通常都不能被充分利用，所以在結構的設計上是不經濟的，于是苏联政府曾經頒发了“实心砖砌之輕体牆設計及施工指标”，根据我們这几年来設計的工程初步統計按“类似工程概算指标”資料将不同类别的建筑物所用的砖数及其在工程中所占的造价归納如表 1。

每平方米建筑面积砖墙指标 表 1

建筑类别	磚牆数量 (立方公尺)	磚牆合价 (元)	土建工程 总 价 (元)	备 注
營 宿	0.482	13.65	53.04	二、三、四层混合結構
單 宿	0.407	11.35	40.12	四、五层混合結構
办 公 樓	0.500	11.47	40.34	三、四、五层混合結構
中 学	0.431	11.83	41.08	三层混合結構(十八班中学)
平 均	0.455	12.08	43.65	管理費及利潤在外

由表 1 可见在普通砖墙承重的混合建筑中(一般民用建筑)每平方米建筑面积的砖砌体約計 0.455 立方公尺，約合 12.08 元，將占全部土建造价的 30% 左右，如果砌体能節約 30%，則每平方米建筑面积的工程造价(包括管理利潤等費用 18.7%

在內)即可降低4元以上,在我国大规模的社会主义建設事业中將是一个有着重大意义的数字。利用24公分厚空斗墙(无眠砖)包括实心砖带及轉角交接处的实心部分在內,是可以比24公分实心墙节省30%的。

我們祖先在很早以前就采用了輕体墙来建造房屋,一般常见的有两种,一种是填土的空斗墙,另一种是不填土的空斗墙,砌法有的是一斗一眠,有的是三斗一眠,还有斗拉斗砌不加眠砖的,不过一般多是用在非承重的围护墙和分隔墙,而很少用它来承重。今年我院在标准住宅設計中曾經采用了这种空斗墙来做承重砌体。为了探討这种墙壁的承重能力,我們进行了三次野外实体荷重試驗。結果証明:这种砌体的稳定性和承重能力都是非常良好的,尤其承重能力比預料的破坏数字超出甚多。經過初步分析,認為空斗砌法,由于本身的抗折能力强,灰縫减少一半,拉砖发生局部受压作用,肯定比起平砌砌体是能够提高砌体的抗压强度的(而Л.И.奥尼西克公式,对砌体的强度計算是根据平砌体为依据的)。为了进一步探討空斗砌法与其他砌法在强度上的不同情况,我院从57年7月开始进行了砌体的系統試驗,另外为了探討24空斗墙內填干松土之24空斗墙及24实心墙三种做法的导热情况,曾做試件进行实测。以便給24空斗墙在实际設計中提供參考。

一、24公分厚空斗磚牆軸心受压試驗

一、試驗目的：為了在保證質量下節約材料，降低建築造價，擬用24公分厚斗拉斗砌的空斗磚牆承重，從試驗中觀察其破壞現象、應力分布情況以及破損強度提供設計使用。

二、試驗方法：試驗是在室外砌築空斗磚牆用鉄磚加荷，考慮到加荷的方便，于平地挖一方坑，4公尺見方2公尺深。前兩次試驗是采用集中荷重，軸心加壓方式。砌牆兩道，甲牆長217.75公分，乙牆長205.25公分，牆頭砌四行實心磚帶，上壓兩根25×35公分鋼筋混凝土大梁，上擺方木縱橫兩層，在上面鋪壓鉄磚，參見圖1。第三次試驗采用均布荷重，軸心加壓方式，方法詳第三次試驗文中。

三、試驗資料見表1。

四、第一次試驗：

(一) 試驗前牆身各部應力的計算：

1. 甲牆 單雙數行之外端砌法稍有不同，詳見圖9。

(1) 由於牆頭在梁底下局部受壓引起破壞時的荷載，根據規範 ННТУ-120-55 第31 條或78條規定未經硬化砂漿的砌體局部受壓強度 $R_{cm} = R = 12$ 公斤/平方公分 (100#磚/0#砂漿)。

∴ 甲牆由牆頭面引起的破壞荷載

$$N_p = 2 \times F_{cm} \times R_{cm} = 2 \times 600 \times 12 = 14400 \text{ 公斤。}$$

(2) 由於牆身軸心受壓引起破壞時的荷載。

受壓面積暫按工字型折實面積(圖3)

