

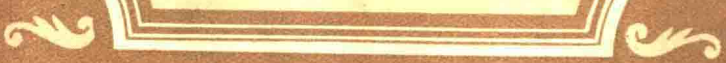


中等專業學校教學用書

磚石結構

M. B. 契爾巴耶夫著

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



磚 石 結 構

M. B. 契尔巴耶夫著
朱 聘 儒 譯

高等教育出版社

本書系根据苏联国立建筑書籍出版社 (Стройиздат) 出版的技术科学副博士契尔巴耶夫 (М. В. Чехбаев) 著“磚石結構” (Каменные конструкции) 一書 1950 年版譯出。原書經苏联重工業企業建設部教育局审定为土建中等技术学校教科書。

本書符合于苏联重工業企業建設部所批准的中等技术学校用的“工程結構”課程中“磚石結構及配筋磚石結構”部分的教学大綱。

書中也介紹了磚石結構按極限狀態方法的計算原理。

本書原版系前哈尔滨工業大学苏联顧問, 現在莫斯科占比雪夫土建学院任教的技术科学副博士伊·安·特里丰諾夫副教授所贈, 在翻譯过程中并承他給予亲切指导, 謹致謝意。

本書由哈尔滨工業大学工程結構教研室朱聘儒譯, 胡松林及呂宗仁校核, 并最后由符名泰校对。

磚 石 結 構

М. В. 契尔巴耶夫 著

朱聘儒 譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠 170 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 064 号)

京華印書局印刷 新华書店总經售

統一書号 15010·555 開本 850×1168 1/32 印張 7 1/16 字數 182,000 印數 0901—3,000

1957 年 12 月第 1 版 1957 年 12 月北京第 1 次印刷 定價 (10) ¥ 1.10

序

苏联科学研究院对承重磚石結構的工作所进行的有系統的科学实验研究以及工程上的深入分析，給研究磚石結構工作的苏維埃科学打下了基础，使我們能够既經濟又可靠地設計磚石建筑物。

在苏联学者所研究出来的磚石結構的計算理論及設計标准的基础上，我們已經开始能够建造輕結構牆来代替居住及公用房屋又厚又重的外牆，节省了 $\frac{2}{3} - \frac{1}{2}$ 的牆壁材料及砂漿；在建筑中有效地利用了由当地原料制成的新牆壁材料（空心磚及多孔磚，空心的矿渣混凝土磚及陶土磚，多孔性混凝土塊等等）；大大地推广了磚石在工業建筑上的应用范围等。

苏联所进行的研究的結果根本改变了磚石砌筑的方式及組織，因而显著地提高了瓦工的劳动生产率。消灭磚石建筑的季节性便是在这方面的最大成就之一。苏联的冬季作業，不論就其方法的完善及其規模而言都大大超过了世界各国。

本書是土建中等技术学校磚石結構教科書，它反映出磚石房屋及建筑物在設計和計算理論方面的新成就。

書中簡單地介紹了有关現代牆壁材料和砂漿，及選擇各种結構物材料的知識；系統地闡述了磚石結構按破坏应力及極限状态的計算原則；介紹了民用及工業房屋牆及柱的設計及靜力計算的一般原則。

叙述后附有詳細的数字例题，可以帮助学生更好地掌握材料。

本書是中等技术学校磚石結構的第一本教科書，难免有很多缺点，因此著者十分欢迎讀者們對本書缺点的意見，并預致謝意。

斯大林獎金获得者技术科学副博士 C. A. 謝門佐夫 (C. A. Се-

менцов), 审阅了本书原稿并提供了一些宝贵的意见, 本书的责任编辑技术科学副博士 Р. И. 特列宾宁可夫 (Р. И. Трепененков) 对原稿提出了很多建议, 谨表深切的谢意。

