

高等學校教學用書

建築結構

第一部分 金屬結構

A. И. ОТРЕШКО 著
彭聲漢等譯

高等教育出版社

高等學校教學用



建 築 結 構

第一 部 分 金 屬 結 構

A. II. 奧特烈什科著
彭 聲 漢 等 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據蘇聯國立鐵道運輸出版社（Государственное транспортное железнодорожное издательство）出版的技術科學博士奧特烈什科（А. И. Отрешко）著“建築結構，第一部分金屬結構”（Строительные конструкции, часть I металлические конструкции）1948年版譯出。原書經蘇聯交通部教育司審定為鐵路運輸學院教科書。

原書包括金屬結構、木結構、鋼筋混凝土和磚石結構的系統的敘述，並分三冊出版。

參加本書第一部分翻譯工作的是大連工學院彭聲漢等。

建 築 結 構

第一部分 金屬結構 書號210(譯218)

奧 特 烈 什 科 著

彭 聲 漢 等 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 瑞 琦 廠 一 七 〇 號

（北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號）

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 通 菴 路 一 九 〇 號

開本850×1168 1/18 印張22 6/9 字數 444,000

一九五五年三月上海第一版 印數 1-5,500

一九五五年三月上海第一次印刷 定價三元四角五分

序

本書包括“建築結構”這門課程的一般內容即桿件和最簡單的建築結構的設計原理，其鐵路運輸高等學校建築專業的教科書。著者的願望是要在本書裏反映出衛國戰爭期間和戰後第一個五年計劃頭兩年當中，在修復工程和新建工程中的豐富經驗，同時亦使學生對建築生產過程的工業化和應用快速方法的建築組織的特殊要求加以注意。

按照結構使用的物料在計算方法及桿件構造上所表現的特殊性能，本書分為三部分：I——金屬結構，II——木結構，III——鋼筋混凝土結構及磚石結構。

在設計各種不同形式的結構時所可能遇到的一般的理論問題和一般性質的構造方法，都系統地編排在各章中，並且在每一部分的開頭加以敘述。作者假定學生倘是學過建築力學的，所以關於理論計算材料的敘述是從有關課程中直接加以引用並不再重覆它們。至於實際設計中所應用的最後的計算公式和圖表亦不予以敘述。書中的圖表和計算實例，在不影響讀者掌握這一課程的原則下，減至最低限度。因為學生在完成課程設計的過程中必然會熟悉有關各種結構的專門教材，從而獲得利用這些教材的技能。

應該指出的是，著者堅決反對那種利用任何個別的特例來闡明課程中一般性的問題的敘述方法。

本書除了闡明構造的原理外，還着重地評述了各種最簡單結構的形式，它的適用範圍，連接的方法等；使學生在不同的具體情況下有根據來合理選擇結構的種類和決定最優良的結構形式。

書中僅對那些直接影響到建築結構的工作特性，構造和計算的物料的物理機械性質加以簡略的說明。

由於金屬結構的實際計算方法最符合建築力學中的以均質彈性體的性質為基礎的理論原則，所以我們把“金屬結構”作為本書的第一部分。在這種情形下，讀者在學習過建築力學之後接着就學金屬結構在教學方法上是最簡單的。亦就是因為這個緣故而把鋼筋混凝土結構放在本書的最後一部分來敘述。

本書的第一部分“金屬結構”共分三篇。在第一第二兩篇中系統地敘述設計各種類型的金屬結構的必需知識。第三篇是說明最簡單的結構——柱、梁、輕型桁架，聯系等。

結構及結構的桿件的共同穩度和局部穩度的問題，在現代金屬結構設計中起着很重要的、幾乎是決定性的作用。所以本書對於這些問題特別注意，用專章或專節來討論。這是和現行教程不同的地方。在這些問題的敘述方面則儘量避免數學的計算而着重於現象的物理說明。

本書所用規範爲國定全蘇標準 (ГОСТ 960-46) 和重工業企業建設部 (МСПИИ) 於 1946 年所制定的鋼結構設計標準及技術規範。

由於交通道路工程師的工作特性,常常和動力荷重打交道。所以在書中對於桿件、連接件和簡單結構在動力荷重作用下所生的影響亦加以敘述,雖然是很簡短的敘述。

本書第一,第二部分係由 А. И. 奧特烈什科教授執筆。

第三部分之鋼筋混凝土結構係 А. М. 依維揚斯基副教授所著,磚石結構則爲 А. М. 阿維基金副教授所著。

助教 С. В. 傑列浦金亦曾參與擬定圖表及例題的工作。

著者對本書第一部分之審閱者蘇聯科學院通訊院士 Н. С. 斯特烈列茲基教授,工程師 Н. Г. 派拉蒙諾夫及列寧格勒鐵路運輸工程學院 (ЛИИЖТ) 建築結構教研組深致謝忱。

