


始





特 233  
725



# 蒸汽罐及 汽力原動機

第一編 蒸 汽 罐

---

電機學校機械科叢書第五卷





## は し が き

**汽** 力原動機及び其の附屬設備を講述するに當つて之、  
れを二編に別ち、前編を蒸汽罐、後編を汽力原動  
機とした。

本書は電機學校機械科叢書の第五卷として蒸汽罐を述ぶ  
るを目的とし、出来るだけ簡単に、明瞭に且つ判り易い様  
に記述したものである。

抑も汽力原動機装置殊に蒸汽罐の取扱に就ては一度其の  
處置を誤るときは單に不經濟となるに止まらず、非常な災  
害を惹起する。官廳も之れに見る所あり、船舶には海事局、  
陸には各地方廳夫々相當の取締規則を發布して居る。殊に  
警視廳は最近(昭和七年六月)新に廳令を改正して汽力原動  
機殊に蒸汽罐の取締を嚴にした。本書も充分に此の點を考  
慮し、蒸汽罐の構造及び取扱に重きを置いて記述してある。

猶本書の内容に就て一言して置かう。第一章で諸原動機  
の概念を述べ、此等を比較して汽力原動機の適所を明にし、  
第二章で熱及び蒸汽に就て論究した。第一章及び第二章の  
一部は寧ろ汽力原動機編に屬するものであるが、此等の事  
柄を早く知つて置く方が都合がよいから、わざと蒸汽罐編  
に記載したのである。第三章に蒸汽罐の種類及び其の構造  
を述べ、各用途に従つて其の適所を指摘した。蒸汽罐は汽



力原動機用のみならず或る種の工場では蒸汽其のものを要する所があるから至極大切である。第四章以下で蒸汽罐の附属設備及び其の取扱ひを論じ、最後に罐水の蒸汽罐に及ぼす影響等を記して稿を納めた。

以上記述する所深遠なる學理は之れを省いたが、各方面に涉つて網羅してあるから、本書を詳讀すれば蒸汽罐及び其の附属設備の一般に就て通曉する者といへよう。

編者淺學充分要を盡さない所があらう、本書の不充分の所は大方の諸賢の叱正を賜はらんことを切に希望する。

昭和八年四月

編者しるす

# 蒸汽罐及び汽力原動機

## 第一編 蒸汽罐

### 目次

#### 第一章 緒論

1. 機關の種類	1
2. 熱機關の種類	2
3. 熱機關の變遷	3
4. 摘要	4

#### 第二章 熱及び蒸汽

5. 熱單位	6
6. 燃料	7
7. 石炭	7
8. 燃料の有する熱量	9
9. 石炭の發熱量測定法	9
10. 熱量と仕事量及び動力の關係	11
11. 壓力及び真空	14
12. 蒸汽	17
13. 過熱蒸汽の比熱	22
14. 摘要	24
問題 I (6問)	25

#### 第三章 蒸汽罐

15. 蒸汽罐一般の構造	27
16. 蒸汽罐の種類	28
17. 堅罐	29
18. コーニッシュ罐	31



19. ランカシャー罐	33
20. 多管罐	34
21. 船用罐	35
22. 焰管と罐板との取付け	39
23. 汽罐ステー	40
24. 棒ステー	40
25. ステー管	41
26. ネジ・ステー	41
27. 筋違ひステー及び枉ステー	41
28. 桁ステー	42
29. 水管罐	43
30. 水管罐の種類	44
31. バブコック・エンド・ウェルコックス罐	45
32. ニクロース罐	50
33. スターリング罐	51
34. タクマ式罐	52
35. ガルベ罐	54
36. 宮原式罐	54
37. ヤーロー水管罐	55
38. 單艦用蒸気罐の變遷	57
39. 過熱器	58
40. 超高壓蒸気罐	59
41. 表面燃焼蒸気罐	61
42. 火格子上の燃焼率	62
43. 火格子と傳熱面積	63
44. 蒸気罐容量の表はし方	64
45. 蒸気罐の効率及び損失	64
46. 良好な蒸気罐の條件	66
47. 蒸気罐の設計概念	67
48. 蒸気罐の選擇	68
49. 摘要	99
<b>第四章 計器及び蒸気罐附屬品</b>	
50. 計器	71

51. 壓力計及び真空計	71
52. 通風計	72
53. 水準計	73
54. 蒸気罐附屬器	74
55. 止め弁	75
56. 安全弁	76
57. 減水警報器	80
58. 融解栓	81
59. 水準調整器	81
60. 逆止め弁	82
61. 吹出コック	83
62. 摘要	84

### 第五章 石炭の取扱及び燃焼装置

63. 給炭法	86
64. 石炭の燃焼有様	86
65. 手焚用火格子	88
66. 石炭の焚き方	89
67. 給炭機	90
68. 自働給炭機の分類	91
69. 鎖床給炭機	91
70. 下方給炭機	93
71. 階段給炭機	94
72. 搖動給炭機	96
73. 粉末炭燃焼装置	97
74. 液體燃料燃焼装置	99
75. 石炭の取扱	100
76. 摘要	101

### 第六章 通風装置

77. 通風の必要	102
78. 自然通風	103
79. 煙突の構造	103
80. 煙突通風の計算	105



81. 煙道	106
82. 人爲通風	107
83. 押込通風	108
84. 誘ひ通風	109
85. 人爲通風の利益	112
86. 煙道瓦斯	113
87. 不適當の通風による影響	114
88. 摘要	115

## 第七章 罐水及び温水装置

89. 罐水	116
90. 垢殻	116
91. 蒸気罐の腐蝕	117
92. 汽水共騰	119
93. 汽水の處理	120
94. 油澮過器	121
95. 温水装置	121
96. 節炭器	122
97. 放出蒸気温水器	124
98. 生蒸気温水器	125
99. 抽汽温水器	126
100. 給水の選擇	126
101. 罐掃除	126
102. 蒸気罐の破裂	128
103. 摘要	129

—(目次終)—

## 蒸気罐及び汽力原動機

岡田成賢述

## 第一編 蒸気罐

## 第一章 緒論

## 1. 機關の種類 機關(engine)又は原動機(prime mover)

は天然の勢力(energy)を利用して機械的動力を發生させる機械の一種を云ふ。勢力とは仕事し得る能力あるものを云ひ、高所にある水、急流の水、風の力、熱は皆勢力を持つて居る。吾々は勢力を創造することは出來ないけれども、其の形を變更することが出来る。さて天然に存在する勢力は色々の形となつて居るけれども、尤も廣く利用されるものは、前記の**水力**、**風力**及び**熱即ち火力**とである。

水は價のないものであるから、水力の利用は甚だ有利である。然るに水力は多く山間僻地に存在し、需用地より遠いのが普通である。水力は往古より利用され、水車を用ひて動力を起した、然し其の當時は其の地方の需用を充たすに止まつて居つた。然るに現今電氣の發達と共に電力の長距離輸送が經濟的可能となり、従つて水車の改良型である水タービンを用ひ、之れを電力に變へ遠き需用地に供給する様になり、各所に水力發電所が勃興し、水力利用範圍が廣くなつた。兎に角水力原動機は水力の存在する所



でなければ利用することが出来ない。

風力は其の強さが一様でなく、烈風の如く大きな時もあり、時には殆んど無風状態のこともある、又其の方向も一定でない。帆船は風力を利用する顯著の例であるが、原動機用としては宜しい勢力と云ふことが出来ない、従つて其の利用は甚だしい。

熱機関(heat engine)は熱勢力を利用する機関を云ひ、熱は燃料を燃焼すれば得られるから、燃料さへ運搬して来れば、何れの場所でも容易に動力が得られる利益がある。従つて船舶の原動機には熱機関に限る。

水力、風力、燃料の熱何れも其の根元は皆太陽から受けた熱によるものであるから、太陽の熱が直接利用されれば甚だ都合のことであるが、これを利用する方法が困難な爲め用ひられないのである。

## 2. 熱機関の種類

熱機関は石炭、油、瓦斯等の燃焼に依つて生じた熱を利用するものである。熱機関を大別すると汽機と内燃機関の二つになる。此の外に熱空気機関(hot air engine)と云ふて、密閉した室内の空気を冷熱する作業を交互に繰り返して、其の爲めに生ずる壓力の差を利用して機械的動力を得ようとするものがあるが、此の機関は廣く應用されて居ない。

(1) 汽機(steam engine)は汽力原動機又は蒸気機関とも云ひ、燃料を燃焼して生じた熱を一旦水に傳へ、水を蒸気の形に變じ、蒸気を機関内に導いて蒸気内の熱勢力を機械的動力に變ぜしめる機械である。此所で云ふ蒸気機関は廣い意味に用ひたものである。水を蒸気に變へる爲めに蒸気機を用ひる。汽機を更に大別すると往復動汽機と蒸気タービンの二つになる。

a. 往復動汽機(reciprocating steam engine)は蒸気を汽筒(cylinder)と稱する圓筒内に導き、汽筒内の圓盤即ちピストン(piston)に働かせて之れに往復運動を起させ、其の運動を外部に傳へて有用な仕事を爲させるものである。依つて往復動汽機の初めの動作はピストンの往復動である。往復動汽機を蒸気機関とも云ふ、以前は蒸気を用ひる機関は總て此の機関に限られて居つた爲めに、蒸気機関と云へば往々狭い意味にとり、往復動汽機のみを指すことがある。

b. 蒸気タービン(steam turbine)は蒸気が特殊の車に植付けた羽根に作用して其の車を廻轉し、之れに依つて有用な仕事を爲させるものである。依つて此の機関は初めから廻轉運動である。

(2) 内燃機関(internal combustion engine)は石油或は瓦斯等の燃料を汽筒内で燃焼させ、其の熱を利用する機関の總稱である。内燃機関にはガソリン機関、石油發動機、ディーゼル機関等がある。

## 3. 熱機関の變遷

熱機関の變遷を考へるに十九世紀中頃迄は原動機と云へば殆んど總て往復動汽機に限られて居つたが、近時蒸気タービンが異狀の發達を遂げ、同機が發電機運轉に優秀である爲め、發電所殊に大容量のものには皆蒸気タービンを採用する様になつた。又船舶方面にも軍艦、歐米航行の客船等に用ひられる。又一方に十九世紀末頃より内燃機関が發達し、ガソリン機関の出現の爲め、自動車、航空機の發達を促し、石油發動機は小馬力の動力として農村の精米機其の他雜用或は漁船、遊覽船用として採用され、ディーゼル機関は總ての熱機関の中で一番熱效率がよく而かも之れに使用する重油は油の中では一番廉價である爲め、一



般工業用其の他に使用され、殊に船舶用として優秀である爲め、現時製造中の各種船舶の大半はディーゼル機関を動力とする様になつた。

往時唯一の原動機であつた往復動汽機は一方は内燃機関に蠶食され、他方蒸汽タービンの爲めに使用範囲が狭められた。只蒸汽機関車は其の性質上殆んど總て往復動汽機を用ひる。其の他物揚機械、往復動ポンプ、船舶等に能く用ひられる。

本書は熱機関中蒸汽罐、汽機及び其の附屬設備に關する部を總括的に講述するのが目的である。従つて一般の工業用、發電所用、船舶用、蒸汽機関車用等總ての方面に互るものであるが、蒸汽機関車の分は機關車編に詳述しあれば他に共通なるものゝ外は省略した。講述の順序は勢力の本源である熱及び蒸汽を研究し、次で蒸汽を發生するに必要な蒸汽罐及び附屬設備を述べ、次に蒸汽内の熱勢力を原動力に變換する往復動汽機、蒸汽タービン及び夫れ等の附屬設備の順を以てする。

本書を熟讀するには他の編を参考とすべき所が往々ある。例へば材料強弱學を参考とすべき所は材強参照、水力學及び水力機の分に對しては水力参照、機關車の編に述べてある所は機關車参照と記して讀者の研究に便にする。

#### 4. 摘 要

1. 機關は天然の勢力を利用して機械的動力を發生させる機械の一種を云ふ。
2. 天然の勢力には色々あるが、水力と熱とが一番よく用ひられ、熱は燃料を燃焼すれば得られるから、燃料さへ運搬すれば何れの場所でも容易

に動力が得られる利益がある。

3. 現今専ら用ひられる熱機関は内機燃關と汽力原動機即ち廣い意味の蒸汽機關とである。

4. 汽力原動機には往復動汽機即ち狭い意味の蒸汽機關と蒸汽タービンとがある。

5. 十九世紀中頃迄は原動機は殆んど總て往復動汽機に限られたが、近時内燃機関及び蒸汽タービンの發達の爲め、小馬力のものは内燃機関に、大馬力のものは蒸汽タービンに奪はれた形となつた。

6. 蒸汽機関車は其の性質上殆んど總て往復動汽機を用ふる。



## 第二章 熱及び蒸気

5. 熱単位 汽力原動機を研究するには熱及び蒸気に關する知識が必要であるから、以下少しく此等に就て述べよう。

熱を計る單位として工業上で用ひるものは**千カロリー**(kilogram calorie 記號 k cal 或は Cal)である。1 k cal とは 15°C の純粹の水 1 kg の溫度を 1°C 高むるに要する熱量を云ひ又は 0°C の水 1 kg を 100°C に昇すに要する熱量の  $\frac{1}{100}$  を云ふ。前者を **15°C 千カロリー**、後者を**平均千カロリー**と云ふ。1929 年にロンドンに開かれた國際蒸気表會議では 1 キロワット時(仕事の單位9節参照)の  $\frac{1}{860}$  を新に 1 k cal と定めた。此等の値は嚴格に言へば極僅かづゝ違ふのであるが、殆んど同一値であるから、工業上では 1 k cal とは水 1 kg の溫度を 1°C 高むるに要する熱量と心得て宜しい。科學では熱單位としての 1 k cal の  $\frac{1}{1000}$  である**グラム・カロリー**(gram calorie 記號 cal)を用ひる。

我國では未だ**英國熱單位**(British thermal unit 記號 B.T.U.)を用ひて居る所もあるから、それも心得て置く必要がある。1 B.T.U. は 62°F の純粹の水 1 封度(lb)の溫度を 1°F 高むるに要する熱量である。又 1 lb の水の溫度を 1°C 高むるに要する熱量を單位とし、之れを攝氏熱單位(Centigrade heat unit 記號 C.H.U.)と名づくる。此等の熱單位の關係を示すと

$$1 \text{ k cal} = 3.968 \text{ B.T.U.} \dots\dots\dots(1)$$

$$1 \text{ C.H.U.} = 1.8 \text{ B.T.U.} \dots\dots\dots(2)$$

6. 燃料 空氣中で燃焼するものは總て**燃料**(fuel)である。工業上では燃焼に依つて熱を多量に發生するもので、材料が相當の價格で豊富に得られるものを云ふ。固體、液體及び瓦斯體燃料に分けることが出来る。

(1) **固體燃料**は石炭、木材、木炭、植物屑等である。木材及び植物屑は含有熱量が左程大きくない爲め、又木材の乾餾によつて其の水分及び揮發分を取除いた木炭は高價の爲め餘り用ひられない。蒸気機用として用ひられるものは主として石炭である。石炭に就ては次節で述べる。

(2) **液體燃料**は石油及び其の分餾物である。石油井戸から汲出した許りの油を**原油**と云ひ、赤黒い、汚らしい色の油で、發火點の違つて居るものを含んで居るから其の儘では用ひられない。原油を蒸餾釜に入れて分餾すると揮發し易い油が先づ蒸餾し、**ガソリン**、**燈油**及び**輕油**の順序で餾出する。釜残りが**重油**で、重油から機械油を取つた残滓物が**石油ビッチ**である。此等の油は内燃機關には重要なものであるが、蒸気機用としては重油が石炭よりも發熱量の多い關係上軍艦に用ひられる。但し石油産出地方では蒸気機用として用ひられる。石油ビッチは煉炭中の一部となつて蒸気機用となる。

(3) **瓦斯體燃料**としては天然瓦斯、石炭瓦斯、發生爐瓦斯、製鐵所の熔鑛爐或は骸炭製造爐から出る瓦斯等があるが、一般に瓦斯は動力用として直ちに瓦斯機關に使用するもので、蒸気機用とすることは稀れである。

7. 石炭 蒸気機用の燃料は殆んど總て石炭である。石炭は



太古地上に繁茂して居つた羊齒類の植物が、地變によつて埋没し、長い年月の間強大な壓力と、地熱と、水の作用を受けて分解しつゝ炭化したもので、炭化の仕方次第で石炭の種類が分けられる。之れを大別すると無煙炭、有煙炭、褐炭、泥炭となる。泥炭は亞炭と云つて石炭の中に入れてない人もある。

(1) 無煙炭 (anthracite) は炭化作用の最も進んだ石炭で、金屬性の黒光を放ち、其の質は堅く且つ脆い。之れを燃すには強い通風が入る要で、煙を出さずに燃えて高熱を出す。熱せられると細く碎ける傾向がある。高價であるのと焚き方の困難の爲め蒸気機用として不向きである。

(2) 有煙炭又は瀝青炭 (bituminous coal) は黒色樹脂状の光澤を有し、無煙炭の様に脆くない。有煙炭は骸炭分及び揮發分から成り、焰を出して能く燃える。揮發分の多い程煙が多く焰が長い。蒸気機用として一般に用ひられるものは此の石炭である。此の石炭には熱を受けると膨脹し、糊状となり、熔融し互に粘着して燃焼する粘炭 (caking coal) と燃焼に際して別に熔融しないで、自由に燃焼する不粘炭 (non-caking coal) とがある。比重は 1.3 内外である。有煙炭と無煙炭との間のものゝ半無煙炭 (semi-anthracite) と云ひ、不粘炭である。揮發分の多い程粘性となる傾きがある。

(3) 褐炭 (brown coal) は年代から云へば、有煙炭と泥炭との間に位するもので、褐色を呈し、光澤がない。長い焰を出して能く燃えるが發熱量が多くない。有煙炭と褐炭との間のものゝ半有煙炭 (sub-bituminous coal) と云ふことがある。

(4) 泥炭 (peat) は水生植物、苔其の他の植物が朽ちて出来たもので、黄色乃至赤褐色で、多量の水分を含み、燃焼に先立ち乾燥することが必要

である。發熱量が少く、動力用としては不向きである。

8. 燃料の有する熱量 酸素の供給充分で完全燃焼をなすときに發生する各種燃料の熱量を表示すると第1表の通りになる。表中

第1表—各種燃料の有する熱量

燃 料	燃料 1 kg の熱量 k cal	燃料 1 lb の熱量 B.T.U.
有 煙 炭	6 600	12 000
重 油	11 000	20 000
木 炭	7 350	13 300
木 材	3 500	7 000
炭 素	8 080	14 500
メ タ ン	13 120	23 600
水 素*	34 500	62 000

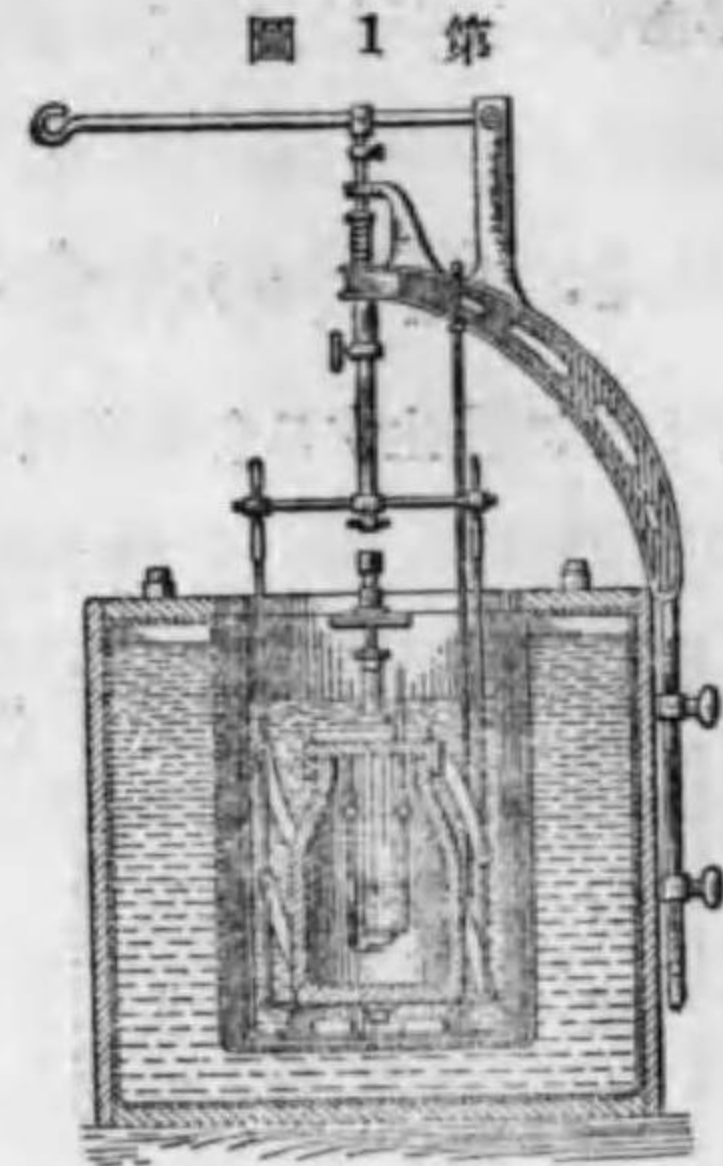
\* 水素の發熱量には化合に依つて生じた  $H_2O$  が水としての時及び蒸気としての時の二つがある。前者を高發熱量、後者を低發熱量と云ひ、表中のものは高發熱量である。

有煙炭の發熱量は中等のものゝ平均である。日本内地の石炭の發熱量の概數を挙げると 1kg の發熱量北海道炭は約 7 000 k cal、九州炭は 6 300 k cal、常盤炭は 5 000 k cal 位である。勿論同一炭坑でも炭種に依つて發熱量が異なるから、以上は概念を與へたに過ぎない。

9. 石炭の發熱量測定法 石炭は發熱量の多少で其の價値が定まるのであるから、發熱量の測定は甚だ重大の事である。熱量を求めるとは次の様な仕方がある。



(1) 燃料熱量計 (fuel calorimeter) で發熱量を直接測定する法 熱量計には色々の種類があるけれども、**ボムブ熱量計** (bomb calorimeter) が一番能く用ひられる。其の構造は第1圖の様に、彈性壺中に粉末にした石炭を入れ、之れに壓搾酸素を充たし、器内に導いた兩電極に電流を通じて石炭に點火し燃燒させる。其の燃燒に依つて生じた熱は壺外の一定量の水に吸収させ、水の温度の上昇度合から發熱量を測定するのである。



ボムブ熱量計の圖

(2) 石炭の元素分析から發熱量を算出する法 石炭の元素分析又は完全分析とは石炭を組成する元素即ち炭素、水素、酸素、硫黄、窒素、水分及び灰分に分析するものである。今 C, H, O, S, W を夫々石炭 1kg 内に含まれる炭素、水素、酸素、硫黄、水分の重さとすれば石炭 1kg の發熱量は次の式を以て算出することが出来る。

$$1 \text{ kg の發熱量 (k cal)} = 8100 C + 29000 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 2500 S - 600 W \dots\dots\dots(3)$$

石炭内に存在する酸素は其の重さの  $\frac{1}{8}$  だけの水素と化合して  $H_2O$  なる水を形成して居るものと見做し得るもので、此の分は發熱しないものであるから、(3) 式では  $H - \frac{O}{8}$  丈を發熱に利用し得る水素としたものである。又 (3) 式は水素が酸素と化合して出來た水が、蒸汽の形であるとして算出したものである。

(3) 石炭の工業分析から發熱量を算出する法 石炭の工業分析又は略

分析とは水分、揮發分、固定炭素即ち骸炭分及び灰分に分析するもので、硫黄は石炭の價値に悪い影響を及ぼすから別に測定して置く。此の作業は比較的簡單で、其の上石炭の性質の概要を知るに便利である。工業分析から石炭の發熱量を算出しようとする色々の實驗公式がある。然し公式が一般に複雑で、餘り正確なものが得られないから省いて置く。

第2表は吾國に於ける各種石炭の工業分析の成績並に完全燃燒の際に發生する熱量を示し、第3表は同じく元素分析並に發熱量を示したものである。最も同一炭坑から採掘した石炭でも場所に依つて其の成分が違ふから、此等の表は唯其の一例を示すものと思はなければならない。

### 10. 熱量と仕事量及び動力との關係

熱は物體の温度に關係し、體積を増減し、或は物體の状態を變更する。斯様な働きをする熱は何であるか、其の本體は物體を構成する分子の運動で、一種の勢力である。依つて熱と機械的勢力とは互に變換することが出来る。是れを**熱力學の第一法則**と云ひ、熱力學(thermo-dynamics)の基礎を造るものである。ジュール氏(Joule)は實驗に依つて熱量に相當する機械的仕事量の値を求めることが出來た。其の後猶精密の實驗によつて次の値を正しいものとする。

$$1 \text{ k cal} = 427 \text{ kg-m (1 B.T.U. = 778 ft-lb)} \dots\dots\dots(4)$$

動力の單位として機械的には**1馬力**(horse-power 記號 H.P.), 電氣では**1キロワット**(kilowatt 記號 kW)を用ふる。

$$1 \text{ H.P.} = 0.746 \text{ kW} = 76 \text{ kg-m/sec (33 000 ft-lb/min)} \dots\dots(5)$$

$$1 \text{ 佛馬力} = 75 \text{ kg-m/sec} \dots\dots\dots(6)$$



第 2 表——各種石炭の略分析並に發熱量

石炭の種類	比重	水分 %	揮發分 %	炭分 %	灰分 %	硫黄分 %	發熱量 Cal/kg	B.T.U./lb
石狩夕張	1.237	1.89	45.13	49.17	3.56	0.25	7 850	14 130
石狩夕張別	1.274	2.50	36.65	45.56	15.32	0.01	7 640	12 360
磐城町田	1.338	5.03	35.16	39.34	18.50	1.97	5 200	9 400
磐城王城	1.399	10.19	28.42	36.67	23.30	1.42	5 290	9 510
長門大嶺	1.450	0.01	12.60	75.30	11.60	0.40	7 420	13 480
豊前伊田	1.249	1.96	51.54	40.43	5.68	0.39	7 320	13 270
筑前新入	1.464	1.11	32.07	51.02	14.59	1.21	6 650	12 010
筑前鯉田	1.376	1.67	33.47	50.81	13.78	0.27	7 640	13 330
筑前大辻	1.329	1.56	30.58	56.47	9.98	1.41	5 860	10 570
筑後三池	1.271	0.32	38.94	50.00	6.94	3.80	7 310	13 070
肥前松島	1.419	0.87	37.57	42.52	16.80	2.24	6 010	10 830
臺灣北石碓堡	1.270	6.45	36.47	53.28	2.16	1.04	6 100	10 890
朝鮮平壤	1.472	6.45	14.71	74.77	3.70	0.37	6 920	12 480

第 3 表——各種石炭の完全分析並に發熱量

石炭の種類	水分 %	灰分 %	硫黄 %	炭 %	水素 %	酸素 %	窒素 %	發熱量 Cal/kg	B.T.U./lb
石狩夕張	1.89	3.59	0.25	60.31	6.71	7.06	1.22	7 850	14 130
磐城赤井	12.20	12.40	0.24	50.36	4.20	19.88	0.72	4 750	8 460
磐城北好間	9.20	8.50	0.66	57.41	4.58	19.00	0.65	5 410	9 710
常陸小豆畑	14.83	3.94	0.05	57.03	4.02	19.34	0.79	5 120	9 260
豊前赤池	2.88	4.67	0.42	63.85	4.61	22.99	0.58	7 260	13 060
筑前大辻	4.87	7.95	0.42	62.66	4.33	19.41	0.36	5 790	10 280
筑前三池	0.32	6.94	3.80	77.59	5.40	8.95	1.22	7 080	12 620
肥前松島	4.87	16.80	2.24	62.25	4.74	11.84	1.26	5 020	10 830
肥前高島	0.84	3.02	0.15	76.84	4.65	13.03	1.47	7 320	1 320
臺灣北石碓堡	0.45	2.16	1.64	75.36	6.84	7.28	0.79	8 150	14 750



$$1 \text{ kW} = 1.34 \text{ H.P.} = 102 \text{ kg-m/sec} \dots\dots\dots (7)$$

電氣では電力量 **1 キロワット時** (kilowatt-hour 記號 kWh) 又機械的には **1 馬力時** (horse-power hour 記號 H.P.h) も往々仕事量の單位として用ひられる。

$$1 \text{ kWh} = 1.34 \text{ H.P.h} = 367\,200 \text{ kg-m} = 860 \text{ kcal} \dots\dots\dots (8)$$

$$1 \text{ H.P.h} = 0.746 \text{ kWh} = 273\,600 \text{ kg-m} \dots\dots\dots (9)$$