著者識

目 录

序	v
緒論	1
§ 1. 磚石結構的优缺点	1
§ 2. 簡短的历史概述	2
§ 3. 現代的磚石及配筋磚石建築物的种类	5
第一章 磚石結構材料及磚石砌体种类	10
§ 4. 磚石	10
§ 5. 砂漿	25
§ 6. 磚石及砂漿的選擇	33
§ 7. 砌体种类	37
第二章 無筋磚石砌体	45
§ 8. 磚石砌体的强度	45
§ 9. 安全系数及其分析	60
§ 10. 砌体的彈性性質	62
§ 11. 縱向弯曲	65
§ 12. 磚石結構的計算方法	67
§ 13. 軸心受压	68
§ 14. 軸心受拉	70
§ 15. 弯曲	71
§ 16. 剪	72
§ 17. 偏心受压	72
§ 18. 局部受压(挤压)	78
§ 19. 輕牆(多層牆)的計算	82
第三章 鋼筋磚石砌体	84
§ 20. 配筋的种类	84
§ 21. 網狀(間接的)配筋	84
§ 22. 縱向配筋	93
§ 23. 砌体的構造配筋	106
§ 24. 綜合結構	107
第四章 磚石結構按極限狀態計算	118
§ 25. 概論	118

§ 26. 無筋砌体的計算	121
§ 27. 配筋砌体按强度及稳定性極限状态的計算	127
第五章 磚石建筑物的設計	134
§ 28. 概論	134
§ 29. 磚石房屋構件的設計	139
§ 30. 居住及公用房屋	148
§ 31. 工業房屋	181
§ 32. 薄壁磚石拱	196
第六章 冬季施工的磚石結構的設計	206
§ 33. 概論	206
§ 34. 冻结砌筑法	207
§ 35. 冬季砌筑的其他方法	213
§ 36. 减少冬季砌体可能有的缺陷的構造措施	213
§ 37. 冬季砌体的計算	215
主要符号	217
参考書目	219

緒 論

由人造磚石及天然石所建造的房屋及建築物是最普遍的一種。磚石——天然的及人造的——幾乎在所有各種房屋及建築物（民用的、工業的及工程的）上都採用。

磚石結構之所以採用得如此廣泛，是由于它們具有許多優點，而天然石及製造人造磚石的原料（粘土、砂、礦渣）又幾乎遍地皆是。

§ 1. 磚石結構的優缺點

磚石結構的優點是。

a) 耐火性及較高于他種材料的化學安定性和能夠抵抗大氣的侵蝕。

б) 耐久性較高；由火候充足的磚或者天然石筑成的建築物可以保存數百年而沒有顯著的破損。

в) 磚石結構給房屋及建築物在建築藝術處理上开辟了廣闊的道路。

除了優點以外，磚石結構也有下列缺點：

a) 磚石結構的自重相當大。這主要是由兩種因素造成的：磚石及砂漿的容重相當大，因此砌體容重計有 1200—2200 公斤/公尺³；磚石砌體強度比混凝土、木材、鋼的為小，這就使我們不得不採用大尺寸的結構。

б) 砌築工作繁重，這主要是由于磚石結構的自重較大而來的：在砌築磚石砌體時要耗用大量的機械能及大量的體力勞動來搬運磚石和砂漿以及砌築它們。同時砌築操作過程本身還未機械

化,仍用手工操作。

B) 無筋砌体抗拉、抗弯及抗剪的强度微弱,这是由于砂浆与磚的粘結力較弱,只要用不大的力即可將其破坏。

Г) 砂浆与磚石的粘結强度不足是磚石砌体对震动荷重抵抗微弱的原因。在这种荷重作用下粘結处逐漸地被破坏,結果导致砌体瓦解。

§ 2. 簡短的历史概述

远在紀元前六千年人类就已經开始用天然石建造規模較大的建筑物,并开始制造人造磚石(磚坯)。磚石建造艺术是过去經濟及文化水平的标志之一。随着文化的發展,建筑术、天然石的加工方法和人造磚石的制造方法也有了發展。

古俄罗斯的磚石建筑,出現于第八世紀。第九世紀到第十世紀在基輔俄罗斯已有用石材造成的教堂及宮殿。第一批由磚造的建筑物是在 1120 年建成的。虽然有一千年的磚石建造經驗,但关于磚石結構內的內力分布、关于其强度及稳定性的科学發展得非常緩慢,在历史上也有不少磚石結構倒塌的慘禍。殆至偉大的十月社会主义革命以前,磚石結構常因其壯麗宏偉,建筑形式以及建造艺术巧奪天工而令人驚訝。但都只是憑經驗建立起来而沒有計算根据。