著 者 識

目 錄

第一篇 築建鋼和鑄鐵

序.....	1
第一章 建築鋼的性質.....	1
1. 建築鋼和鑄鐵的性質.....	1
2. 鋼的腐蝕.....	4
3. 鋼結構的防火措施.....	5
第二章 應力和安全係數.....	6
1. 應力的種類.....	6
2. 安全係數和容許應力.....	8
第三章 建築鋼的分類.....	11

第二篇 結構的桿件

第四章 鋼桿件的工作和計算.....	16
1. 中心受拉桿件.....	16
2. 中心受壓桿件.....	20
3. 彎曲桿件.....	27
a) 強度的問題.....	27
b) 共同穩度的問題.....	30
b) 剛度的問題——撓度.....	34
4. 受有斜向彎曲的桿件.....	35
5. 受有拉力和彎曲的桿件.....	37
6. 受有壓力和彎曲的桿件.....	38
7. 特殊情形對鋼桿件工作的影響。在計算和構造時對這些情形的考慮.....	42
8. 鋼桿件在各種受力情況下的計算方法對照表.....	48
第五章 鋼結構桿件的連接方法.....	48
1. 鉚接、鉚接的工作和容許荷重的決定.....	48
a) 物料和製造.....	48
b) 鉚接的工作.....	51
b) 計算一個鉚釘的容許荷重.....	53
r) 鉚接的形式.....	56
2. 壓強鉚接的構造和計算.....	56
a) 按照所連接的桿件上的內力來計算.....	56
b) 按照所連接的桿件的面積來計算.....	58
b) 鉚釘的佈置.....	60
r) 傳遞彎矩的鉚接的構造和計算.....	67

3. 緊密和強度-緊密鉚接的構造和計算	71
4. 螺栓連接	75
a) 精製螺栓和粗製螺栓	75
b) 槽路鉚釘螺栓	78
B) 拉桿	79
5. 鉚接, 鉚接的機械性質和容許應力	81
a) 鉚接的方法	81
b) 熔劑層下自動電鉚的優點	84
B) 熔融金屬和鉚接的機械性質	85
r) 容許應力	86
6. 鉚接的型式, 它的工作、構造和計算	87
a) 對接	87
b) 用填角鉚縫的搭接	91
B) 用槽鉚和綜合鉚縫的搭接	96
r) 對接鉚縫和搭接鉚縫的混合連接	99
X) T形連接	100
e) 承受彎矩的鉚的連接	100
7. 鉚釘和鉚縫的混合連接	105
8. 特殊條件對連接工具的工作所生的影響。在計算和構造時, 怎樣來考慮它們。	106
a) 反覆荷重的影響	106
b) 鉚接溫度的影響	113
B) 施鉚時周圍溫度對鉚接的機械性質的影響	115
9. 關於鋼結構的製造和檢查連接的質量的方法的簡述	115
10. 連接方法的特點的比較和計算方法對照表	123
第六章 組合壓桿	125
1. 空腹組合壓桿的穩度	125
2. 連繫系的構造和計算	130
a) 決定橫向力	130
b) 綴條連繫系的構造和計算	131
B) 綴板連繫系的構造和計算	133
第七章 鋼結構薄板的局部穩度	139
1. 問題的提出和一般的解決方法	139
2. 壓力板	148
a) 工作的特性	148
b) 核算中心受壓板的穩度	149
B) 核算偏心受壓板的穩度	151
3. 四週有剪力的板	153
4. 在彎曲所生的法向應力及剪應力同時作用下的薄板	157
5. 在偏心壓力所生的法向應力和剪應力同時作用下的薄板	159
6. 受有剪應力、法向應力及局部荷重作用的板	161
7. 勁性肋條	162
8. 板的穩度核算與加强的方法對照表	166

第八章 支座	167
--------	-----

第三篇 簡單結構

第九章 單層廠房的鋼骨架	175
--------------	-----

第十章 柱	184
-------	-----

1. 概論	184
2. 柱截面的選擇	190
3. 柱在基礎上的支承	194
4. 柱的接頭	209
5. 梁與柱的連接	211

第十一章 梁	218
--------	-----

1. 概論	218
2. 組合梁橫截面的型式	222
3. 組合梁的主要桿件	225
a) 鑄接梁	225
b) 鉚接梁	227
4. 梁截面的選擇	230
a) 預選截面	230
b) 核算選定的截面	232
5. 變截面梁	237
6. 應力的附加核算	241
7. 核算梁的共同穩度	242
8. 翼緣和腰鈹的連接	245
a) 翼緣接縫的計算和構造	245
b) 用所傳遞的集中荷重來核算翼緣的接縫	248
9. 核算梁的桿件的局部穩度	251
10. 梁桿件的拼接	255
a) 工廠拼接, 工地拼接及架裝拼接的特性	255
b) 鑄接梁中的接頭	256
b) 鉚接梁中的接頭	260
11. 梁的連接	268
12. 組合梁的工作特性	274