**例題 1.** 1 kWh の電氣勢力を全部熱に変化することが出来たとすれば、其の熱量は 860 kcal となる譯を説明せよ。

**解** 1 kWh は 367 200 kg-m であり、又 427 kg-m を熱量に換算すると 1 kcal であるから、1 kWh を熱量に換算すると

$$367\,200 \div 427 = 860 \text{ kcal}$$

**例題 2.** 1 kg に付 6 000 kcal の發熱量を有する石炭を毎時間 2 000 kg づつ燃焼すれば何 kW の動力が得られるか。但し供給熱量と利用熱量との割合即ち熱効率を 18% として計算せよ。

**解** 毎時間の發生熱量 =  $2\,000 \times 6\,000 \text{ kcal}$

毎時間の利用熱量 =  $2\,000 \times 6\,000 \times 0.18 \text{ kcal}$

此の熱量が全部電力量に換へられ、860 kcal を電力量に換算すると

1 kWh となるから

毎時間の發生電力量 =  $20\,000 \times 6\,000 \times 0.18 \div 860 = 2\,512 \text{ kWh}$

依つて 所得動力 = 2 512 kW

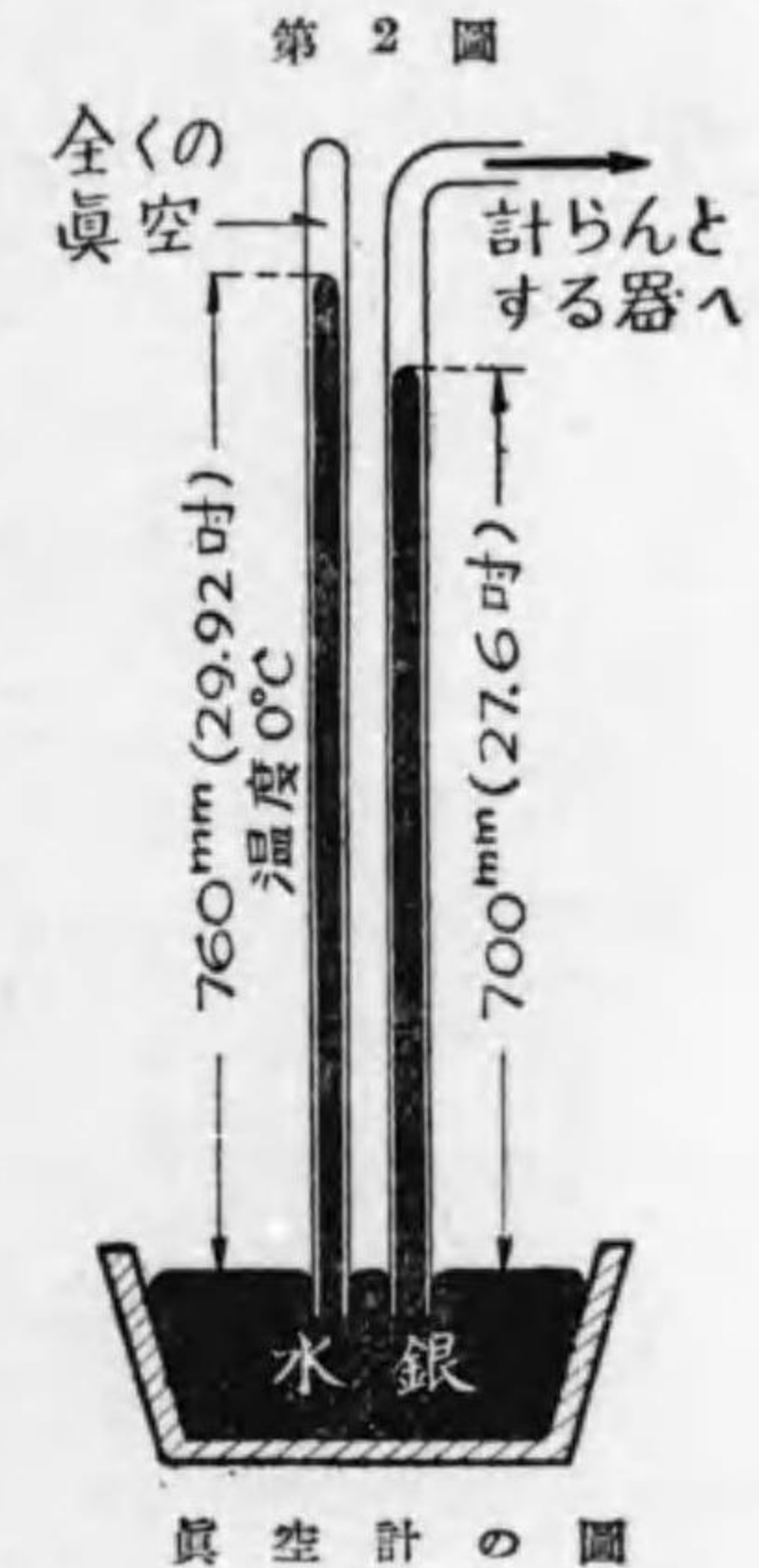
**11. 壓力及び真空** 汽機は高い壓力の蒸汽を利用するので

ある。此の場合の壓力は壓力の強さを意味するもので、單位面積上に働く

力を云ふのである。壓力の單位としては 1 cm<sup>2</sup> 上に働く 1 kg の力 (記號 kg/cm<sup>2</sup>) を用ひ、英國式にては 1 平方吋上に働く 1 封度の力 (記號 lb/□") を用ひる。壓力を計る壓力計は大氣に連絡して居る時に零を示す様に出来て居る。故に壓力計で示す壓力は大氣壓を基準として計つたもので、之れを**壓力計壓力**又は**ゲージ壓力** (gage pressure) と云ふ。蒸氣機等で云ふ壓力は普通此の分である。

全くの眞空を基準として計つた壓力を**絕對壓力** (absolute pressure) と云ひ、科學、計算等に用ひる。大氣壓は全くの眞空から計れば 1.033 kg/cm<sup>2</sup> であるから、ゲージ壓力を絕對壓力に換算するには前者に 1.033 を加へればよい。例へばゲージ壓力 10 kg/cm<sup>2</sup> は絕對壓力 11.033 kg/cm<sup>2</sup> と同じである。

壓力は水銀柱又は水柱の高さで表はすことも出来る。第 2 圖の様に硝子管に水銀を盛り、之れを倒にして水銀槽の上に立てば水銀の高さが 760 mm になる迄降つて止まる。之れは大氣壓が全くの眞空から計れば水銀柱 760 mm であることを示す。大氣壓の強さは天候に依つて多少相違するもので 730 mm 位に減ずることもあり、又は 780 mm 位に増すこともある。然し 760 mm 前後が普通である。そこで水銀柱 760 mm のときの大氣壓を標準氣壓と云ひ、此の壓力を**1 氣壓** (記號 1 at) と名付けて壓力の單位





とすることがある。斯の様に  $1 \text{ kg/cm}^2$  は1気圧に近い数であるから、 $1 \text{ kg/cm}^2$  の壓力の單位を工業氣壓と稱へることもある。

**眞空** 普通に稱へる眞空は稀薄の意味で、大氣壓より低い壓力を云ふ。眞空は主に水銀柱の高さで表はし、科學では全くの眞空を基準とし、工業的には大氣壓を基準として表はす場合が多い。例へば汽力發電所等で 700 mm の眞空と云へば大氣壓より 700 mm の水銀柱の高さに相當する丈の壓力が低いと云ふことである。此の表はし方では水銀柱の高さが高い程壓力が低い即ち眞空の度が高いのである。第2圖の様に硝子管を水銀槽の上に立て、其の上部を計らんとする器に連絡し、水銀の昇る高さが 700 mm であれば、器内の眞空は 700 mm (大氣壓基準) である。

煙突の吸込の様に低度の眞空を水銀柱の高さで表はすと僅かに 2 mm 位であるから、吸込に差が出来ても殆んど讀めないから、斯云ふ場合には水柱を用ひる。

**例題 3.** 眞空 700 mm (眞空計にて) を絶對壓力  $\text{kg/cm}^2$  に換算せよ。

**解** 眞空計眞空 700 mm は大氣壓即ち絶對壓力水銀柱 760 mm よりも水銀柱 700 mm だけ低いことを意味して居る。依つて眞空計眞空 700 mm は絶對壓力で言へば  $760 - 700 = 60 \text{ mm}$  である。然るに絶對壓力 760 mm は絶對壓力  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  であるから、

$$\text{眞空計眞空} = 1.033 \times \frac{760 - 700}{760} = 0.0816 \text{ kg/cm}^2 \text{ 絶對壓力 (答)}$$

此の問題に依つて

$$\begin{aligned} \text{眞空計眞空 水銀柱 700 mm} &= \text{絶對壓力 水銀柱 60 mm} \\ &= \text{絶對壓力 } 0.0816 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0.079 \text{ at} \end{aligned}$$

**12. 蒸気** 大氣壓即ち絶對壓力  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  の壓力の下で水を熱すると  $100^\circ\text{C}$  迄は水の溫度が漸次高まる。水の溫度を昇す爲めに使はれる熱を感熱 (sensible heat) と云ふ。水の溫度が  $100^\circ\text{C}$  になると沸騰して蒸気を盛んに出す。此の點を沸騰點と云ひ、是れ以上は如何に熱を加へても水が蒸気になる丈で溫度は一向に昇らない。其の蒸気溫度も  $100^\circ\text{C}$  である。此れは水が蒸気になる爲めに多量の熱を要するからで、此の熱を氣化熱又は蒸發の潜熱 (latent heat) と云ふのである。今  $0^\circ\text{C}$  の水  $1 \text{ kg}$  を熱して  $100^\circ\text{C}$  にするには  $100.5 \text{ kcal}$  の熱が必要で、又  $1 \text{ kg}$  の水を一氣壓の下で全部蒸気になすには  $539.1 \text{ kcal}$  の熱が要る。依つて一氣壓の下で  $1 \text{ kg}$  の  $0^\circ\text{C}$  の水を蒸気に爲すには、感熱  $100.5 \text{ kcal}$  及び氣化熱  $539.1 \text{ kcal}$  即ち  $639.6 \text{ kcal}$  を要する。此の熱量を一氣壓の下の蒸気  $1 \text{ kg}$  の  $0^\circ\text{C}$  を基準とする全熱量と云ふ。

今密閉した器具即ち蒸気罐で蒸気を造ると壓力が漸次高くなるが、蒸気罐の壓力が高くなれば吹き出し、低くなれば閉める様な装置を付けて置けば、蒸気罐内の壓力を一定に保つことが出来る。今壓力を昇して絶對壓力  $2 \text{ kg/cm}^2$  としよう。されば  $100^\circ\text{C}$  になつても沸騰しないで、溫度が昇り  $119.6^\circ\text{C}$  になつて沸騰し、夫れ以上には溫度が昇らないで  $119.9^\circ\text{C}$  の蒸気となる許りである。 $0^\circ\text{C}$  の水  $1 \text{ kg}$  を絶對壓力  $2 \text{ kg/cm}^2$  の蒸気となすには感熱  $120.4 \text{ kcal}$  潜熱  $526.8 \text{ kcal}$  即ち全熱量  $647.2 \text{ kcal}$  である。猶一層壓力を高めて絶對壓力  $14 \text{ kg/cm}^2$  とすれば沸騰點が  $194^\circ\text{C}$  で  $194^\circ\text{C}$  の蒸気を發生する。此の場合の  $1 \text{ kg}$  の感熱は  $197.2 \text{ kcal}$ 、潜熱は  $472.5 \text{ kcal}$  で、従つて全熱量は  $669.7 \text{ kcal}$  である。斯の様に蒸気が水と接觸して



第4表—飽和蒸気性質表

絶対壓力 kg/cm <sup>2</sup>	溫度 °C	°C を基準とする		蒸気1kgの潜熱	蒸気1kgの容積 m <sup>3</sup>	蒸気1m <sup>3</sup> の重量 kg
		水の狀態	蒸気の狀態			
0.02	17.3	17.3	602.9	585.5	68.126	0.01468
0.04	28.8	28.8	608.3	579.4	35.387	0.02836
0.06	36.0	36.0	611.6	575.6	24.140	0.04142
0.08	41.3	41.4	614.1	572.7	18.408	0.05432
0.10	45.6	45.7	616.0	570.4	14.920	0.06703
0.12	49.2	49.3	617.7	568.4	12.568	0.07956
0.15	53.7	53.8	619.7	565.9	10.190	0.09814
0.20	59.8	59.9	622.4	562.6	7.777	0.12858
0.25	64.6	64.8	624.6	559.8	6.307	0.1586
0.30	68.7	68.9	626.4	557.5	5.316	0.1881
0.35	72.3	72.5	628.0	555.5	4.600	0.2174
0.40	75.5	75.7	629.4	553.7	4.060	0.2463
0.50	80.9	81.2	631.7	550.5	3.2940	0.3036
0.60	85.5	85.8	633.7	547.8	2.7770	0.3601
0.70	89.5	89.9	635.3	545.5	2.4040	0.4100
0.80	93.0	93.5	636.8	543.3	2.1216	0.4713
0.90	96.2	96.7	638.1	541.4	1.9003	0.5262
1.00	99.1	99.6	639.3	539.7	1.7220	0.5807
1.033	100.0	100.5	639.6	539.1	1.6702	0.5987
1.1	101.8	102.3	640.7	538.4	1.5751	0.6349
1.2	104.2	104.8	641.3	536.5	1.4521	0.6887
1.4	108.7	109.4	643.1	533.7	1.2571	0.7955

1.6	112.7	113.4	644.7	531.2	1.1096	0.9013
1.8	116.3	117.1	646.0	528.9	0.9939	1.0062
2.0	119.6	120.4	647.2	526.8	0.9006	1.1104
2.5	126.7	127.7	649.9	522.2	0.7310	1.3680
3.0	132.2	133.9	652.0	518.1	0.6163	1.6224
3.5	138.1	139.4	653.8	514.5	0.5335	1.8743
4.0	142.8	144.2	655.4	511.2	0.4708	2.1239
4.5	147.1	148.6	656.8	508.2	0.4217	2.3716
5.0	151.0	152.6	658.1	505.5	0.3820	2.6177
5.5	154.6	156.3	659.2	502.9	0.3494	2.8624
6.0	157.9	159.8	660.2	500.4	0.3220	3.1058
6.5	161.1	163.0	661.1	498.1	0.2987	3.3481
7.0	164.0	166.1	662.0	495.9	0.2786	3.5891
7.5	166.8	168.9	662.8	493.9	0.2611	3.8294
8.0	169.5	171.7	663.5	491.8	0.2458	4.0683
8.5	172.0	174.3	664.2	489.9	0.2322	4.3072
9.0	174.4	176.8	664.9	488.1	0.2200	4.5448
9.5	176.7	178.2	665.5	486.3	0.2091	4.7819
10.0	178.9	181.5	666.1	484.6	0.1993	5.018
11.0	183.1	185.8	667.1	481.3	0.1822	5.489
12.0	186.9	189.9	668.1	478.2	0.1678	5.960
13.0	190.6	193.7	668.9	475.3	0.15565	6.425
14.0	194.0	197.2	669.7	472.5	0.14515	6.889
15.0	197.2	200.7	669.5	469.8	0.13601	7.352
16.0	200.3	203.9	671.2	467.3	0.12797	7.814
18.0	206.1	210.0	672.4	462.4	0.11450	8.734
20.0	211.3	215.5	673.4	457.9	0.10365	9.648



居る場合には一定壓力に對して一定の溫度がある。斯くして出來た蒸氣を飽和蒸氣(saturated steam)と云ひ、其の時の溫度を飽和蒸氣溫度と云ふ。

飽和蒸氣は其の壓力、溫度、含有熱量等互に一定の關係がある。第4表は飽和蒸氣の性質即ち前記關係を示す表である。第一列目に絶對壓力が書いてあるから、或る壓力の飽和蒸氣の色々の性質を知らうとすれば、其の行の相當欄を見れば宜しい。例へば絶對壓力  $14 \text{ kg/cm}^2$  に就て云へば、其の壓力の飽和蒸氣の溫度は  $194^\circ\text{C}$  (二列目)、 $1 \text{ kg}$  の水を  $0^\circ\text{C}$  より飽和蒸氣溫度迄上昇せしむるに要する熱量は三列目の  $197.2 \text{ kcal}$ 、同蒸氣の蒸發の潜熱は五列目の  $472.5 \text{ kcal}$ 、 $0^\circ\text{C}$  の水を基準とする蒸氣全熱量は四列目の  $669.7 \text{ kcal}$ 、水  $1 \text{ kg}$  の蒸氣容積は六列目の  $0.14515 \text{ m}^3$ 、 $1$  リットル即ち  $1 \text{ dm}^3$  の清水が  $1 \text{ kg}$  であるから、此の場合では蒸氣の容積は水の  $145$  倍となつたことが判る。蒸氣  $1 \text{ m}^3$  の重量は七列目の  $6.889 \text{ kg}$  である。

飽和蒸氣に濕潤飽和蒸氣と乾燥飽和蒸氣とがある。

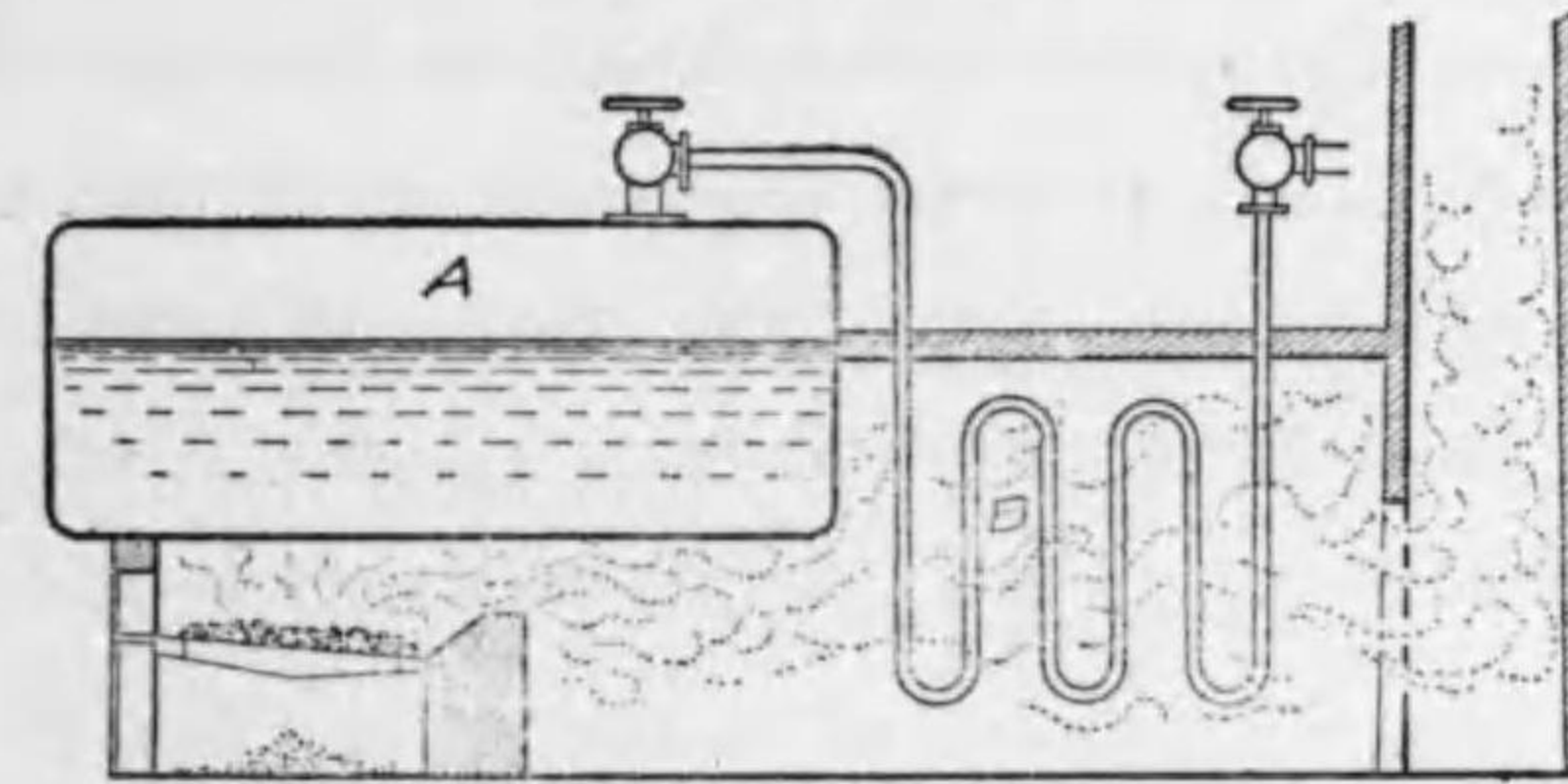
濕潤飽和蒸氣(wet saturated steam)は蒸氣内に水分を浮游の状態で含んで居るものを云ひ、蒸氣罐から發生する蒸氣は特別の裝置を施さない限りは多少水分を含んで居る。今蒸氣が  $98$  で、 $2$  丈の水分を含むときは乾燥係數(dryness factor)  $98\%$  であると云ふ。

乾燥飽和蒸氣(dry saturated steam)は少しも水分を含まない全く乾燥した蒸氣を云ふ。

飽和蒸氣を水分なき所に導き更に之れを熱すると、濕潤飽和蒸氣なれば先づ乾燥飽和蒸氣となり次で過熱蒸氣となる。第3圖は蒸氣罐で飽和蒸氣を造り、更に之れを熱して過熱蒸氣とする方法を示すものである。蒸氣罐

の熱を受ける面が水と接觸し居る場合、即ちA部に發生する蒸氣は常に飽和蒸氣である。此の場合には如何に熱を加へても過熱蒸氣にはならない。

第 3 圖



蒸氣罐略圖

蒸氣を他に導けば飽和蒸氣の形で蒸氣の發生を續け、若し蒸氣を外部に出さなければ壓力が次第に昇り、縦令蒸氣罐が破裂する様になつても過熱蒸氣とはならない。そこで過熱蒸氣を造るには、蒸氣を蒸氣罐から取り出し蒸氣機に導く途中即ちB部で熱を加へるのである。此の時の蒸氣壓力は蒸氣罐内の壓力と同様である。

又飽和蒸氣を密閉した器に導いて之れを熱しても過熱蒸氣となる、此の場合には溫度が昇ると同時に幾分か壓力も高まる。

過熱蒸氣(superheated steam)は其の蒸氣の壓力に於ける飽和蒸氣溫度以上に溫度を高めたものである。此の場合に蒸氣の性質を表はすには、蒸氣の壓力と共に蒸氣溫度又は過熱溫度を云ひ表はす必要がある。過熱溫度とは、飽和蒸氣溫度以上に高めた溫度を云ふのである。例へば絶對壓力  $14 \text{ kg/cm}^2$ 、蒸氣溫度  $294^\circ\text{C}$  の過熱蒸氣と云ひ表はす。此の場合飽和蒸氣の溫度は  $194^\circ\text{C}$  であるから過熱溫度は  $100^\circ\text{C}$  である。依て此の過熱蒸氣



の性質を表はすに絶対壓力 14 kg/cm<sup>2</sup>, 過熱溫度 100°C と云つても宜しい。

### 13. 過熱蒸気の比熱

比熱とは或る質量の物體を取り、

其の溫度を 1°C 高むるに要する熱量と同じ質量の水の溫度を 1°C 昇すに要する熱量の比を云ふ。言ひ換へれば比熱は 1 kg の物質の溫度を 1°C 高むるに要する熱量を kcal で表はした數である。さて氣體は同じ壓力の下では熱せられると膨脹して大に體積が増加する。又壓力さへ増せば前と同じ體積にして置くことも出来る。されば氣體の比熱は次の二通りに考へることが出来る。

1. 一定容積の下に於ける比熱(定積比熱) 氣體を一定容積の器に導き之れを密閉し溫度を上昇した時の比熱を定積比熱と云ひ、此の場合は容積が一定であるから溫度が昇ると壓力が増加する。

2. 一定壓力の下に於ける比熱(定壓比熱) 壓力を一定にして溫度を上昇した時の比熱を定壓比熱と云ふ。例へば一定の力で押されて居るピストンを有する圓筒内に氣體を入れ、それを熱して溫度を昇すときとか、又は蒸気機より蒸気を汽機に送る途中で、蒸気を熱して溫度を昇すとき等の場合は壓力が高くないから、此の時の比熱は定壓比熱である。

此の二種の比熱の中で、定壓比熱の方は加へられた熱の一部が氣體を膨脹する爲めに費されるから、常に定積比熱よりも大きい。

過熱蒸気の一定壓力の下の比熱は壓力及び溫度で其の値が幾分異なる。第 5 表は其の平均比熱表である。例へば絶対壓力 14 kg/cm<sup>2</sup>, 蒸気溫度 300°C の平均比熱は、絶対壓力 14 kg/cm<sup>2</sup> の飽和蒸気溫度 194°C から 1°C 宛溫度を上昇し遂に 300°C に至る迄の比熱を積算して、之れを平均したもの

第 5 表 過熱蒸気一定壓力の下に於ける平均比熱表

絶対壓力 kg/cm <sup>2</sup>	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
飽和蒸気溫度	99.1°C	119.6	142.9	158.1	169.6	179.1	187.1	194.2	200.5	206.2	211.4
飽和蒸気の時	0.487	0.501	0.528	0.555	0.584	0.613	0.642	0.671	0.699	0.729	0.760
過熱蒸気溫度	120	0.483	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	140	0.480	0.496	—	—	—	—	—	—	—	—
	160	0.478	0.491	0.521	—	—	—	—	—	—	—
	180	0.476	0.488	0.515	0.576	—	—	—	—	—	—
	200	0.475	0.486	0.509	0.561	0.590	0.623	0.660	—	—	—
	220	0.475	0.485	0.505	0.526	0.572	0.599	0.629	0.661	0.697	0.738
	240	0.474	0.484	0.501	0.519	0.558	0.580	0.605	0.631	0.660	0.694
	260	0.474	0.483	0.499	0.514	0.548	0.567	0.599	0.610	0.634	0.660
	280	0.474	0.482	0.497	0.510	0.525	0.556	0.575	0.594	0.615	0.637
	300	0.474	0.482	0.496	0.509	0.521	0.548	0.565	0.582	0.600	0.619
	320	0.475	0.482	0.495	0.505	0.517	0.543	0.558	0.572	0.589	0.606
	340	0.476	0.482	0.494	0.504	0.515	0.538	0.552	0.565	0.580	0.596
	360	0.477	0.483	0.494	0.504	0.514	0.535	0.548	0.560	0.574	0.587
	380	0.478	0.483	0.494	0.503	0.512	0.533	0.545	0.556	0.568	0.580



である。

壓力絶對  $14 \text{ kg/cm}^2$ , 蒸気温度  $300^\circ\text{C}$  の蒸気  $1 \text{ kg}$  を過熱するに要する熱量を計算しよう。

$$[\text{過熱部の熱量}] = [\text{蒸気の重量}] \times [\text{過熱温度}] \times [\text{過熱蒸気の平均比熱}] \dots \dots \dots (10)$$

である。絶對壓力  $14 \text{ kg/cm}^2$ , 蒸気温度  $300^\circ\text{C}$  の平均比熱は  $0.565$  であり, 過熱温度  $= (300 - 194)^\circ\text{C}$  であるから,

$$\text{上記蒸気の過熱部の熱量} = 1 \times (300 - 194) \times 0.565 = 59.9 \text{ kcal}$$

猶該壓力に於ける飽和蒸気の全熱量は  $669.7 \text{ kcal}$  であるから,  $0^\circ\text{C}$  の水  $1 \text{ kg}$  を絶對壓力  $14 \text{ kg/cm}^2$ , 蒸気温度  $300^\circ\text{C}$  になすに要する熱量は  $669.7 + 59.9 = 729.6 \text{ kcal}$  である。

#### 14. 摘要

1. 工業上の熱単位には**瓦カロリー**(記號  $\text{kcal}$ )を用ひる。
2. 蒸気罐の燃料は大概**有煙炭**である。軍艦や船舶には**重油**又は**煉炭**を用ひる場合がある。
3.  $1 \text{ kg}$  の平均熱量有煙炭は  $6600 \text{ kcal}$  で, 重油は  $11000 \text{ kcal}$  である。
4.  $1 \text{ kcal}$  の**機械的仕事量**は  $427 \text{ kg-m}$  で,  $1 \text{ kWh}$  を熱量に換算すると  $860 \text{ kcal}$  となる。
5. 蒸気には**飽和蒸気**と**過熱蒸気**とがある。飽和蒸気では壓力と温度, 密度等と一定の関係があつて, 此等は飽和蒸気性質表から求めることが出来る。過熱蒸気では其の性質を表はすには壓力と温度との二つが要る。

### 問題 I

1. ケージ壓力  $12 \text{ kg/cm}^2$  の飽和蒸気を發生する蒸気罐内の水の温度及び蒸気の温度各々何程であるか。

解 ケージ壓力  $12 \text{ kg/cm}^2$  を絶對壓力に換算すると  $13.033$  即ち約  $13 \text{ kg/cm}^2$  であるから, 飽和蒸気性質表により蒸気罐内の水及び蒸気の温度共に同一で  $190.6^\circ\text{C}$  である。

2.  $88^\circ\text{C}$  の給水  $1 \text{ kg}$  を蒸気罐壓力  $12 \text{ kg/cm}^2$  の飽和蒸気と爲すには水に傳ふべき正味の熱量は何程であるか。

解 蒸気罐壓力  $12 \text{ kg/cm}^2$  即ち絶對壓力  $13 \text{ kg/cm}^2$  の蒸気の全熱量 ( $0^\circ\text{C}$  の水基準)は第4表により  $668.9 \text{ Cal}$  である。然るに  $0^\circ\text{C}$  の水  $1 \text{ kg}$  を  $88^\circ\text{C}$  に爲すに要する熱量は水の比熱を  $1$  として計算して差支ないから  $88 \text{ Cal}$  である。依つて  $88^\circ\text{C}$  の水  $1 \text{ kg}$  を絶對壓力  $13 \text{ kg/cm}^2$  の飽和蒸気と爲す正味の熱量は

$$668.9 - 88 = 580.9 \text{ Cal} \text{ である。}$$

3. 前問題の場合に於て  $10000 \text{ kg}$  の蒸気を發生せしむるに要する正味の熱量は何程であるか。

$$\text{解 } 580.9 \times 10000 = 5809000 \text{ Cal}$$

4.  $1 \text{ kg}$  の發熱量  $6660 \text{ Cal}$  の石炭を用ひて  $88^\circ\text{C}$  の給水より絶對壓力  $13 \text{ kg/cm}^2$  の飽和蒸気を毎時間に  $10000 \text{ kg}$  づゝ蒸發せしむるには,  $1$  時間に何程の石炭を要するか。但し蒸気罐の効率を  $70\%$  とする。

解 蒸気發生に利用された正味の熱量  $= 5809000 \text{ Cal}$  (問題 3)

$$\text{供給すべき熱量} = \text{利用さるゝ熱量} \div \text{効率} = 5809000 \div 0.7$$

$$\text{依つて1時間の所要石炭量} = \frac{5809000}{6660 \times 0.7} = 1246 \text{ kg}$$

5. 問題4の蒸気  $1 \text{ kg}$  を更に加熱して其の蒸気温度を  $300^\circ\text{C}$  とする



には更に幾何の正味の熱量を要するか。

解 過熱温度 = 蒸気温度 - 飽和蒸気温度 =  $300 - 190.6 = 109.4^{\circ}\text{C}$

問題の過熱蒸気の平均比熱は第5表により蒸気温度  $300^{\circ}\text{C}$ 、絶対壓力  $12\text{ kg/cm}^2$  及び  $14\text{ kg/cm}^2$  の中間のものを求め  $0.556$  となる。

$$\begin{aligned} \text{過熱部に要する熱量} &= \text{蒸気重量} \times \text{過熱温度} \times \text{平均比熱} \\ &= 1 \times 109.4 \times 0.556 = 60.8 \text{ Cal} \end{aligned}$$

6. 問題4の蒸気罐にて発生した蒸気を、更に加熱して蒸気温度を  $300^{\circ}\text{C}$  と爲すには、1時間の所要石炭量の増加は何程か。但し過熱器の効率を  $80\%$  とする。

解 問題5により蒸気  $1\text{ kg}$  の過熱部の熱量は  $60.8\text{ Cal}$  であるから、これが供給熱量は  $60.8 \div 0.8 = 76\text{ Cal}$  である。

$$\text{依つて1時間の所要石炭量の増加} = \frac{76 \times 10\,000}{6\,660} = 114\text{ kg}$$

蒸気を過熱するに要する石炭量の増加  $114\text{ kg}$  は、飽和蒸気を造る爲めに要せし石炭量  $1246\text{ kg}$  の約  $0.091$  即ち  $9.1\%$  である。

