

高級工業職業學校教科書

材料強弱學

王壽寶編

商務印書館發行

高級工業職業學校教科書

材 料 強 弱 學

王 壽 寶 編

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十五年八月初版
中華民國二十五年十二月再版

(64913.1)

高級工業職業學校教科書 材料強弱學 一冊

每冊實價國幣捌角

外埠酌加運費匯費

編纂者 王 壽 寶

發行人 王 雲 五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版權所有
翻印必究

(本書校對者胡達聰)

序

言工程莫先於改進技術，介紹新知，夫人而知之矣。然學理深奧，精進不易，而教材缺乏，尤感困難，欲求一良好之課本，殊不易得，而關於工程之課本，尤寥若晨星。我友王君壽寶赴德留學，專攻土木工程，任教有年，學識經驗，卓絕羣倫，茲於同濟大學授課之暇，本平日精研之所得，編有材料強弱學一書，以爲工程各課之基礎；展而讀之，內容完備，引證詳明，不特研究土木工程者宜人手一編，即學機械或電機工程者，亦甚足以資參考。蓋職業學校課本，取材須切近事實，過於簡單，則無從探求，過於廣泛，則不合日用，是編應有盡有，凡足資參考之材料，逐一編列，網羅無遺。其間設有應用習題八十餘問，均有詳確之解釋。圖二百六十件，表八件，既足瞭解，尤易檢查，洵稱研究工程學者所不可少之善本。是編出而海內工程學子得有指導之南鍼，與良好之考鏡，其有功於工業界，豈淺鮮哉？爰綴數言，誌諸篇端。

中華民國二十四年十一月二十三日王繩善。

王君壽寶積學之士也。畢業吾校後，復赴德留學，入工業大學專攻土木工程，造詣頗深，學成歸來，歷任各工程機關高級技師及之江大學教授有年，學識經驗，與日俱增。其於教學也，釋疑解難，循循善誘，誠爲吾國不可多得之良師。余長同濟，特聘其來任教授，兼附設高級工業職業學校土木科主任，已三年於茲矣。王君平時教學之餘，仍從事於研究工作，孜孜不倦，殊爲欽敬。近年來有鑒於吾國職業學校教本之缺乏，立志集合同志編著高級工業職業學校各課教本，以助職業教育之推進。頃已將材料強弱學一書完成，出示於予，並囑爲序。是書內容完備，不獨適合於職業學校教本之用，即大學暨工程界以之爲參考書，亦無不可。王君之精研學術，熱心教學，於此更可見矣，故余樂爲之序。並希王君本其夙願，將高級工業職業學校應用之各課教本次第編竣，刊印發行，俾全國各職業學校均有所採用，則幸甚矣！

翁之龍， 十月十八日。

自序

我國學者之提倡職業教育也，亦幾二十餘年，第以未得朝野人士之重視，卒至規模粗具，進步絕鮮。根據教育部最近統計，我國普通中學與職業學校學生人數爲十一與一之比，易言之，即職業學校學生人數，僅佔中等教育學生人數十二之一。於是知我國教育之發達不平均；我國職業教育之成績尙幼稚。試觀歐美各國，則大相徑庭，其職業學校與普通中學學生人數之比較，比佔七之六，瑞士佔六之五，蘇俄佔五之四，荷德捷克瑞典各佔四之三，英奧則佔三之二，彼全國職業學校學生數，實遠在普通中學之上。國有生產之衆，民多才藝之士，上下一心，此先進國之所以日臻富強，而我國之亟應則效者也。

雖然，辦理教育，在形式上，固貴有確定之方針，而內容上，更不可不有適當之教材，庶目的與方法，不致背道而馳，良以選擇教材，實爲教學上之重要工作，同時亦爲我國擔任職業教科者，所視爲最感困難之一問題。查今日出版界，對於各級學校之用書，果然琳琅滿目，俯拾卽是，而於職業學校之各科教本，則比較完善者，尙付闕如，是不得不有待於熱心斯業者之另闢蹊徑，從事撰述。按材料強弱學，爲工程各課之基本，如橋樑也，建築

