

1120 9253/28
7-11 23677

材 料 力 學

— 題 解 —

日 本 工 研 會 編 著

建 筑 工 程 出 版 社

材 料 力 学

— 題 解 —

谷 正 石 譯

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書系根据日本“材料强弱学新研究”一書譯出的。書中包括有关土木、建筑、机械、造船、航空等常遇到的材料力学計算問題255个。全書按学习材料力学的先后次序編排。每章前均附有应用公式,以便复习。

本書最适合于有初等数学和力学知識的工人和一般干部,在自学材料力学时参考。

原本說明

書 名: 材料强弱学新研究

(学习方 解き方)

作 者: 工 研 会

出版者: 文 进 堂

出版地点: 大 阪一 昭和 16 年
及 年 份:

材 料 力 学

一 題 解 一

谷 正 石 譯

*

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外德胜士路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 052 号)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書号540 97千字 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 5 $\frac{5}{16}$

1957年7月第1版 1957年7月第1次印刷

印數: 1—4,450册 定價 (10) 0.85元

材 料 力 学

— 題 解 —

谷 正 石 譯

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書系根据日本“材料强弱学新研究”一書譯出的。書中包括有关土木、建筑、机械、造船、航空等常遇到的材料力学計算問題255个。全書按学习材料力学的先后次序編排。每章前均附有应用公式,以便复习。

本書最适合于有初等数学和力学知識的工人和一般干部,在自学材料力学时参考。

原本說明

書 名: 材料强弱学新研究

(学习方 解き方)

作 者: 工 研 会

出 版 者: 文 进 堂

出版地点: 大 阪一 昭 和 16 年
及 年 份:

材 料 力 学

一 題 解 一

谷 正 石 譯

*

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外德胜土路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 052 号)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書号540 97千字 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 5 $\frac{5}{16}$