## 第三章 蒸 汽 罐

### 15. 蒸気罐一般の構造

高き壓力の蒸気を造る器具を

蒸気罐又は汽罐 (steam boiler) と云ふ。今第4圖の様な最も簡単な單純

圓筒形蒸気罐に就て

其の構造の一般を説

明しよう。先づ鋼板

を曲げ之れを互に鉄

(rivet) で綴り合せ

圓筒を造る。圓筒の

前後に鏡板 (end

plate) を取り付けて罐胴 (boiler shell) を造る。罐胴には其の内部の掃

除、検査等のため入り込むべきくゞり孔 (man hole) を設備する。罐胴内

部に適當の高さ迄水を入れ、上部  $S$  は蒸気に充され、其の部を蒸気場所

(steam space)、下部水に占有される部  $W$  を水場所 (water space) と名

づける。罐胴を煉瓦積を以て据付する。此の場合熱に依る罐胴の伸縮と煉

瓦積みの伸縮とが一致しないから、別々に自由に伸縮出来る様造つて置く

ことが必要である。又煉瓦積の火焰に接觸する部は耐火煉瓦を用ひる。耐

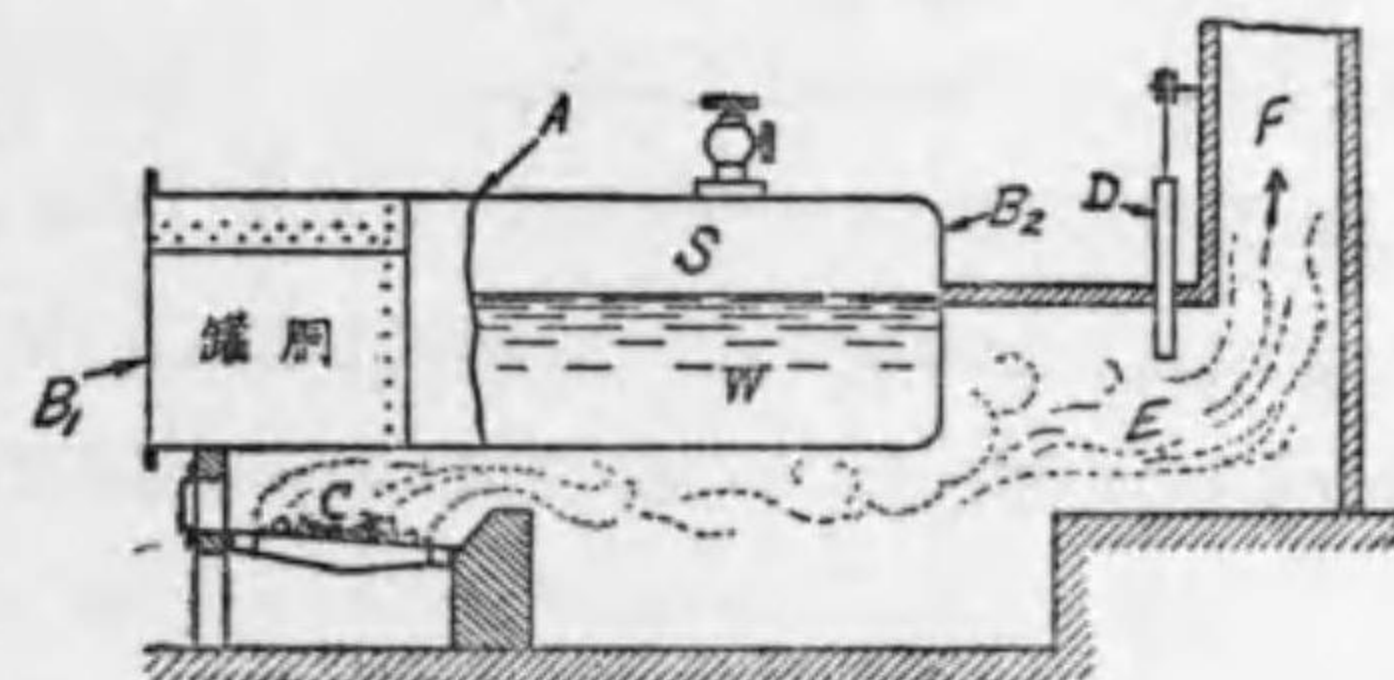
火煉瓦は能く高熱に堪へるけれども力が強くないから、其の外側を普通の

赤煉瓦とする。又据付の一部を以て火爐 (furnace)  $\cup$  及び 燃燒室

(combustion chamber) とする。火爐は燃料を燃燒させる部で、燃燒室は

燃料から發生する燃燒性瓦斯を完全燃燒させる所である。蒸気罐を構成す

第 4 圖



蒸 汽 罐 の 説 明 圖



る金属性の周壁は其の一侧は罐水で、他側は燃料の燃焼に依つて生ずる熱瓦斯に接觸し、熱瓦斯の熱は此の金属壁を透して罐水に傳はり蒸気を發生する。斯の様に罐壁が熱瓦斯に接觸し居る部を傳熱面 (heating surface) と稱する。火爐上で發生した熱瓦斯は加熱面に沿ふて進行し、其の保有する熱量を行々罐内の水に供給し、煙道 (flue) E を經て煙突 (chimney) F に至る。煙道には吸込の度を加減する爲めに簡単な瓣 D を設備する。之れをダンパー (damper) と云ふ。

此の蒸気罐は構造が非常に簡單であるが、燃焼瓦斯の熱が充分蒸気罐内の水に傳はらない内に煙突から逃げてしまふから實用に適せない。燃焼に依つて生じた熱を成る可く多く罐水に傳へる爲めに色々の工夫が施される。

## 16. 蒸気罐の種類

蒸気罐は色々の方面から分類すると次の通りになる。

### 1. 用途上による分類

- a. 据付罐 (stationary boiler)
- b. 持行罐 (portable boiler)
- c. 汽車罐又は機關車罐 (locomotive boiler)
- d. 船用罐 (marine boiler)

### 2. 火爐の位置による分類

- a. 外焚罐 (external fired boiler) 火爐が蒸気罐本體の罐外にあるもの。
- b. 内焚罐 (internal fired boiler) 火爐が蒸気罐本體なる罐内に設備してあるもの。

### 3. 主軸の位置による分類

- a. 豎罐 (vertical boiler)
- b. 横罐 (horizontal boiler)

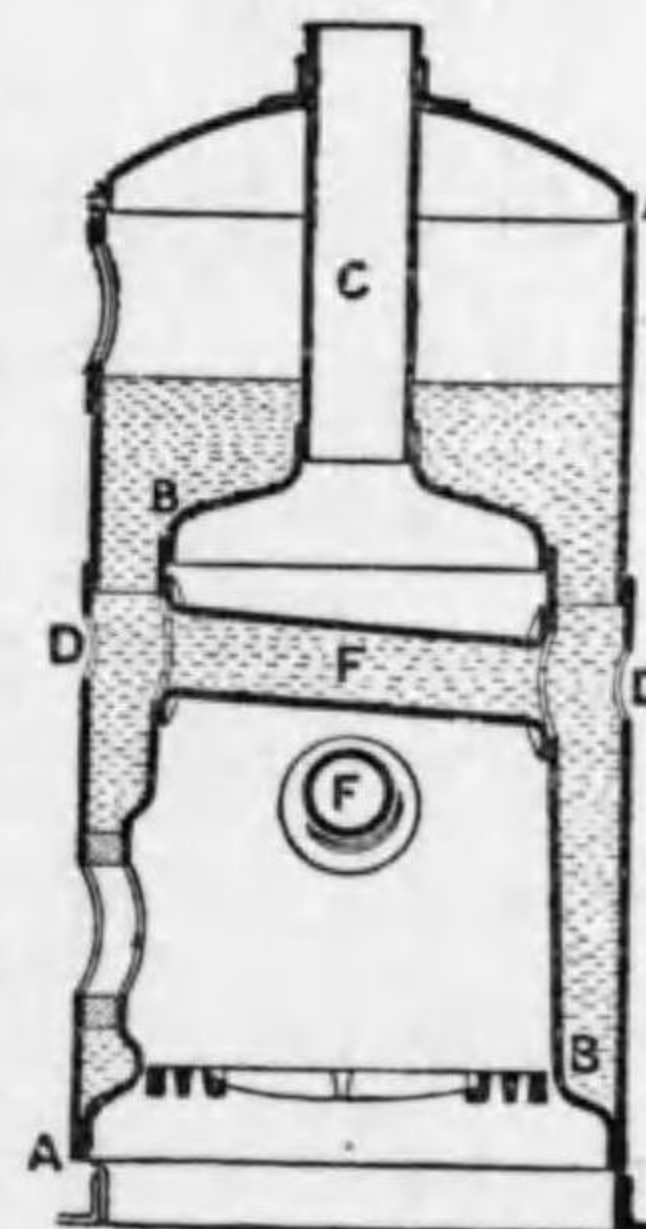
### 4. 形及び構造による分類

- a. 圓筒形罐 (cylindrical boiler)
- b. 多管罐又は蜂の巣罐 (multi-tubular boiler)
- c. 水管罐又は水管式汽罐 (water tube boiler)

## 17. 豎罐

豎罐 (vertical boiler) は圓筒形の罐内に圓筒形の火室を設けたものを豎に据付け、火室の底部に火格子を設備する。此の蒸気罐の傳熱面積は比較的狭小なのが普通であるから、概して效率が悪い。然し構造簡單、据付が至極手軽で、其の上占有面積が小さいから、小規模の蒸気發生の目的に能く用ひられる。小形蒸気機關と共に可搬用のもの又は船用ドンキー蒸気罐 (donkey boiler) として用ひられる。大きな汽船では航海中は大蒸気罐を使用するが、碇泊中は少量の蒸気を要するのみであるから、小容量の蒸気罐で宜しい。碇泊中に用ひる小容量の蒸気罐をドンキー蒸気罐と云ふ。

第 5 圖



クロス・チューブ型豎蒸気罐圖

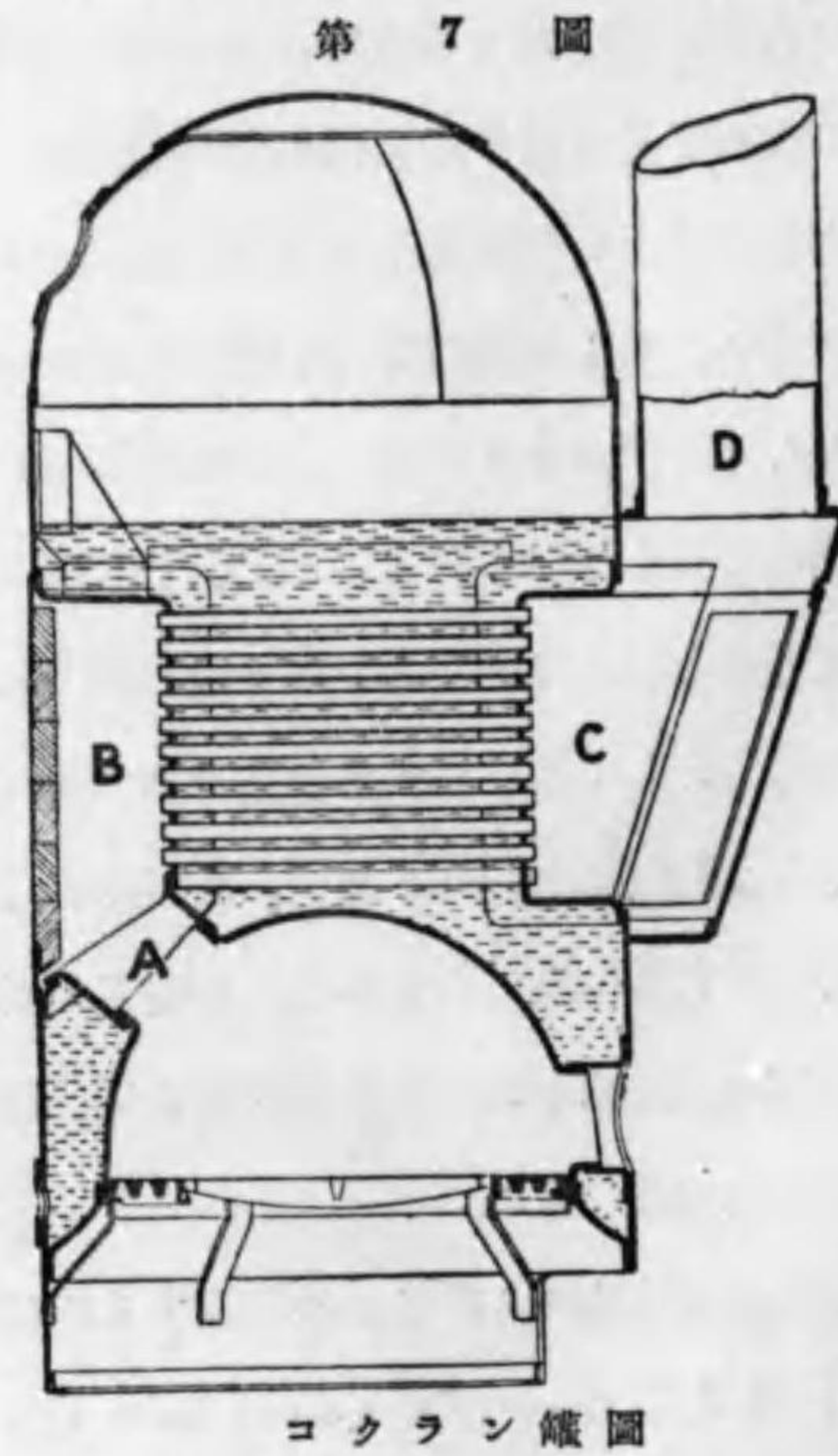
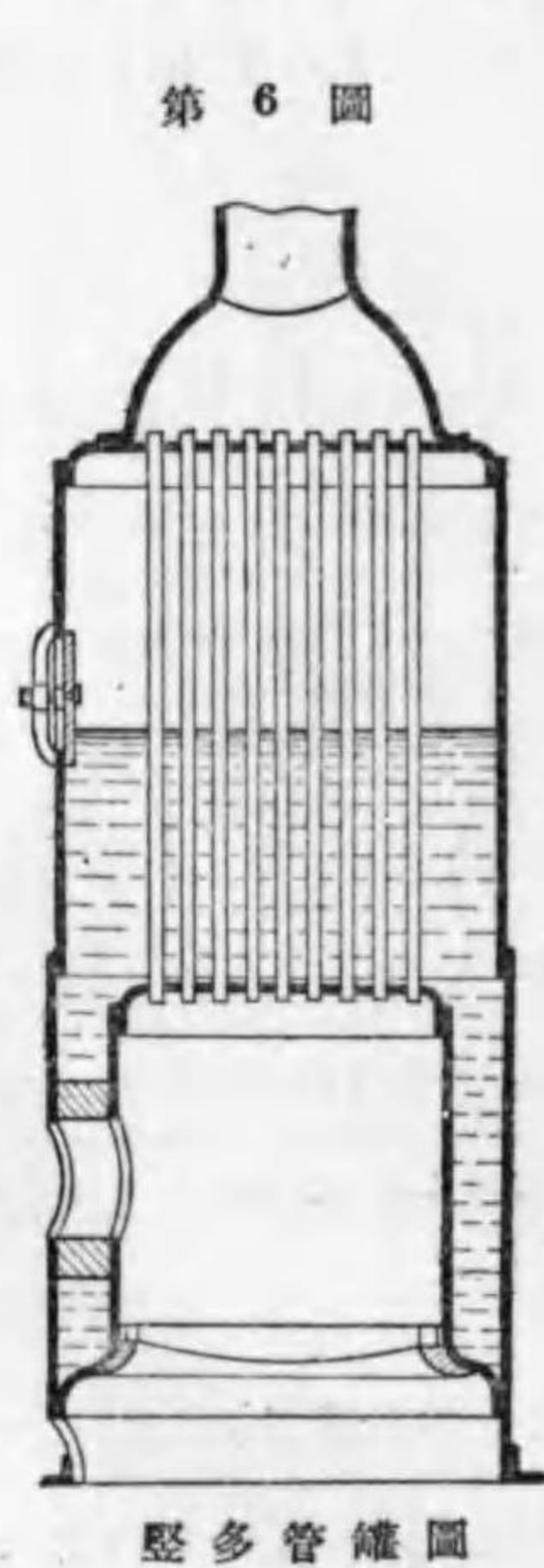
豎罐の種類は色々あるが次に記すものは其の主なものである。

1. クロス・チューブ型 (cross tube type) 第 5 圖は此の型のものを示



し、外部圓筒 A は罐胴、内部圓筒 B は火室を作る。火室に數本の水管 F を水平位置より少しく傾けて取り付け、傳熱面を増し、併せて水の循環を良好にする。火室の周壁は幾分圓錐狀を成して、其の表面に發生した蒸気泡が立昇るに都合のよい様にする。此の罐の一例を挙げると、罐胴の直徑 1.1m (3 呎 9 吋)、高さ 3m (9 呎)、直徑 23cm (9 吋) の三個の水管を有し、傳熱面積  $8\text{m}^2$ 、火格子面積  $0.84\text{m}^2$  である。

2 豎多管罐 (vertical multitubular boiler) 豎罐に多數の煙管を設備したものである。第 6 圖に示すものは豎多管罐の一種で、火室の高さは普通の豎罐に較べ著しく低くし、其の天井板を平面にし、其の板と罐胴に



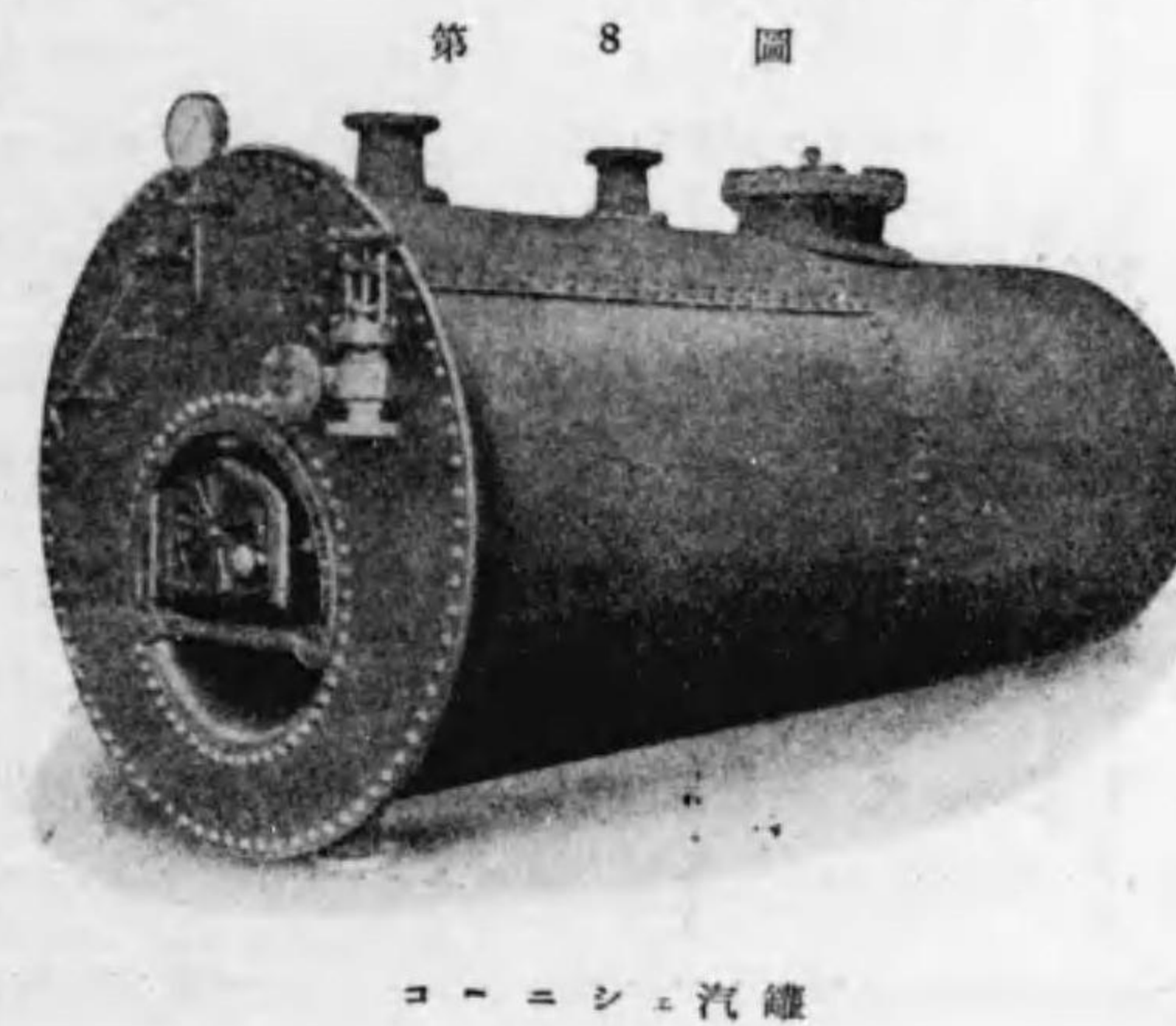
取付けた管板との間に多數の煙管を挿入したものである。煙管の太さは多くは 5cm (2 吋)内外とする。煙管の上部は蒸汽室に露出するから、管の其の部分が過熱する恐れがある。水管の全長が水中にある様に設備すれば、水管の過熱を防ぐことが出来るが、煙函部の板の過熱を來たす恐れがある。

3. コクラン管 (Cochrane boiler) コクラン會社製造に係る豎多管罐の一種で、豎罐としては效率がよい。第 7 圖は此の罐の縱斷面で、罐胴の頂上及び火室の頂上は共に半球狀として力を強める。熱瓦斯は火室の後頂部の橢圓形の筒 A から、罐後の燃燒室 B に入り、更に水平に配置された多數の焰管を通つて、罐前の煙函 C に出で、次で煙突 D 内に導かれる。此の罐では焰管其の他傳熱面が水表面以下にあつて、水と接觸して居るから、過熱に起因する故障が起ることが稀である。

18. コーニシュ罐

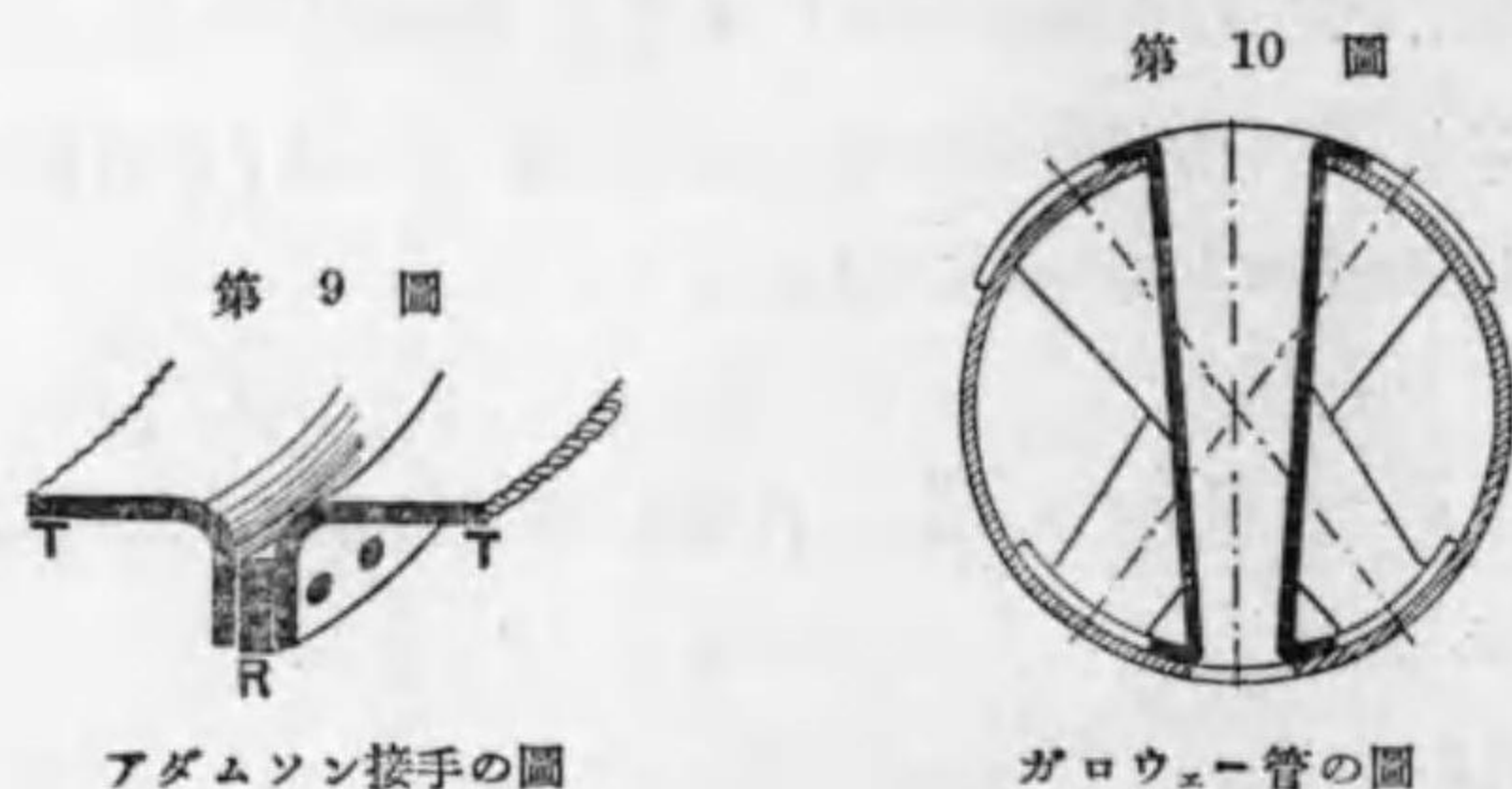
此の罐の外見は第 8 圖の様に罐の本體

は圓筒形で、之れを横置きに据付けたものである。通常用ひるコーニシュ罐は罐胴の直徑が 1.2m から 2m 迄で、其の長さが 3m 乃至 7m である。罐胴を造るには、ロール機械





で適當の丸みに曲げた鋼板を二列銲にて綴り合せて圓筒を造り、此等の圓筒を一列銲にて接續して所要の長さとする。縦接手は胴の直上に置かず、右及び左に交互に偏らし、罐を据付けた後に此の接手に直接に火焰が觸れぬやうにする。罐胴の内部に直径 0.7 m 乃至 1.1 m の焰筒(flue tube)が貫通して居り其の前端を火爐とする。焰筒の縦接手は鑢し接ぎにし、其の接目を下方になる様に取り付けて火焰に晒さぬ様にしてある。焰筒は外側から壓力を受ける故焰筒が餘り長いか又は眞圓でないと押し潰される憂がある。依つて焰筒一つ一つの長さを 1 m 位に造り、其の端にフランヂを



第 9 圖

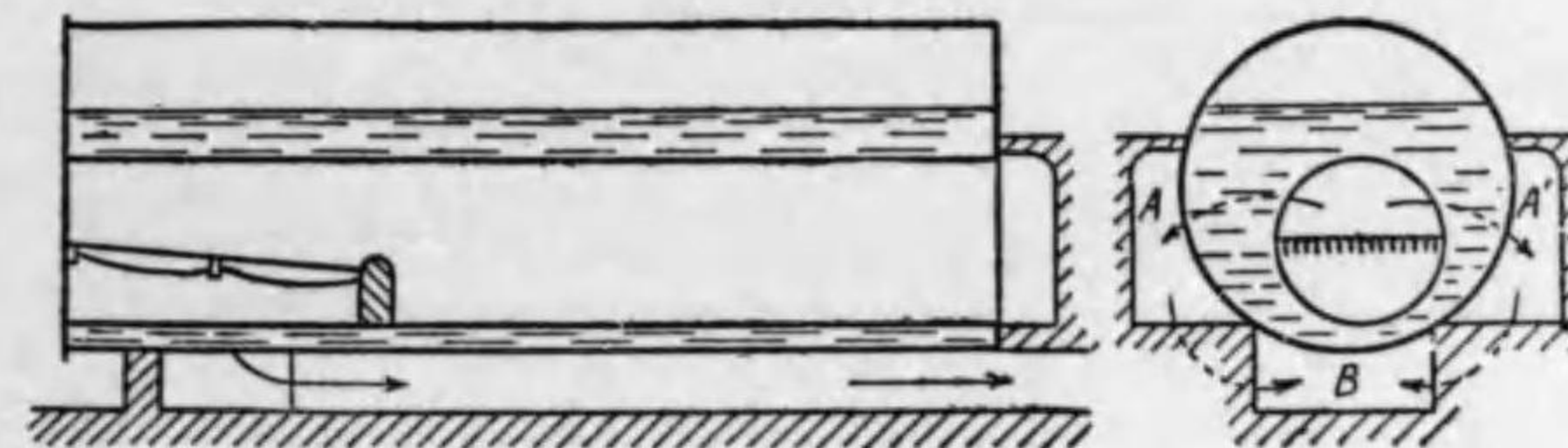


第 10 圖

造り出し、第 9 圖の様に兩フランヂの間に鋼の環を入れて、之等を互に銲で接合する。此の接手を**アダムソン接手**(Adamson joint)と云ふ。斯くして所要の長さとし最端のフランヂで罐胴の鏡板に銲付けにする。アダムソン接手のよい所は銲綴部が火焰に觸れない事及び焰筒の伸縮餘裕をフランヂの丸みで與へる事である。焰筒内には往々**ガロウエー管**(Galloway tube)を設備する。此の管は第 10 圖の様に圓錐狀で上下兩端にフランヂを造り出し焰筒に銲付する。之を設備する目的は、加熱面を増大すること及び水の循環を良好ならしめる爲めである。此の罐は第 11 圖に示す様に煉瓦

積の内に据付け、火格子上に發生した燃焼瓦斯は焰筒の内面及びガロウエー管の外面に接觸しつゝ罐の後端に出で下に降りて、煉瓦積みと罐胴の底部から出來て居る**底部煙道**(bottom flue)を通りて罐の前端近く迄來り、