也，鋼筋混凝土也，種種功課，均以此爲起點。故職業教育無工料則已，有則，斯項教本，殆難或缺，此本書之編，有刻不容緩之勢。深願海內學者，巨著蔚起，而集職業教育各科叢書之大成，庶職業教育，蒸蒸日上，廣植國家實用人才，以造福社會，不禁企余望之。

嘗謂職業學校教本，取材須切事實，徒示淵博，則失之離日用；過蹈膚淺，則失之難應付。尤宜旁採博引日常應用問題，作充暢之練習，務使學者解決疑難，得心應手，絕無間隔之弊，本書之作，悉從斯旨。其間應用習題八十餘問，均經詳解，可以供學生自習之用。圖二百六十件，可增益學生之悟解力。書末另附八表，藉備檢查參考之需。至於編制及內容，則大體參照德國職業學校科本，而加以損益，紕累之處，在所不免，尙祈閱者指教是幸！

民國二十四年十月 王壽寶識於國立同濟大學附設高級工業職業學校。

目 錄

第一章	緒論	1
第一節	引言	1
第二節	各種內力	2
第二章	拉及壓	8
第一節	引言	8
第二節	拉	16
第三節	壓	23
第三章	剪	36
第一節	引言	36
第二節	帽釘及螺旋計算	42
第四章	撓曲	58
第一節	引言	58
第二節	撓率計算法	69
第三節	撓率圖解法	93
第四節	受撓曲力距構造物計算	97
第五章	壓折	158

第一節 啞氏壓折公式	158
第二節 泰氏壓折公式	164
第三節 應用問題	167
第六章 材料受各種外力作用	187
第一節 撓曲與壓	187
第二節 撓曲與拉	190
第三節 雙面撓曲	194
第四節 偏心壓力	198
第五節 斷面心核	203
附 錄	217
(一) 樑受各種荷重後之撓曲力距彎曲度及其他	222
(二) 中德英名稱對照表	223
(三) 應用符號表	229
(四) 比重表	231
(五) 安全應力表	234
(六) 荷重表	237
(七) 單位換算表	240
(八) 德制定形鋼表	243

材料強弱學

第一章 緒論

第一節 引言

任何建築物，受力之作用，不外兩種，即外力與內力是也。

所謂外力 (äufsere Kräfte) 如荷重，土壓力，水壓力，風力，雪重等皆屬之，至建築物下之支力，亦係外力之一種，任何建築物，其所受各種外力，恆相平衡 (Gleichgewicht)。

所謂內力 (Innere Kräfte) 者，即建築物受外力之作用，藉建築材料各分子間之傳達，因得平衡，而此各分子間所發生之力，是爲內力。

任何建築物在靜止狀態時，其外力與內力之抗持，恆相平衡，故欲一建築物之平衡焉，其內部必須有相當之抵抗力，如取材既定，則該物體之大小與形式亦自有定。

材料強弱學 (Festigkeitslehre) 者，即從一建築物，所受外力之大小，而研究其應有之內力，材料尺寸與形式，因以決定。此外尚有二點，須加注意者：(一)各建築部份之不得破壞。(二)各建

建築物不得有過甚之變形 (Formänderung)。

任何物件，受外力之作用，其分子間之相互地位，必有移動，此種變形，常視其力之強弱與受力地點及建築物之材料而定。

如所受外力之作用一經停止，則其既變之形，即可還原若干，此種性質，謂之彈性 (Elastizität)。其還原之程度，各種材料，雖互有不同，然無完全還原之可能，亦無絕對不還原者，因無完全彈性體，亦無絕對不彈性體。

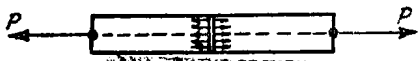
一物體在外力停止之後，其變形部分之還原者，謂之彈性變形 (Elastische Formänderung)，其他極小部份之不還原者，謂之永久變形 (Bleibende Formänderung)。