1957年7月第1版 1957年7月第1次印刷

印數: 1—4,450册 定價 (10) 0.95元

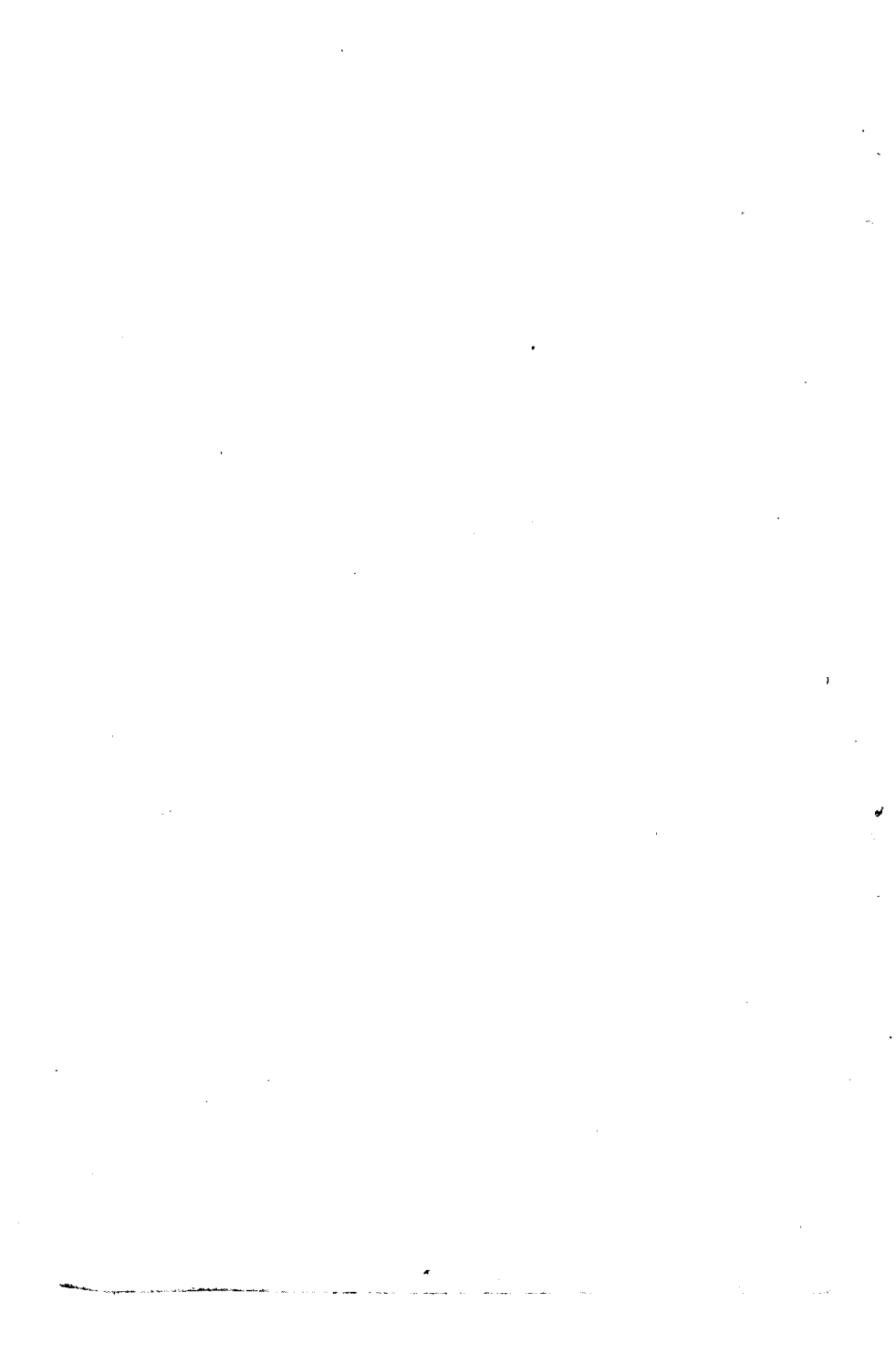
譯 者 的 話

本書的習題原是日本東京高等學校學生學習材料力學時的演算算草，後來經過他們的教師田中光彥先生加以整理，計得二百五十五個比較顯淺而且切合實際的應用問題。這些問題的內容包括土木、建築、機械、造船及航空等各方面。

本書解題的方法簡單明了，編排合乎實際，題目又能引起興趣。但本書全部是習題的題解，如在練習材料力學的計算時，直接將本書解題的方法抄習，則不但不能得到良好的效果，相反會影響學習成績的鞏固。如在学习時，先將本書中問題演算出來，然後再與本書所演算的習題加以對比，作為參考，並從中體會材料力學計算的理論，那是有益的。

在目前我國正展開大規模的向科學進軍，出版此書對於有了初等數學和力學知識的工人和一般幹部在自學上是有幫助的。因此，將本書譯出，以供大家參考。限于譯者的水平，錯誤之處在所難免，請讀者多加指正。

譯 者



目 录

第一章	应力及形变(习题1—53).....	(7)
第二章	纵向和横向形变的关系及其各种模 量(习题54—61).....	(26)
第三章	作用在两种不同材料的单纯应力 (习题62—72).....	(31)
第四章	考虑了材料自重的垂直应力 (习题73—76).....	(42)
第五章	具有均等强度的棒(习题77—80).....	(45)
第六章	由于温度变化所生的应力(习题81—87).....	(50)
第七章	应变能(习题88—95).....	(53)
第八章	梁的弯曲(作用于梁上的外力关系) (习题96—114).....	(58)
第九章	梁的弯曲(作用于梁上的应力关系) (习题115—144).....	(74)
第十章	梁的挠度(习题145—151).....	(97)
第十一章	柱(习题152—168).....	(102)
第十二章	钢筋混凝土梁(习题196—174).....	(116)
第十三章	扭转(习题173—196).....	(123)
第十四章	同时受到扭转和弯曲的轴 (习题197—206).....	(135)
第十五章	缠绕弹簧(习题207—216).....	(144)
第十六章	圆筒及球.....	(149)

	受內压的薄圓筒及球(习题217—231) (149)
	受外压的薄圓筒(习题232—237)…… (153)
	厚圓筒(习题238—245)…… (157)
第十七章	受压力的圓板(习题246—249)…… (161)
第十八章	鉚接(习题250—255)…… (165)