十九世紀初叶,曾經有人試圖給磚石牆的長寬高規定出許用的比值,但当时只不过是用来制定了一些幼稚的实用条例,并不能保証不致發生倒塌。

在偉大的十月社会主义革命以后,俄国的建筑科学情况有了根本的改变。国家的經濟改造是在先进的科学技术的基础上實現的。党和政府給在苏联大力發展各种科学、技术和艺术(其中也包括建筑),創造了極為良好的条件。与此同时,建設規模不断上

升,提出了日新月异的要求,迫使我們不能不解决新的問題。

在恢复时期磚及毛石的需用量就已經有了很大的增長,使得苏联的工程师們必須采用厚度較小的牆壁,以解决减少采暖磚石房屋对这些材料的消費的問題。因此就需要对磚石砌体的工作作更深入的研究。很多苏联学者进行过这方面的研究工作;他們用实验方法研究了磚石砌体强度与砂漿及磚石强度的关系。但这只不过是最初的尝试而已。磚石建筑物强度及稳定性計算还是按材料力学公式进行,这些公式并不能反映磚石砌体工作的所有特性。

在斯大林五年計劃年代里,建設規模的大小及速度已达到任何一个国家都未曾有过的宏偉程度。完成建設計划需要大量的材料及劳动力,因而尽量节省建筑材料、建筑施工技术的合理化以及加强各建設部門的科学研究工作便成为迫切需要的了。

各科学研究院,首先是国立建筑研究院(現为中央工業建筑科学研究院),建筑公司以及某些工程师們从事了这些工作。在莫斯科建設合理化部門內所进行試驗研究的基础上,并經過很多多層居住房屋在冬季施工实践的証实,提出了冬季在露天砌筑磚石砌体的方法——“冻结法”。从 1932 年起,中央工業建筑科学研究院磚石結構試驗室开始着手有计划地研究磚石結構的工作。Л. И. 欧尼希克(Л. И. Онищик)教授,С. А. 謝門佐夫,Н. И. 克拉夫欽尼(Н. И. Кравчени),И. Т. 可托夫(И. Т. Котов),В. А. 卡涓可(В. А. Камейко),А. А. 西施金(А. А. Шишкин),А. С. 德米特里也夫(А. С. Дмитриев),М. Я. 彼烈底施(М. Я. Пильдыш),С. В. 坡辽可夫(С. В. Поляков)和 А. И. 拉宾諾維奇(А. И. Рабинович)工程师們在各自的研究工作中几乎研究了磚石結構工作的各个方面,提出了很多磚石結構設計及建造方面寶貴的实际指示,給創立苏联新的有关磚石結構設計及計算的科学打下了基础。

由于中央工業建筑科学研究所磚石結構試驗室、設計及工程機構以及个别的建筑工程师共同工作的結果，苏联的磚石建筑得到了很大的进步，远远地超过了世界各国。尤其是在磚石結構的計算及設計方面以及在冬季施工方面有着極大的成就。

这些成就基本上可以归納成下列几点：

a) 創立了苏联的有关磚石結構强度及穩定性的科学；得出了有根据的磚石結構强度及穩定性計算公式，保証有足够的强度儲备，同时又保証非常节省材料。

б) 扩大了人造磚石的品种，研究并在实际建筑工程中使用了輕質磚及多孔磚、空心陶塊、实心的及空心的混凝土塊及矿渣混凝土塊、多孔性混凝土以及其他等等。

в) 研究了砂漿的性質，并提出了新品种的砂漿[Н. А. 坡坡夫(Н. А. Попов)教授，В. П. 聶克拉索夫(В. П. Некрасов)教授，技术科学副博士 И. Т. 可托夫]。这样不仅大大地节省了膠結料，并且也改善了砌体的工作情况，使牆壁很快地干燥，房屋早日开始使用。

г) 研究出并在建筑中应用了輕牆結構以及新的搭縫方式，保証在砌体有足够强度的条件下提高瓦工劳动生产率。

д) 在建筑上采用了更輕的薄壁磚拱，如双曲拱、密集蓬式拱等等，来代替以前的重的磚石拱。

е) 拟定了磚石施工組織的合理方法，把砌筑进度提高了好几倍：瓦工劳动生产率在 1928 年以前每 8 小时的工作日沒有超过 500 塊磚；斯达哈諾夫瓦工劳动生产率（有輔助工人負責供应）达到每 8 小时 15,000——20,000 塊磚。

