

增訂  
工業力學

工學博士柴田睦作著

D02.01

S

28350

寄贈・坂本貞雄氏

元東京帝國大學工學部教授

工 學 博 士

柴 田 睦 作 著

# 工業力學

第 六 版

昭 和 四 年 六 月

東 京

丸 善 株 式 會 社

名著100選圖書

|          |                |
|----------|----------------|
| 登 録      | 昭和 58. 9. 22 日 |
| 番 号      | 第 28350 号      |
| 社団<br>法人 | 土 木 学 会        |
| 附 属      | 土 木 図 書 館      |

## 序

本書ハ工業力學ノ一班ヲ説明セルモノニシテ微積分學ノ初歩ト物理學ノ大要ヲ會得セル讀者ハ容易ニ之ヲ理解スルコトヲ得ベシ。

説明ノ程度ヲ低カラシムベキ必要ニ迫ラレタルガ爲メ予ノ曩ニ公ニシタル初等工業力學ニ於テハ證明ナクシテ假定シタル定理尠カラズ本書ニ於テハ此等ノモノ、大部分ヲ證明シ盡シタリト雖モ尙此程度ニ於テ假定スルノ止ムヲ得ザリシモノアリ此等ノ定理ハ予ノ更ニ公ニセントセル高等工業力學ニ於テ完全ニ之ヲ證明スベク同書ハ現時ニ於ケル學術ノ最高程度ノモノタラシメンコトヲ期セリ。

數字ヲ用ヒタル例題ハ上記ノ初等工業力學ニ掲ゲタルモノヲ以テ充分トスベク本書ノ讀者ニ對シテハ此種ノ例題ヲ用ヒテ説明ノ助トスルノ要ナシト認メタルガ故ニ總テ之ヲ省略セリ。

校正ノ嚴密ハ此種ノ書ニ於テ緊要ノ事タルガ故ニ初等工業力學ニ於テ既ニ苦キ經驗ヲ有セル予ハ本書ニ於テ其過ヲ再ビセザランコトヲ勉メタリ

明治四十一年二月

東京ニ於テ 著 者

## 再 版 ノ 序

本書ノ再版ニ際シ第三編第五章ノ連桁ニ關セル全部、第四編第二章ノ粉體ノ壓力及抵抗力ニ關セル一部及第八編第二章ノ擁壁ニ關セル一部ヲ増補シ其他多少ノ誤謬及誤植アリシモノヲ訂正シタリ。茲ニ本書ニ此等ノ改良ヲ加フルノ機ヲ得タルハ予ノ最モ幸トスル所ナリ。

大正二年七月

東京ニ於テ 著 者



## 第五版ノ序

大正十二年九月ノ大震火災ノタメ、本書ノ原版亦其災ヲ受ケシニヨリ、著者之ガ増補刊行ノ意アリ。偶病ヲ獲之ヲ果サズシテ、大正十四年一月、遂ニ逝ク。

著者ガ學術的良心ノ極メテ敏感ニシテ、其一點一劃モ之ヲ忽ニセザリシコトハ、況ク、世ノ知ルトコロナリ。著者ノ遺稿中、貴重ナル論文ノ保存セラル、モノアリト雖、著者自ラ改訂ノ意アリテ果サザリシモノアルノ故ヲ以テ、之ヲ公表スルハ、遺言ニヨリテ許サレザルトコロナリ。然ニ、本書ノ如キハ既ニ版ヲ重ネ斯界ヲ益スルコト鮮少ナラズ、江湖又之ガ再刊ヲ望ムコト、極メテ切ナルモノアルガ故ニ、茲ニ再ビ其版ヲ興スモ敢テ著者ノ遺志ニ反セザルヲ確信シ、遺族及東京帝國大學工學部土木教室各教官相謀リ、再ビ之ヲ世ニ刊行スルコトトセリ。

余ハ親シク著者ニ教ヲ享ケ、其學識人格ヲ敬慕シ、之ニ師事シ、後亦同ジク東京帝國大學工學部學生ニ本書ヲ基トシテ應用力學ヲ講ジタルヲ以テ、自ラ菲才ヲ願ズ、敢テ校正ノ任ニ當レリ、校正ノ嚴正ナランガ爲ニハ最善ノ努力ヲ用ヒ、既往版ニ於ケル多少ノ誤植モ之ヲ訂正スルニ勉メタリ。

此機ニ際シ、若シ著者、在世シテ、本書ニ増補改訂ヲ加ヘタランニハ、錦上添花、更ニ斯界ニ一大偉書ヲ寄與シタランコトヲ想ハザル

ヲ得ズ.

茲ニ第五版成ルニ當リ,恩師ナル著者ヲ忍ブコト一層切ナルモ  
ノ存スルナリ.