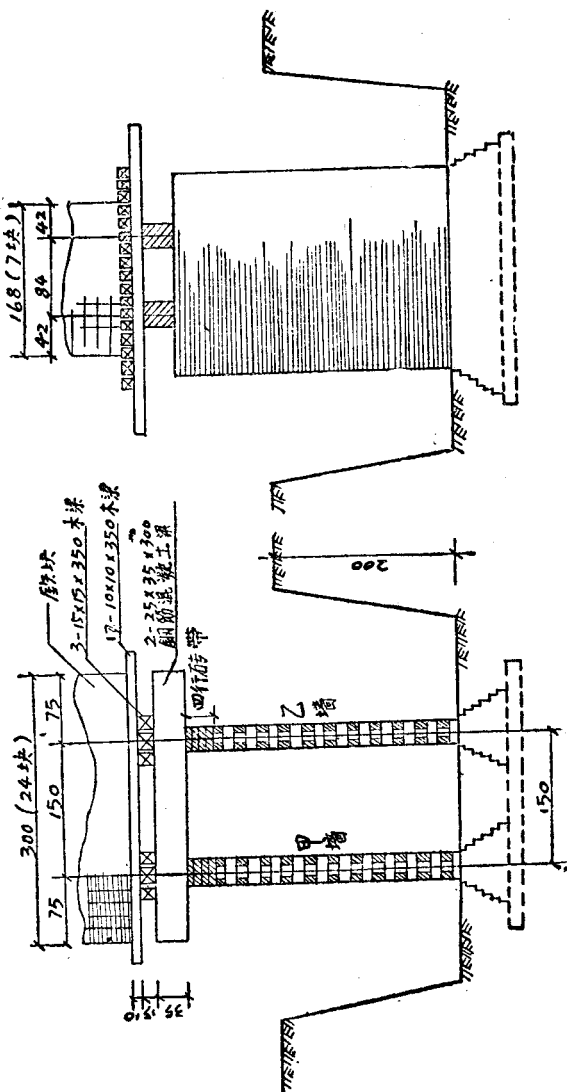


图 1 第一次、第二次試驗荷重图

表 1

資料項目 試驗次數	加荷方式	砌置月日	加荷日期	試壓開始和終了時期 (天)	磚 標 號 公斤/公分 ²	漿 標 號 (公斤/公分 ²)			砌體標準強度 R _u (公斤/公分 ²)				備 注
						設計的	實際的	試驗的	規範的或隨牆試件的 理論的壓力的				
									牆 頭	牆 身	牆 頭	牆 身	
第一次試驗	集中荷重	6月24~ 25日	6月27~ 28日	2~3	100	0*	0*	0*	12	12	—	—	砌體強度隨牆 試件為36.5公分 ×36.5公分 ×94公分
第二次試驗	“	7月17~ 18日	7月26~ 8月3日	8~16	150	50*	0*	—	35	16	33.4, 24.5	—	
第三次試驗	均布荷重	11月25~ 26日	12月1日~ 1月3日	15~38	105	50*	10*	44.6, 7.45	30.5, 20.5	—	31.7	—	

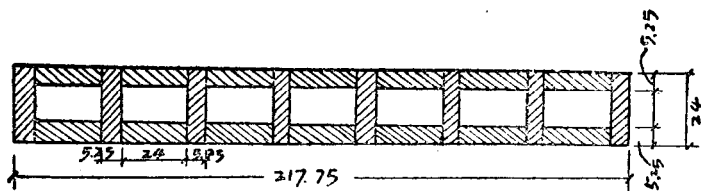


图 2 甲墙水平截面

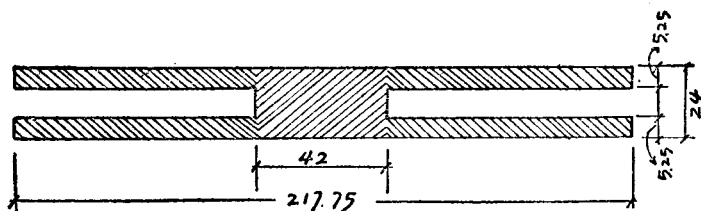


图 3 计算折实面积

$$F = 42 \times 24 + 2 \times 5.25(217.75 - 42) = 2845 \text{ 平方公分。}$$

0#砂浆 α 值暂取为 200, 墙身计算高度 $l_0 = 300$ 公分, 墙厚参考“实心砖砌之轻体墙设计及施工指示”暂按外包厚度计算 $a = 24$ 公分。

$$\text{则 } B_{np} = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{300}{24} \sqrt{\frac{1000}{200}} = 28 \quad \therefore \varphi = 0.49。$$

砌体强度按规范标准强度 取用 $R = 12$ 公斤/平方公分。

甲墙由于墙身而引起的破坏荷载

$$N_p = m \cdot m_k \varphi \cdot R \cdot F = 2845 \times 0.49 \times 12 = 16700 \text{ 公斤。}$$