第十二章 桁架	278
---------	-----

1. 桁架的型式	278
2. 桁架的外形和它的腹桿	279
a) 桁架的外形	279
b) 腹桿的形式	282
3. 金屬房架的屋蓋的概述	285
a) 概論	285
b) 屋面版	286
b) 桁條	290

r) 採光天窗·····	295
x) 房梁的計算荷重·····	301
4. 房架的特性·····	304
5. 桁架間的聯結·····	306
6. 決定桁架桿件中的計算內力·····	311
7. 輕型桁架桿件的截面型式·····	314
a) 弦桿的截面·····	314
b) 腹桿的截面·····	316
b) 採用於銲接桁架中的一些截面的特性·····	317
8. 選擇截面·····	319
a) 一般的指示·····	319
b) 選擇壓桿的截面·····	321
b) 選擇拉桿的截面·····	323
9. 輕型桁架的節點構造·····	324
a) 一般的指示·····	324
b) 銲接桁架中間節點的構造特性·····	331
b) 銲接桁架支承節點的構造特性·····	338
r) 銲接桁架節點的構造特性·····	342
x) 房架和鋼柱的連接·····	350
e) 房架和支承桁架的連接·····	355
10. 桁架的構造和設計作圖·····	360
11. 桁架工作的特性·····	362
附錄·····	365
參考書目(金屬結構)·····	393

第一篇 建築鋼和鑄鐵

第一章 建築鋼的性質

1. 建築鋼和鑄鐵的性質

在製造建築結構時，我們要用到熱軋碳鋼，鑄鋼件和鑄鐵件。

建築鋼含有鐵（近乎純鐵）和碳的化合物及其他一些元素。在鋼中所含的構份有純鐵體（近乎純鐵），滲炭體（鐵與碳的化合物——碳化鐵）及珠光體（純鐵體與滲炭體的機械混合物，在建築鋼中通常呈層狀構造）。當鋼冷卻時，鋼的構造便發生一系列的變化，直到 720° 左右才獲得隱定的狀態，這時它是由純鐵體與珠光體所構成的，純鐵體的結晶格子呈體心立方體，珠光體則佈滿在純鐵體晶粒之間的全部空間而形成晶間格子，在純鐵體中有遊離狀態的滲炭體包留物，這種包留物對於鋼的工作和它的性質變化（時化）具有很大的影響。

因在純鐵體晶粒內，沿着無數解理面上的抗剪強度不大，故純鐵體軟而有塑性。相反的珠光體和滲炭體是強度高的，彈性亦好，但是很脆。因此純鐵體的晶粒愈細，分佈得愈緊密，因而珠光體的網絡分得愈散，則鋼的機械性質亦愈好。

優質建築鋼在斷口上呈細粒構造表面黯帶，並呈絨毛狀。呈粒狀而光亮的斷口以及層狀構造時——就表示鋼的性質不好。

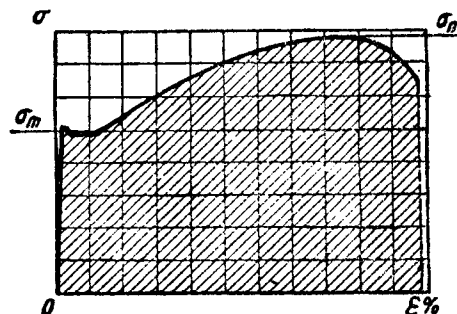


圖1. Cr. 3 號鋼受拉時的工作圖形

鋼的機械性質的主要特性是（圖1）：強度限（ σ_n ），屈服限（ σ_m ）及伸長率（ ϵ ）。這些特性都是由標準試件在靜力受拉試驗中所決定的。

軋鋼的主要特性在國定全蘇標準（ГОСТ）380—41 中有所規定。鋼料如能保證其機械性質（A 組），則其特性不應低於表 1 中所規定的數字。

根據鋼的機械性質，可把它分為不同鋼號的鋼，在建築上最適宜的是鋼號為 Cr. 3, Cr. 2 及 Cr. 0c 的鋼、優等結構鋼（鋼號為 Cr. ЧИК 及 Cr. CXI—2）很少使用。

當鋼料達到屈服階段時便有屈服台階* 和自勵現象出現。這是鋼料的一種非常重要而有利的性質，大大地保證了鋼結構的高度的可靠性。伸長率以及決定破壞試件所需的功的陰影部分的面積（圖1），表示鋼料的延性和韌性。