大正十五年十二月

東京帝國大學工學部土木教室ニテ

山崎匡輔

# 目次

## 第一編

### 緒論

#### 第一章

#### 度量衡及時ノ單位

##### 1. 長サノ單位.

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | 頁 |
| 1. 日本單位...        | 1 |
| 2. 佛單位 ...        | 2 |
| 3. 英單位 ...        | 2 |
| 4. 長サノ日佛英單位比較 ... | 2 |

##### 2. 面積及容積ノ單位.

|                  |   |
|------------------|---|
| 5. 面積單位...       | 3 |
| 6. 面積ノ日佛英單位比較... | 3 |
| 7. 容積單位...       | 4 |
| 8. 容積ノ日佛英單位比較... | 4 |

##### 3. 重量ノ單位.

|             |   |
|-------------|---|
| 9. 日本單位...  | 4 |
| 10. 佛單位 ... | 5 |

|                |   |
|----------------|---|
| 11. 英單位        | 5 |
| 12. 質量ノ日佛英單位比較 | 5 |

4. 時ノ單位.

|          |   |
|----------|---|
| 13. 時ノ單位 | 6 |
|----------|---|

第二章

力

1. 總說.

|   |    |
|---|----|
| 14. 力ノ單位  | 7  |
| 15. 力ノ三元素   | 7  |
| 16. 指線  | 7  |
| 17. 力ノ指線ニ於ケル分力                                      | 7  |
| 18. 力ノ指線ニ對スル力率                                      | 8  |
| 19. 力率ノ單位   | 9  |
| 20. 偶力. 偶力率   | 9  |
| 21. 總代力又ハ總代偶力                                       | 10 |
| 22. 定理 1. 總代力又ハ總代偶力ハ唯一ナリ                            | 11 |
| 系. 任意ノ矩坐標軸 $x, y, z$ ニ對シ                            |    |
| $\Sigma Q_x = 0, \Sigma Q_y = 0, \Sigma Q_z = 0$    |    |
| $\Sigma M_x = 0, \Sigma M_y = 0, \Sigma M_z = 0$    |    |
| ナルトキハ任意ノ他ノ矩坐標軸ニ對スルモノ亦然リ                             | 11 |
| 23. 定理 2. 同一ノ大サ及働線ト反對ノ方向ヲ有スルニ力ハ總代力又ハ總代偶力ニ影響ヲ及ボスコトナシ | 11 |
| 24. 力ノ多角形   | 11 |
| 25. 定理 3. 總代力ヲ有セル力ノ多角形ノ始點ヨリ終點ニ向ヘル線ハ該總代力ノ大サ及方向ヲ示ス    | 12 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 系 1. 總代力零ナル如キ力ノ多角形ハ閉多角形ナリ.         | 12 |
| 系 2. 一點ニ集レル力ノ多角形閉多角形ナルトキハ其總代力ハ零ナリ. | 12 |

2. 同一ノ平面上ニ於ケル力.

|   |    |
|---|----|
| 26. 問題 1. 總代力ヲ有セル力ノ總代力ノ圖式解法.  | 12 |
| 第一法.  | 12 |
| 第二法.  | 13 |
| 27. 問題 2. 總代力ヲ有セル力ノ之ニ垂直ナル指線ニ對スル力率ノ圖式解法  | 14 |
| 28. 問題 3. 與ヘラレタル多クノカト共ニ其總代力ヲ零ナラシムベキニ力ノ各ヲシテ與ヘラレタル一點ヲ通過セシメ而シテ其一ハ此二點ヲ結ベル線以外ノ一線上ニアラシメンコトヲ求ム | 15 |
| 29. 定理 4. 任意ノ二極ニ相當セル二索多角形ノ相對邊ノ交點ハ總テ二極ヲ結ブ直線ニ平行ナル一直線上ニアリ                                  | 16 |
| 系 1. 極軸中ノ任意ノ極ニ對スル索軸ハ常ニ極軸ニ平行ス  | 17 |
| 系 2. 索多角形ノ一定セル邊一定ノ點ヲ通過スルトキハ極軸中ノ任意ノ極ニ對スル索軸ハ該定點ヲ通過シ極軸ニ平行セル唯一ノ直線ナリ                         | 18 |
| 系 3. 二定邊ノ各ガ定點ヲ通過セル索多角形ニ對セル極ハ該二定點ヲ結合セル直線ニ平行ナル一直線上ニアリ                                     | 18 |
| 30. 問題 4. 兩端ノ邊各與ヘラレタル點ヲ通過スベキ索多角形ヲ求ム   | 18 |
| 31. 問題 5. 任意ノ兩邊ノ各與ヘラレタル點ヲ通過スベキ索多角形ヲ求ム   | 18 |
| 32. 問題 6. 任意ノ三邊ノ各與ヘラレタル點ヲ通過スベキ索多角形ヲ求ム   | 18 |



### 第三章

#### 豫備數學

##### 1. 平面圖ノ一次率.

|      |   |    |
|------|---|----|
| 33.  | 平面圖ノ一次率   | 20 |
| 例 1. | 矩形ノ一次率  | 20 |
| 例 2. | 缺圓ノ一次率  | 21 |
| 34.  | 平面圖ノ一次率ノ單位  | 21 |
| 35.  | 問題 1. 平面圖ノ面積及一軸ニ對スル一次率ヲ知リテ該軸ニ平行ナル他ノ軸ニ對スル一次率ヲ求ム      | 21 |
| 36.  | 問題 2. 兩矩坐標軸ニ對スル平面圖ノ一次率ヲ知リテ坐標原點ヲ通過セル任意ノ他ノ軸ニ對スル一次率ヲ求ム | 22 |