第 11 圖



コーニッシュ罐据付略圖

此所で斜めに上昇して左右の**側煙道**(side flue)に分れ、再び後方に進行し遂に煙突に連絡する煙道内に放出する。

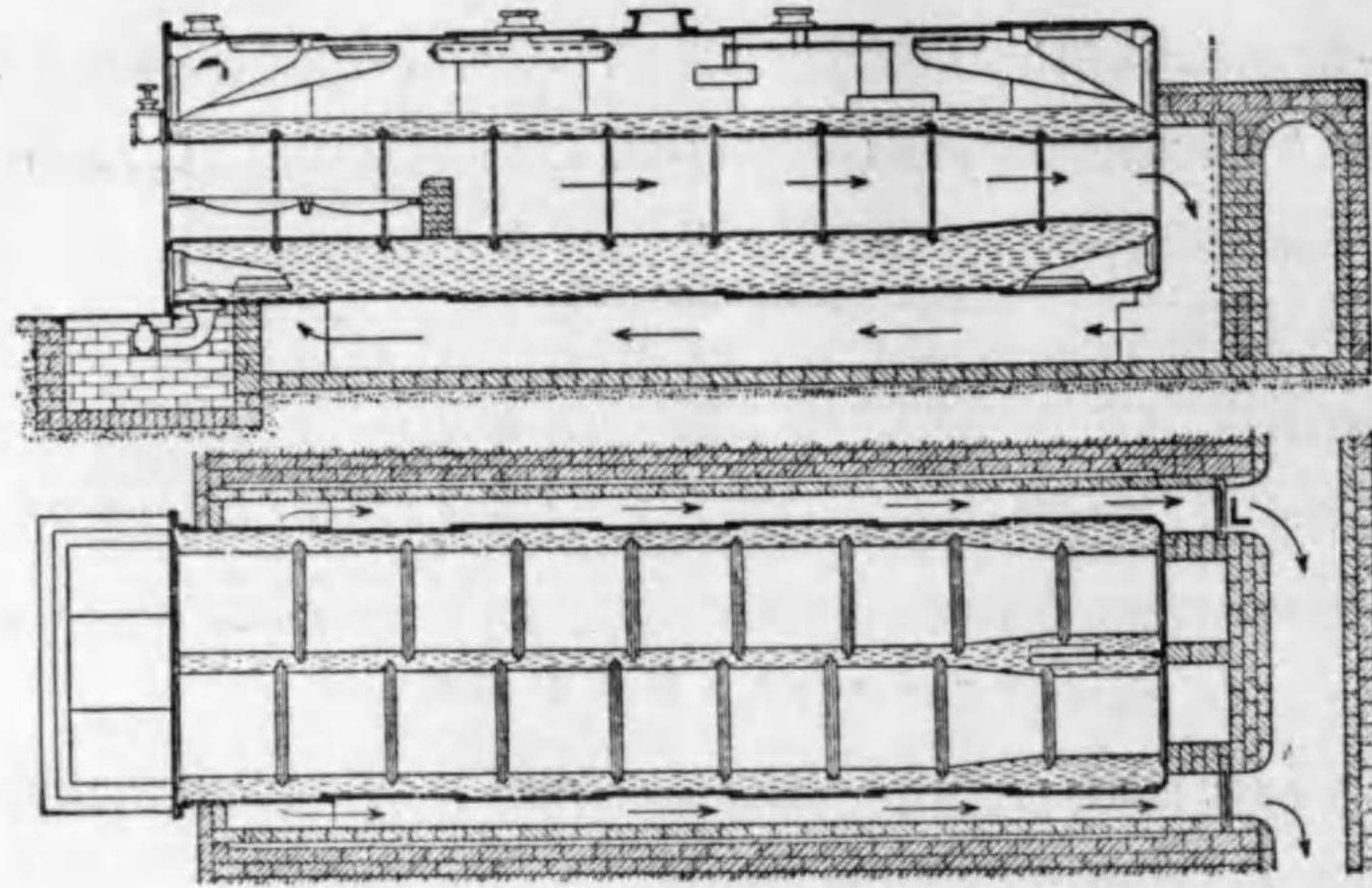
此の罐は構造簡單で壽命長く、又修繕を要すること少く、罐水の質も左程吟味する必要がない等の利益があるから、製造工場等で使用蒸汽壓力が  $7 \text{ kg/cm}^2$  内外の低い壓力の小規模の場所に用ひられ、殊に蒸汽其の儘のものを要する所に賞用される。

### 19. ランカシャー罐

此の罐を据付けた後の縦断面圖は第 12 圖、横断面圖は第 13 圖に示す様に、殆んどコーニッシュ罐と同一であるが、只異なる點は一罐胴内に焰筒二本を有することである。従つて罐も大形になり、蒸發量も多くなる。罐胴の大きさは直径 1.8 m (6 呎) 乃至 3 m (9 呎 6 吋)、長さ 6 m (20 呎) 乃至 9 m (30 呎) で、焰筒の直径は 0.7 m 乃至 1.2 m である。手焚で石炭を投入しようとするときは、焚口戸を開く故寒い空氣を多量に吸ひ込み、猶投入した石炭が燃焼する迄多少の時間を



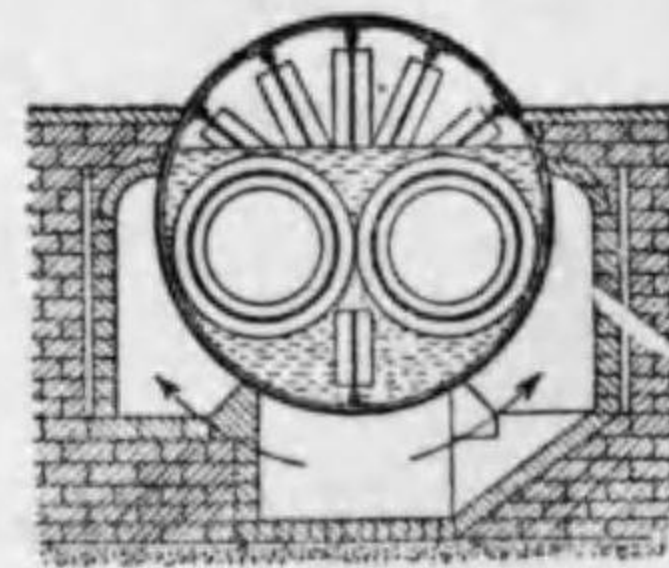
第 12 圖



ランカシャー罐外見圖

要するから、焔筒が一個であると、其の間は蒸気の発生を減少し汽壓を低下せしむる恐れがあるが、ランカシャー罐では焔筒は二個あるから、左右の爐に交互に石炭を入れ、一方の焔筒で燃焼が盛んな時に他方に石炭を投入すれば、前記の憂ひが軽減される。又斯る焚き方をすれば、

第 13 圖



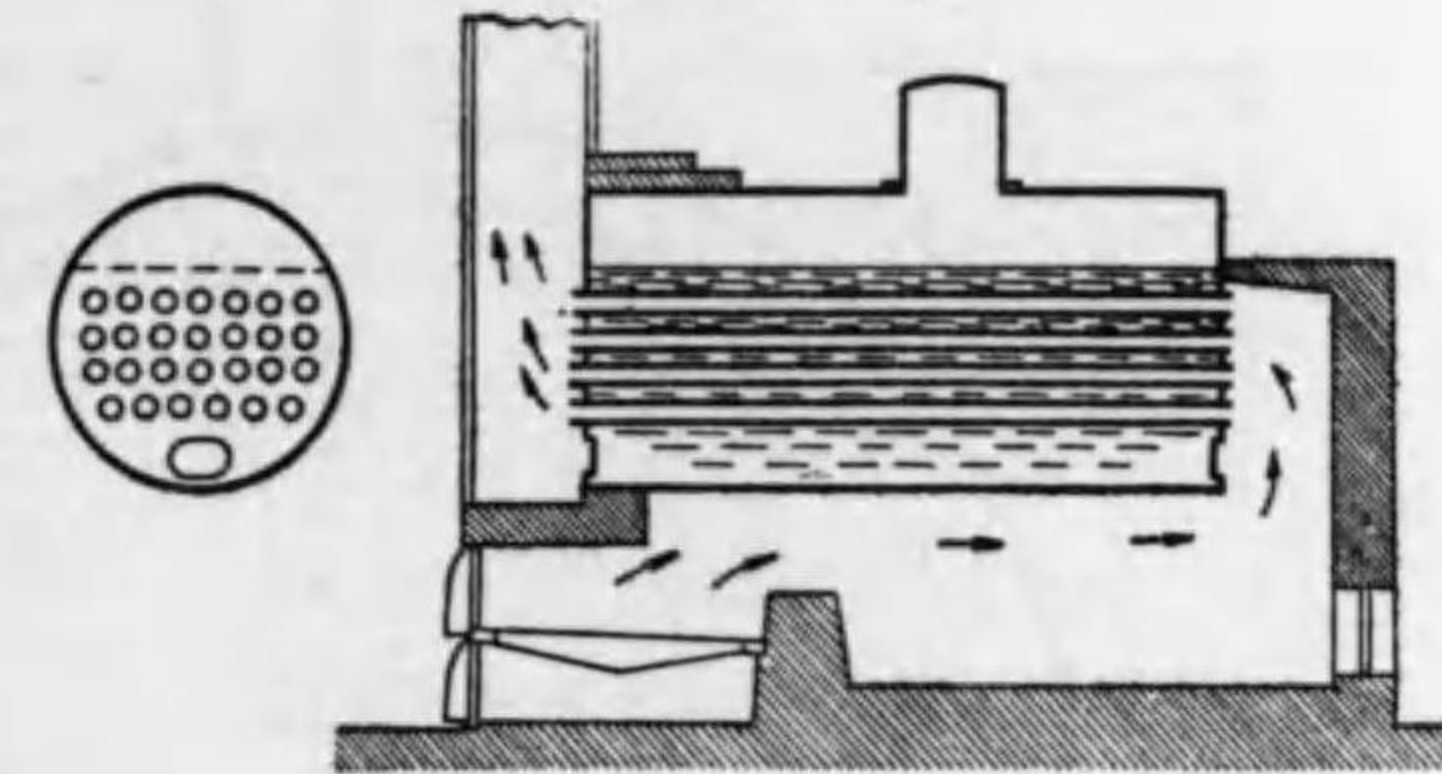
ランカシャー罐据付後の略圖

一方より出た未燃瓦斯は他の焔筒より来る灼熱瓦斯に觸れて、容易に完全燃焼させることが出来る。是れを完全ならしむる爲めに、二箇の焔筒が後部に於て一箇に合し共通の燃焼室とすることも有る。

### 20. 多管罐

多管罐は多數の焔管 (smoke tube) を有する蒸

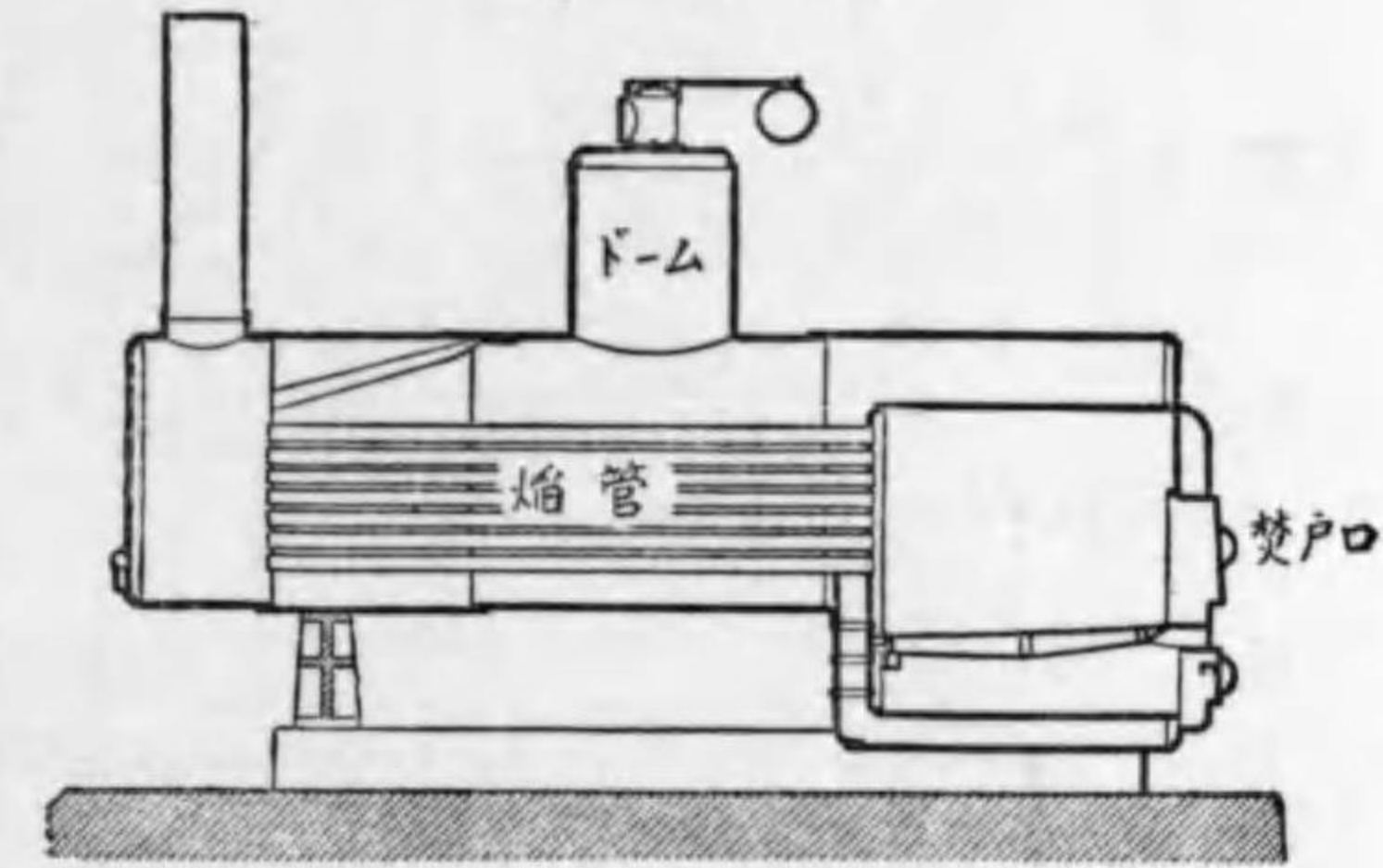
第 14 圖



圓筒形多管罐の圖

汽罐の總稱である。管の内側に火焰を通じ、外側が水であるものを焔管と云ふ。此の種の蒸気罐には圓筒形、汽車型及び船用型等の種類がある。

第 15 圖



汽車型多管罐の圖

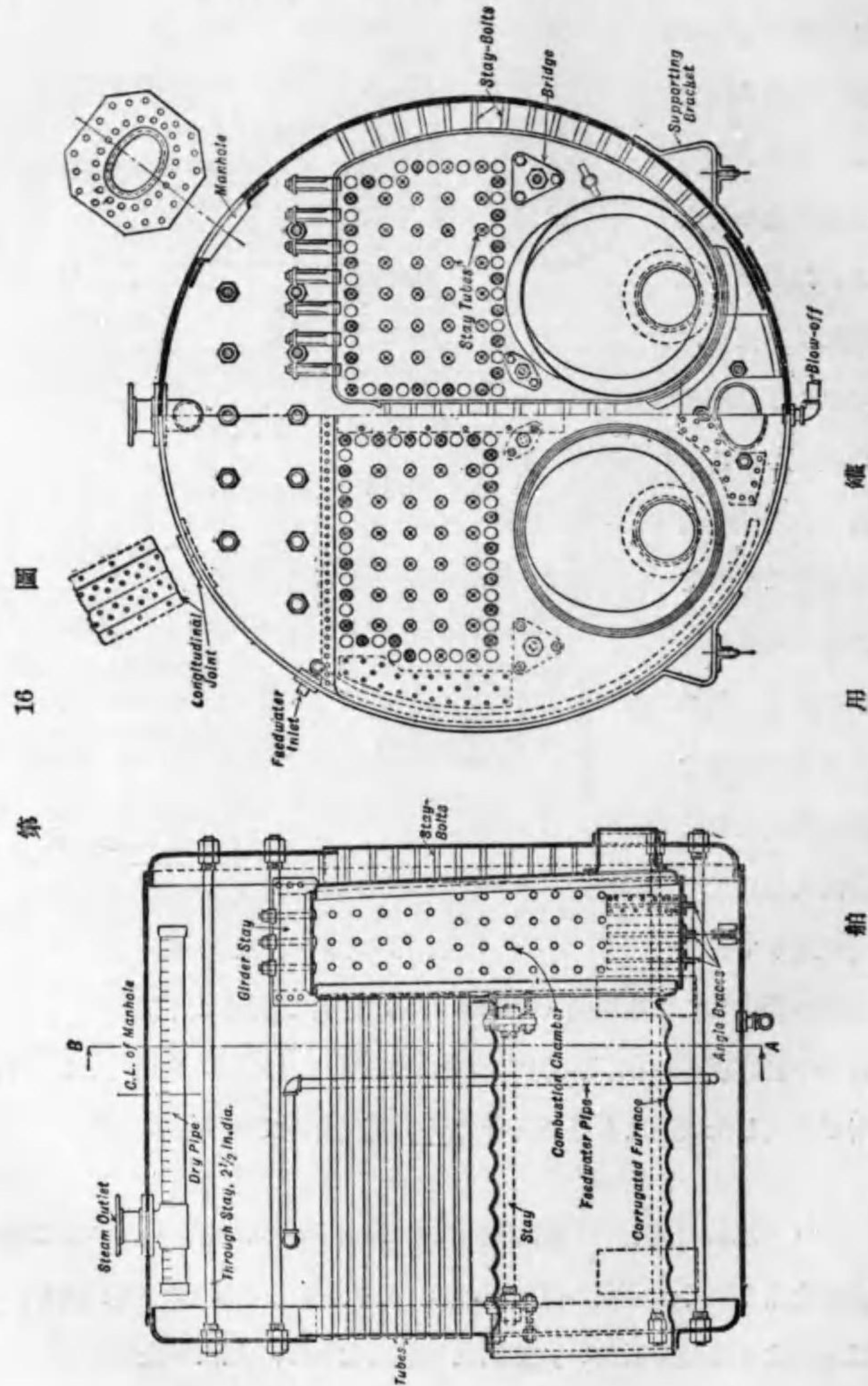
第 14 圖は圓筒形外焚式のもので蒸気罐の本體は圓筒形をなし、其の中に多數の焔管を備へ、火爐にて發生した火焰は此の焔管を通りて蒸気罐前面に設備してある煙函 (smoke box) を經て煙突に出る。

第 15 圖は汽車型の陸上用のもので、火爐を火室 (fire box) 内に設け、此所で發生した火焰は多數の焔管を通り煙函を經て煙突より出る。

### 21. 船用罐

船用罐 (marine boiler) は第 16 圖の様に船體の關係上太く短く、罐胴の直徑 1.8m (6 呎) 乃至 3m (15 呎) 位で、長さは直徑よりも幾分短かい。罐胴内に焔筒を設け、焔筒の後部に燃焼室を

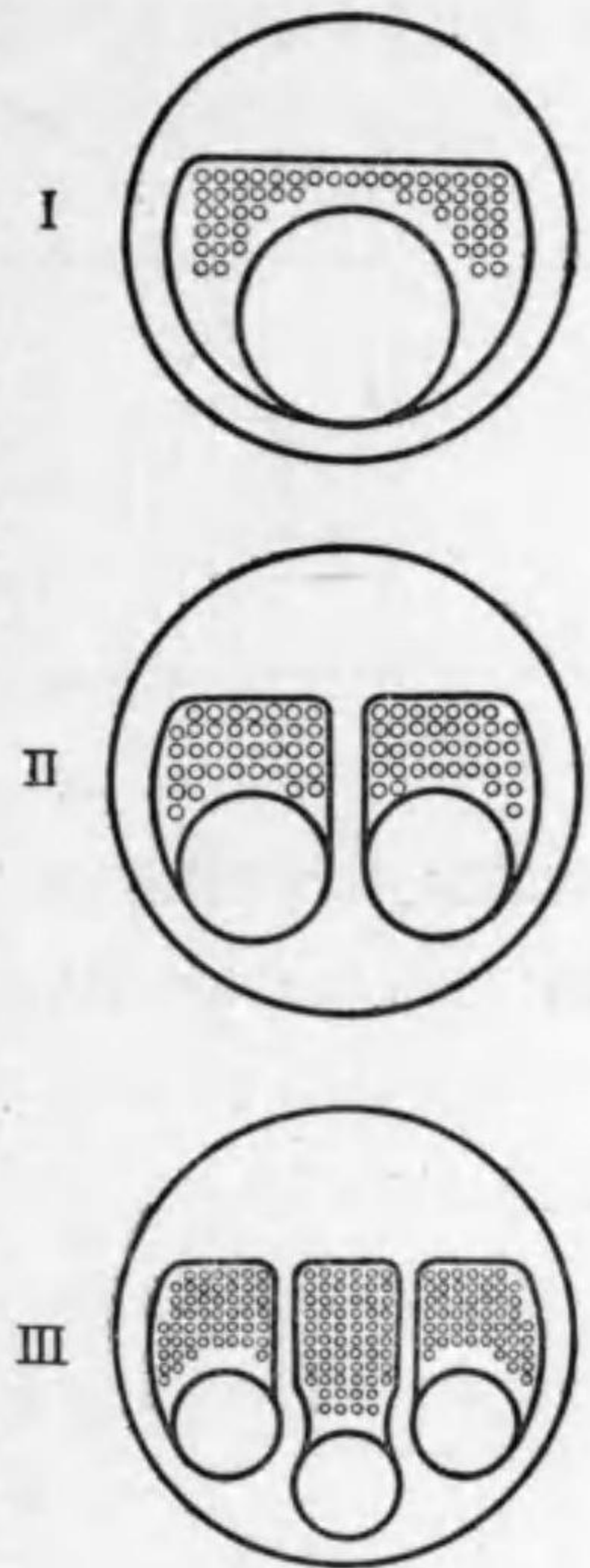




第 16 圖

船用汽罐

第 17 圖



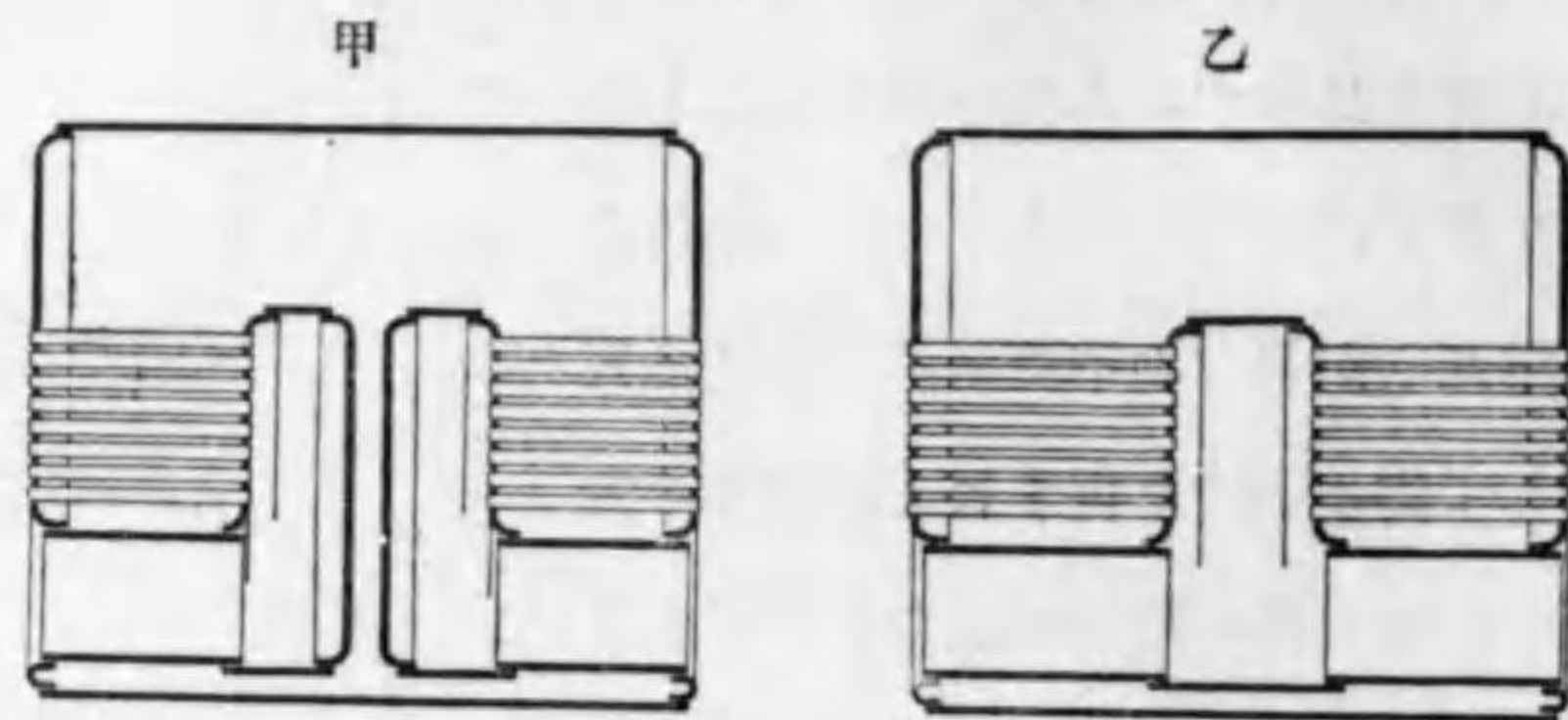
燃筒及び燃管の配列圖

造る。燃筒は罐胴の大きさに従つて一本乃至四本で、燃焼室は一箇で共通のものに造ることもあれば、各燃筒毎に別々に造ることもある。此の兩者を比較すると共通燃焼室のものは各燃筒に交互に給炭すると、一方の燃筒から来る未燃瓦斯が他方の燃筒から来る灼熱瓦斯と混觸して完全燃焼を促すことは別々の燃焼室のものに優るが、傳熱面積の少いこと及び罐水の循環に關しては別々のものに劣る。燃筒内に火爐を設け、火爐にて發生した火焰は燃筒、燃焼室を経て燃筒上に設備してある多數の燃管を通り、前方に戻り煙函即ちアップテーク (uptake) を経てファンネル (funnel—船の煙突を特にファンネルと云ふ) より出る。此の罐は火焰が前方に戻る事柄より戻火罐 (return tube boiler) 又はスコット・ランドで創めて造られた故スコッチ型罐 (Scotch type boiler) とも云ふ。燃筒及び燃管の配列は燃筒の本數に従つて第 17 圖 I, II, III の様になる。此の圖のものは各燃筒に對し別々の燃焼室を造つたもので、燃筒の位置に従つて燃焼室の形が少し宛異なつて居る。燃管は各々の燃焼室に對し各々群をなし、燃管の外徑は 75 mm (3 吋) 乃至 90 mm ( $3\frac{1}{2}$  吋) であつて、之れを外徑の  $1\frac{3}{8}$  倍の心々距離で並列に排置する。



戻火罐に片前罐 (single ended boiler) と兩前罐 (double ended boiler) とがある。片前罐は第 16 圖の様に焚口を前方の鏡板のみに開かせ、後方

第 18 圖

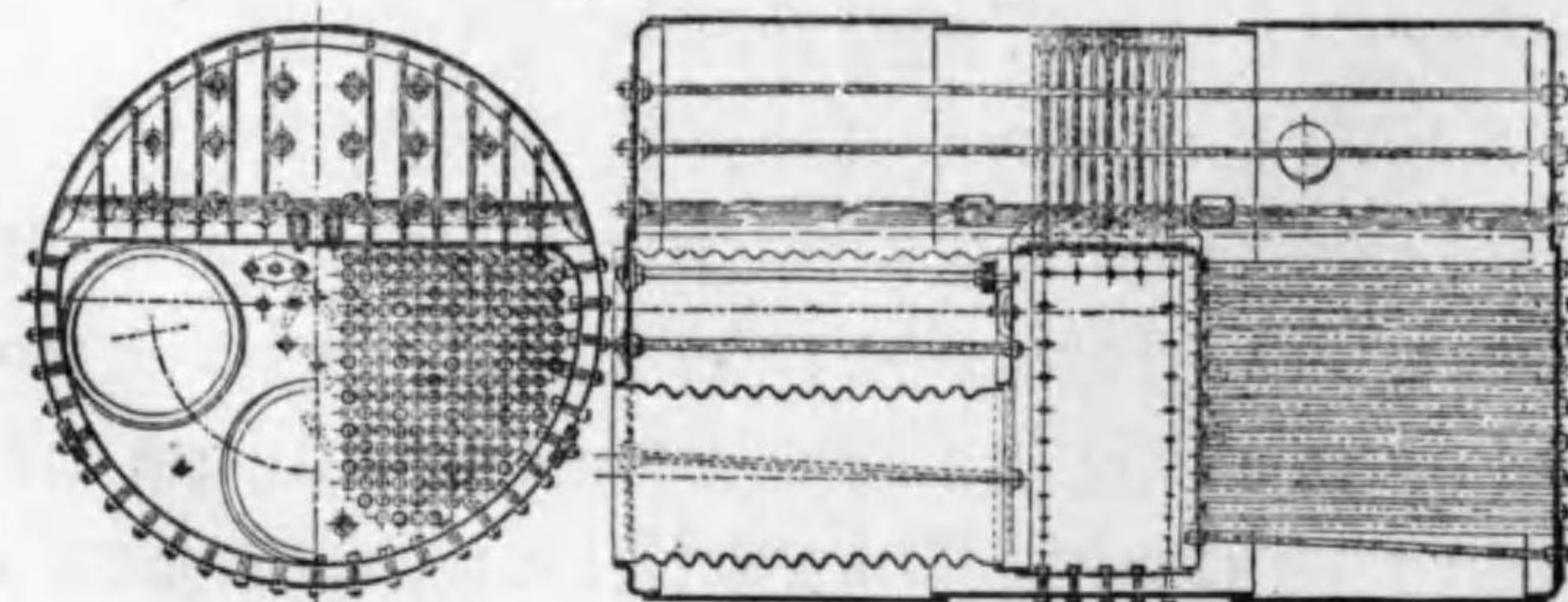


兩 前 罐 圖

の鏡板に接して燃焼室を設けたものである。兩前罐は第 18 圖甲及び乙の様に後部鏡板を取去つた片前罐を二個背中合せに連結した様なもので、兩方の鏡板に焚口を開かせ、中央に燃焼室を設けたものである。甲は兩方の焔管に對して別々に造つたもの、乙は燃焼室を共通に造つたものである。

第 19 圖は直管罐 (direct tube boiler) と云ひ、罐の中央に共通の燃焼室を設け、焔筒の反對側に焔管を眞直に通したものである。此の罐は高さ

第 19 圖



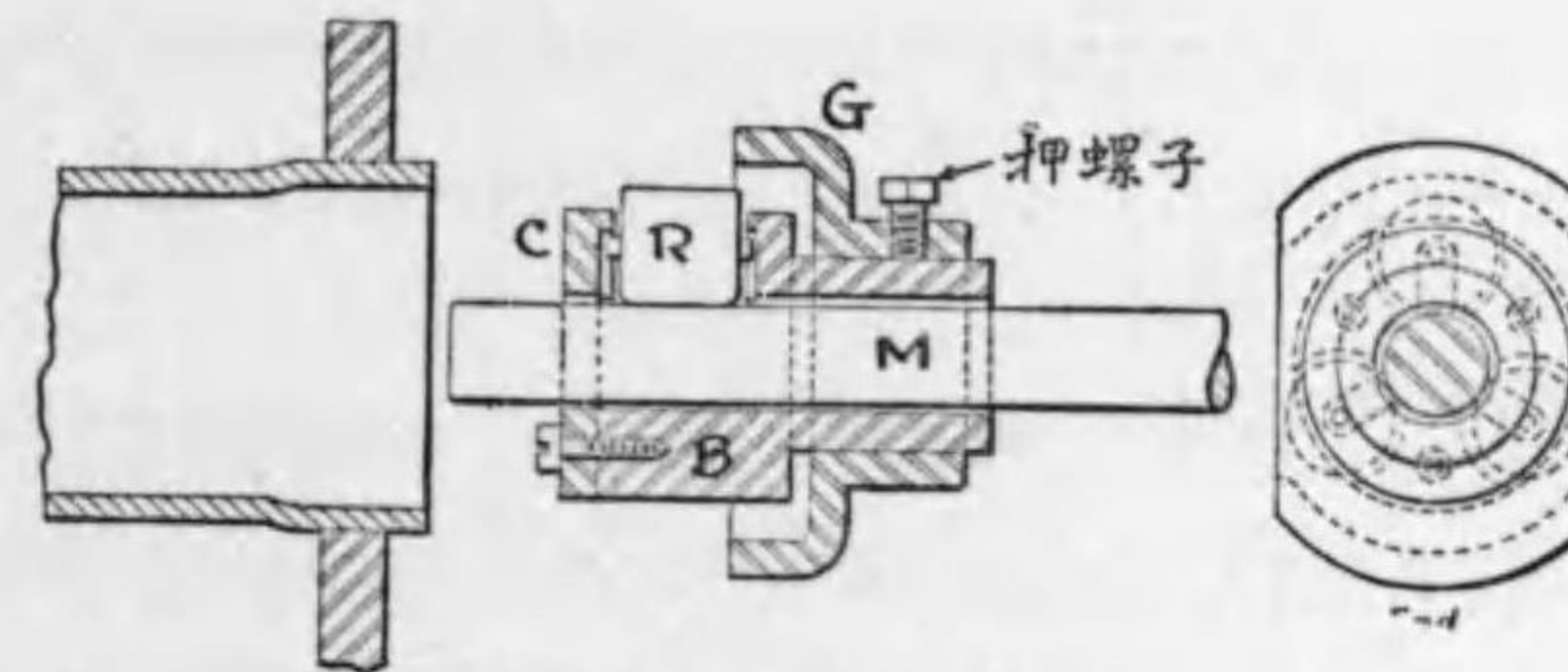
直 管 罐 の 圖

が低いこと及び燃焼瓦斯の通り具合は宜しいのであるが、罐の全長が長くなり、罐の後部にも焔管を取り替へる爲めに空所を備へる必要ある爲め、汽罐室が著しく長くなるから、吃水の浅い船の様に汽罐室の天井を高く出来ないものに用ひられる丈である。