但是上面所列表的特性是在靜力荷重而且應力分佈均勻的情形下所得到的；在重要的

* 即流限——編者註。

建築物中,爲了充分地判斷材料是否適用,在許多情形下只有上述的特性是不夠的。

表 1. 熱軋碳鋼的機械性質

(按ГОСТ 380—41, OCT 12535—38及У—70—46)

鋼 的 名 稱	鋼 號	拉力強 度限 σ_H kg/mm ²	最小屈 服限 σ_m kg/mm ²	最小伸長率%			冷彎180°時所 用彎心的厚度 d (視試件厚 度 δ 而定)	末端塗色
				當 σ_H 時	長試件 ϵ_{10}	短試件 ϵ_5		
熱軋普通碳鋼-----	Ст. 0с	32—47	19	32—47	18	22	$d=2\delta$	紅色及綠色
	Ст. 2	34—42	21	34—42	26	31	$d=0$	黃 色
				38—40	23	27		
	Ст. 3	38—47	22	41—43	22	26	$d=0.5\delta$	紅 色
				44—47	21	25		
				50—53	17	21		
Ст. 5	50—62	27	54—57	16	20	$d=3\delta$	綠 色	
			58—62	15	19			
橋梁用鈹鋼及通用鋼 的熱軋普通碳鋼---	Ст. 3 МОСТ	38—45	23	—	22	26	$d=0$	
橋梁所用的型鋼和扁 鋼的熱軋普通碳鋼	Ст. 3 МОСТ	38—45	23	—	24	28	$d=0$	
低合金高級鋼-----	CXII—2	48—60	33	—	18	—	—	
	CXII—3	40—52	30	—	20	—	—	

實際構件在動力荷重作用下及應力分佈不均時,常常處於非常不利的情況下。此外,標準的試驗不能夠確定在軋壓時所容許存在的許多缺陷。

這種情況就促使我們沿着彎心(它的直徑如表 1 所示)作冷態彎曲 180° 的試驗,而對於特別重要的結構(如橋梁)還要作衝擊韌性的試驗。

破壞帶有缺槽的試件所需的功與被削弱的截面積的比稱爲衝擊韌性(一平方公分需要多少公斤-公尺)。試驗係用密拉氏試件並用各種不同的鎚擊。全蘇標準(OCT 12535—38)的規定中,用橋梁鋼 Ст. 3M 的鈹鋼及通用鋼所做的鋼試件,它的衝擊韌性不應小於 8 kgm/cm^2 ,而型鋼及扁鋼則不小於 10 kgm/cm^2 。鋼號 CXII—2 的衝擊韌性應不小於 8 kgm/cm^2 ,而 CXII—3 則不小於 10 kgm/cm^2 。

用來製造結構中的工作桿件的鋼料應有製造廠家的鑑定書,用以記明它的性質。沒有工廠鑑定書的鋼料,僅當在可靠的試驗室中通過試驗確定了它的機械性質[強度限不應小於 32 kg/mm^2 ,伸長率 ϵ_{10} —不小於 18%,冷彎 180°(彎心的直徑爲試件厚度的兩倍)後沒有裂縫]之後才可以用於承重的鋼結構中。

滿足這些要求的鋼料可作爲 Ст. 0с 的鋼料來使用。不能滿足這些要求的鋼料僅可用以製作結構的不計算的桿件。

在戰時及恢復建設的條件下,對於建築材料所做的試驗要簡單些(參看指示—II—63—42),只須按伯利涅法做硬度試驗及冷彎試驗(彎心直徑與試件厚度相等)即可。

鋼的機械性質和它的化學組成很有關係。

鋼料中必須含有的組分為：碳(C)，錳(Mn)，硫(S)，磷(P)及幾乎常有的矽(Si)。

表 2. 鋼的標準化學組成

鋼 號	包 含 的 元 素 %					
	碳 C	錳 Mn	矽 Si		硫 S	磷 P
			沸 騰 鋼	鎮 靜 鋼		
馬 丁 鋼						
MCr. 0-----	0.23 以下	—	—	—	0.060	0.070
MCr. 2-----	0.09—0.15	0.35—0.50	痕 跡	—	0.055	0.050
MCr. 3-----	0.14—0.22	0.35—0.60	痕 跡	0.12—0.35	0.055	0.050
MCr. 5-----	0.28—0.37	0.50—0.80	—	0.17—0.35	0.055	0.050
CXII—2 -----	0.12—0.22	0.50—0.80	—	0.30—0.50	0.045	0.040

在普通鋼中，碳的含量在 0.09 至 0.22% 之間(表 2)，含碳量增加，鋼的強度 (σ_n 及 σ_m) 也增加，而伸長率卻減少。含碳量的增加使得鋼的脆性及硬度亦增加並使鋼料的加工困難。含碳量大的鋼料不宜於銲接，所以在銲接結構中要用含碳量不超過 0.23% 的鋼。