##### 2. 平面圖ノ圖心.

|      |   |    |
|------|---|----|
| 37.  | 平面圖ノ圖心                                    | 22 |
| 例 1. | 矩形及圓ノ圖心                                   | 23 |
| 例 2. | 三角形ノ圖心                                    | 23 |
| 例 3. | 梯形ノ圖心                                     | 23 |
| 38.  | 定理 1. 平面圖ノ圖心ヲ通過スル任意ノ軸ニ對スル該圖ノ一次率ハ常ニ零ナリ     | 24 |
| 39.  | 定理 2. 平面圖ノ對稱軸ハ常ニ其圖心ヲ通過ス                   | 24 |
| 40.  | 問題 3. 與ヘラレタル面積ト圖心トヲ有スル多クノ平面圖ヨリ成レル全圖ノ圖心ヲ求ム | 24 |

##### 3. 平面圖ノ自乘率及相乘率.

|      |                    |    |
|------|--------------------|----|
| 41.  | 平面圖ノ自乘率及相乘率. 自乘率半徑 | 25 |
| 例 1. | 矩形ノ自乘率             | 26 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 例 2. | 圓ノ自乘率  | 27 |
| 42.  | 平面圖ノ自乘率,相乘率及自乘率半徑ノ單位                                   | 27 |
| 43.  | 問題 4. 平面圖ノ面積及一軸ニ對スル該圖ノ一次率及自乘率ヲ知リテ該軸ニ平行ナル他ノ軸ニ對スル自乘率ヲ求ム  | 27 |
| 44.  | 定理 3. 多クノ平行セル軸ニ對セル平面圖ノ自乘率ノ中該圖ノ圖心ヲ通過セル軸ニ對セルモノ最小ナリ       | 27 |
| 45.  | 問題 5. 兩矩坐標軸ニ對スル平面圖ノ自乘率及相乘率ヲ知リテ坐標原點ヲ通過スル他ノ矩坐標軸ニ對スルモノヲ求ム | 28 |
| 46.  | 平面圖ノ主軸   | 29 |
| 47.  | 定理 4. 平面圖ノ主軸ニ對スル自乘率ハ最大又ハ最小ナリ                           | 29 |
| 48.  | 平面圖ノ自乘率楕圓  | 29 |
| 49.  | 定理 5. 平面圖ノ對稱軸ハ亦其主軸ノ一ナリ                                 | 31 |

### 第四章

#### 面力

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 50. | 面力. 面力強度                                     | 32 |
| 51. | 面力強度ノ單位                                      | 32 |
| 52. | 問題 1. 平面圖ニ働ケル等布垂面力ノ總代力ヲ求ム                    | 32 |
| 第一. | 坐標原點平面圖ノ任意ノ一點ナルトキ                            | 32 |
| 第二. | 坐標原點平面圖ノ圖心ナルトキ                               | 34 |
| 53. | 問題 2. 平面圖ニ働ケル等變垂面力ノ總代力又ハ總代偶力ヲ求ム              | 34 |
| 第一. | 總代力  | 34 |
| 其一. | 坐標原點平面圖ノ任意ノ一點ナルトキ                            | 34 |
| 其二. | 坐標原點平面圖ノ圖心ニシテ坐標軸其主軸ナルトキ                      | 35 |
| 其三. | 坐標原點ハ平面圖ノ圖心,坐標軸ハ其主軸ニシテ $m=0$ 又ハ $x_0=0$ ナルトキ | 35 |
| 例.  | 平面圖矩形ナルトキ                                    | 26 |

|  |    |
|--|----|
| 第二 總代偶力  | 36 |
| 其一 坐標原點平面圖ノ任意ノ一點ナルトキ   | 36 |
| 其二 坐標原點平面圖ノ圖心ニシテ,坐標軸其主軸ナルトキ                                      | 37 |
| 其三 坐標原點ハ平面圖ノ圖心,坐標軸ハ其主軸ニシテ且 $m=0$ 又ハ $M_y=0$ ナルトキ,                | 37 |
| 54. 定理 與ヘラレタル總代力又ハ總代偶力ヲ有スル等布垂面力強度又ハ等變垂面力強度ノ値ハ坐標軸ノ撰擇如何ニヨリテ變ズルコトナシ | 38 |
| 55. 平面圖ノ心  | 40 |
| 例 1. 圓ノ心   | 40 |
| 例 2. 矩形ノ心  | 41 |

### 第五章

#### 速度及加速度

##### 1. 線速度.

|                    |    |
|--------------------|----|
| 56. 點ノ線速度          | 42 |
| 57. 線速度ノ單位         | 42 |
| 58. 線速度ノ坐標軸ニ於ケル分速度 | 43 |
| 59. 線速度ノ指線ニ於ケル分速度  | 43 |

##### 2. 線加速度.

|                      |    |
|----------------------|----|
| 60. 點ノ線加速度           | 43 |
| 61. 線加速度ノ單位          | 44 |
| 62. 線加速度ノ坐標軸ニ於ケル分加速度 | 44 |
| 63. 切觸加速度及垂直加速度      | 45 |
| 64. 線加速度ノ指線ニ於ケル分加速度  | 46 |