22. 焔管と罐板との取付け 焔管には鋼管又は鍊鐵

管が主に用ひられるが、眞鍮管も往々用ひられる。眞鍮管は價が一番高い

第 20 圖

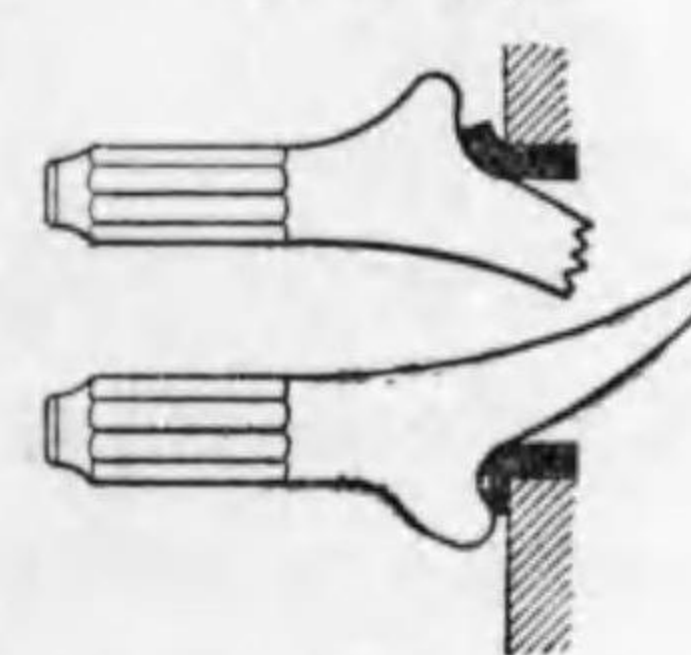


擴 管 器 の 圖

が、耐久性が強い。罐板と焔管との接手は擴管器 (tube expander) を用ひて取付けたものが多い。第 20 圖は擴管器の一種を示すもので、器の本體 B 及び蓋板 C との間に三個の轉子 (roller)

R を支へ、外筒 G は器の本體 B を適當の位置に固定する役を爲す。外筒 G を加減して轉子 R が適當の位置になつた所で押ネジで締め付けて置く。そこで心棒 M を廻すと同時に段々奥の方に押し込むと、心棒と轉子との間の摩擦によつて各々の轉子が廻ると同時に心棒は

第 21 圖



玉 縁 器 の 圖

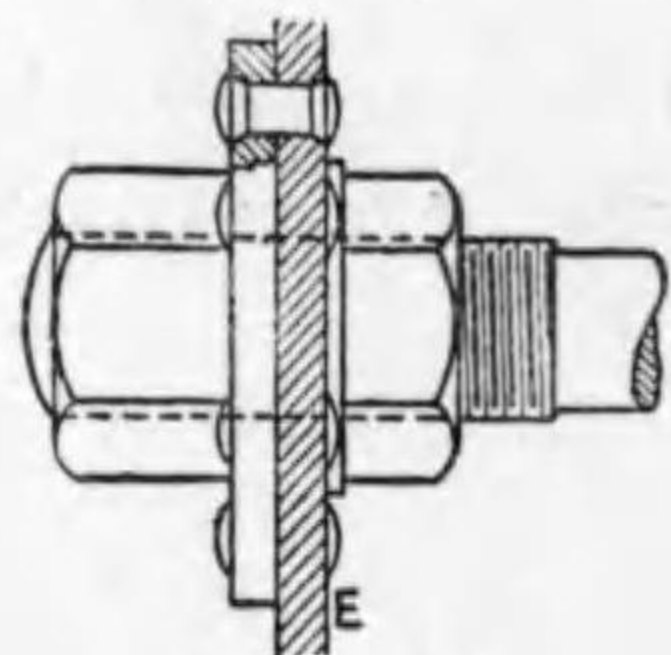


根元程太く造つてあるから、段々に外方に張り出して管端を膨らみ出し罐板に密着固定する。管の罐板より突き出で居る部を**玉縁器** (beading tool) を用ひて外向きに押し潰して丸形にする。第 21 圖は玉縁器の一種である。

**23. 蒸気罐ステー** 罐板が平面であるか又は僅かに曲面になつて居る板で出来て居れば、其の部は壓力に對し抵抗する力が弱い。コーニッシュ罐、ランカシャー罐、船用戻火罐の鏡板及び燃燒室の罐板、汽車罐の火室の罐板等は此の例である。此の罐板の強さを補ふ爲めに罐ステー、控へ (boiler stay) を用ひる。ステーの主な種類は棒ステー、ステー管、ネジ・ステー、筋違ひステー、衿ステー、桁ステー等である。

**24. 棒ステー** 棒ステー (bar stay) は鍊鐵又は軟鋼の長い棒の両端にネジを切り、之れを兩鏡板の間に互し、第 22 圖の様に座金及び

第 22 圖



棒ステーの圖

ナットを以て締め付け、鏡板の膨らみ出すのを防ぐ爲めに用ひられる。鏡板にはネジを切らず厚い座金を銲付けして力を強める。棒のネジを切る部は少しく膨らし、ネジを切つた爲めに其の部の弱まることを防ぐ。其の膨らみを大きくしない爲めに特に細いネジを切る。一例を挙げると棒の直径  $7\text{cm}$  ( $2\frac{7}{8}$  吋) で、ネジ部を  $8\text{cm}$  ( $3\frac{1}{8}$  吋) に膨らし、1 吋に 8 山のネジを切る。

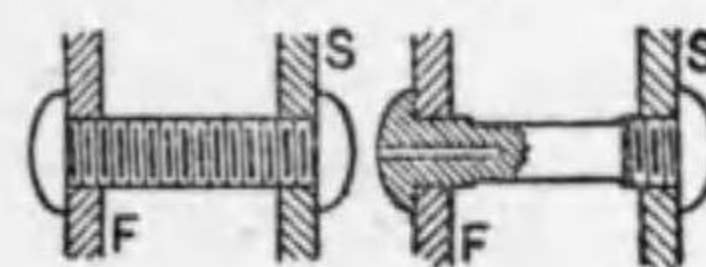
二個の棒ステーの間隔は少くとも 35 cm 以上とし、人が其の間を自由に通ることが出来る様にする。

ナットを以て締め付け、鏡板の膨らみ出すのを防ぐ爲めに用ひられる。鏡板にはネジを切らず厚い座金を銲付けして力を強める。棒のネジを切る部は少しく膨らし、ネジを切つた爲めに其の部の弱まることを防ぐ。其の膨らみを大きくしない爲めに特に細いネジを切る。一例を挙げると棒の直径  $7\text{cm}$  ( $2\frac{7}{8}$  吋) で、ネジ部を  $8\text{cm}$  ( $3\frac{1}{8}$  吋) に膨らし、1 吋に 8 山のネジを切る。

**25. ステー管** ステー管 (stay tube) は棒ステーの變形で、船用戻火罐其の他の多管罐に用ひられるもので、焰管中の數本の厚みを厚くし、其の両端にネジを切り、之れを兩管板の間に互し座金及びナットで管板に締め付けて、管板の膨れ出すのを防ぐ。此のステーは焰管及びステーの兩様の働きを爲すものである。

**26. ネジ・ステー** 汽車罐又は船用戻火罐の火室の板と外側の罐板とを繋ぎ、力を強める爲めに用ひられる。此のステーは第 23 圖に示す様なもので、其の接続方法は罐板にネ

第 23 圖



ジを切り、ステーも全長又は両端にネジを切り、之れを罐板のネジに捻じ込み、然る後両端を銲の如くかきしめるか又はナットを以て締め付けたものである。此のステーは兩板の間隙の狭い場所に用ひるもので、従つて内部の状態が知れないから、ステーの中心に細孔即ち知せ孔 (tell-tale-hole) を明けて、水の漏洩で其の腐蝕を知る様にしてある。



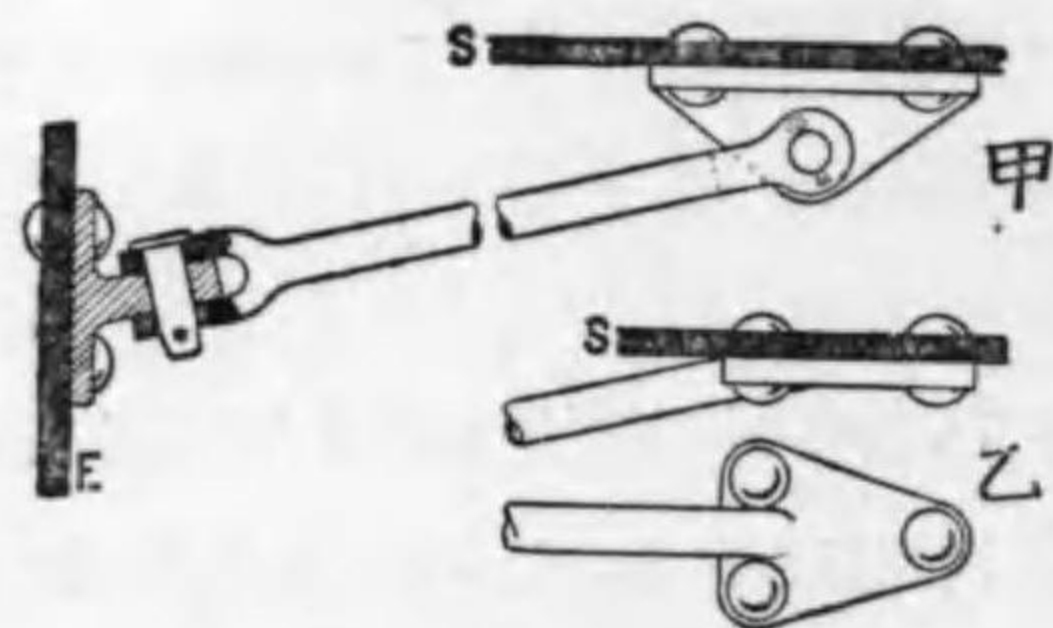
ネジ・ステーの圖

**27. 筋違ひステー及び衿ステー** 筋違ひステー (diagonal stay) 及び衿ステー (gusset stay) 共に鏡板と罐胴とを連絡して、鏡板を強めるものである。コーニッシュ罐や、ランカシャー罐の様に兩鏡板の距離が遠過ぎて、棒ステーを用ひるには困難な場所に用ひらる。第



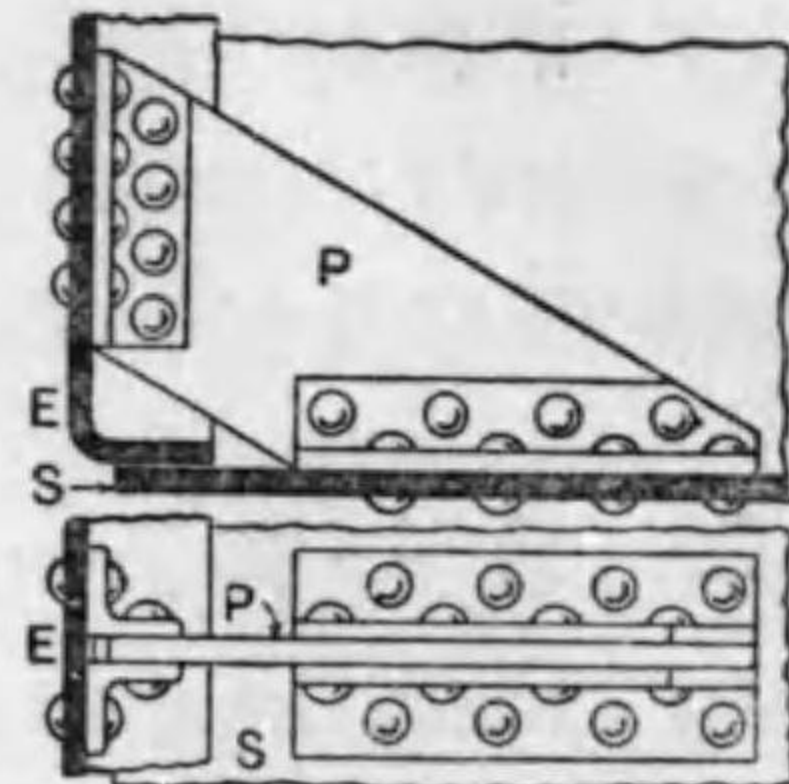
24 圖は筋違ひステーを示す。甲は兩罐板に丁字形の鐵を取り付け、之れに棒を目釘で連結したものである。乙は棒の一端を羽子板の形とし、之れ

第 24 圖



筋違ひステーの圖

第 25 圖

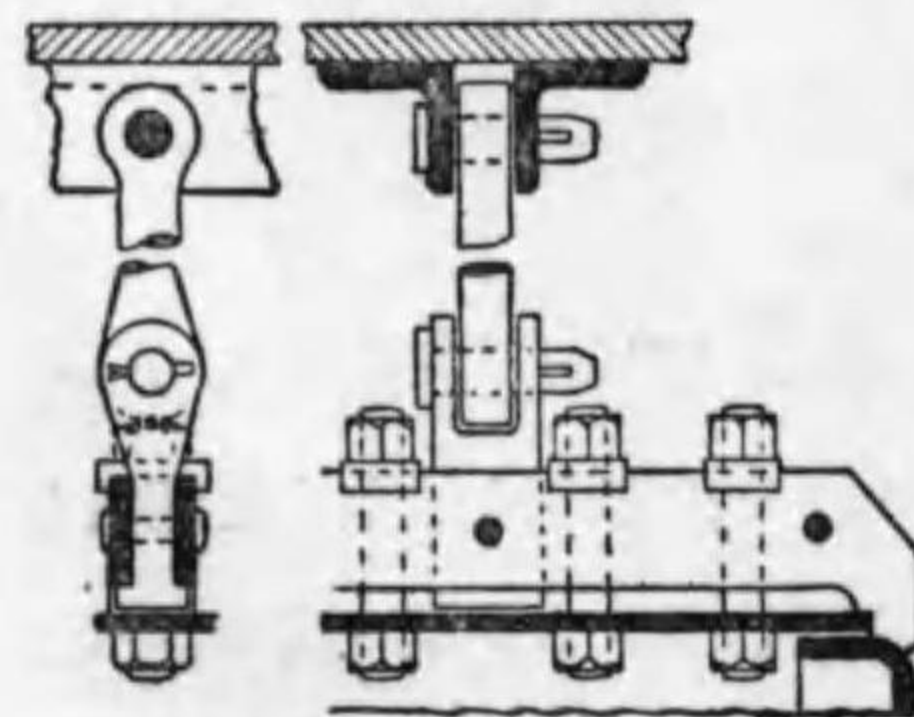


桁ステーの圖

を罐洞に鉋付けしたもので、此の分は羽子板ステー (palm stay) とも云はれる。此等ステーは一般に狭い場所に用ひられる。

桁ステーは筋違ひステーの棒の代りに板を用ひたもので、廣い場所に用ひられる。桁ステーの構造は第 25 圖の様鏡板にも、罐洞にも二枚の角鐵を鉋付にし、其の角鐵の間に鐵板を嵌め、又之れを角鐵に鉋綴したものである。

第 26 圖



桁ステーの圖

### 28. 桁ステー

桁ステー (girder stay) はスコッチ型の船用罐の燃焼室又は汽車罐の火室の天井板 (crown plate) に用ひられるもので、第 26 圖の様二枚の桁板を適當の間隙を置いて鉋綴し、桁板の兩端を火室

の兩反對側の垂直板で支へ、桁板の間にボルトを通し、止め金に依つて桁板を天井板に接続して天井板を補強する。

### 29. 水管罐

水管罐は罐の主な部分が多數の水管から成り立つ蒸気罐の總稱である。管の内側に水を通じ、外側が火焰であるものを水管 (water tube) と云ふ。水管罐は其の構造が他の罐と甚だしく異なるから、他に比較して優る所もあれば、劣る所もある。次に其の優劣を列記しよう。

#### 水管罐の優る點

1. 安全に高き壓力に耐へること 水管罐は水管の直徑は僅かに 10 cm 内外、一番大きい圓筒の直徑でさへ 1m 内外である故、板の厚さが薄くて高い壓力に耐へる。然るに圓筒形罐の様な直徑の大きい罐で、高い壓力に耐へさすには、非常に厚い板を要する。厚い板を用ひると罐の工作が困難である許りでなく、焰筒等では爲めに熱傳導が悪くなる。
2. 蒸気發生が迅速なること 圓筒形罐では火を焚き始めてから蒸氣が出来る迄に 3 時間乃至 4 時間を要するが、水管罐では一時間位で宜しい。これは罐内に保有する水量が少いのと、罐の傳熱面が廣い爲めである。
3. 負荷の増加に迅速に應じ得らるゝこと 是れは(2)の理由から判る。
4. 大容量となるも比較的輕きこと 水管罐は他の罐に較べると割合に多量の蒸氣を發生し又水量が比較的少いから輕い。
5. 効率の良好なること 一般に水管罐は、罐水の循環が頗る良好である。従つて効率良好となる。
6. 運搬に便利 水管罐は水管を組立て、造れるものであるから、多數の部分に分解すれば運搬するに樂である。殊に入口狭小なる建物又は船舶



内に持込む時便利である。

### 7. 過熱器の設備比較的容易なること

8. 破裂に伴ふ災害が少い 水管罐は破裂しても罐内に保有する水及び蒸気の量が少いから、其の災害を起す程度が圓筒形罐等に較べて少ない。

水管罐の他の蒸気罐に劣る點

1. 水管が多いから其の接手から漏洩し勝ちで、此の場合處理が困難である。
2. 罐内に保有する水量が少く其上蒸發が激しいから、少しの油斷の爲めに水表面の高さが變ずる。故に給水装置に特別の注意を要する。
3. 給水が全く純粹なるを要す。水管は肉が薄いから、少しでも垢が付けば、直ちに燒損する憂がある。又腐蝕性の物質を少しでも含んで居てはいけない。
4. 汽水共騰し易い。汽水共騰又は罐水沸出 (priming) とは蒸氣發生の際水の微分子を伴ひ行く現象を云ひ、水管罐は蒸發が激しいから、汽水共騰し勝ちである。

**30. 水管罐の種類** 汽力發電所や船舶殊に軍艦では大容量で而かも蒸氣壓力の高い罐を用ひる必要があるから、水管罐が一番適當である。水管罐は種類が甚だ多く、分類するに困難である。便宜上太管式及び細管式の二種とすることが出来る。太管式は水管の直徑が 70 mm 乃至 100 mm 位のもので、汽力發電所其の他陸上用のものは總て此の分に屬し、細管式は水管の直徑 25 mm 乃至 50 mm で輕快を貴ぶ水雷艇等に用ひられる。又直管を用ひるものと、曲管を用ひるものとある。直管の分は掃

除、検査等には都合がよいけれども、管自身では温度による伸縮の餘裕を興へないから、設計に際し其の邊の注意を要する。曲管は伸縮に對する餘裕を興へるが掃除、検査等に不便で、又曲り方が色々あれば豫備の種類が多くなる。火焰が水管に直角に當るものと、平行に流れるものとある。前者は火焰に當る面は效率がよいが、其の反對側は效果不充分的嫌がある。後者は火焰が水管を包んで流れることは確かであるが、火焰が充分水管に接觸し居るや否や疑はしい。

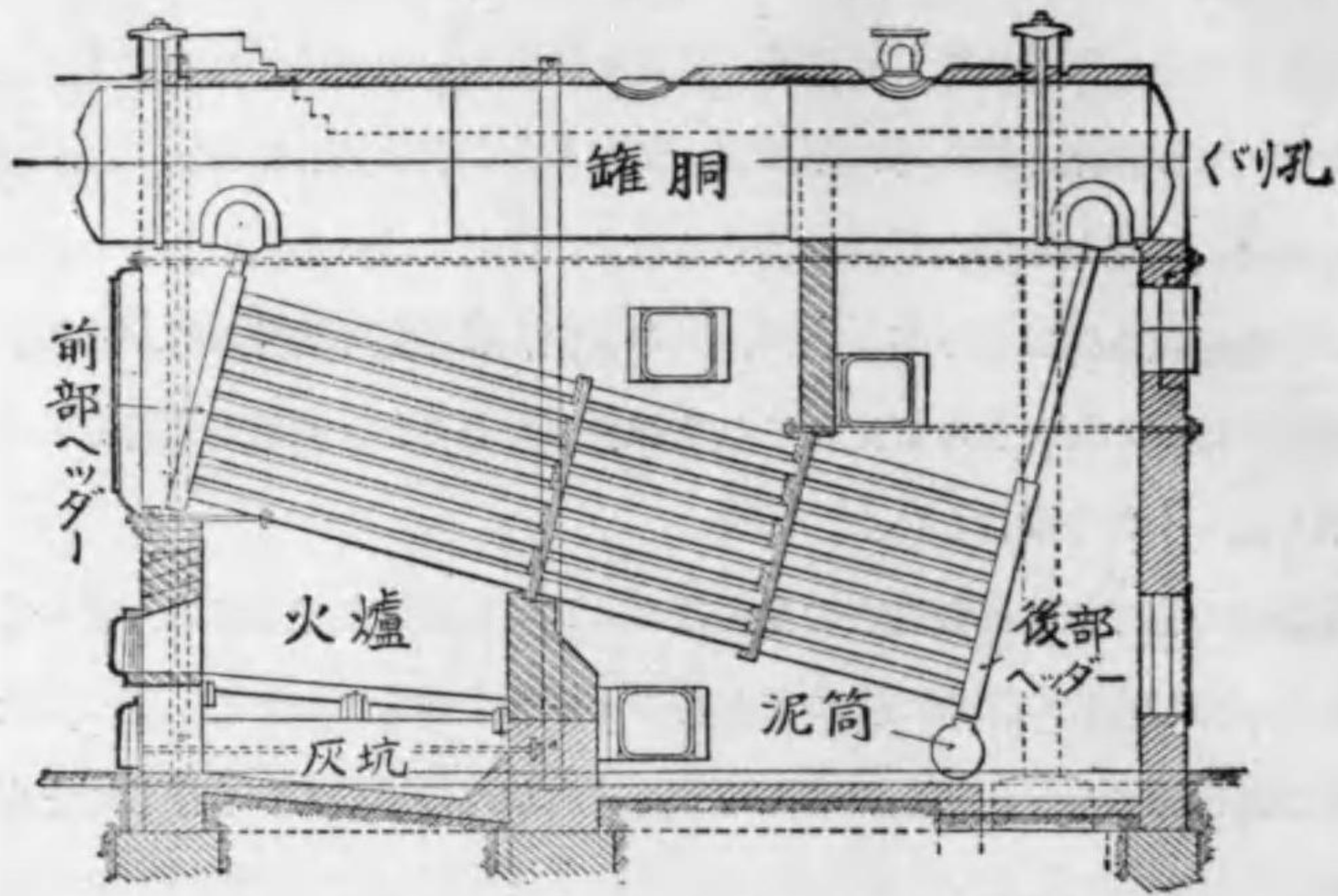
水管罐の稱呼は普通製造者の名を用ひ、又其の形は製造者で殆んど一定である。但し時代の要求に従つて幾分づゝ變化するものである。従つて次に記す罐は標準形を記すものであるが、夫れ以外の形のものも造ることがあると心得ねばならない。

### 31. バブコック・エンド・ウエルコックス罐

バブコック・エンド・ウエルコックス罐 (Babcock & Wilcox boiler) は世界中に最も廣く用ひられるもので、我國に於ける發電所の大半は此の罐を使用する。陸上用中容量のバブコック・エンド・ウエルコックス罐は第 27 圖の様に一個又は二個の圓筒を上部に水平に横置にし、圓筒の前後兩端の所に第 28 圖の如き函を取り付け、此の函に第 29 圖の如きヘッダー (header) (管寄せとも云ふ) 數本を吊り下げ、前後ヘッダー間を又數本の水管で連絡する。後部ヘッダーの底は小さな圓筒に嵌め込むである。此の圓筒を泥筒 (mud drum) と稱へ罐水内の塵埃、泥砂を沈澱させる所で、之れに吹出管を接続して時々泥筒内の沈澱物を吹出す。火爐は水管の下部前方に設け、罐の周圍を煉瓦で包み且つ水管の間には隔壁 (partition wall)

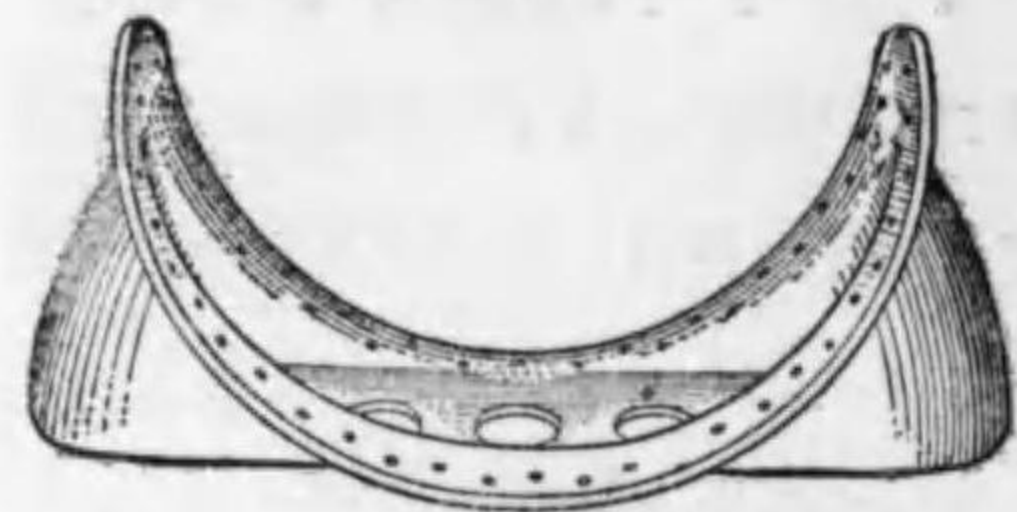


第 27 圖



バブコック・エンド・ウォルコックス罐の圖

第 28 圖



クロス・ボックスの圖

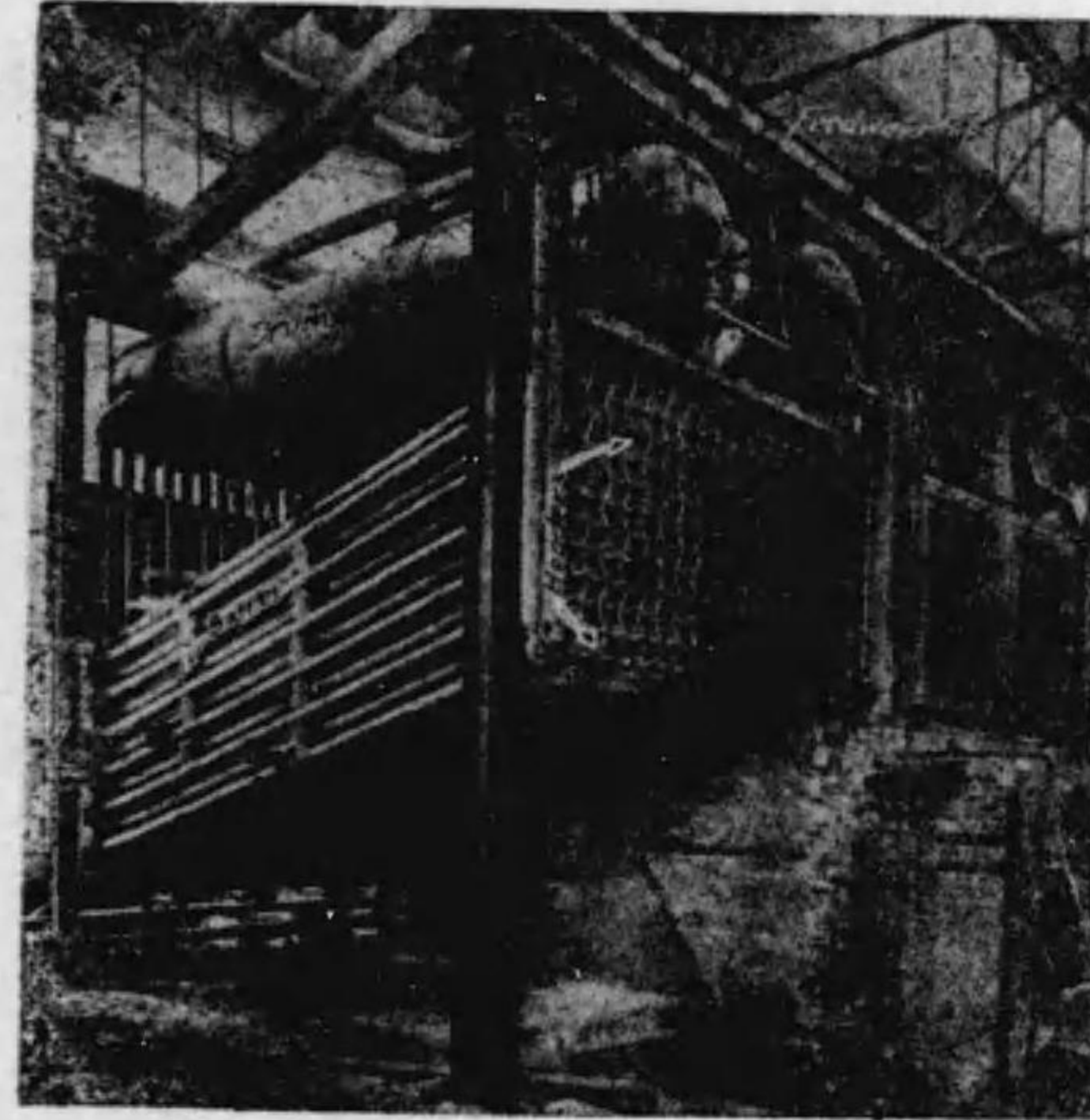
が設けてあるから、火焰は水管に直角に當り其の間を縫ふて煙道に行く。水管は水平と約 20 度傾斜せる故、熱せられた水は上方に進み、前部ヘッダーを昇り、蒸汽を分離して後部ヘッダーを降りて循

第 29 圖



ヘッダーの圖

第 30 圖



バブコック・エンド・ウォルコックス罐取付中の圖

環する。水管で蒸汽が出来る時水の循環は一層速かになる。此の罐の水管は真直である故掃除、検査等には曲管の分より楽である。水管の温度の變化による伸縮は後部ヘッダーを長くして是れで餘裕を付ける。罐全體は鐵製の骨組で支へ、全體