一建築物之尺度，所得永久變形之數極小，實際上無重視之必要，如外力漸增，則其所生之永久變形亦漸大，至某種不可忽視程度而止，是謂此材料之彈性限界 (Elastizitätsgrenze)，如某物體所受之外力，一旦超越彈性限界，則其變形極速，結果其各分子間之關係頓失，而物體即告斷折矣。在一物體斷折時，其單位斷面積間之內力，謂之斷應力 (Festigkeit)。物體以受力情形之不同，而分子間之變形亦異，其應力乃有多種。

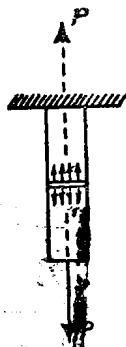
第二節 各種內力

(一) 拉 (Zug) 以外力施於棍軸，即與棍斷面相垂直時，使

棍之各鄰接面，呈分離之勢，將棍續漸拉長（第1圖及第2圖）如外力次第增大，終至拉斷，在每平方公分間之應力，謂之拉斷應力（Zugfestigkeit）。

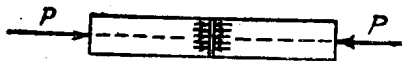


第 1 圖

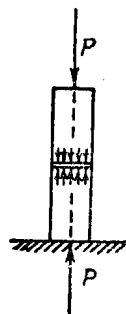


第 2 圖

（二）壓（Druck）—以外力施於棍軸而使棍之各鄰接面，呈接近之勢，將棍續漸壓短（第3圖及第4圖）。（惟棍之長度與其最小斷面之比，不得超越某定值，否則將向旁折斷。）如外力次第增大，終至壓斷，在每平方公分間之應力，謂之壓斷應力（Druckfestigkeit）。

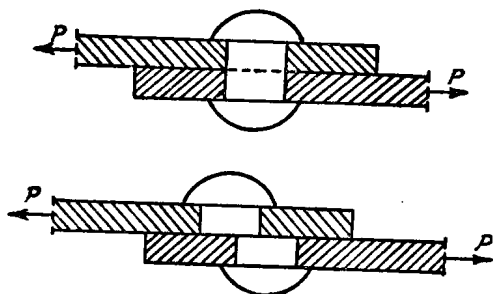


第 3 圖

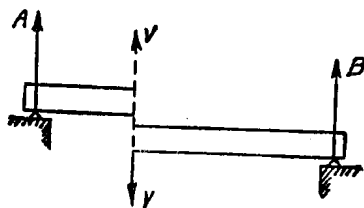
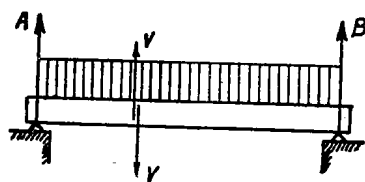


第 4 圖

(三)剪 (Schub) 一物體受外力之作用，使鄰接兩面呈反向移動之勢（第5圖及第6圖）。如外力次第增大，兩面終至分離，在每平方公分間之應力，謂之剪斷應力 (Schubfestigkeit)。

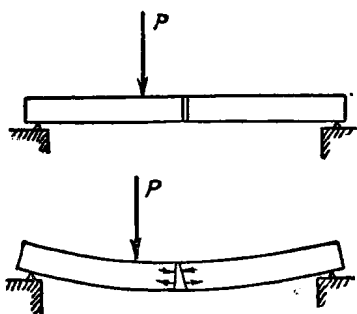


第 5 圖

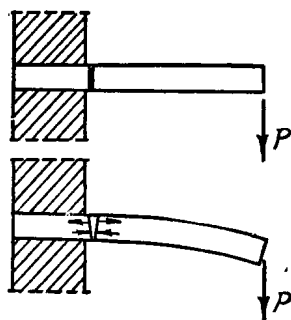


第 6 圖

(四) 撓曲(Biegung) 當外力作用垂直於棍軸時，棍必彎曲，在棍彎之凹面，其材料各分子，互相擠壓，在凸面則互相牽引，故於一斷面間同時發生壓應力與拉應力(第7圖及第8圖)。至達破斷時，在每平方公分間之應力，謂之撓曲斷應力(Biegungsfestigkeit)。