ж) 磚造房屋的砌筑整年在露天下进行，比在夏季多消耗很有限的輔助費用——主要是花費在砂漿的加熱上。

з) 广泛地——虽然还不够——研究以及在实际上运用配筋

砌體。

§ 3. 現代的磚石及配筋磚石建築物的種類

1. 居住及公用房屋

居住及公用磚石房屋是由基礎、外牆及內牆、柱、各種建築配件構成，有時還包括層間樓蓋等。

磚石砌體的耐久性、耐火性以及獲得任意建築形式的可能性，均為數世紀來磚石建築的歷史所証實。

在過去，拱及穹頂是磚石樓蓋及屋蓋的主要形式；遠在古羅馬就已有大跨度的磚穹頂。現在平的磚石層間樓蓋是由作成鋪板的形式的配筋陶制梁構成的（圖1）。空心輕混凝土塊及陶制磚同樣也在裝配-整體式樓蓋上採用。配筋磚梁的跨度有5—6公尺。最近在蘇聯提出了一系列薄壁雙曲磚拱，密集蓬式磚拱，圓柱形的以及球形磚拱等型式的結構作為層間樓蓋及屋蓋。

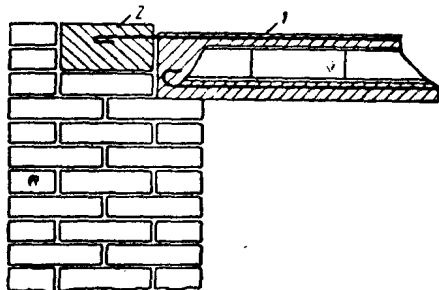


圖 1. 配筋陶制梁鋪板：

1—陶制磚組成的裝配式鋪板構件，用整體的鋼筋混凝土連在一起；2—整體的混凝土圈梁。

2. 工業房屋及建築物

在單層及多層無吊車的工業房屋內，由磚石砌體（採用紅磚，硅酸鹽磚和輕磚，以及混凝土塊和礦渣混凝土塊）造成牆和柱；由塊石砌體造成帶形基礎。

吊車起重量在20噸以下的房屋內，外牆甚至內柱也採用磚。填充骨架牆主要的是採用磚砌體。近來在沒有木材地區某些工業

房屋的屋盖造成双曲磚拱的形式(圖 2)。

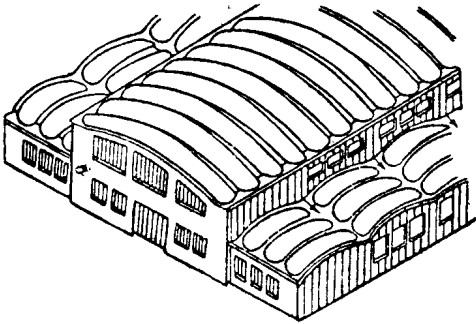


圖 2. 双曲拱屋盖的工業房屋。

工厂的烟囱常用内部有耐火磚襯砌的普通粘土磚建造(圖 3), 只有烟囱下部的基礎一般都用混凝土來作。

产磚地区的水塔到目前为止常常用磚建造(圖 4)。

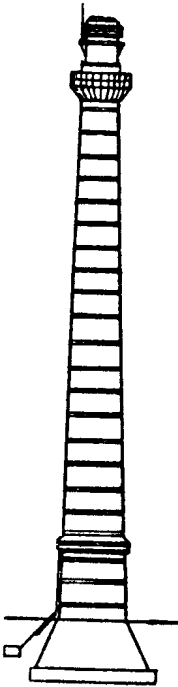


圖 3. 磚烟囱。

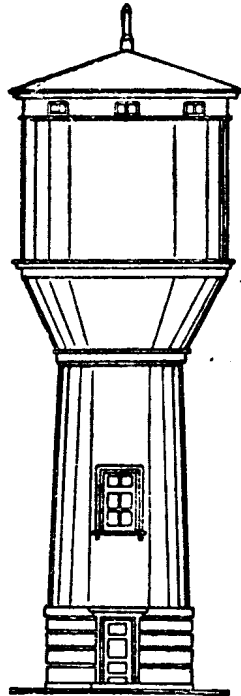


圖 4. 磚水塔。

由于磚石砌築簡單，蓄水池也常常用磚造成，這時池壁及池底因有復面層，防水抹灰（圖 5, 6）等故保證它不透水。

由于磚石砌體的耐火性和衛生，谷棧及谷倉（圖 7, 8）常常用配筋及無筋磚砌體建造。谷棧屋蓋可以采用雙曲磚拱。

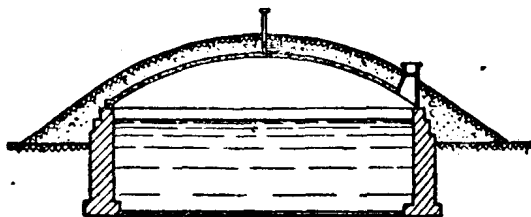


圖 5. 有垂直磚壁及鋼筋混凝土穹頂的磚石蓄水池。

帶有雙曲拱屋蓋的蔬菜貯藏室見圖 9。

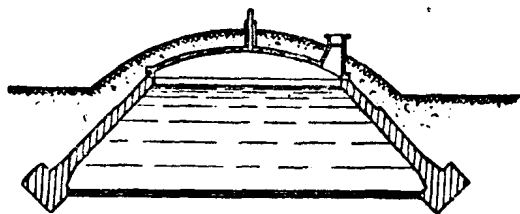


圖 6. 有傾斜磚壁及鋼筋混凝土穹頂的磚石錐形蓄水池（只有在牆及圓頂穹上回填土以後才能灌水）。

帶有直壁或斜壁的大容量（在 500 公尺³ 以下）草料保藏室成功地用無筋或配筋的磚砌體構成（圖 10）。

自古至今在桥梁建筑上石材得到广泛的采用。用石材造成桥座，以支承钢筋混凝土的及钢的上部建筑。根据 Г. П. 彼列杰利（Г. П. Передерин）教授的研究，跨度在 30 公尺以内的整体石桥（圖 11）——城市的、公路的以及鉄路的——較钢筋混凝土及鋼桥有很多优点。