在普通鋼中，錳的含量在 0.35 至 0.60% 之間。在冶煉時它能使鐵脫氧且減少硫的危害性。同時它還提高鋼的強度而對於韌性卻沒有很壞的影響。

矽的含量約在 0.12 到 0.35% 之間；在許多鋼料中不含矽。和錳一樣，矽亦能提高鋼的強度，所不同的是矽減少了鋼的抗銹性而且惡化了銲接的性能。

硫和磷都是有害的雜質。它們的含量限制得很嚴格；例如在鋼號為 Cr. 2 及 Cr. 3 的馬丁鋼中，硫的含量不能超過 0.055%，磷不超過 0.050%，鋼號為 Cr. 3M 的橋梁鋼中則不超過 0.050 及 0.045%。

含硫量很多的鋼不宜於受壓和銲接，在熱態中它的機械強度亦很弱，因此不能用於鍛工中等等。

含磷量很多時使鋼的晶粒變粗並提高鋼料的脆性，在低溫時尤其顯著；這種鋼當冷加工時便出現裂縫。但是在減低含碳量的同時稍微增加磷的含量可以保證鋼料所需要的機械性質。

氧和氮也是有害的雜質。氧的害處和硫相同。氮則更為顯明，只要含有極少量的氮，鋼的脆性便顯著地提高。

爲了提高鋼的質量(提高強度，增加韌性，提高對腐蝕及時化的抗力等)在鋼中加入少量的銅，鎳，鉻，鉬等。最常加的是銅，它除了提高鋼的強度(對伸長率並無顯著的影響)之外還大大地提高了鋼的耐蝕力。

在建築結構中通常採用馬丁鋼以及湯姆斯鎮靜鋼和貝氏麥鎮靜鋼。湯姆斯和貝氏麥鎮

靜鋼中硫和磷的含量可較馬丁鋼為高。在它們裏面可常見到氧和氮的包留物、氣泡和其他的缺陷。所以貝氏麥和湯姆斯鋼只可作為不直接承受動力荷重的構件，而湯姆斯沸騰鋼只能用於溫度不低於零下 25°C 的鉚接結構中。

鋼結構設計托拉斯認為湯姆斯及貝氏麥沸騰鋼與 OM 鋼（按照黑色冶金人民委員會 TY 175 的規定）只可用於溫度作用在零上並且不直接承受動力荷重的不重要的鋼結構中，並須遵守下列條件：

- a) 各種冷加工（衝孔，裁切等）應在溫度不低於 0°C 中進行；
- b) 在重要構件中僅可用鑽孔。

衝好的孔應用仔細的檢查，以保證釘孔在擠壓時無裂縫出現。

在附錄 1 中載有各類結構適用的鋼料和鋼料代用品的名稱，係取自鋼建築設計托拉斯的資料。在普通建築的橋梁結構中，僅可用馬丁鋼。

鑄型用的鑄鋼用兩種號碼，拉力強度限不小於 4000 或 5000 kg/cm^2 ，短試件的伸長率不小於 20 及 15%。

在建築結構中所用的鑄鐵主要地是鑄鐵件。視拉力及彎曲的強度限值而將鑄鐵分為各種不同的號碼。最常用的是灰色的比較軟的鑄鐵 CЧ 12—28，及 CЧ 15—32 彎曲強度限為 28 及 32 kg/mm^2 ，拉力強度限為 12 及 15 kg/mm^2 ，壓力強度限近於 50 及 60 kg/mm^2 。這些號碼的鑄鐵的強度雖小，但鑄造及加工卻很容易，所以有時候還是合算的。

在計算結構的重量時，取輓壓型鋼及鑄件的比重為 7.85，輓壓鋼板為 8.00，鑄鐵件為 7.25。鋼的導熱係數為 50.0 千卡/小時， m^2 ，度。鋼的綫膨脹係數為 0.000012。

鋼的縱向彈性模數（在彈性階段工作時）在 2000000—2200000 kg/cm^2 之間。

在計算形變及變位時，取輓鋼及所有號碼的鋼鑄件的縱向彈性模數 $E=2100000 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 號碼為 CЧ 12—28 及 CЧ 15—32 的鑄鐵件 $E=850,000$ 號碼較高者 $E=1000000 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 。

輓鋼的剪力模數取

$$G=0.4E=840000 \text{ kg}/\text{cm}^2.$$

2. 鋼的腐蝕

鋼料的腐蝕是一種複雜的電化學過程，可以在不同的環境，以不同的程序發生，但必須有電位差，電池偶，液體及氧等。純鐵以及在變形之後結構^①發生扭曲的金屬，表面上有裂縫，薄膜，銹皮等金屬的抗腐能力最弱。鋼的抗腐能力隨着它的含碳量的增加而增加。