第一章 应力及形變

W (公斤): 外力(荷載)

P (公斤): 应力(抵抗力)

$$W = P \quad (1)$$

f (公斤/平方公分): 应力的强度(單位內力)(略称內力)

A (平方公分): 材料的截面积

$$f = \frac{P}{A} \quad (2)$$

$$\therefore P = Af \quad (3)$$

破坏应力: 材料破坏时的应力

容許应力: 平常也可采用的应力

$$\text{安全系数} = \frac{\text{破坏应力}}{\text{容許应力}} \quad (4)$$

P (公斤/平方公分): 拉应力或压应力

L (公分): 材料原長

l (公分): 由应力 P 所引起的伸長或縮短

f (公斤/平方公分): 在材料上所引起的拉应力或压应力

的强度

E (公斤/平方公分): 縱向彈性模量

λ : 应变

$$\lambda = \frac{l}{L} \quad (5)$$

$$\frac{f}{\lambda} = \frac{PL}{Al} = E \quad (6)$$

$$l = \frac{PL}{AE} = \frac{fL}{E} \quad (7)$$

习 題

1. 直徑 3 公分的圓木, 受到 6500 公斤的拉力时, 問其中所引起的应力有多大?

解: 圓木截面积 $A = 0.7854 \times d^2 = 0.7854 \times 3^2 = 7.07$ 平方公分

由 (2) 式得: 拉应力 $f = \frac{P}{A} = \frac{6500}{7.07} = 920$ 公斤/平方公分

2. 以 1000 公斤的力, 拉張直徑 50 公厘的棒, 求棒的应力?

解: 圓截面积 $A = \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19.64$ 平方公分

$$\therefore f = \frac{1000}{19.64} = 50.92 \text{ 公斤/平方公分}$$

3. 每边長 10 公分的正方形截面的木料, 在受到 200 公斤的力来压缩或拉張时, 問其中的应力有多大?

解: $f = \frac{200}{100} = 2$ 公斤/平方公分

4. 直徑 4 公分的圓木, 加以 6000 公斤的拉力时, 其应力的强度如何?

解: $A = \frac{\pi}{4} \times 4^2 = 4\pi$ 平方公分

$$f = \frac{P}{A} = \frac{6000}{4\pi} = 478 \text{ 公斤/平方公分}$$

5. 直徑 $\frac{3}{8}$ 吋的圓鐵棒，加以 1000 磅的拉力時，問其單位應力有多少磅/平方吋或多少公斤/平方公分？

$$\text{解： } A = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{3}{8}\right)^2 = 0.113 \text{ 平方吋}$$

$$f = \frac{P}{A} = \frac{1000}{0.113} = 9060 \text{ 磅/平方吋}$$

$$= 9060 \times 0.0703 = 637 \text{ 公斤/平方公分}$$

6. 直徑 1 吋的圓鐵棒，加以 5000 磅的拉力時，求單位應力？

$$\text{解： } A = \frac{\pi}{4} \times 1^2 = 0.7854 \text{ 平方吋}$$

$$f = \frac{5000}{0.7854} = 6380 \text{ 磅/平方吋}$$

7. 外徑 8 公分、內徑 5 公分的空管，在軸上加 5000 公斤壓縮荷載時，問其中所引起的應力強度有多大？

$$\text{解： } A = \frac{\pi}{4} (8^2 - 5^2) = 30.6 \text{ 平方公分}$$

$$f = \frac{5000}{30.6} = 193 \text{ 公斤/平方公分}$$

8. 直徑 50 公厘的圓木，受到 10 噸的荷載時，問其中的拉應力有多大？

$$\text{解： } P = 10 \text{ 噸}$$

$$= 10 \times 1000 = 10000 \text{ 公斤}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19.64 \text{ 平方公分}$$