(3) 由于实心砖带下部第一行空斗砌体拉砖在集中荷重下受挠折断时的破坏荷载。

按照集中力作用点附近应力的计算方法, 在我们这种试验中, 力的作用图形, 如图 4。

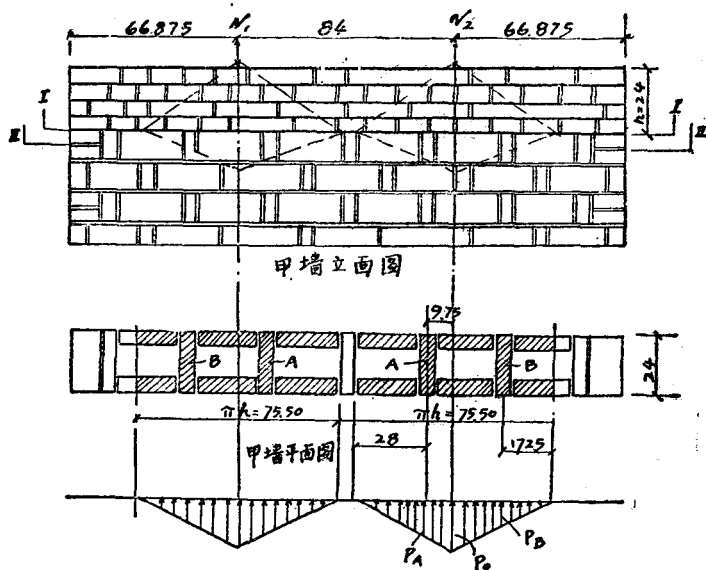


图 4 在深度 h 处集中荷重 N 作用的范围图形

設在集中力 N 作用点下，深度 $h = 24$ 公分，水平截面处的压力为 P_0 ，力的作用范围 $\pi h = \pi \times 24 = 75.5$ 公分。

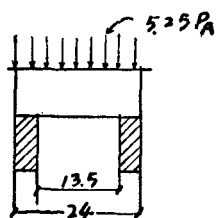


图 5

$$\text{則 } P_A = \frac{28}{37.75} P_0 = 0.743 P_0$$

$$P_B = \frac{17.25}{37.75} P_0 = 0.457 P_0$$

当 A 砖受挠折断时

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{8} \times 5.25 P_A \times 13.5^2 \\ &= 120 P_A = 120 \times 0.743 P_0 = 89 P_0 \end{aligned}$$

$$\text{弯折应力 } R_{\text{изг}} = \frac{6M}{6d^2} = \frac{6 \times 89 P_0}{5.25 \times 11.5^2} = 0.77 P_0$$

$$\text{或} \quad P_0 = \frac{R_{\text{изг}}}{0.77} \dots\dots\dots (1)$$

按照基本指标对100#砖的要求,

标准弯曲平均强度 $R_{\text{изг}} = 22$ 公斤/平方公分

最小弯曲强度 $R_{\text{изг}} = 11$ 公斤/平方公分

考虑或然率問題 今取 $R_{\text{изг}} \leq 22$ 公斤/平方公分

代入(1)式

$$P_0 = \frac{22}{0.77} = 28.6 \text{ 公斤/平方公分,}$$

于是甲墙由于砖带下第一行空斗砌体的拉砖而引起的破坏荷载

$$N_p = 2N = 2 \times \left[\frac{2 \times 75.5 \times 5.25 P_0}{2} + (13.5 \times 5.25)(0.743 + 0.457) P_0 \right] = 946 P_0 \dots\dots (2)$$

$$\text{今 } P_0 = 28.6$$

$$\text{则 } N_p = 946 \times 28.6 = 27000 \text{ 公斤}$$

(当砖的弯折强度为最小值时 $N_p = 13500$ 公斤)

2. 乙墙 空斗墙双单数行之端部砌法互相倒置立面詳见图10。

(1) 由于墙头在梁底下局部受压破坏时的荷载条件与甲墙相同, 故

$$\text{乙墙由墙头而引起的破坏荷载 } N_0 = 14400 \text{ 公斤。}$$

(2) 由于墙身軸心受压破坏时的荷载

$$\begin{aligned} \text{計算受压面积 } F &= 49.25 \times 24 + 2 \times (205.25 - 49.25) \\ &\times 5.25 = 2830 \text{ 平方公分由軸心受压破坏荷载} \\ N_p &= 2830 \times 0.49 \times 12 = 16600 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