鋼料上蒙有灰塵及其他污染物都能吸收水分而使腐蝕擴大、加速。鐵銹（氫氧化鐵）是鋼料腐蝕的最後產物，它的組織為海綿狀，容易吸收水分。因此，它不但不能作為抵抗腐蝕的保護層反而使鋼料腐蝕得更快。

① 譯者註：此處所謂的結構係指晶體的結構而言。

對鋼最不利的是硫和氯的化合物及稀硝酸。工廠區和人口稠密的空氣中存在着很多的硫化物。沿着鐵路的地區機車噴出的煤煙中亦帶着硫化物。沿海地區和某些工廠的空氣中都含有氯化物。

腐蝕的速度以每年單位面積上所損失重量(m/cm^2)的平均值來計算。在大的工業中心中約 $8 m/cm^2$ ，在遠離城市的地方約為 $2 m/cm^2$ 。

在不利的條件下，鋼料的腐蝕是很嚴重的。第 2 圖的曲綫 [3] 表示用不同方法冶煉的鋼料在潮濕空氣中(含有燃料燃燒後的產物)的損失(在機車庫中)。MCT. 3 號馬丁鋼在 9 個月中的損失超過 $70 m/cm^2$ 。

爲了保護鋼料不受腐蝕可以加入極少量的其他元素，如銅，鎳，鉻，磷等。它們的作用是形成一層很安定的保護膜(鈍化)。應該注意的是有些元素(如銅)，使鋼在空氣中的抗腐能力很高但在水中的抗腐能力卻很低。

防止鋼料腐蝕的另一方法是在鋼料的表面上加一層其它的金屬(金屬鍍面)，如鋅，鋁，鉻等。保護層厚約 1 mm。鋅和鋁的保護層的優點是當腐蝕情況不嚴重時，由保護金屬所形成的腐蝕產物形成一種薄膜可以保護鋼料，而且這層薄膜被剝落後還可以自行生長。

防止鋼結構腐蝕最常用的方法是加幾次油漆。最重要的是第一次打底的油漆。打底的油漆是亞麻乾燥油或加仁丹(或氧化鐵)的濕油。底漆上面的面漆是用來作爲保護層的，所以它可以隨便些。

在上底漆之前，一定要仔細地將鋼料的表面的膜體，腐蝕渣滓和鐵銹清除乾淨。清除時可用鐵絲刷子，噴沙器(後者的效果較好)或化學方法(如磷酸鹽處理[4])。

因爲現在油漆缺少便在鋼結構上改塗柏油漆。柏油漆對於水及酸的抗力很好，但在日光下容易融化。它們對於應力狀態急劇變化的構件沒有什麼作用，而當溫度在 $60\sim 70^\circ$ 時就軟化了。因此現在的柏油漆主要是用來保護水下的結構物。

3. 鋼結構的防火措施

爲了防止鋼結構不致有燒壞的危險，使用各種不同的導熱性很低的材料和十分耐火的殼體包住。這些殼體需要在被火燒紅的狀態下受有冷水的作用後不致破壞或破壞很少。

最簡單的保護方法是用一層網把梁或柱包住，然後直接在它上面塗厚約 2~3 cm 的灰墁(圖 3, a)或在網與鋼骨之間留一層或兩層的空氣隔絕層(圖 3, b 及 c)。