$$f = \frac{10000}{19.64} = 509 \text{ 公斤/平方公分}$$

9. 直徑2.5公分的麻繩，荷載0.5噸，問安全系數及應力各有多大？設破壞應力為600公斤/平方公分。

解：繩的截面積 $A = \frac{\pi \times 2.5^2}{4} = 4.91$ 平方公分

容許拉應力 $f = \frac{500}{4.91} = 102$ 公斤/平方公分

$\therefore$ 安全系數 $= \frac{600}{102} \approx 6$

10. 直徑 30 公厘的麻繩，挂上700公斤的重量，當其極限抗拉強度為 500 公斤/平方公分時，求安全系數及容許最大應力？

解：繩的截面積 $A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \times 3^2 = \frac{9}{4} \pi$ 平方公分

破壞荷載 $P = 500 \times \frac{9}{4} \pi = 3533$ 公斤

$\therefore$ 安全系數 $= \frac{3533}{700} = 5.05 \approx 5$

容許最大應力 $f = 700 \div \frac{9}{4} \pi = 99$ 公斤/平方公分

11. 直徑1.5公分的鐵棒，試驗其最大荷載是 8150 公斤，求抗拉強度？

解：鐵棒的圓面積 $A = \frac{\pi}{4} \times 1.5^2 = 1.77$ 平方公分

抗拉強度 $f = \frac{8150}{1.77} = 4610$ 公斤/平方公分

12. 直徑 1 公分的鐵棒，受到1500公斤荷載，如抗拉強度是4000公斤/平方公分，求安全系數？

解：鐵棒的截面積 $A = \frac{\pi}{4} \times 1^2 = 0.7854$ 平方公分

$$\text{容許應力 } f = \frac{1500}{0.7854} = 1910 \text{ 公斤/平方公分}$$

$$\therefore \text{安全係數} = \frac{4000}{1910} = 2.1$$

13. 在圖 1 中的 D_2 處，加上 4000 公斤的拉力，求這直徑 5 公分的圓栓上所發生的剪應力？

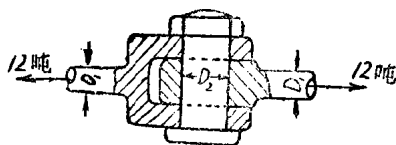


圖 1

解：承受剪應力的截面積 $A = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 39.27$ 平方公分

$$f = \frac{4000}{39.27} = 102 \text{ 公斤/平方公分}$$

14. 長 20 公分，截面 6 公分 $\times$ 4 公分的鑄鐵柱，加上 1000 公斤/平方公分的壓力，問它負有多大的荷載？

解：截面積 $A = 6 \times 4 = 24$ 平方公分

$$f = 1000 \text{ 公斤/平方公分}$$

依 (3) 式

$$P = fA = 1000 \times 24 = 24000 \text{ 公斤} = 24 \text{ 噸}$$

15. 直徑 5 公分的軟鐵棒，容許壓應力為 800 公斤/平方公分，問能擔負多大的拉力？

$$\text{解： } A = \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19.64 \text{ 平方公分}$$

$$f = 800 \text{ 公斤/平方公分}$$

$$\therefore P = f \cdot A = 800 \times 19.64 = 15700 \text{ 公斤} = 15.7 \text{ 吨}$$

16. 外徑12公分,內徑7公分的短鑄鐵圓筒,用作受到反复荷載的支柱,其容許压应力为1000公斤/平方公分,安全系数为7,問能承受多少吨的荷載?

$$\text{解: } A = \frac{\pi}{4} (12^2 - 7^2) = 74.6 \text{ 平方公分}$$

$$P = 1000 \times 74.6 = 74.6 \text{ 吨}$$

17. 寬15公分,厚1公分的軟鋼板,若在剪切机上剪切,板所生的剪应力强度不超过4000公斤/平方公分,問需用力多大?

$$\text{解: 产生剪应力的面积 } A = 15 \times 1 = 15 \text{ 平方公分}$$

$$P = f \cdot A = 4000 \times 15 = 60000 \text{ 公斤}$$

18. 直徑2公厘的鉄絲共36根,求其安全拉力及破坏拉力?設材料的常用拉应力为660公斤/平方公分,破坏拉应力为5600公斤/平方公分。

$$\text{解: 安全拉力 } 36 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \times 660 = 747 \text{ 公斤}$$

$$\text{破坏拉力 } 36 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \times 5600 = 6334 \text{ 公斤}$$