(3) 由于实心砖带下皮空斗砌体拉砖受挠折断破坏时

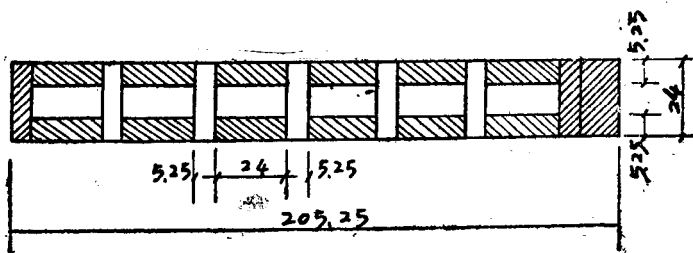


图 6 乙墙水平截面

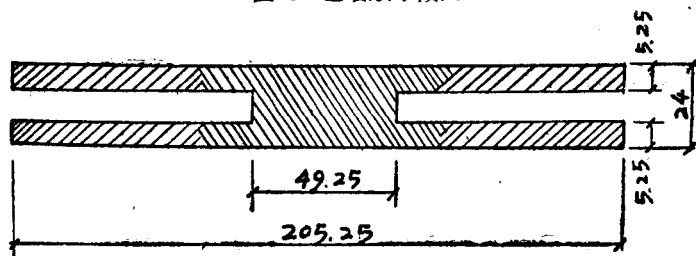


图 7 乙墙折实面积

的荷载。

设在集中荷重下深度 $h=24$ 公分之水平截面处的压力为 P_0 ，力的作用范围 $\pi h = \pi \times 24 = 75.5$ 公分，

$$\text{则} \quad P_A = \frac{20.875}{37.75} P_0 = 0.553 P_0$$

$$P_B = \frac{20.75}{37.75} P_0 = 0.55 P_0$$

$$P_C = \frac{2.3125}{37.75} P_0 = 0.061 P_0$$

$$P_D = \frac{33.25}{37.75} P_0 = 0.88 P_0$$

$$P_E = \frac{11}{37.75} P_0 = 0.292 P_0$$

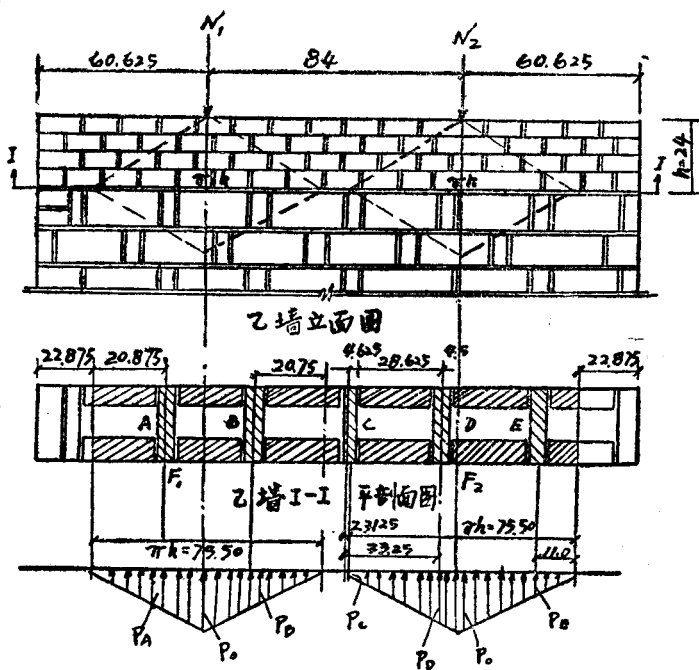


图 8 在 h 深处集中荷重 N_1 及 N_2 作用范围图

当砖受挠折曲时

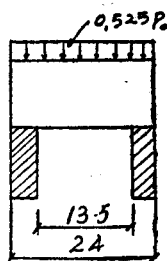
$$M = \frac{1}{8} \times 5.25 P_0 \times 13.5^2 = 120 P_0$$

$$= 120 \times 0.88 P_0 = 106 P_0$$

计算同甲墙

$$R_{\text{изг}} = \frac{6M}{6d^2} = \frac{6 \times 106 P_0}{5.25 \times 11.5^2} = 0.91 P_0$$