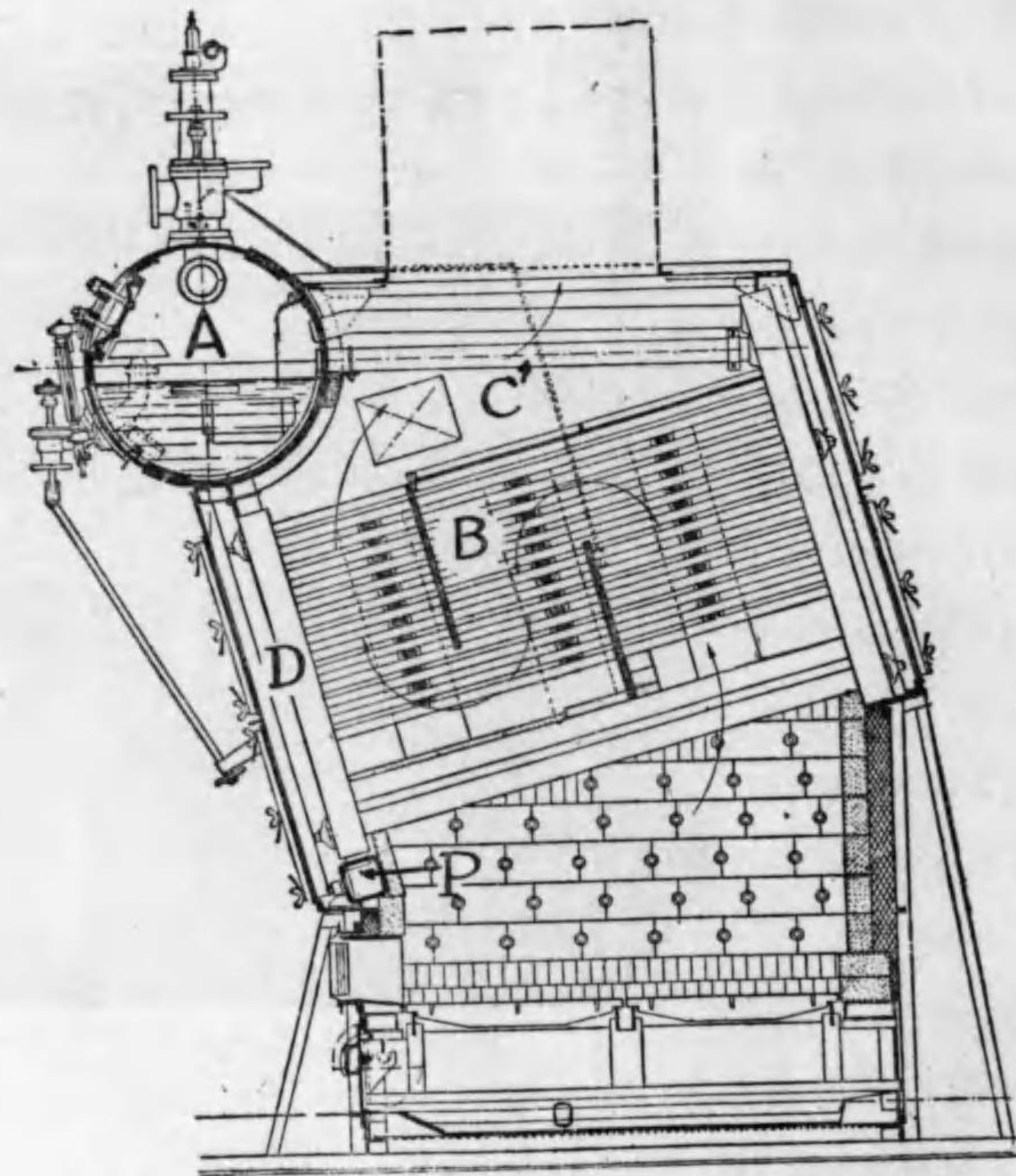
の伸縮が煉瓦壁に關係なく自由であるから、其の伸縮によつて煉瓦積みを破壊する様なことがない。第 30 圖は此の罐の据付中の寫眞圖である。今此の罐の中容量 400 蒸汽罐馬力(第 44 節参照)程度の大さのものを記すと、水汽筒直徑 1 m、長さ

7.3 m のもの二個、前後ヘッダー各 18 本、水管の直徑 100 mm 其の總數 180 本、火格子面積 7 m<sup>2</sup>、傳熱面積 375 m<sup>2</sup>、1 時間の蒸發量 5 000 kg である。

バブコック・エンド・ウォルコックス罐の船用型は第 31 圖の様に水汽筒 A を罐前に横置にし、前部ヘッダー P を吊り下げ、其の下部に泥筒 P が取付けてある。水汽筒と後部ヘッダーの連絡は水平に取付けられた水管 C を以てする。水の循環は水汽筒から前部ヘッダー D を降り、水管 B を上昇して後部ヘッダーに達し、發生した蒸汽及び水は C を傳つて水汽筒に至る。火焰



第 31 圖

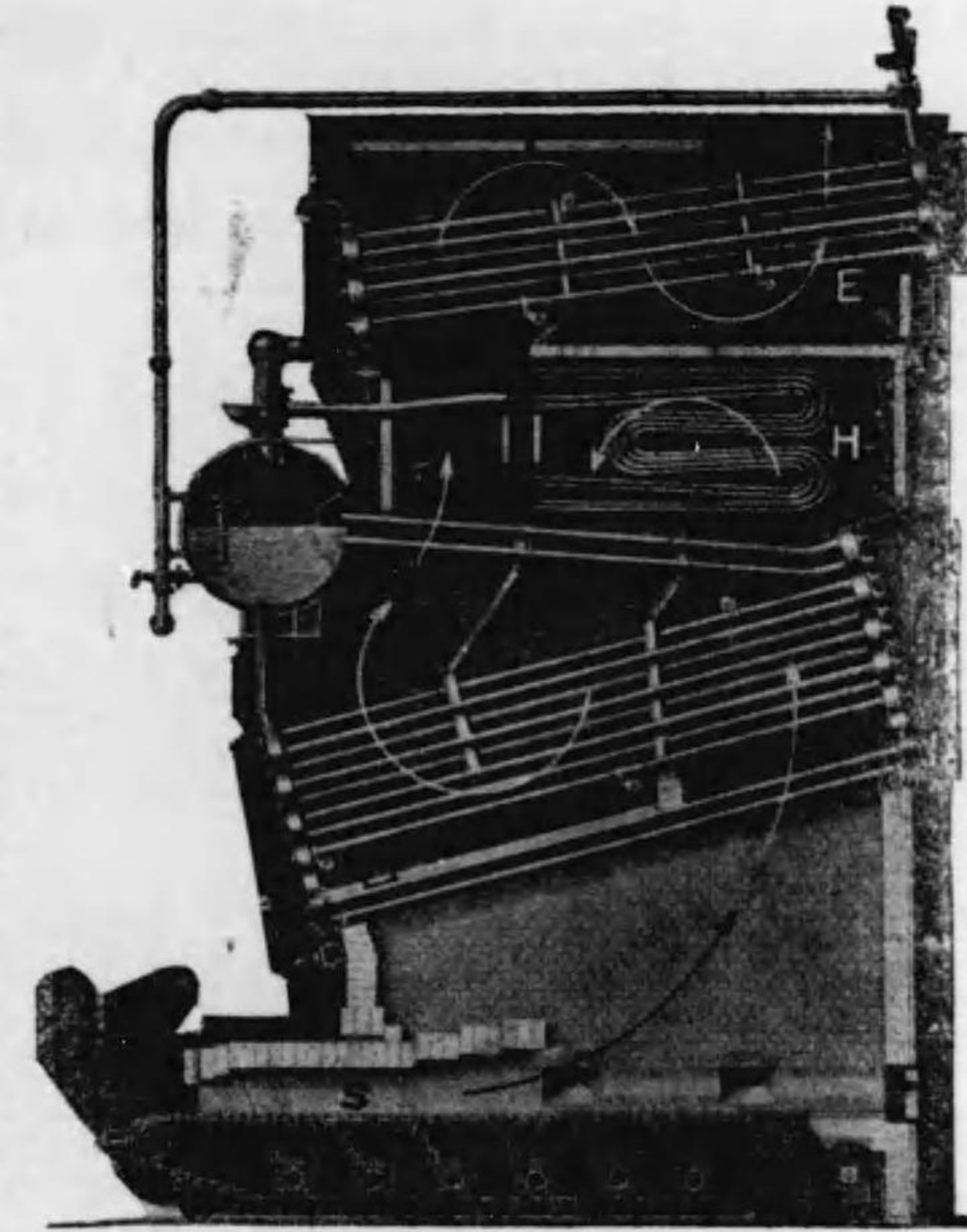


船用型バブコック・エンド・ワイルコックス罐の圖

は矢で示す通りに流れる。罐の周壁は總て鐵板で包み煉瓦で包まない。尤も火格子の周圍は鐵板が燒ける憂ひがあるから耐火煉瓦で裏付けして置く。

輓近發電所で大容量の罐を要求する様になり、船用型が大容量のものに適して居る所から、此の型のものを C. T. M. 型 (cross-tube marine type) と云つて大容量の發電所に採用される様になつた。第 32 圖は C. T. M. 型

第 32 圖



C. T. M. 型陸上用罐の圖

陸上用蒸気罐である。蒸気罐の大體の構造、罐水の循環、火焰の流れ方は第 31 圖のものと同じである。第 32 圖は給水は先づ節炭器 E (第 93 節参照) に入り、或る程度迄温められて水汽筒に入る様にし、猶罐から出た蒸気は過熱する爲めに過熱器 H (第 39 節参照) を通る様にし、石炭を焚く爲め鎖床給炭機 S (第 68 節

参照) を備へてある。東京電燈鶴見發電所、東邦電力名古屋發電所等に此の種の蒸気罐が据付けてあつて、其の主要項を記すと傳熱面積  $1731 \text{ m}^2$  (18611 平方呎)、過熱器傳熱面積  $440 \text{ m}^2$  (4730 平方呎)、火格子面積  $50 \text{ m}^2$  (540 平方呎)、3 時間連続最大蒸發量毎時  $74000 \text{ kg}$  (162000 封度)、蒸気壓力  $26.3 \text{ kg/cm}^2$  (375 lb/口"), 蒸気溫度  $390^\circ \text{C}$  ( $735^\circ \text{F}$ )、従つて過熱溫度  $149^\circ \text{C}$  ( $300^\circ \text{F}$ ) である。

バブコック・エンド・ワイルコックス罐は前後にヘッダーを有するもの

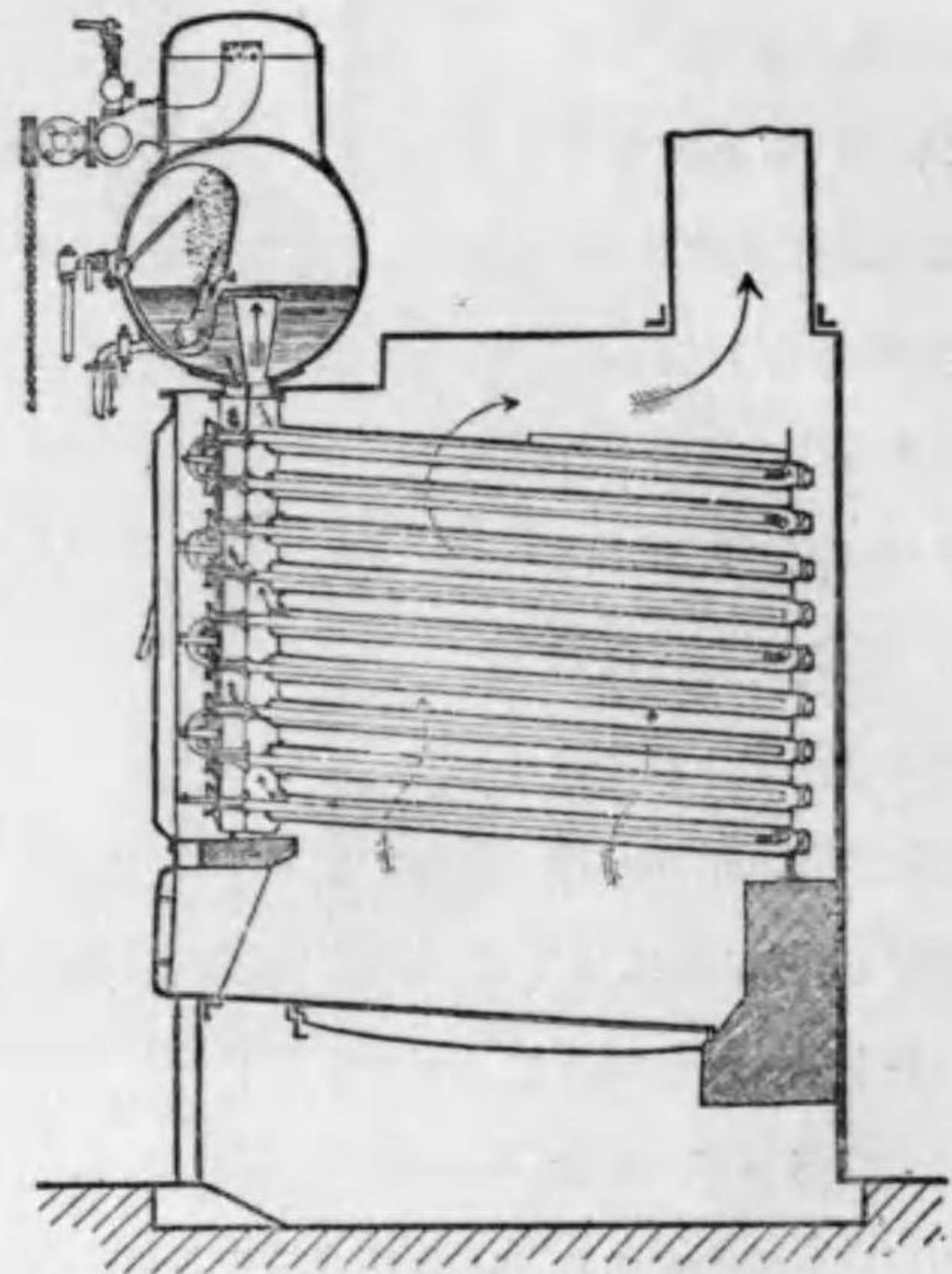


で、此の種類に属するものは三菱セクショナル罐, Heine, Edge Moor, Erie-City, Casey Hedge, Walsh & Weidner, Union, Springfied 等の諸罐がある。

32. ニクロース罐

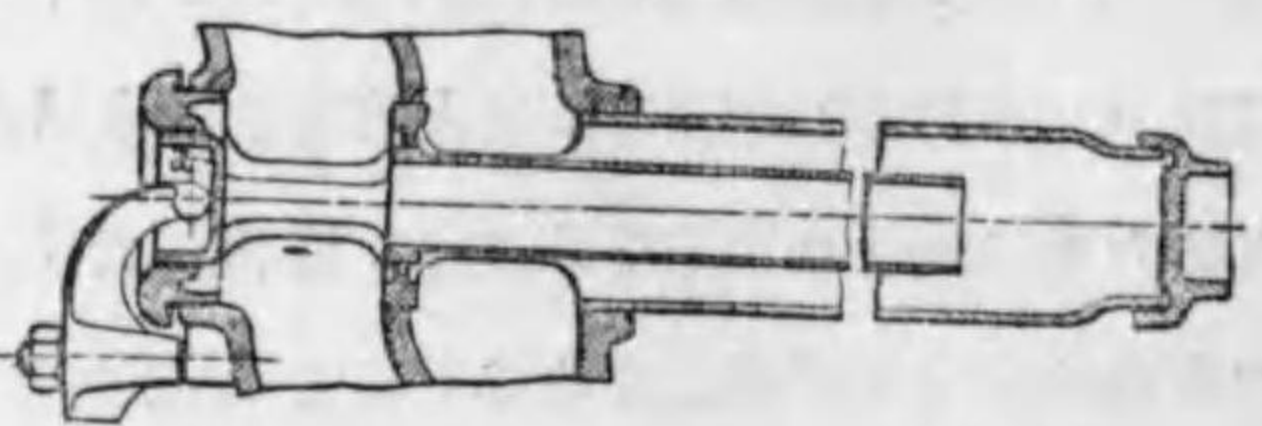
ニクロース罐 (NiCLAUSSE boiler) は第 33 圖の様に水汽筒を横置にし、之れにヘッダーを數個列べて吊り下げ、ヘッダーに數多の水管を嵌め、水管は後方に傾斜する。第 34 圖は一個のヘッダーと水管とを示し、ヘッダーは中央の隔壁によつて前後の兩室に分たれ、各水管の中に更に他の小徑の水管を挿入し、外管はヘッダーの後室に開口させ、内管は其の前面に開口させてある。罐水の循環は水汽筒内の水がヘッダーの前室に沿ふ

第 33 圖



ニクロース罐の圖

第 34 圖



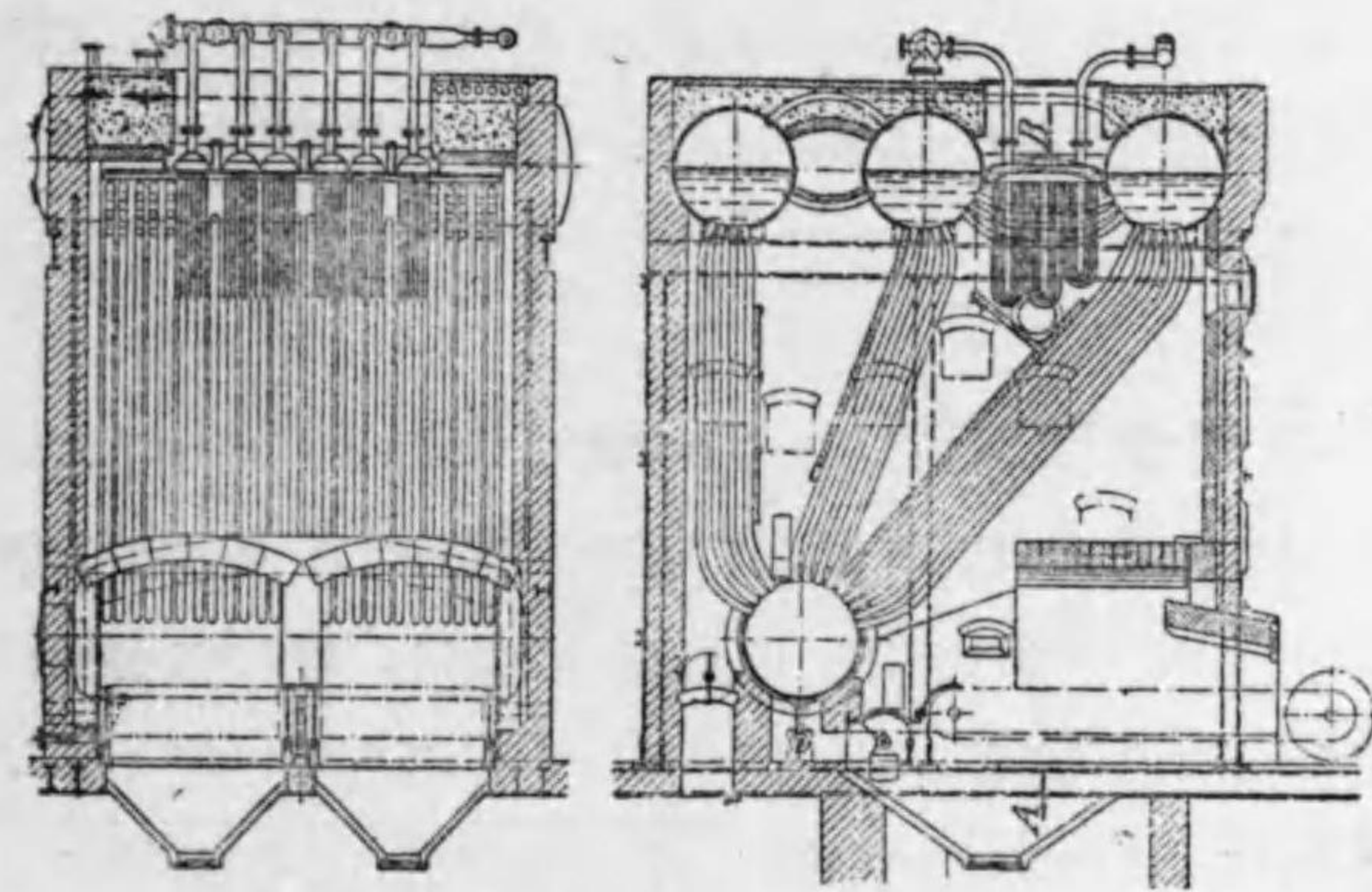
ニクロース罐のヘッダー及び水管の圖

て降り、内方の小徑の水管を降り、後端に達すると折れて外方の水管に出で、熱せられて水管を昇り、ヘッダーの後室に出で、之れを上昇し、水汽筒に至りて蒸気を分離する。ニクロース罐は片方丈にヘッダーを有するもので、此の種類に属する蒸気罐は多くない。

33. スターリング罐

スターリング罐 (Stirling boiler) は上部に平行に横置された二個又は三個の水汽筒を有し、下部にも平行に

第 35 圖



スターリング罐の圖

置かれた一個又は二個の水汽筒を有し、各筒間を多數の水管で連結したものである。水管の數が多いから大容量の蒸気罐に適する。第 35 圖はスターリング罐の断面圖で、各水汽筒を連絡する水管は水汽筒に垂直に取り付ける爲めに曲げられてある。曲管は熱による伸縮に對しては都合がよいけれども、湯垢の掃除、検査の時等には不便である。又曲り方が一樣でない爲め、



豫備の種類が多くなる。火格子の上には耐火煉瓦アーチを設け、火爐の温度を一樣に保ち又火焰を水管に導く役を爲す。又第 35 圖の様に耐火瓦の隔壁を置いて、火焰が水管に沿ふて流れる様にする。水管の傾斜が強いから水の循環が迅速である。此の罐も鐵枠で支へられ、煉瓦積は單に壁の役を爲すに過ぎない。

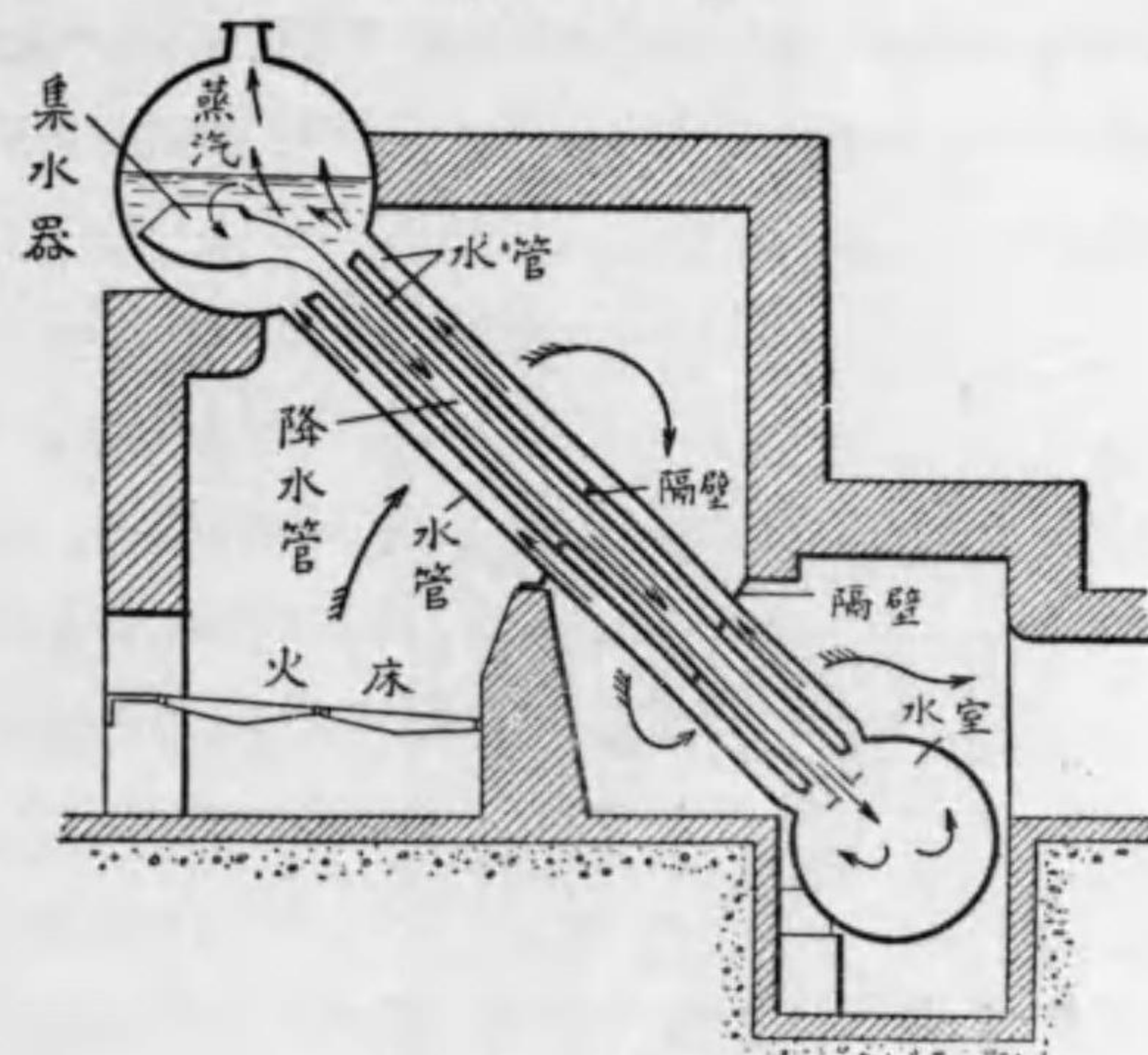
スターリング罐は全くヘッダーを有せず、圓筒と水管との集合より成るもので、此の種に屬するものは Garbe (三菱), 宮原式, Yarrow (日立), 池田式, Erie-City, Ladd, Thompson, Woodeson, Bigelow-Hornsby, Nesdrum, Wickes, Heine, Badenhausen, Kestner, Vogt 等の諸罐がある。名稱の二箇所に出で居るものは、同一會社で二様の蒸氣罐を造つて居るものである。

### 34. タクマ式罐

タクマ式罐 (Takuma boiler) は田熊氏が創造した蒸氣罐で、第 36 圖は其の罐の骨組圖で、第 37 圖は實際の据付断面圖である。水管は水平と 45 度内外に傾斜し、耐火瓦の隔壁の爲めに火焰は水管に直角に當り、三回又は四回屈折して水管の間を通過して後煙道に達する。此の罐の主な特徴は、集水器及び降水管を設けたことである。即ち汽水筒内に集水器と稱へる廣き箕形の漏斗を備へ、更に降水管を幾分か的水管に設備して集水器と水筒とを連絡する。罐水は水管、降水管を有する水管なれば降水管外部を昇り、蒸氣を發生し、上部水汽筒に至り、此所で蒸氣を分離し、給水と共に集水器に流れ入り、降水管を降つて下部の水筒に至る。水はこの循環を繰り返すのである。上昇した罐水が直ちに下降するから、水の循環は非常に迅速である。従つて傳熱面積が同じでも

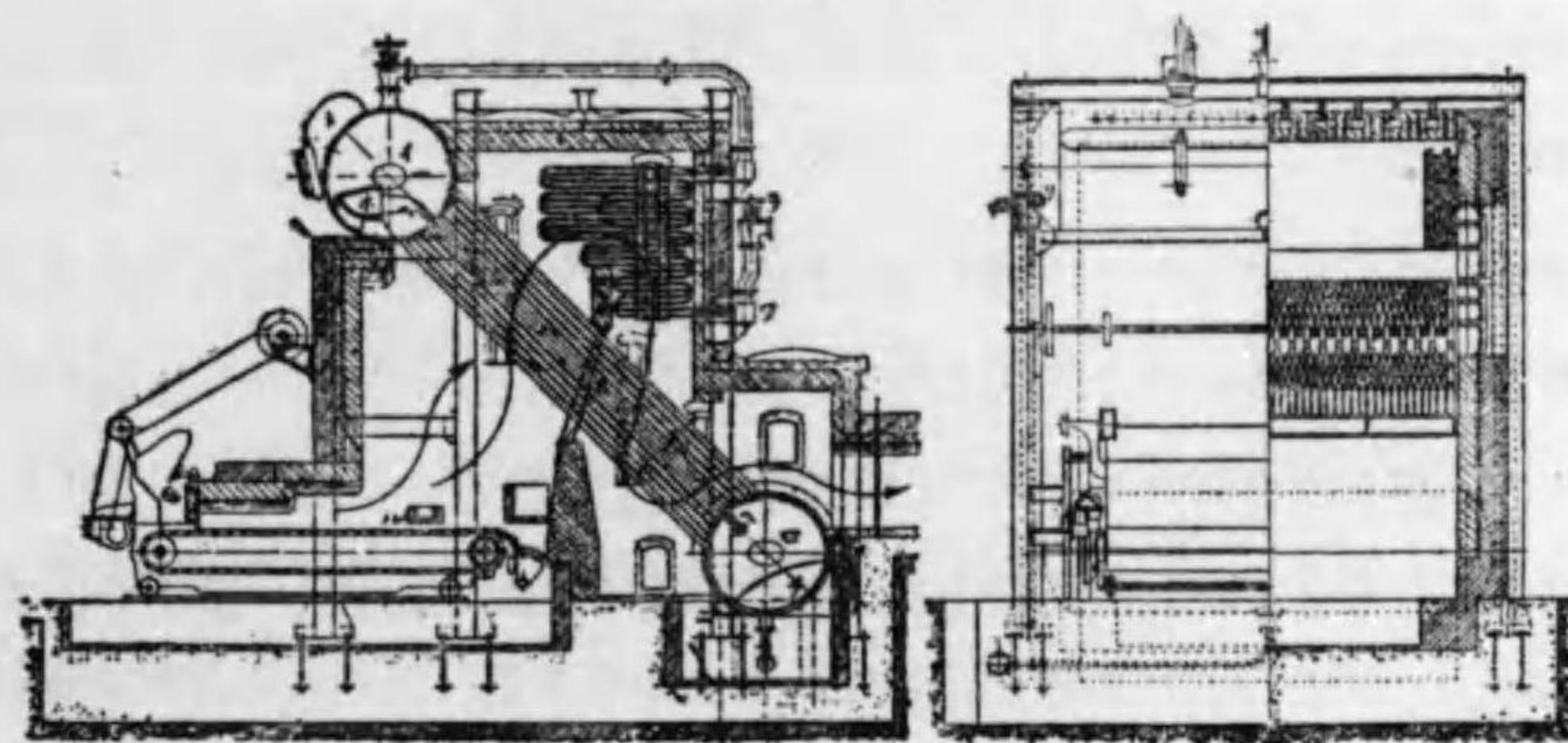
多量の蒸氣が出来る。

第 36 圖



タクマ式罐の圖

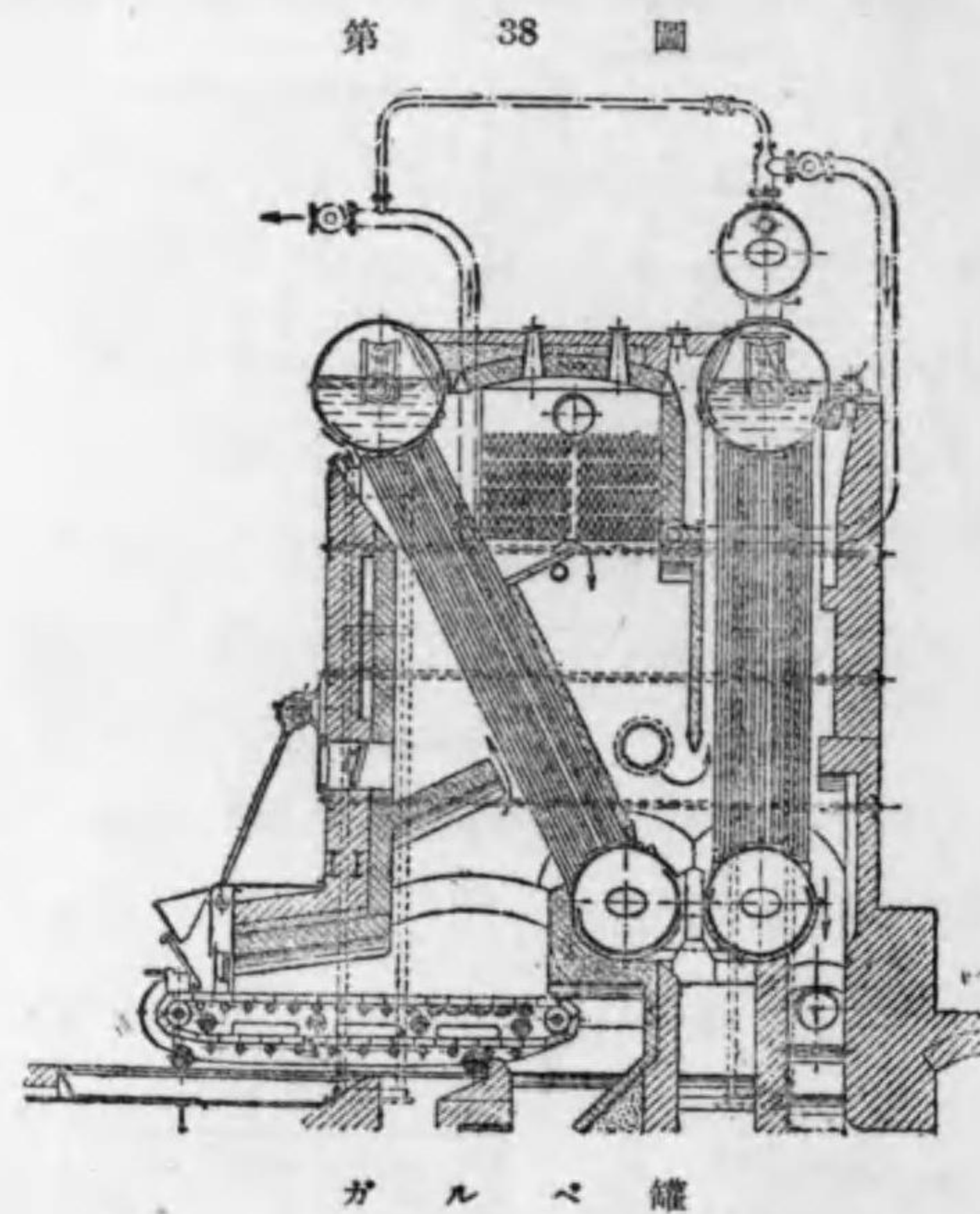
第 37 圖



タクマ式罐据付断面圖



35. ガルベ罐 ガルベ罐 (Garbe boiler) はズルツェル直立水管罐 (Sulzer upright water tube boiler) と云ひ、其の構造は第 38