隧道及所有各种地下渠道以及路基下涵管也常常用磚石来建造。

帶鋼筋及不帶鋼筋砌成的磚牆土牆及塊石牆土牆已广泛采用（圖 12）。磚石砌體的自重大在这种建築物內成为有利的因素，因

为它增加了牆的对土壤傾复及滑动作用的抵抗。

以上的采用磚石結構的簡短概述明显地証实了它們在所有各

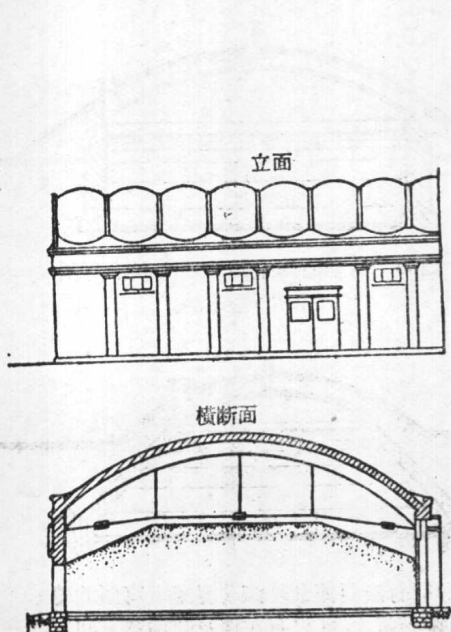


圖 7. 双曲磚拱屋盖及磚牆的谷棧。

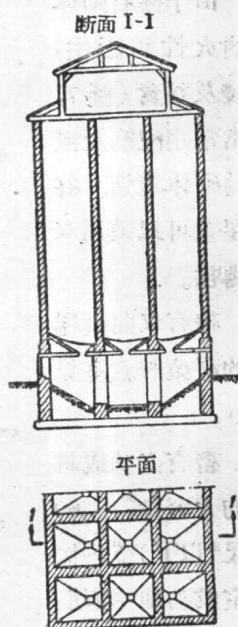


圖 8. 鋼筋磚谷倉。

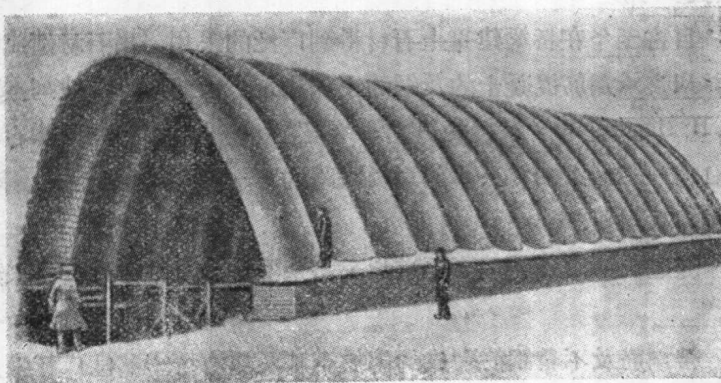


圖 9. 双曲拱屋盖的蔬菜貯藏室。

種工業及民用建築上非常廣泛的流行。

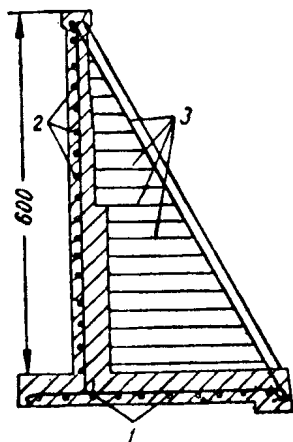
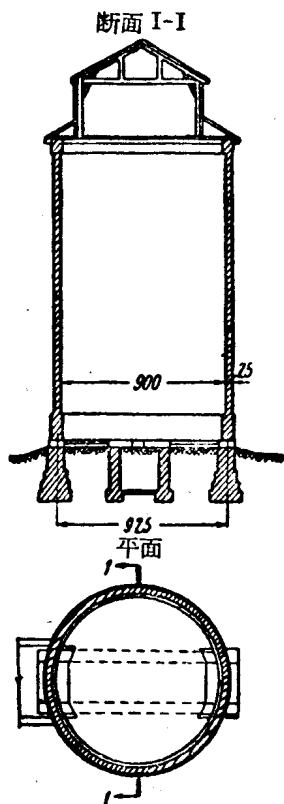


圖 12. 有扶壁的鋼筋

磚擋土牆:

1—基礎鋼筋;

2—牆壁鋼筋;

3—扶壁鋼筋。

圖10. 鋼筋磚草料保藏室。