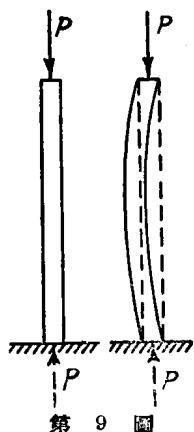


第 7 圖



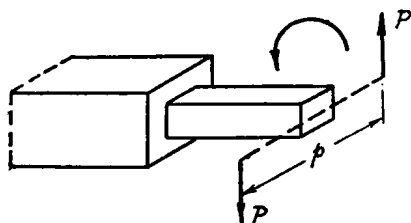
第 8 圖

(五) 壓折(Knick) 施外力於棍軸，如該棍之長度與其最小斷面之比甚大，則該棍除受擠壓外，尚有向旁彎曲之勢(第9圖)，至破斷時，在每平方公分間之應力，謂之壓折斷應力(Knickfestigkeit)。棍之各斷面間內力分佈，並不均勻，以其有彎曲應力故也。



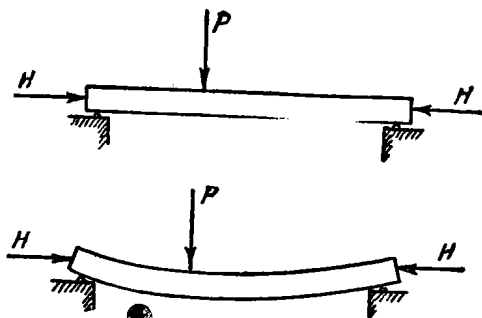
第 9 圖

(六) 扭轉 (Drehung) 設外力作用雖垂直於棍軸，而與之不相交，則使棍之鄰接各斷面，有扭轉之勢 (第10圖)，至破斷時，在每平方公分間之應力，謂之扭轉斷應力 (Drehungsfestigkeit)。

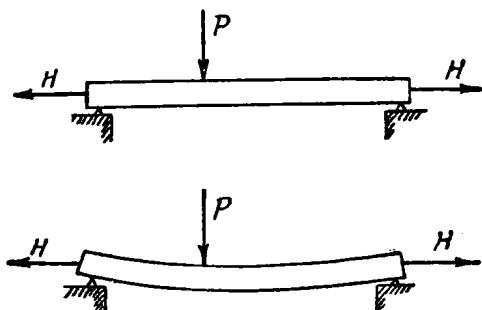


第 10 圖

(七) 各種外力作用 一物體受多種外力之作用，同時引起各種內力，通常為壓與撓曲之混合 (第11圖) 暨拉與撓曲之混合 (第12圖)，就中以前者較屬不宜，因 H 力而增彎曲，則物體受折斷之險，益形顯著矣。



第 11 圖



第 12 圖

第二章 拉及壓

第一節 引言

設有外力 P 作用於棍軸，則在棍座或其支點必有反向等強之力與相抵住，方得平衡，按諸實驗，可將施於沿棍軸之外力 P ，均分於全斷面 F ，設該棍由一束細棍合併而成，每細棍之斷面積為一平方公分，則每細棍之受力為 $\frac{P}{F}$ 。

今以 σ 為棍每平方公分斷面間所受之力，謂之應力 (Spannung)，則應力當適於下列之規定：

(甲) 應力恆垂直於斷面。

(乙) 應力在斷面上任何處，其值均為

$$\sigma = \frac{P}{F} \dots\dots\dots (1)$$

因外力作用方向之不同，使物體拉長或壓短，棍之各斷面垂直於棍軸者互相平行，受外力 P 作用後，仍相平行，受拉力，則兩面相離較遠，受壓力則兩面相離較近，其應力之最大值，在物體破壞時始發生，此種最大應力，名該材料之斷應力 (Bruch spannung)。此項斷應力，以各分子間黏合力之不同而異，故各材料各有其固有之斷應力，在同一材料，其拉斷應力 K_z ，與壓斷應