### 3. 角速度.

|                   |    |
|-------------------|----|
| 65. 直動及廻動         | 46 |
| 66. 物體ノ角速度        | 46 |
| 67. 角速度ノ單位        | 47 |
| 68. 廻動ニヨリテ生ズル點ノ變位 | 47 |

## 第二編

### 力學ノ原理

#### 第一章

##### に $\phi$ -とんノ動ノ三則

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 69. に $\phi$ -とんノ動ノ三則    | 49 |
| 70. に $\phi$ -とんノ動ノ三則ノ評論 | 52 |

#### 第二章

##### 働及勢

|  |    |
|--|----|
| 71. 働                                  | 93 |
| 72. 廻動ニヨリテ爲セル働                         | 54 |
| 73. 活勢                                 | 54 |
| 74. 定理 或ル時間内ニ於ケル働ノ變化ハ該時間内ニ於ケル活勢ノ變化ト相等シ | 54 |

### 第三章

#### 力學ノ基礎原理

|  |    |
|--|----|
| 75. 可能變位及可能働   | 56 |
| 76. 靜力學ノ原理   | 56 |
| 例. 各點ノ比較位置不變ナル自由物體   | 56 |
| 77. 內力, 應力及外力  | 57 |
| 78. 公理 1. 靜止ノ狀態ニ於ケル物體ヲ任意ノ斷面ニテ任意ノ數ノ部分ニ分テ其任意ノ一部分ヲ取リテ其斷面ニ於ケル應力ヲ此部分ニ對シテ外力ナリト考フルトキハ該一部分ハ亦靜止ノ狀態ニアリ | 58 |
| 79. 公理 2. 靜止ノ狀態ニ於ケル物體ヲ任意ノ斷面ニテ任意ノ數ノ部分ニ分ツトキハ其任意ノ一部分ハ各點ノ比較位置不變ニシテ靜止ノ狀態ニアルモノト考フルコトヲ得ベシ           | 58 |

### 第三編

#### 彈體靜力學

#### 第一章

##### 物體ノ強弱

|                  |    |
|------------------|----|
| 80. 張力, 壓力及裁力    | 59 |
| 81. 應變率          | 59 |
| 82. 應力強度ト應變率トノ關係 | 60 |
| 83. ふっくノ法則       | 61 |
| 84. 物體ノ破壞強度      | 62 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 85. 物體破壞ノ原因              | 64 |
| 86. 急激ナル外力ノ物體ニ及ボス影響      | 64 |
| 87. 反覆セル外力ノ物體ノ破壞強度ニ及ボス影響 | 64 |
| 88. 物體ノ保安, 安全率           | 66 |

### 第二章

#### 抗張材及短柱

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 89. 抗張材及短柱                       | 68 |
| 90. 斷面ノ圖心ヲ通過セル張力又ハ壓力ヲ受クル抗張材又ハ短柱  | 68 |
| 第一. 應力強度                         | 68 |
| 第二. 應變率                          | 69 |
| 91. 斷面ノ圖心ヲ通過セサル張力又ハ壓力ヲ受クル抗張材又ハ短柱 | 69 |
| 92. 抗張材及短柱ノ設計                    | 70 |

### 第三章

#### 單桁

##### 1. 總說

|               |    |
|---------------|----|
| 93. 桁         | 71 |
| 94. 集中荷重及等布荷重 | 72 |

##### 2. 單桁ニ於ケル外力

|                        |    |
|------------------------|----|
| 95. 彎曲率及裁力             | 73 |
| 96. 集中荷重ニ對スル反力, 彎曲率及裁力 | 74 |
| 第一. 解析解法               | 74 |

|  |    |
|--|----|
| 其一. 反力   | 74 |
| 其二. 彎曲率  | 75 |
| 其三. 裁力   | 78 |
| 第二. 彎曲率圖及裁力圖ヲ用ユル圖式解法                           | 80 |
| 其一. 反力   | 80 |
| 其二. 彎曲率  | 81 |
| 其三. 裁力   | 82 |
| 第三. 影響線ヲ用ユル圖式解法                                | 83 |
| 其一. 反力   | 83 |
| 其二. 彎曲率  | 84 |
| 其三. 裁力   | 85 |
| 97. 等布荷重ニ對スル反力,彎曲率及裁力                          | 87 |
| 第一. 反力   | 87 |
| 第二. 彎曲率  | 87 |
| 第三. 裁力   | 88 |
| <b>3. 單桁ニ關スル其他ノ各論.</b>                         |    |
| 98. 單桁ニ於ケル應力強度                                 | 89 |
| 第一. 總説   | 89 |
| 第二. 垂面應力強度                                     | 90 |
| 例 1. 断面矩形ナル單桁                                  | 93 |
| 例 2. 断面圓形ナル單桁                                  | 93 |
| 第三. 切面應力強度                                     | 93 |
| 例. 断面矩形ナル單桁                                    | 95 |
| 99. 等強單桁                                       | 96 |
| 例 1. 断面矩形ニシテ荷重一個ノ集中荷重ナルトキノ垂面應力強度ニ對スル等強單桁       | 96 |
| 例 2. 断面矩形ニシテ荷重單桁ノ全長ニ涉レル等布荷重ナルトキノ垂面應力強度ニ對スル等強單桁 | 97 |
| 100. 單桁ノ經濟的形狀                                  | 98 |
| 101. 單桁ノ彎曲量,傾斜角及曲率半徑                           | 98 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 例 1. 一個ノ集中荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル單桁    | 100 |
| 例 2. 全長ニ涉レル等布荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル單桁 | 101 |
| 102. 單桁ニ於ケル働                        | 102 |
| 例. 一個ノ集中荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル單桁      | 103 |
| 103. 單桁ノ設計                          | 103 |