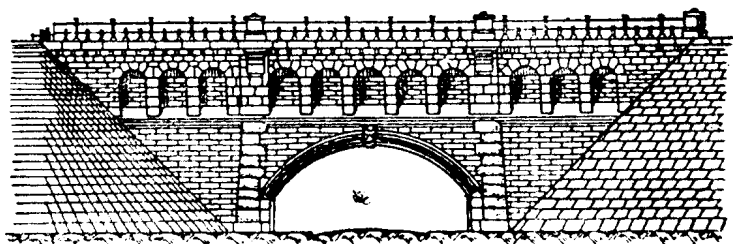


圖 11. 石橋。

第一章 磚石結構材料 及磚石砌体种类

構成磚石砌体的主要材料是磚石及砂漿。在配筋砌体内还有鋼筋。

就工程的目的來說,下列的磚石物理机械性能基本上很重要:强度、抗冻性、耐潮性、容重、导热性、耐火性、傳声性。視使用条件的不同,其他的性能也可能成为必要的,如化学稳定性、不透風性等等。

清楚地了解材料性質可以帮助建筑工作者在房屋及建筑物的各种使用条件下正确地选用材料。

§ 4. 磚石

1. 概論

磚石砌体所用的磚石,在受压試驗时的强度,为其主要分类标志。整磚或磚立方塊按照标准进行試驗的抗压强度極限的数值(公斤/公分²)叫做磚石标号。磚石結構設計标号内所采用的天然石及人造磚石的分类及标号載于表 1。

表 1. 磚石的分类及标号

强度等級	磚 石 种 类	磚 石 标 号
高强度磚石	重天然石,剛磚。	1000. 800, 600, 400, 300
中强度磚石	磚,重混凝土塊及其他	200, 150. 100, 75, 50
低强度磚石	輕混凝土塊,輕天然石及其他	35, 25, 15, 10, 7