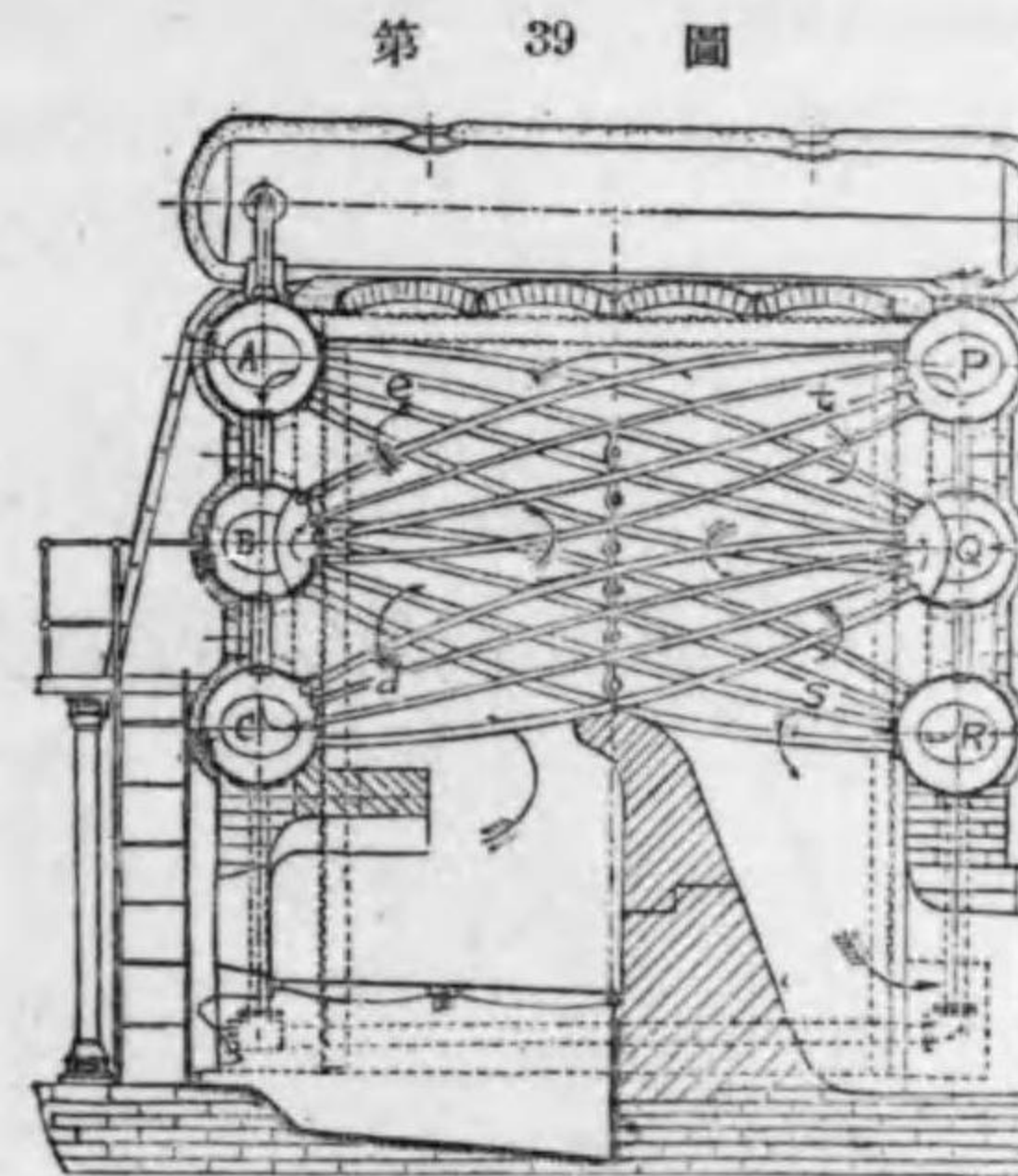
第 38 圖に示す如く、上部に二個の水蒸筒あり、下部に二箇の水筒があつて、水蒸筒と水筒とを真直な水管で連絡する。猶互の水蒸筒及び水筒も亦水管で連絡してある。耐火煉瓦アーチ及び隔壁を用ひ火焰が完全に水管を包圍して進む様に制限する。水筒の水は蒸気と共に昇り、水蒸筒

に達して此所で蒸気を分離し後部水管を下降する。第 38 圖は二聯成式であるが、小型のものは單一式即ち一個の水蒸筒及び水筒よりなるものを用ひる。罐水は水管内を上昇し、煉瓦積の外部に設けた水蒸筒と水筒とを連絡する水管を下降して循環する。水の循環は極めて迅速且つ確實である。

36. 宮原式罐 宮原式罐は第 39 圖に示す如く、罐の前段に

夫々三つの圓筒を横置にし、此等の圓筒を堅には降水管で連結し、又斜めに曲つた水管で連結したものである。上部の圓筒 A 及び P を水蒸筒とし、他の圓筒よりも少しく大きく

造り、之れを互に蒸気管にて連絡するか又は別々に汽筒を其の上部に設けたものである。中央の圓筒 B 及び Q には隔板を設け、罐水の循環を妨げない様にする。罐水の循環は一方は A 圓筒より B 圓筒の隔板外を通り C 圓筒に降り、次で水管 d を斜めに昇り、圓筒 Q の隔板内を通り、又水管



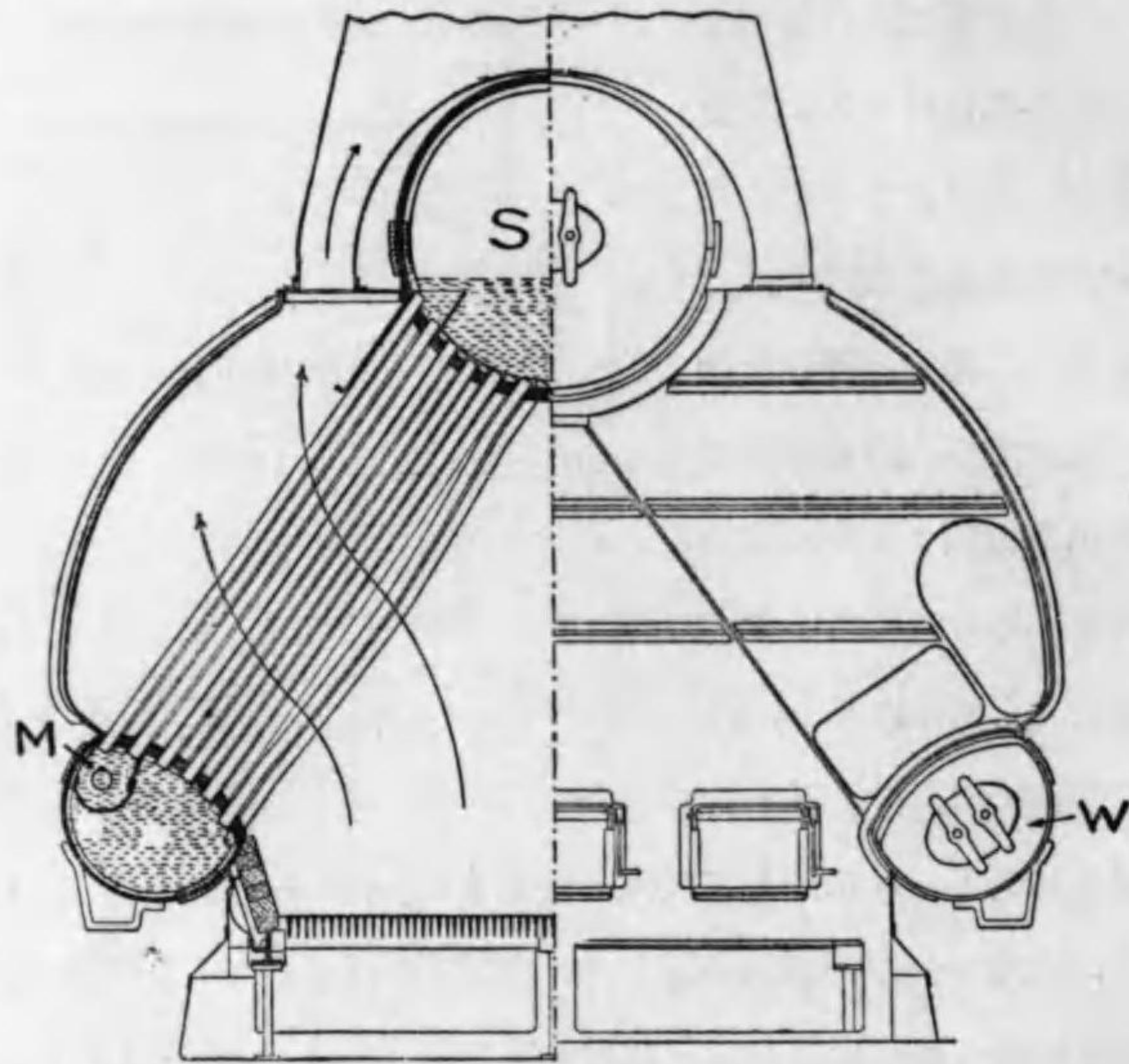
e を斜めに昇り、A に達して蒸気を發生する。他の一方罐水は P, Q, R, を降り、水管 s 及び B 圓筒の隔板内、水管 t を経て P に至りて蒸気を發生する。此の様罐水は二つの三角形の道を通つて絶えず循環し、其の循環の有様は確實で且つ迅速である。

37. ヤーロー水管罐 第 40 圖右半は、ヤーロー水管罐 (Yarrow water-tube boiler) の外見圖、左半は断面圖を示す。此の罐は上部中央に水蒸筒 S があり、下部兩側に水筒 W があつて、水筒 W と水蒸筒 S との間を多數の水管を以て連絡する。兩水管の間に火格子を設ける。水管は以前は全部真直な管のみを用ひたものであるが、近年火床に近き二



列の水管群を幾分曲つた管を用ひ、熱による膨脹伸縮の餘裕を與へる。  
各水筒 W に M なる室を設け、此所に先づ給水し、火床に遠き外側の水

第 40 圖



ヤロウ水管罐

管の二列或は三列を通過させ、給水温め器の役を爲させる。罐水は先づ火床に近き内側の水管を上昇し、火床に遠き外側の管を下降して循環する。此の罐は製作簡單で、猶水管の多數は直管であるが、不平均膨脹の爲めに無理も起ることなく、掃除及び検査が容易で、頗る良好の蒸汽罐である。我が海軍にても此の罐に改良を施し、艦政本部型として軍艦の蒸汽罐として盛んに用ひて居る。

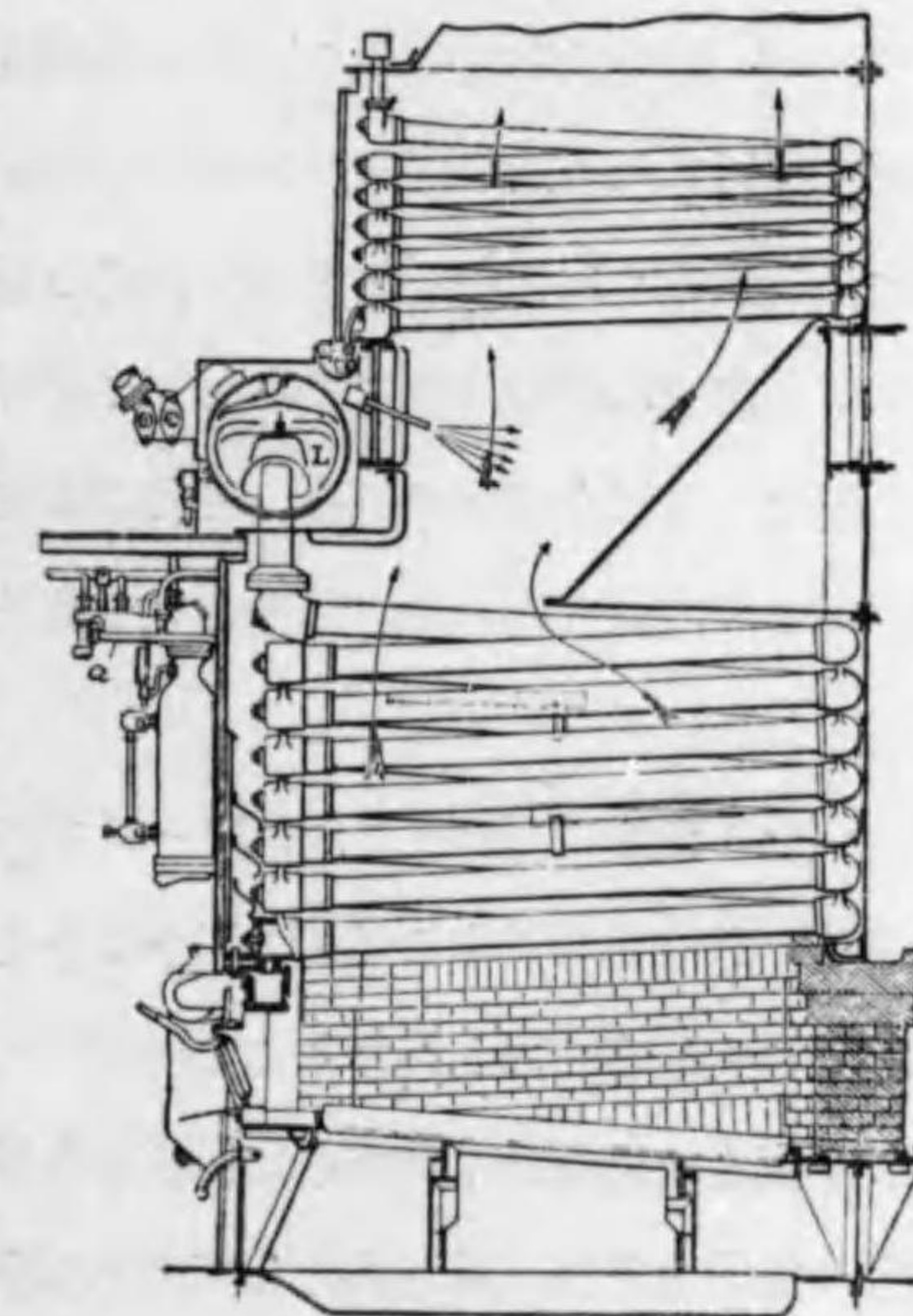
ホワイト・フ・スター罐 (White Foster boiler), ソルニー・クロフト罐 (Thornycroft boiler), 及びノルマンド罐 (Normand boiler) 等は共にヤロー罐に似て居るが、水筒及び水汽筒を連絡する管は全部曲管であり、又筒の一端に降水管 (down comer) があり、罐水は水管を上昇し、降水管を下つて循環する。

38. 軍艦用蒸汽罐の變遷

軍艦も以前は大型のものは戻火罐、吃水の浅い砲艦は直管船用罐が用ひられ、又汽車罐が高さが低く、傳熱面積が廣く、蒸汽發生が多いのに比較的目方の軽い所から、砲艦や、水雷艇に採用されたこともあつた。

我國でも日清戦争當時吉野艦等は戻火罐を据付け、燃料として石炭を用ひた。然るに水管罐の出現以來、水管罐の軍艦用として有利なる爲め1855年佛國にて第 41 圖の様なベルビール罐 (Belleville) なる水管罐を初めて採用し、列國之れに倣ひ、我國でも日露戦争當時の三笠艦等には此の蒸汽罐が据付けてあつた。此の罐は石炭消費量の多い所から漸次廢たれ、次に採用されたものが米國のパブコック・

第 41 圖



ベルビール罐



エンド・ウォルコックス罐，佛國のニコロス罐で，我國では其の當時官原式罐が発明された。

官原式罐は，日露戦争當時扶桑艦其他大型の軍艦全部に据付られ，燃料として石炭及び重油の混合を使用した。以上は太管式のものであるが，細管式のものも次の様に發達した。

細管式は小艦艇用として 1878 年佛國にデュ・タンブル罐が初めて用ひられ，後にその改良型ノルマンド罐が出現し，猶英國のソルニー・クロフト罐，ヤーロー罐，ホワイト・ホスター罐，獨國のシュルツ罐等續々案出され，此等諸蒸汽罐は漸次類似の形になり統一される傾向がある。我國では明治三十一年頃ソルニー・クロフト罐，ヤーロー罐を据付けたが，其の後ヤーロー罐の改良型である艦政本部式罐を案出し，これを内地製驅逐艦全部に採用した。近年列國海軍で大小軍艦を通じて，太管式を捨て、細管式を用ひるやうな傾向となつた。我國でも前記艦本式の半圓形水筒を眞圓に改め，曲つた管の代りに眞直な管を採用し，在來の型をイ號艦本式，新改良型をロ號艦本式と名づけ，現在では戦艦，巡洋戦艦，輕巡洋艦，逐驅艦に此の蒸汽罐を採用し，燃料として重油を用ひる様になつた。

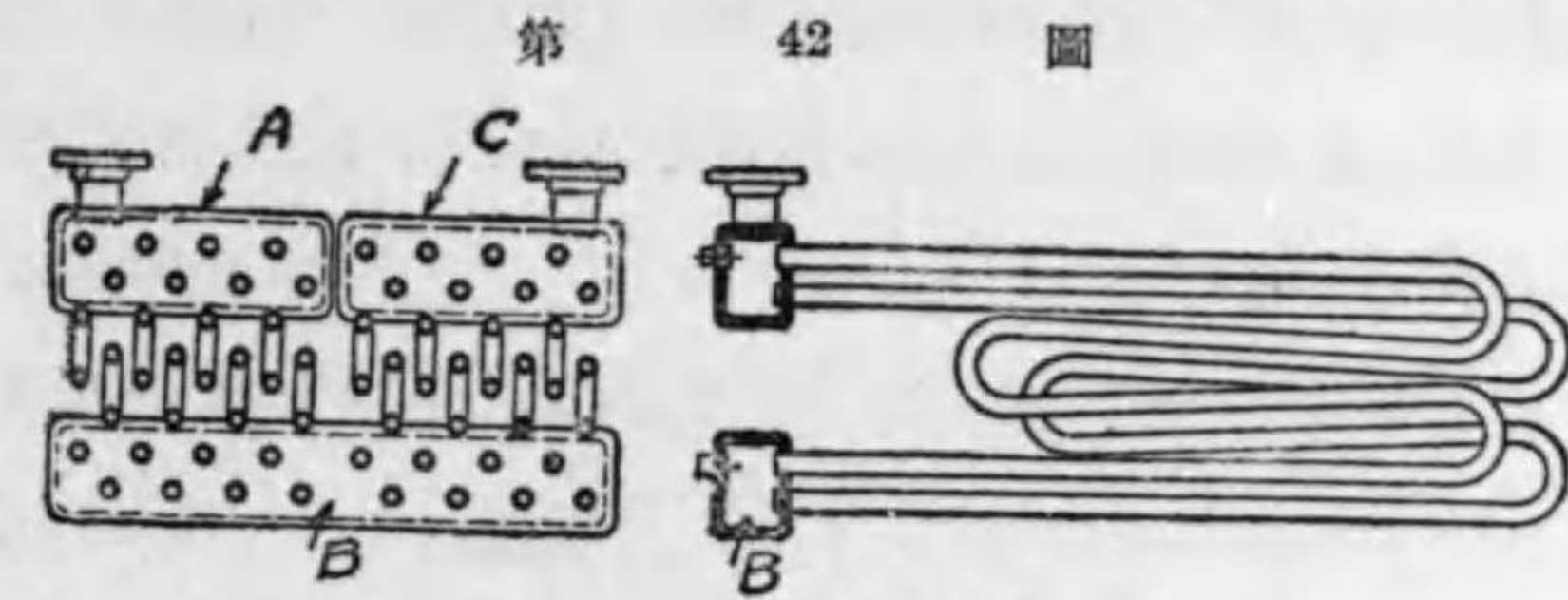
### 39. 過熱器

蒸汽タービンに供給する蒸汽は總て過熱蒸汽を用ひる。蒸汽を過熱する爲めに用ひる器を過熱器 (superheater) と云ひ，二種類に大別することが出来る。

1. 獨立の爐を造り其の中に過熱器を設備するもの
2. 過熱器を蒸汽罐附屬として蒸汽罐内に設備するもの

第一の方法は非常に高い過熱温度の過熱蒸汽を造るもので，動力用には

用ひられない。動力用のものは第二の方法で，前者に較べ價が廉く，場所をとらず，效率が良く，其の上注意を要することが少い。第 42 圖は水管



過 熱 器 の 圖

罐の内部に設備する過熱器の一種である。蒸汽罐から出た飽和蒸汽は，過熱器の一方の母管 A に通じ，之れより U 字形引抜鋼管を通過させ，其の蒸汽を過熱して他の母管 C に集め，是れより蒸汽罐上部の閉塞弁を経て汽機に連絡する。第 32 圖のバブコック・エンド・ウォルコックス罐には，之れと同じ様な過熱器が取り付けられてある。過熱蒸汽の過熱温度を調節する爲めに，過熱蒸汽管と飽和蒸汽管とを連絡して置き，平常は止め弁に依つて遮断してあるが，過熱温度が餘り高過ぎるときは，幾分かの飽和蒸汽を過熱蒸汽管に送つて，其の過熱温度を適當に下げ得る様になつて居る。

汽車罐は焰管中の一部を直径 140 mm の大焰管とし，其の中に過熱管を入れる。

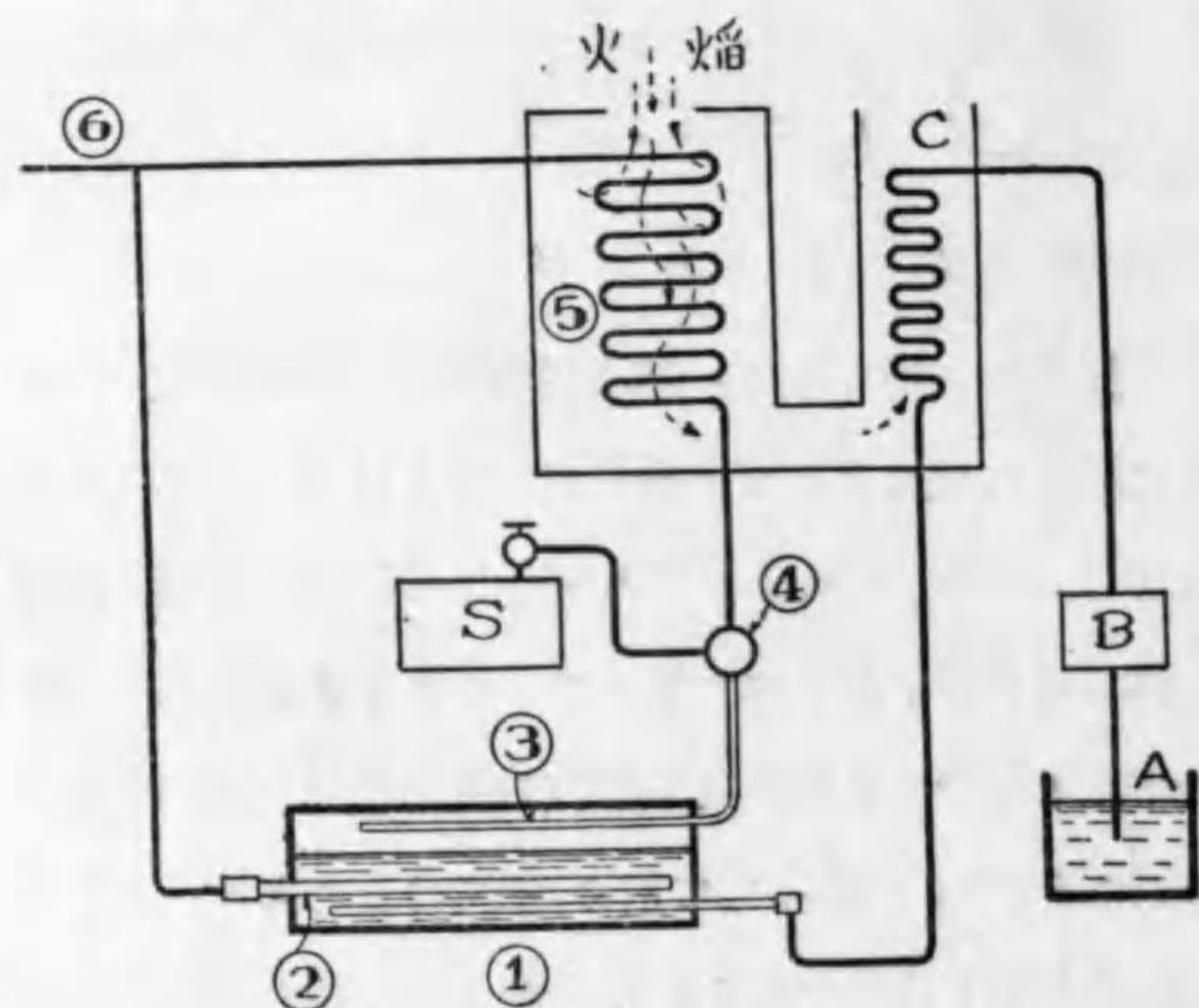
### 40. 超高壓蒸汽罐

發電所では一般に高壓蒸汽を用ひる傾向となり，超高壓を採用するものでは 80 乃至 100 氣壓，猶進んで 130 氣壓の蒸汽さへ試みられる様になつた。Loeffler, Benson, Atmos の諸蒸汽罐が超高壓蒸汽罐として有名で，各々特殊の考案が施されてある。



レフレル蒸気罐 (Loeffler boiler) はベルリン大学のレフレル教授に依つて考案されたもので、130 気圧迄耐へる。斯る高圧高温の蒸気罐では、罐の本體なる水汽筒に直接火焰を當てると、之れが弱くなるから、火焰を當てる部分は給水温め器及び過熱器の細い管のみとし、過熱蒸気を水汽筒に