### 第四章

### 突 桁

#### 1. 突桁ニ於ケル外力.

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 104. 集中荷重ニ對スル彎曲率及裁力  | 105 |
| 第一. 解析解法             | 105 |
| 其一. 彎曲率              | 105 |
| 其二. 裁力               | 105 |
| 第二. 彎曲率圖及裁力圖ヲ用ユル圖式解法 | 106 |
| 其一. 彎曲率              | 106 |
| 其二. 裁力               | 107 |
| 第三. 影響線ヲ用ユル圖式解法      | 107 |
| 其一. 彎曲率              | 107 |
| 其二. 裁力               | 108 |
| 105. 等布荷重ニ對スル彎曲率及裁力  | 108 |
| 第一. 彎曲率              | 108 |
| 第二. 裁力               | 109 |

#### 2. 突桁ニ關スル其他ノ各論.

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 106. 突桁ニ於ケル應力強度 | 109 |
|-----------------|-----|

107. 等強突桁… … … … … 111  
 例 1. 断面矩形ニシテ荷重放端ニ於ケル一個ノ集中荷重ナルトキノ垂面應力強度ニ對スル等強突桁… … … … … 111  
 例 2. 断面矩形ニシテ荷重突桁ノ全長ニ涉レル等布荷重ナルトキノ垂面應力強度ニ對スル等強突桁… … … … … 112  
 108. 突桁ノ經濟的形狀… … … … … 112  
 109. 突桁ノ彎曲量,傾斜角及曲率半徑… … … … … 112  
 例 1. 放端ニ於テ一個ノ集中荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル突桁… … … … … 112  
 例 2. 全長ニ涉レル等布荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル突桁… … … … … 113  
 110. 突桁ニ於ケル働… … … … … 113  
 例. 放端ニ於テ一個ノ集中荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル突桁… … … … … 113  
 111. 突桁ノ設計… … … … … 114

第五章

連桁

1. 總說

112. 豫備定理 其一… … … … … 115  
 113. 豫備定理 其二… … … … … 116  
 114. 三個反偶力ノ定理… … … … … 119  
 例 1. 兩端及支點常ニ一直線上ニアリテ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル連桁… … … … … 119  
 例 2. 兩端及支點常ニ一直線上ニアリ,中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ニシテ集中荷重ヲ受クル連桁… … … … … 119  
 例 3. 兩端及支點常ニ一直線上ニアリ,中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ニシテ全長ニ涉レル等布荷重ヲ受クル連桁… … … 120

2. 一端定端,他端支端ニシテ常ニ同高ニアリ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル一徑間ノ連桁.

115. 一個ノ集中荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率,裁力,彎曲量及傾斜角… … … … … 120  
 第一. 反力及反偶力率… … … … … 120  
 第二. 彎曲率… … … … … 121  
 第三. 裁力… … … … … 121  
 第四. 彎曲量及傾斜角… … … … … 122  
 116. 等布荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率,裁力,彎曲量及傾斜角… … 123  
 第一. 反力及反偶力率… … … … … 123  
 第二. 彎曲率… … … … … 123  
 第三. 裁力… … … … … 125  
 第四. 彎曲量及傾斜角… … … … … 126

3. 兩端定端ニシテ常ニ同高ニアリ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル一徑間ノ連桁.

117. 一個ノ集中荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率,裁力及彎曲量… … 127  
 第一. 反力及反偶力率… … … … … 127  
 第二. 彎曲率… … … … … 128  
 第三. 裁力… … … … … 128  
 第四. 彎曲量… … … … … 129  
 118. 等布荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率,裁力及彎曲量… … … 129  
 第一. 反力及反偶力率… … … … … 129  
 第二. 彎曲率… … … … … 130  
 第三. 裁力… … … … … 132  
 第四. 彎曲量… … … … … 133

4. 兩端支端ニシテ兩端及支點常ニ一直線上ニアリ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ニシテ相等シキ二徑間ノ連桁.