這種保護方法的優點是除了設置簡單外而且殼體很輕，體積很小(很少受到房屋內部的

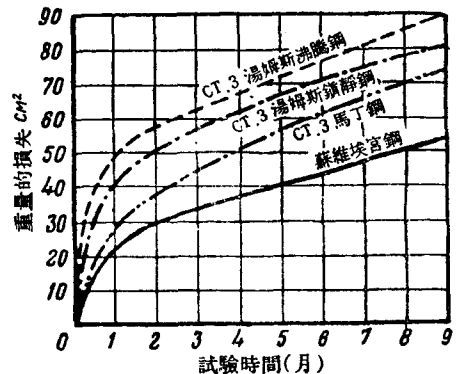


圖 2. 各種冶煉方法的鋼貯藏在機車庫中的重量損失曲綫

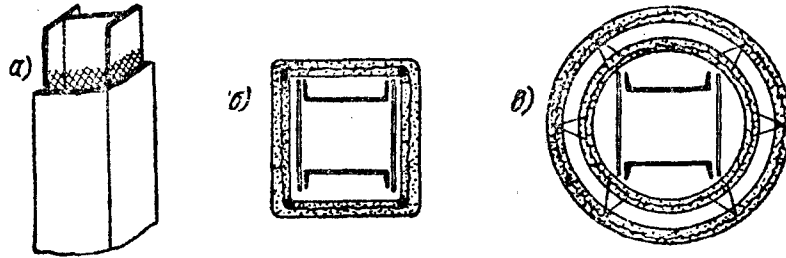


圖 3. a—塗於網上的灰塼的防火層； b—有一層空氣隔絕層的防火層；
c—有兩層空氣隔絕層的防火層。

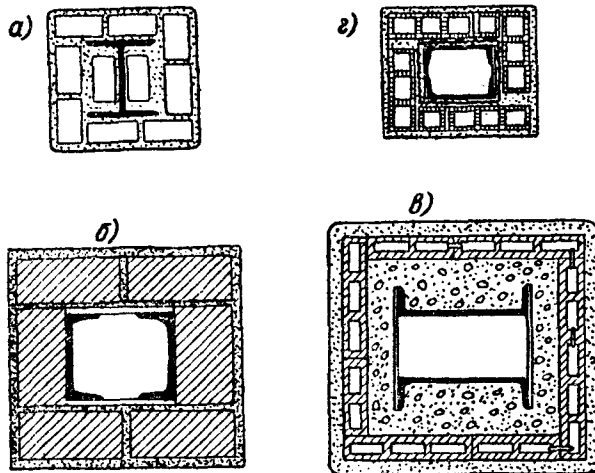


圖 4. 防火層

a, b—磚的； c—空心混凝土陶磚的； d—空心陶磚的。

限制)。但是這種保護殼的效果並不大，因為在水火交攻下很薄的一層灰塼會發生裂縫而且會部分地倒塌。

較為可靠的保護層是用普通的紅磚(圖 4, a 及 b, 半磚厚), 混凝土及空心混凝土陶磚的包殼(圖 4, c)。這種包殼的優點是水泥漿可以使金屬不受腐蝕, 缺點是重量大, 體積大(保護層厚 10~15 cm)。

有空陶土版或空心磚所做的包殼(圖 4, d), 無論有無灰塼在水火交攻下便很快地破壞, 是一種效果不大的保護方法。空心陶磚的包殼的效能比陶土版的較高。

第二章 應力和安全係數

1. 應力的種類

構件在機械, 溫度及其他作用的影響下所生的應力可分為四種即:主要應力, 附加應力, 局部應力和初應力。

根據 H. C. 斯特烈列茲基教授的分類, 主要應力是指為維持桿件的負荷能力所必要的應力, 當它達到了極限值時桿件的負荷能力亦已全部發揮, 所以主要應力應由計算來決定。

附加應力是指發生在這樣的桿件或聯結上的, 就是它們過渡到塑性狀態時並不影響整個結構的強度, 所以這些應力在計算時不予考慮。由於用附加聯結件來連接而發生力矩所生的應力同樣亦是屬於附加應力。因為當附加聯結件退出工作時, 這些應力即行消失, 所以

在計算中亦不考慮。

在試件形狀變化(例如在圓孔及楔入的地方)的影響下以及在物料和構件有缺陷的地方,也可以觀察到局部的應力提高。桿件的形狀變化引起力流的偏斜(形狀變化得愈不平緩力流偏斜得愈急劇)而使桿件過渡到兩種基本應力的狀態。

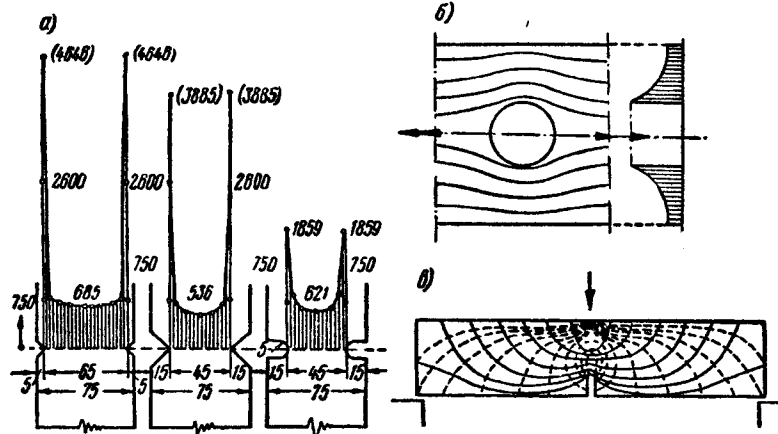


圖 5. a 及 b—中心受拉時, 缺口對法向應力的分佈的影響; c—刻槽對彎曲桿件所生的影響。

甚至當外力的作用相當小時, 局部應力亦可能很大(比平均計算值大幾倍)。圖 5, a 為鋼條受拉時缺口的大小及形狀對局部應力值的影響, 圖 5, b 為中間有圓孔的鋼條在受拉時應力的分佈情形, 而圖 5, c 則為彎曲桿件切槽附近的應力集中的情形。