19. 每边長为4公分的正三角形截面的鉄柱,求它的破坏拉力?設拉应力4000公斤/平方公分。

$$\text{解: 截面积 } A = \frac{1}{2} \times 4 \times \sqrt{14} = 7.48 \text{ 平方公分}$$

$$\therefore \text{破坏拉力 } P = 7.48 \times 4000$$

$$= 29920 \text{ 公斤} \approx 30 \text{ 吨}$$



圖 2

20. 直徑50公厘的軟鋼圓棒,如其容許应力为850公斤/平方公分时,問能承担若干

吨的荷载？

解： $A = \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19.64 \text{ 平方公分}$

$f = 850 \text{ 公斤/平方公分}$

$\therefore P = f \cdot A = 850 \times 19.64 = 16700 \text{ 公斤} = 16.7 \text{ 吨}$

21. 設有如图3的空心短柱，其容許应力为0.6吨/平方公分，問能承担若干吨的荷载？

解：发生应力的面积

$$A = 12.5^2 - \frac{\pi}{4} \times 7.5^2$$

$$= 112 \text{ 平方公分}$$

$$f = 0.6 \text{ 吨/平方公分}$$

$$P = f \cdot A = 0.6 \times 112 = 67.2 \text{ 吨}$$

22. 木柱的截面积为 25 平方公分，其破坏压应力为 700 公斤/平方公分，安全系数为 8，問可承受多大的压缩荷载？

解：容许应力应为

$$f = \frac{700}{8} = 87.5 \text{ 公斤/平方公分}$$

故压缩荷载

$$P = 87.5 \times 25 = 2180 \text{ 公斤}$$

23. 使用破坏抗压应力为 12000 公斤/平方公分的剪切机，在破坏剪应力为 4000 公斤/平方公分的軟鋼板上，穿一直徑 2 公分的孔，問能穿多厚的鋼板？

解：穿孔压力应与板的破坏剪力相等。

設 t 公分为板厚， D 公分为孔的直徑

$$\text{剪切机最大压力} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 12000 \text{ 公斤}$$

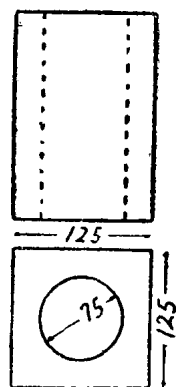


圖 3

板的最大抗剪力 $= \pi D \times 4000$ 公斤

$$\therefore \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times 12000 = \pi \times 2 \times t \times 4000$$

$$t = \frac{12000 \times 2^2 \times \frac{\pi}{4}}{4000 \times 2 \times \pi} = \frac{2}{4} \times \frac{12000}{4000} = 1.5 \text{ 公分}$$

24. 使用应力不得超过 800 公斤/平方公分的鉄棒, 承受 10000 公斤的荷載时, 問直徑应为多大?

解: 依(3)式 $A = \frac{P}{f} = \frac{10000}{800} = \frac{25}{2}$ 平方公分

$$\text{但 } A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{25}{2}$$

$$\therefore d^2 = \frac{25}{2} \times \frac{4}{\pi} = \frac{50}{\pi}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{50}{\pi}} = 3.99 \text{ 公分} \approx 4 \text{ 公分}$$

25. 一圓棒受到 3140 磅的力拉張时, 各其單位应力不得超过 1000 磅/平方吋, 問圓棒的直徑应为多少吋?

解: $\therefore A = \frac{P}{f} = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3140}{1000}$

$$\therefore d^2 = \frac{3140}{1000} \times \frac{4}{\pi}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{3140 \times 4}{1000 \times \pi}} = 1.97 \approx 2 \text{ 吋}$$

26. 极限抗拉强度为 4200 公斤/平方公分的軟鋼棒受到 10000 公斤拉力时, 設其安全系数为 5, 問棒的直徑应为几