119. 一個ノ集中荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率及裁力... 133  
 第一. 反力及反偶力率... 133  
 第二. 彎曲率... 135  
 第三. 裁力... 136

120. 等布荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率及裁力... 136  
 第一. 反力及反偶力率... 136  
 第二. 彎曲率... 138  
 第三. 裁力... 139

5. 兩端支端ニシテ兩端及支點常ニ一直線上ニアリ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ニシテ相等シキ三徑間ノ連桁

121. 一個ノ集中荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率及裁力... 141  
 第一. 反力及反偶力率... 141  
 第二. 彎曲率... 143  
 其一. 徑間 $l_1$ ... 143  
 其二. 徑間 $l_2$ ... 144  
 其三. 徑間 $l_3$ ... 146  
 第三. 裁力... 146  
 其一. 徑間 $l_1$ ... 146  
 其二. 徑間 $l_2$ ... 146  
 其三. 徑間 $l_3$ ... 147

122. 等布荷重ニ對スル反力,反偶力,彎曲率及裁力... 147  
 第一. 反力及反偶力率... 147  
 第二. 彎曲率... 140  
 其一. 徑間 $l_1$ ... 140  
 其二. 徑間 $l_2$ ... 150  
 其三. 徑間 $l_3$ ... 152  
 第三. 裁力... 153  
 其一. 徑間 $l_1$ ... 153  
 其二. 徑間 $l_2$ ... 154

其三. 徑間 $l_3$ ... 156

6. 兩端支端ニシテ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル連桁.

123. 兩端支端ニシテ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル連桁ノ反力,反偶力,彎曲率,裁力及設計... 156  
 第一. 反力及反偶力率... 156  
 第二. 彎曲率及裁力... 157  
 第三. 設計... 157

例. 兩端支端ニシテ兩端及支點常ニ一直線上ニアリ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ニシテ桁ノ全長ニ渉レル等布荷量ヲ受クル相等シキ徑間ノ連桁... 157

第六章

かすちりあの一ノ定理

124. かすちりあの一ノ定理... 159

125. かすちりあの一ノ定理ノ桁ニ於ケル應用... 160  
 例 1. 第 101 節例 1 ニ於ケル $\eta_D$ ヲ求ム... 160  
 例 2. 第 109 節例 1 ニ於ケル $\eta_B$ ヲ求ム... 161  
 例 3. 第 115 節ニ於ケル $R_A, M_A, R_B, \eta_D$ ヲ求ム... 161  
 例 4. 第 117 節ニ於ケル $R_A, M_A, R_B, M_B, \eta_D$ ヲ求ム... 162  
 例 5. 三個反偶力ノ定理ヲ求ム... 162

第七章

長柱

126. 長柱... 164

127. 斷面極メテ小ニシテ $x$ 軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル長柱... 164

第一. 兩端定端ナルトキ ... .. 164

第二. 一端定端ニシテ他端放端ナルトキ又ハ兩端放端ナルトキ ... .. 166

第三. 結論 ... .. 166

128. 断面有限ナル長柱 ... .. 167

129. 長柱ニ關スル公式ノ評論 ... .. 168

130. 長柱ノ設計 ... .. 169

131. 短柱ト長柱トノ區別 ... .. 169

### 第八章

#### 雜論

##### 1. 軸.

132. 軸 ... .. 170

133. 断面圓形ナル軸ニ於ケル應力強度 ... .. 170

134. 断面圓形ナラザル軸ニ於ケル應力強度 ... .. 172

135. 軸ノ設計 ... .. 173

##### 2. 薄キ厚サヲ有セル管.

136. 薄キ厚サヲ有セル管ノ破裂 ... .. 173

137. 薄キ厚サヲ有セル管ノ壓潰 ... .. 174

##### 3. 轉子.

138. 圓盤轉子 ... .. 176

139. 圓錐轉子 ... .. 178

##### 4. 混成應力.

140. 抗張材又ハ抗壓材ト桁トノ混成 ... .. 179

第一. 抗張材ト桁トノ混成 ... .. 179

例. 抗張材ト其全長ニ透レル等布荷重ヲ受ケ中立軸ニ對スル彎曲剛率常數ナル單桁トノ混成 ... .. 179

第二. 抗壓材ト桁トノ混成 ... .. 179

141. 傾桁 ... .. 180

### 第九章

#### 應力強度論

142. 總説 ... .. 181

143. 定理 1. 一線ヲ通過シ互ニ垂直ナル面ニ於ケル切面應力強度ハ其値相等シ ... .. 182

144. 問題 1.  $\sigma$  軸ニ平行セル一線ヲ通過シ互ニ垂直ナル面ニ於ケル應力強度ヲ與ヘラレタルモノトシ該線ヲ通過セル任意ノ他ノ面ニ於ケル應力強度ヲ求ム ... .. 184

145. 主應力強度 ... .. 185

146. 定理 2. 主應力強度ノ數値ハ最大又ハ最小ナリ ... .. 186

147. 第一應力強度楕圓. 第二應力強度圓錐曲線. 共軛應力強度 ... .. 186

148. 問題 2. 切面分應力強度ノ最大ナル面及其最大値又ハ最大數値ヲ求ム ... .. 189

149. 問題 3. 傾斜角ノ最大ナル面及之ニ對スル應力強度ヲ求ム ... .. 189

150. 問題 4.  $\sigma$  軸ニ平行セル一線ヲ通過セル任意ノ二面ニ於ケル應力強度及傾斜角ヲ與ヘラレタルモノトシ主應力強度及主面ヲ求ム ... .. 190