或 $P_0 = \frac{R_{\text{изг}}}{0.91} \dots \dots \dots (3)$



令 $R_{R3T} = 22$ 公斤/平方公分

則 $P_0 = \frac{22}{0.91} = 24.2$ 公斤/平方公分

乙牆由于砖带下第一行空斗砌体的拉砖而引起的破坏荷载

$$N_P = N_1 + N_2$$

$$= \left[\frac{75.5 \times 5.25 \times P_0}{2} + (13.5 \times 5.25)(0.553P_0 + 0.55P_0) \right]$$

$$+ \left[\frac{75.5 \times 2 \times 5.25 \times P_0}{2} + (13.5 \times 5.25)(0.88P_0 + 0.292P_0) + (4.625 \times 13.5) \times 0.061P_0 \right]$$

$$N_P = 960P_0 \dots \dots \dots (4)$$

$$= 960 \times 24.2 = 23200 \text{ 公斤}$$

(当砖的弯折强度为最小值时 $N_P = 11600$ 公斤)

(4) 根据以上计算分析将墙身各处破坏荷载列表如下:

表 2

项 目 名	工字型折 实受压计 算断面 (平方公分)	由于墙头在梁 底下局部受压 破坏时的荷载 (吨)	由于墙身轴 心受压破坏 时的荷载 (吨)	由于实心砖带下部空斗 拉砖在集中荷重下受弯 折断时的破坏荷载 (吨)
甲 墙	2845	14.40	16.70	27.00
乙 墙	2830	14.40	16.60	23.20
合 计		28.80	33.30	50.20

根据表 2 可以看出,甲、乙两墙计算断面及破坏荷载都很接近。估计两墙破坏时间将同时发生,故加荷时可按两墙相等平均加压。由表列数字,以梁底墙头局部受压破坏荷载最

小，所以破坏将从此处开始。

(二) 試压結果：

本次試压首先連續加荷至10380公斤(两墙总荷重)后，甲墙东端大梁下灰縫发生裂縫，向外下方約成 45° 傾斜(见图9及照片1、2)，第五次加荷到22380公斤后，甲墙两端及乙墙两端亦均发生斜裂，第七次加荷到29035公斤于夜間甲墙上端破墙，与表2計算破坏荷載非常接近。

自裂縫发展情况看，由于本次墙身全部用0号1:4的白灰砂浆砌成，試压时龄期仅达两天，墙头两端斜裂的形成估計由于梁下灰縫大量压缩，而压力分布范围外的砌体沒有受到压缩，以致变形不一致所造成，由于墙頂砖带破坏过早，墙身裂縫未能随时記錄，仅在卸荷后补記，墙頂压缩后变形最大者达2.6公分(參看照片3、4及图9、10)。

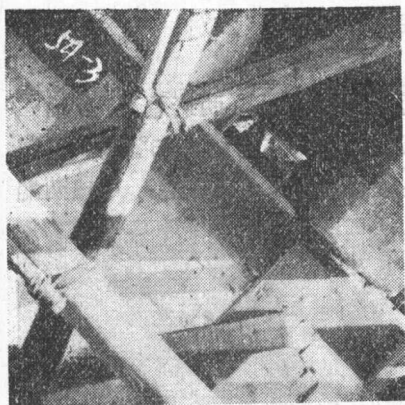
按計算与試压結果相比較，实际所加之破



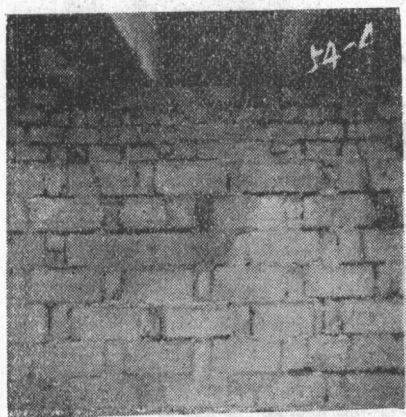
照片1 甲墙东端裂縫情况



照片2 乙墙东端裂縫情况



照片 3 甲墙頂变形



照片 4 乙墙頂变形

坏荷载 29035 公斤仅达甲乙两墙由于軸心受压时破坏荷载 33 300 公斤之 87%，如果墙頂不預先破坏，則所加荷载尚可增加很多，故在第二次試驗时，将墙頂砖带砂浆标号予以提高，墙身之砖块破坏情况曾逐块检查甲墙除脫落部分外第七行至第十三行之砖块个别损坏共 6 块，乙墙頂部实心砖带共损坏 20 块（占实心砖带的 27%），空斗墙身則仅破坏 15 块，自破裂现象看，拉砖多为折断乙墙之第四行（与空斗交界处），因下面多系悬空，同时裂縫不只一道，估計其破坏原因，由于抗压、抗折两种情况所造成。其他則多系由抗压而破坏。

五、第二次試驗：

（一）試压前墙身各部应力的計算：

1. 甲墙 这一次試驗做法与第一次試驗相同（參看圖 1），接受上次試压的經驗，此次对墙头的实心砖带砌体，除了