如果結構承受靜力荷重, 當應力逾限的物料部分過渡到塑性狀態時, 局部應力便自相調整而得平衡, 對於破損荷重的值並無多大的影響。因此, 和附加應力一樣, 在計算時亦不加以考慮。但是在動力荷重及低溫作用下, 局部的應力逾限使鋼料發生脆性變形而影響到它的強度。

當荷重增加得很快時, 桿件的形狀變化(尤其是急劇的形狀變化)可以提高屈伏限並使軟鋼內的屈伏台階消失(圖 6)。這樣的試件的破損載荷雖然亦稍形增加, 但是不能認為這是一種好的現象。因為從第 6 圖中可以看出, 當它破壞時脆性很高, 伸長率很小, 破壞時所需的功亦小。

局部應力集中促使鋼料過早地損壞(時化)。

避免局部應力的危害性的方法就是消除引起局部應力的原因。如果不能完全消除的話便採用構造的方法來減少局部應力; 例如使

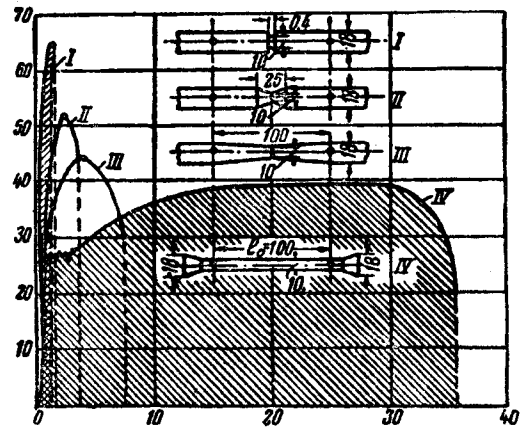


圖 6. 缺槽對軟鋼工作的影響

截面的變化平順和緩，用圓弧來代替反角等(參看圖 5, a 及圖 6)。

上面所述的主要應力，附加應力和局部應力在某種程度上是有關係的。此外，在構件中還可以觀察到和製作的狀況有關的應力

- a) 桿件的製作(如輾壓的條件)；
- b) 結構的製作(如銲接的順序及其他條件)；
- b) 結構在工作之前的條件。

例如，輾壓梁中的初應力便很大。梁的豎直腰軋，和翼緣比較起緣冷卻得早因而便阻止了翼緣在繼續冷卻時的自由收縮。這時在翼緣則生壓應力。圖 7, a 中為根據鐵道運輸科學研究院的試驗數據所繪製 475 毫米 內部初應力的典型圖。在翼緣中，初應力達到 700 kg/cm^2 (拉 kg/cm^2 (壓力)。同一高度的普通工字鋼的初應力就要小得多；各為 52 字鋼愈高，翼緣中的初拉應力亦愈大。

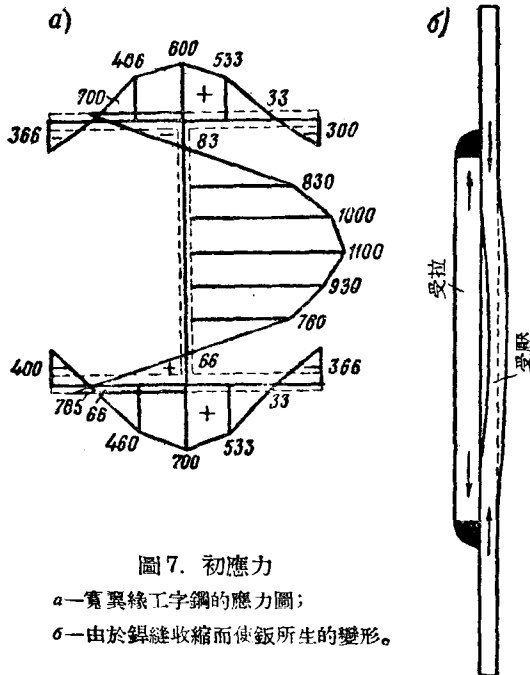


圖 7. 初應力

- a—寬翼緣工字鋼的應力圖；
- b—由於銲縫收縮而使軋所生的變形。

很大的初應力可以
的自由變形的連接的作
用兩條銲縫將一塊鋼軋
(圖 7, b), 由於銲縫金屬
發生拉應力另一塊則生壓
積愈大, 彼此的距離愈近,
大。

初應力可以分為兩種。
方向是有一定的, 有些是沒
的。而且它們自身可以互相
後者在桿件上所佔的面積或
按其作用的性質說來與局部應
一定方向的初應力可能和主應
合而對構件的工作發生影響。
低或提高屈伏限, 增加殘餘撓度
還使得桿件因脆性而破壞。

初應力與外力的作用無關, 所以在計算時不予考慮。消除初應力為害的方法
地限制製作的方法以及在構造上採取許多措施來避免。

2. 安全係數和容許應力

主要應力對於正確地設計的結構和適當地完成的結構的強度起着決定性的影響