例 1. 與ヘラレタル應力強度共軛ナルトキ ... .. 192

例 2. 與ヘラレタル應力強度ノ面互ニ垂直ナルトキ ... .. 193

例 3. 例 2ノ單桁ニ於ケル應用 ... .. 193

151. 問題 5. 各方向ニ於ケル應力強度常ニ同號ヲ有セルトキ最大傾斜角ヲ與ヘラレタルモノトシ與ヘラレタル共通傾斜角ヲ有セル共軛應力強度ノ比ヲ求ム ... .. 194



## 第四編

### 粉體靜力學

#### 第一章

##### 摩擦力

152. 摩擦力 …… 197  
 153. 静摩擦力 = 關スル法則 …… 197

#### 第二章

##### 粉體ノ壓力及抵抗力

###### 1. 總說

154. 粉體 …… 200  
 155. 土ノ崩壊及靜止 …… 200  
 156. 土ノ壓力及抵抗力 = 關スル理論 …… 201

###### 2. 第一說

157. 土ノ壓力 …… 201  
 例 1. 土ノ表面平面ニシテ荷重ナキトキノ凝集高度 …… 204  
 例 2. 凝集力ナキ土ノ壓力 …… 207  
 例 3. 土ノ表面平面ニシテ凝集力ナク等布荷重ヲ受クルト  
 キノ土ノ壓力 …… 208  
 第一. 圖式解法 …… 208  
 第二. 解析解法 …… 210  
 158. 土ノ最大抵抗力 …… 211

- 例 1. 凝集力ナキ土ノ最大抵抗力 …… 212  
 例 2. 土ノ表面平面ニシテ凝集力ナク等布荷重ヲ受クルト  
 キノ土ノ最大抵抗力 …… 213  
 第一. 圖式解法 …… 213  
 第二. 解析解法 …… 214

###### 3. 第二說

159. 土ノ表面平面ニシテ凝集力ナク等布荷重ヲ受クルトキノ土ノ  
 壓力 …… 215  
 第一法 …… 215  
 第二法 …… 219  
 第三法 …… 223  
 160. 土ノ表面平面ニシテ凝集力ナク等布荷重ヲ受クルトキノ土ノ  
 最大抵抗力 …… 224  
 第一法 …… 225  
 第二法 …… 227  
 第三法 …… 228

###### 4. 土ノ支持力

161. 土ノ支持力 …… 228  
 例. 築堤ノ根堀ノ深サヲ求ム …… 229

###### 5. 土ノ壓力及抵抗力 = 關スル理論ノ評論

162. 土ノ壓力及抵抗力 = 關スル理論ノ評論 …… 230

## 第五編

### 液體靜力學

#### 1. 總說

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| 163. | 液體            | 231 |
| 164. | 水ノ壓力強度ノ一般ナル性質 | 231 |
| 165. | 水ノ壓力強度ノ大サ     | 232 |

2. 浮體ノ靜止.

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 166. | あるきめですノ原理  | 233 |
| 167. | 微分變位ニ對スル傾心 | 234 |

第六編

液體動力學

第一章

定流ニ關スルベルぬーいノ定理

|      |                |     |
|------|----------------|-----|
| 168. | 定流. 流線         | 237 |
| 169. | 流量             | 237 |
| 170. | 流量ノ單位          | 237 |
| 171. | 定流ニ關スルベルぬーいノ定理 | 238 |
| 172. | 頭              | 240 |

第二章

孔口ニ於ケル水流

|      |                |     |
|------|----------------|-----|
| 173. | 不變頭ノ下ニ孔口ニ於ケル水流 | 241 |
| 第一.  | 下流ノ水位孔口以下ニアルトキ | 241 |
| 其一.  | 流出速度. 速度係數     | 241 |
| 其二.  | 縮流. 縮流係數       | 242 |
| 其三.  | 流量. 流量係數       | 242 |

|      |                         |     |
|------|-------------------------|-----|
| 例 1. | 孔口矩形ニシテ $p_0=p_0'$ ナルトキ | 243 |
| 例 2. | 孔口圓形ニシテ $p_0=p_0'$ ナルトキ | 244 |
| 第二.  | 下流ノ水位孔口以上ニアルトキ          | 244 |
| 例.   | 孔口矩形ニシテ $p_0=p_0'$ ナルトキ | 245 |
| 第三.  | 下流ノ水位孔口ノ中途ニアルトキ         | 245 |
| 174. | 變頭ノ下ニ孔口ニ於ケル水流           | 246 |
| 175. | 速度係數縮流係數流量係數ノ値          | 247 |
| 第一.  | 薄側孔口                    | 248 |
| 第二.  | 鈴形孔嘴                    | 249 |
| 第三.  | 筒形孔嘴                    | 249 |
| 第四.  | 漸縮孔嘴                    | 249 |
| 第五.  | 漸開孔嘴                    | 250 |
| 第六.  | ぼるだノ孔嘴                  | 251 |
| 第七.  | 誘導流出路                   | 251 |

第三章

缺口又ハ堰ニ於ケル水流

|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 176. | 缺口. 堰                 | 253 |
| 177. | 缺口又ハ堰ニ於ケル水流           | 253 |
| 第一.  | 下流ノ水位缺口ノ底又ハ堰ノ頂以下ニアルトキ | 253 |
| 例 1. | 流出口矩形ナルトキ             | 254 |
| 例 2. | 流出口等脚三角形ナルトキ          | 254 |
| 第二.  | 下流ノ水位缺口ノ底又ハ堰ノ頂以上ニアルトキ | 255 |
| 例 1. | 流出口矩形ナルトキ             | 255 |
| 例 2. | 橋脚ノ築造ニヨリテ生ズル上流水位ノ上昇   | 256 |

第四章

管ニ於ケル水流

178. 管ニ於ケル損失頭 …… 257

第一. 管面ノ摩擦ニヨリテ生ズル損失頭 …… 257

第二. 管ノ入口ノ抵抗ニヨリテ生ズル損失頭 …… 259

第三. 管徑ノ急激ナル増加ニヨリテ生ズル損失頭 …… 260

第四. 管徑ノ急激ナル減少ニヨリテ生ズル損失頭 …… 261

第五. 管ノ折曲ニヨリテ生ズル損失頭 …… 262

第六. 管ノ彎曲ニヨリテ生ズル損失頭 …… 263

第七. 水門活嘴及弁ニヨリテ生ズル損失頭 …… 263

179. 不變斷面ヲ有セル管ニ於ケル定流 …… 263

例 1.  $A_1 A_2$  ノ間ニ管面ノ摩擦ニヨリテ生ズルモノ以外ノ損失頭ナキトキ …… 266

例 2. 二個ノ貯水池ヲ連結セル管 …… 267

例 3. 働ヲ爲シ得ベキ水力 …… 268

180. 枝管ニ於ケル水ノ定流 …… 268

第五章

開路ニ於ケル水流

1. 開路ニ於ケル損失頭

181. 開路ニ於ケル損失頭 …… 270

2. 不變斷面ト不變傾斜トヲ有スル開路

ニ於ケル水ノ定流

182. 總說 …… 272

183. 斷面ノ形狀 …… 273

例 1. 斷面等脚梯形ニシテ斷面積底ノ傾斜及斷面ノ法ノ與ヘラレタルトキ平均速度又ハ流量ヲ最大ナラシムベキ斷面ノ大サヲ求ム …… 273

例 2. 底ノ傾斜及幅ノ與ヘラレタルトキ水深ノ大小ニ關セズ其平均速度ヲシテ常數ナラシムベキ斷面ノ形狀ヲ求ム …… 274

184. 開路ノ斷面ニ於ケル速度ノ分布 …… 274

3. 變斷面ト變傾斜トヲ有スル開路ニ

於ケル水ノ定流

185. 變斷面ト變傾斜トヲ有スル開路ニ於ケル水ノ定流 …… 277

例. 深サニ比シテ幅ノ大ナル矩形斷面ノ開路 …… 279

186. 段波 …… 280

第七編

完全ニ可撓ニシテ完全ニ伸

縮ナキ線體ノ靜力學

1. 總說

187. 線體. 平衡線 …… 285

188. 平衡線ノ一般ナル形狀 …… 285

189. 平面平衡線ノ方程式 …… 286

190. 平面平衡線體ニ於ケル應力 …… 286

191. 平面平衡線體ニ於ケル外力 …… 287

例. 荷重水土又ハ石ナルトキ …… 287

2. 特殊ノ平面平衡線體

192. 等布垂直壓力ニヨリテ生ズル平面平衡線體 …… 289

193. 長サノ單位ノ重量常數ナル平面平衡線體 …… 290

194. 水ノ荷重ニヨリテ生ズル平面平衡線體 …… 291

195. 土ノ荷重ニヨリテ生ズル平面平衡線體 …… 295

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| 196. | 石ノ荷重ニヨリテ生ズル平面平衡線體 | 296 |
|------|-------------------|-----|

## 第 八 編

### 構造物靜力學

#### 第 一 章

##### 平面結構

|      |                              |     |
|------|------------------------------|-----|
| 197. | 結構                           | 303 |
| 198. | 結構ニ關セル假定                     | 303 |
| 199. | 外力格點ノミニ働ケルトキ平面結構ヲ成セル各材ノ平衡條件  | 304 |
| 200. | 外力格點ノミニ働ケルトキ平面結構ヲ成セル各材ノ應力    | 304 |
|      | 第一. くれもなノ方法                  | 304 |
|      | 第二. くるまんノ方法                  | 307 |
| 201. | 外力格點及其他ノ所ニ働ケルトキ平面結構ヲ成セル各材ノ應力 | 309 |

#### 第 二 章

##### 石堰及擁壁

###### 1. 總 說.

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| 202. | 石堰及擁壁         | 310 |
| 203. | 石堰及擁壁ニ於ケル應力強度 | 310 |
| 204. | 石堰及擁壁ノ保安      | 311 |

###### 2. 石 堰.

|      |    |     |
|------|----|-----|
| 205. | 總說 | 312 |
|------|----|-----|

|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 206. | 豫備公式  | 313 |
| 207. | 石堰ノ設計 | 315 |

###### 3. 擁 壁.

|      |                                |     |
|------|--------------------------------|-----|
| 208. | 擁壁ニ於ケル外力                       | 318 |
| 209. | 擁壁ノ設計                          | 318 |
|      | 例. 表面平面ニシテ凝集力ナク等布荷重ヲ受クル土ヲ支フル擁壁 | 320 |