第 43 圖



レフレル蒸気罐骨組圖

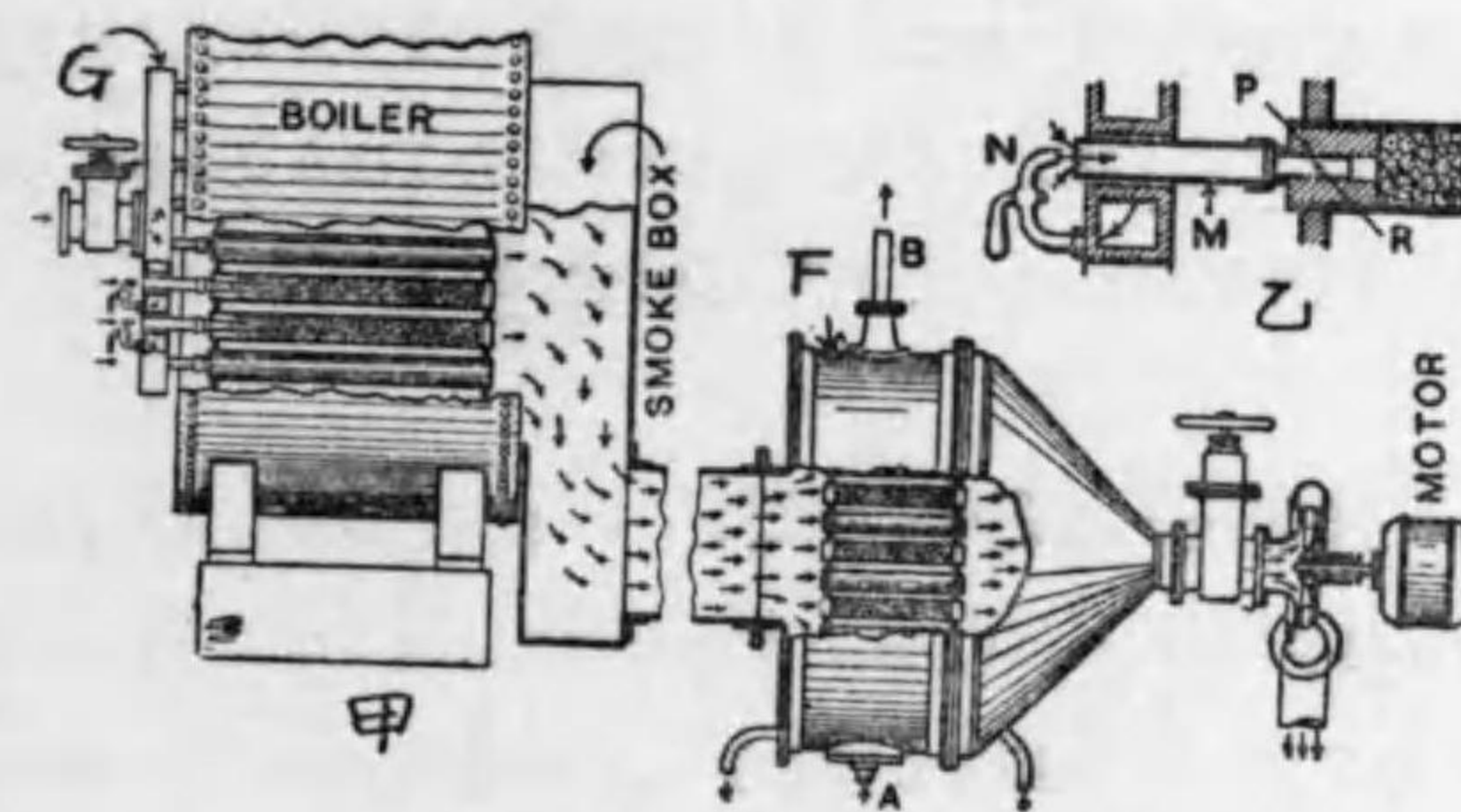
吹き込んで所要の蒸気を造る。第 43 圖はレフレル蒸気罐の骨組圖で、給水ポンプ B で水槽 A の水を給水温め器 C を経て水汽筒 1 の底部に送る。罐を始動するに當つては、適當な蒸気管又は補助の小蒸気罐 S より蒸気を蒸気壓搾機 4 で過熱器 5 中に押し込み、其の蒸気の壓力を水汽筒中の壓力よりも高くする。過熱器よりの蒸気は水汽筒に送られ、過熱蒸気が過熱蒸気吹出管 2 から噴き出し、水中を通る際に新しい蒸気が發生する。新しく出來た蒸気が又蒸気壓搾機に依つて過熱器を通つて水汽筒に戻され、斯くして次第に蒸気を發生する。壓力及び溫度が所要のものに達した時に補助蒸気を絶つて、其の後は過熱器からの蒸気のみで蒸發を行ふ。但し過熱器から出る所に支管 6 を設け、其の蒸気を汽機に導く。

吹き込んで所要の蒸気を造る。第 43 圖はレフレル蒸気罐の骨組圖で、給水ポンプ B で水槽 A の水を給水温め器 C を経て水汽筒 1 の底部に送る。罐を始動するに當つては、適當な蒸気管又

### 41. 表面燃焼蒸気罐

燃焼性瓦斯に完全燃焼に必要な空氣を混合し、之れを白熱に熱した適當の耐火性多孔物質中に導き入れると、瓦斯は多孔物質の表面で焰なく燃焼し、非常に高溫度となる。此の場合の燃焼を表面燃焼 (surface combustion) と呼ぶ。Bone 氏及び McCourt 氏のボーン・コールト表面燃焼蒸気罐 (Boncourt surface combustion boiler) は此の理を應用したものである。第 44 圖甲は其の蒸気罐で、罐

第 44 圖



表面燃焼蒸気罐

は此の理を應用したものである。第 44 圖甲は其の蒸気罐で、罐胴は多數の焰管を有する長さ 1m 内外の圓筒で、焰管の前端に中央に孔のある耐火粘土製 P を嵌め、焰管の内部には破碎した耐火煉瓦の小塊を詰め、後端は鐵格子で押へてある。燃焼性瓦斯は、罐の前面に設備してある瓦斯箱 G に適當の壓力を加へて送り込まれる。其の壓力は石炭瓦斯なれば水柱 50 mm (2 吋) である。乙圖は瓦斯箱と焰管との連絡を示す圖である。瓦斯箱に細管を取り付け其の先端がノズルとなり、混合管 M の前面に開口して居る。混合管は内徑 25 mm, 長さ 200 mm 位で其の先端は内徑 16 mm,



長さ 89 mm の細い管 R に連絡し、R 管は耐火粘土栓 P の中央の孔に嵌めてある。

瓦斯はノズルから噴出し、適量の空気を誘導して混合管 M 内で能く混合し、混合気は細管を経て焰管に達して此所で燃焼する。混合気が細管中を通過する速度が早いから焰管に達する前で燃焼する様なことはない。燃焼瓦斯が焰管を通過した後、圓筒形の給水温め器 F を通じて圓錐形導管に出で、煽風機の助けに依つて煙突に導かれる。

給水温め器は蒸汽罐と同様に、管内に耐火性物質を填めた多数の焰管を有し、其の内部に於て罐よりの廢瓦斯を通じ、給水は A より器内に入り、温められて B 管に出で、夫れより蒸汽罐に送られる。

#### 42. 火格子上の燃焼率

石炭を支持し且つ之れを燃焼する所を**火格子**(fire grate)と云ひ、其の面積を火格子面積と云ふ。火格子面積  $1\text{m}^2$  上で 1 時間に燃焼する石炭量 kg を**燃焼率**(rate of combustion)と云ひ、火格子面積は燃焼率に依つて決まる。燃焼率が多ければ罐内に發生する蒸汽量が多くなる。併し燃焼率を餘り多くすると完全に燃えず、煙となつて逃げる部分が多くなり石炭の不經濟となる。燃焼率は罐の型式、石炭の品質、石炭の大きさ等で異なるが、直接に最も影響するものは通風である。同一條件の下では、燃焼率は通風力の平方根に比例する。今燃焼率の概数を挙げると、通風水柱 1cm の時 100kg、2 cm の時 130kg、4 cm の時 200kg、6 cm の時 250kg 位である。又罐の型式に従ひ夫々燃焼率の適當の所がある。今其の概数を挙げると第 6 表に示す様になる。

第 6 表—燃 燒 率 表

蒸 汽 罐 の 種 類	燃 燒 率 kg
豎 罐	40—80
コ ー ニ シ ュ 罐	60—90
ランカシャー罐	75—110
船 用 罐 (自然通風)	60—110
同 (押込通風)	110—220
汽 車 罐	200—400
水 管 罐	200—400

#### 43. 火格子面積と傳熱面積

火格子面積と傳熱面積の割合は、蒸汽罐効率に大關係がある。傳熱面積が小さ過ぎる時は、燃焼瓦斯は其の熱を充分罐に傳ふることなく煙突に逃れ、熱の損失を來たし、若し之れが大に過ぐる時は、不必要の傳熱面積の爲めに蒸汽罐が大形となり、結局高價の蒸汽罐を設備することになり不經濟である。依つて蒸汽罐では夫々の型式に應じて、火床面積と傳熱面積との割合の丁度宜しい所がある。其の割合は第 7 表に示す通りである。

第 7 表—傳熱面積と火格子との割合

蒸 汽 罐 の 種 類	傳熱面積 / 火格子面積
豎 罐	5—10
コ ー ニ シ ュ 罐	26—34
汽 車 罐	60—70
船 用 罐	25—35
水 管 罐	35—65



## 44. 蒸気罐容量の表はし方

傳熱面積又は火格子面

積何程と云ふと、蒸気罐の能力が大體判るから、此等の面積で蒸気罐の容量を表はすこともある。此等の表はし方は甚だ荒っぽい仕方である。普通は給水温度、蒸気壓力、過熱温度を指定して一時間の蒸發量で表はす。基準を一定にすると云ふ見地から、上述の蒸發量を得るに要する熱量で  $100^{\circ}\text{C}$  の水を  $100^{\circ}\text{C}$  の蒸気に蒸發し得る量、即ち相當蒸發量に換算して云ひ表はす仕方もある。相當蒸發量を實際の蒸發量で割つた數を蒸發係數 (factor of evaporation) と云ひ、相當蒸發量は同じでも、蒸發係數の大きなもの程實際の蒸發量は少い。蒸気罐の容量を表はすに汽罐馬力なる語を用ひると、蒸気罐の容量の概念がすぐ浮ぶから、蒸気罐の容量と結び付け様とし、1時間に蒸發し得る相當蒸發量が  $15.66\text{kg}$  (34.5 封度) であるものを、1汽罐馬力とする約束を設けた。此の約束を設けた當時は蒸気機關で1馬力を出すために、此の位の蒸気を要したものであるが、現今では此の蒸気量で2馬力も3馬力も出すのであるから、此の定めは單に約束に過ぎない。

## 45. 蒸気罐の效力及び損失

石炭の發生熱量と蒸気

發生に利用された熱量との比を蒸気罐の効率と云ふ。蒸気罐の効率は焚き方、通風の具合等で違ふもので、蒸気罐の種類に對する蒸気罐効率を表示すると第8表の通りになる。

尤も水管罐で粉末炭燃焼装置を施し、成績良好のものは85%にも達するものがある。堅罐の如きは良好のものでも50%の損失がある。

蒸気損失の主なものを挙げると次の通りである。

1. 煙突より逃げ去る熱の損失 蒸気罐損失の中で煙突より放出する廢瓦斯内の熱量による損失が一番大きく、成績良好のもので10乃至12%で、過剰空氣の量が多いか又は蒸気罐の煉瓦壁から空氣が漏洩する場合には40%にも達する。此等損失を輕減するには通風を適當にし、燃料層に孔のない様にし、煉瓦壁から空氣の漏洩しない様にすることである。

第8表—蒸気罐の効率

蒸 汽 罐 の 種 類	効 率 %
堅 罐	36—50
コ ー = シュ 罐	50—64
ランカシャー罐	57—75
汽 車 罐	61—76
水 管 罐	60—80

2. 燃料の不完全燃焼 燃料の不完全燃焼の爲め揮發分なる炭化水素、遊離炭素粉及び一酸化炭素等が燃えないで立ち去る損失である。

3. 灰爐中に残留する未燃石炭の熱量 使用石炭に適當しない火格子を用ひ又は焚き方が悪いと此の損失が多い。普通は4%以下である。

4. 燃料中の水分及び空氣中の水分を熱し且つ蒸發するに要する熱量 燃料及び空氣中の水分は過熱蒸気の形となつて煙突より放出する。水分を蒸發し、過熱蒸気となすには相當の熱を要し、其の熱は損失となる。

5. 水素燃焼に依つて生じた水分の蒸發に要する熱量

6. 輻射其の他の損失 蒸気罐表面より放射する熱其の他の損失は成績良好のもので2%位、普通は6%内外である。



## 46. 良好な蒸気罐の條件

良好なる蒸気罐の必要條件

を列記すれば次の通りになる。

1. 安全に所要壓力に耐へ得ること。
2. 効率の良好なること。
3. 罐水の循環良好なること。
4. 蒸發迅速及び負荷の變化に迅速に應じ得ること。
5. 相當の過負荷に耐へ得ること。
6. 重量が比較的輕きこと。
7. 構造が簡單で取扱及び修繕の容易なること。
8. 蒸気罐が丈夫で壽命の長きこと。
9. 蒸気罐の價格及び据付費の低廉なること。
10. 火格子面積及び傳熱面積の適當なること。
11. 蒸發面の相當廣きこと。蒸發面が狭ければ蒸気が水と分離する際沸騰烈しくなり、汽水共騰し勝ちである。
12. 熱勢力の多きこと 蒸気罐内に含まれる熱勢力が多ければ、蒸気需用に多寡があつても、蒸氣壓力及び水位に左程の變化なく、其の儘應ずることが出来る。

以上の條件の中、一方を満足させようとするれば他方を犠牲にしなければならぬものもある。例へば効率の良好なることを望めば構造複雑となり、價が高くなる。熱勢力を豊富にしようとするれば、罐内の水量も蒸氣量も多くする必要があるのである。従つて迅速の蒸發を犠牲にする。

## 47. 蒸気罐の設計概念

此の節で蒸気罐設計の概念を

與へよう。汽機其の他使用目的から蒸氣壓力、過熱溫度、一時間の所要蒸氣量が決まる。此等の條件を基とし四圍の狀況等を參酌して蒸気罐の型式を定める。今機械工場動力用として蒸氣壓力  $9\text{kg/cm}^2$ 、一時間の所要蒸氣量  $6000\text{kg}$  に適する蒸気罐を設計しよう。此の場合にはランカシャー罐が適當である。並の石炭  $1\text{kg}$  で約  $10\text{kg}$  の蒸氣を發生させることが出来るから、一時間の所要石炭量は  $600\text{kg}$  である。次に通風は煙突丈けによるとすれば、火格子  $1\text{m}^2$  上で一時間に燃える石炭は  $100\text{kg}$  位であるから、火格子面積は  $6\text{m}^2$  位になる。此の程度のものなら蒸気罐 2 基とするのが頃合である。されば 1 臺分の火格子面積  $3\text{m}^2$  となる。煙筒は一罐に付 2 筒であるから、其の直徑を  $0.8\text{m}$  とすれば火格子の奥行は  $1.9\text{m}$  となる。罐胴の直徑は焙筒の直徑の 2.5 倍内外であるから、 $2\text{m}$  としよう。ランカシャー罐では傳熱面積は火格子面積の 25 倍内外であるから、蒸気罐一臺分の加熱面積は  $3 \times 25 = 75\text{m}^2$  としよう。罐胴の直徑、蒸気罐の直徑、傳熱面積が分つたから、蒸気罐の長さを割出すことが出来、茲に蒸気罐の大きさが決定される。

次に罐胴板の厚みを決定しよう。罐板に銅板を用ひるとすれば、其の引張破壊内力は  $4500\text{kg/cm}^2$  位であるから、安全率を 5 とすれば引張使用内力  $900\text{kg/cm}^2$  となる。鋳綴の効率を 70% と見積れば

$$\text{罐板の厚み} = \frac{\text{罐胴の直徑} \times \text{常用壓力}}{2 \times \text{使用内力} \times \text{鋳綴の効率}} = \frac{200 \times 6}{2 \times 900 \times 0.7} = 14.3\text{mm}$$

市場にある板で  $14.3\text{mm}$  に近い寸法の厚みを有する板を選ばなければならない。此の場合では  $15\text{mm}$  の厚みの板か又は  $\frac{9}{15}$  吋厚みの板を用ひる。



鏡板の厚み、焰筒の板の厚みの算出の仕方は複雑となるから、此所では省略し、其の寸法の概念を與へよう。

鏡板は前後共一枚の板から造り、其の厚みは罐胴板よりも  $3\text{mm}$  ( $\frac{1}{8}$ 吋) 位厚い板を用ひる。焰筒板の厚みは壓力及び焰筒直徑によるは勿論であるが、アダムソン接手間の距離にも關係がある。アダムソン接手間の距離は  $85\text{cm}$  内外とし、其の厚さは  $11\text{mm}$  ( $\frac{7}{16}$ 吋) である。焰筒は眞圓でないとし、押し潰される働きが増し、焰筒を造るに鋸綴と鑢し接ぎにするのとを比較すると、後者の方が眞圓に製作するに都合がよいから、焰筒は通常鑢し接ぎにする。焰筒に波形爐管 (corrugated furnace) を用ひると伸縮が自由で、其の上丈夫で傳熱面積を増すから、ランカシャー罐、戻火罐等で壓力の高い分に往々用ひられる。フォクス氏波形爐管、モリソン氏サスペンション爐管、ホルム氏爐管等有名であつて、此等爐管は特種のロール機で造つた一本の長い管であつて、縦にも横にも接目がない、又其の耐壓力に關しては夫々の公式がある。

罐胴の縦目、罐胴と鏡板との取付等は總て鋸綴りである。板の厚みから鋸の直徑を定める。縦縦目は横縦目の約二倍の力に耐へなければならぬから、其の様に鋸綴の列數、鋸心のピッチ、重ね接手或は突合せ接手の別等を決める。此等の設計は材強或は機械設計の領分であるから省略する。

#### 48. 蒸気罐の選擇

蒸気罐の型式は用途で大體決まる。機關車用には汽車罐、船舶用には船用圓筒形罐又は水管罐、陸上用としては殆んど總ての型式の罐が用ひられる。陸上用蒸気罐は用途、壓力、四圍の狀況、負荷の種類等で決定される。小規模の製造工場等では、外焚圓筒

多管罐又はコーニッシュ罐等が宜しい。漸次大容量となるに従つてランカシャー罐を用ひる。此の罐は構造簡單、取扱及び修繕容易、壽命が長く、罐の價格及び据付費が低廉であるから、壓力が  $10\text{kg/cm}^2$  以下の製造工場等には適當した罐である。壓力が是れよりも高くなれば、水管罐を用ひる方がよい。此等圓筒形罐で高い壓力に耐へさせようとするれば、罐板には非常に厚い板を要する。厚い板を用ひると罐の工作が困難である。其の上焰筒等の板が厚くなれば熱傳導が悪くなる。近年發電所では大容量の原動機を据付ける様になつたから、従つて蒸気罐に對する單位容量の要求が増大した。又使用壓力が非常に高くなつたから、發電所には水管罐のみとなつた。水管罐には種類が多くあるが、バブコック・エンド・ウォルコックス罐は取扱比較的簡單なので現今多く使用される。何れの水管罐も發電所用として盛んに使用されて居るが、其の間に多少の適不適がある。高壓になるに従つて圓筒の形を小さくする。水管罐は普通效率の點は大差がないから、價格、頑強度、取扱及び修繕の便否等を能く考へ、其の發電所に適したものを選ぶべきである。優良な管理者を得易く其の上機械工場に近い所では如何に複雑な蒸気罐でも採用し、良好な成績を擧げることが出来るけれども、然らざる所は效率が多少悪くとも故障少く簡單な方がよい。

#### 49. 摘 要

1. 蒸気罐は陸上用、船舶用、機關車用等皆夫々の型式がある。
2. 陸上用蒸気罐としては圓筒形罐、多管罐、水管罐等用ひられて居るが、機械工場其の他餘り高い壓力を要しない所にはコーニッシュ罐や、ランカシャー罐が適し、發電所には水管罐が適する。



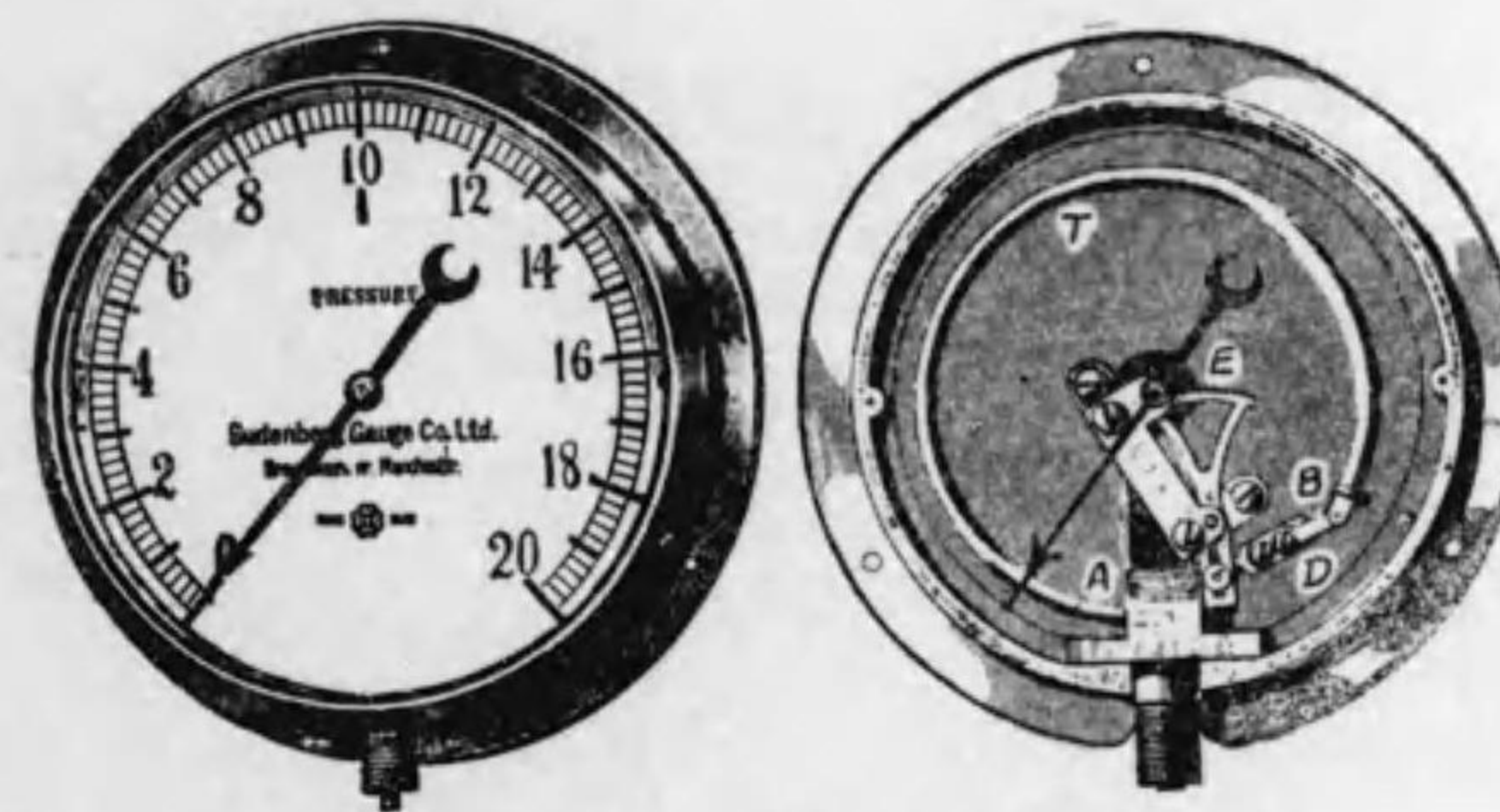
3. 水管罐の水管には曲管と直管とがあるが、各々利害得失がある。
4. 水管罐には太管式と細管式とがある。発電所用のものは皆太管式で、駆逐艇や、水雷艇用のものは細管式を用ひる。猶大型軍艦は太管式であつたが、漸次細管式を用ひる傾向となつた。
5. 蒸汽タービン等では過熱蒸汽を使用するから、蒸汽罐に過熱器を附屬させて蒸汽を過熱する。
6. 火格子面積と傳熱面積との割合は非常に大切で、蒸汽罐の型式に従つて各々適當な割合がある。
7. 蒸汽罐の容量を表はすに普通1時間の蒸發量又は汽罐馬力を以てする。

## 第 四 章 計 器 及 び 蒸 汽 罐 附 屬 品

50. 計 器 蒸汽罐に必要な計器は、蒸汽罐内の壓力を讀むべき壓力計、煙突の吸込度を讀むべき通風計、蒸汽罐に送る水量を計る水量計、蒸汽罐内の水面の高さを見る水準計、蒸汽罐から發生する蒸汽の流量を計る蒸汽流量計、過熱蒸汽の溫度を計る寒暖計で、汽機に必要な計器は壓力計、真空計、廻轉計、寒暖計等である。

51. 壓力計及び真空計 壓力計にも色々の種類があるが普通に用ひられるものはブールドン管壓力計 (Bourdon tube pressure gage) で、其の構造は第 45 圖に示す様に、ケース内に圓弧形に曲げられ

第 45 圖



ブールドン管壓力計の圖

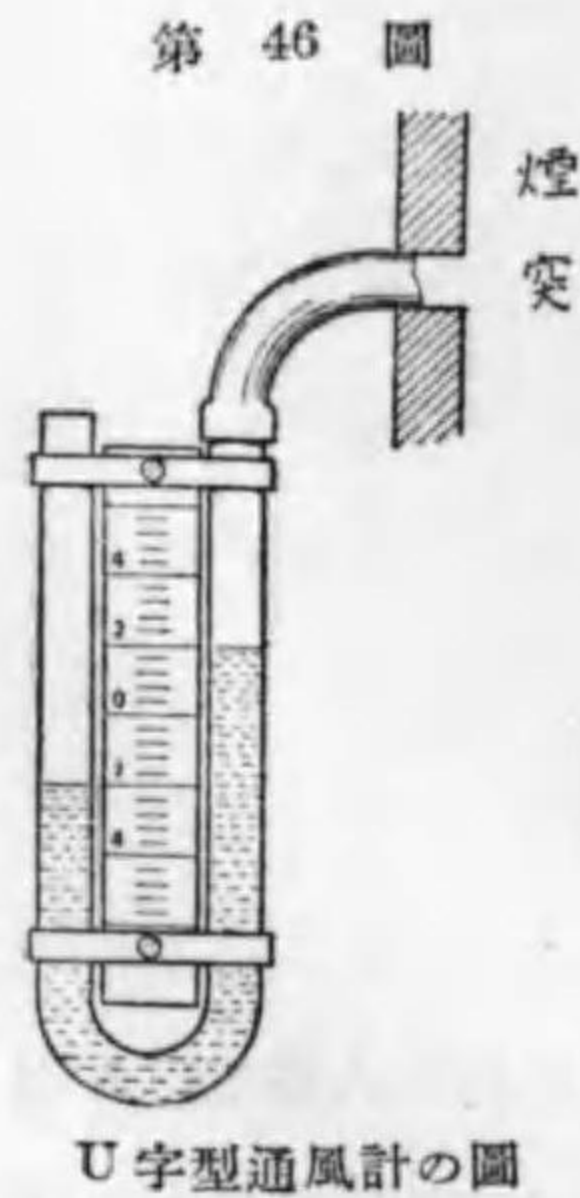
た中空橢圓形の横断面を有する銅又は銅製のブールドン管があつて、A端は固定されケース外に出て居るネジ付管に連絡して居る。B端は塞がり自



由に動く様になつて居る。今C螺子部で計らうとする器に連絡すると、其の器内の壓力の爲めにブルドン管は突張り、B部が外方に動き、其の爲めに槓杆及び扇形齒車の作用で小齒車が少し廻る。小齒車の軸には指針が取り付けられてあるから、其の目盛で壓力が讀める。目盛が14の所を指せばケージ壓力  $14\text{kg/cm}^2$  である。

壓力計は時に狂ふことがあるから、時々之れを取り外して、正確に壓力を表示するか否かを試験することが必要である。

眞空計も色々あつて、硝子製U字管に水銀を入れ、一方を大氣に明け、一方を計らうとする器に連絡して、水銀柱の高さの差で眞空を讀むのもあるけれど、多くは壓力計の構造と同一で、目盛が眞空度を水銀柱の高さで刻んであるものを用ひる。又合併壓力計 (compound gage) と云つて、眞空及び大氣壓以上共に讀める壓力計がある。是れは壓力が大氣壓の所を上下するものに用ひて便利である。

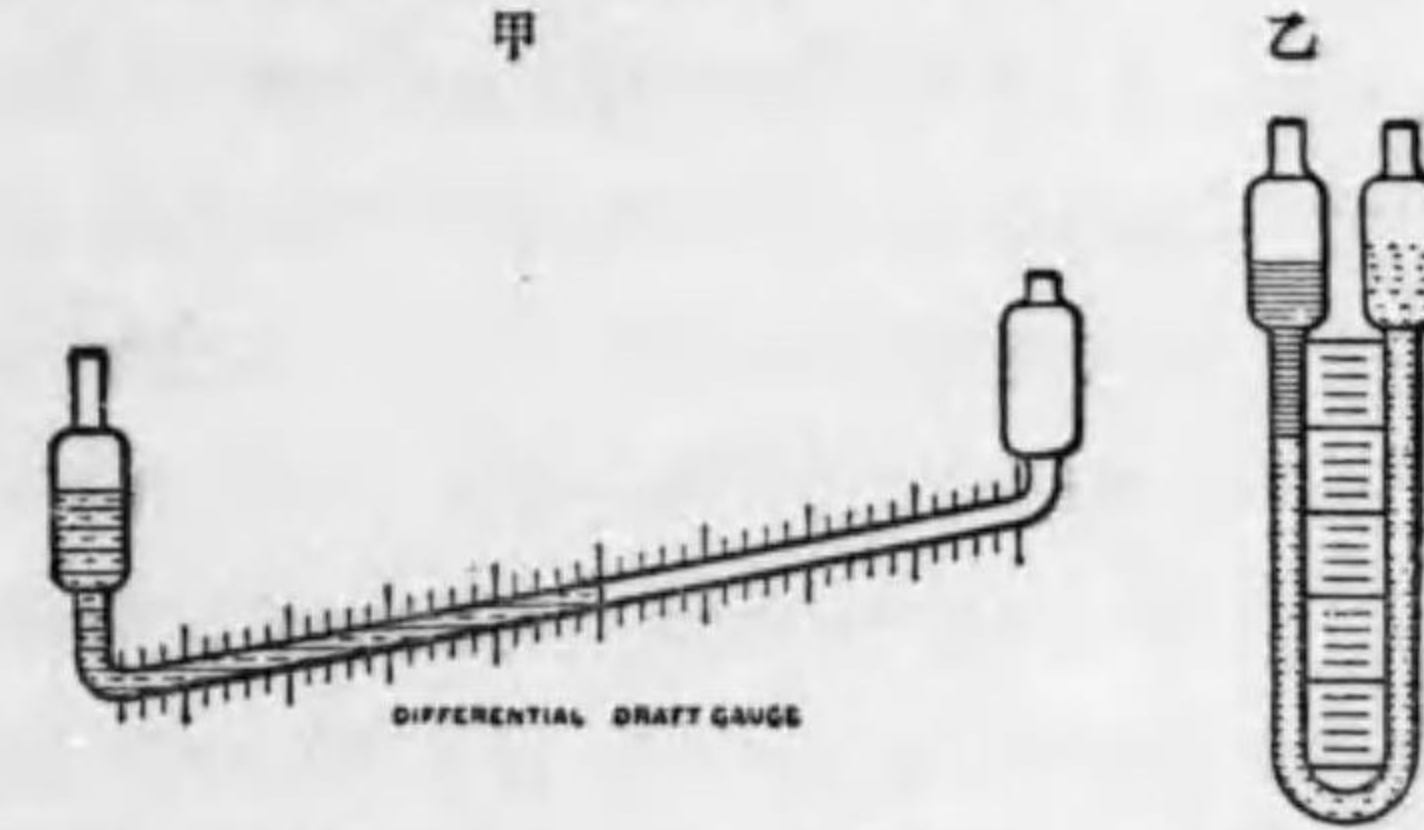


### 52. 通風計

煙突や、蒸気罐の吸込の度を計るものを通風計と云ひ、壓力を測る計器の一種である。通風計の最も簡単なものはU字形通風計 (U-tube draft gage) で、第46圖の様にU字管内に水を盛り、一方を通風を計る箇所に連ね、他方を外氣と連絡し、U字管内の水の水平差で通風力を讀む。煙突の通風力は水柱數 cm であるから、其の吸込度が違つても水平差の變動は極く僅かであるから、之れを擴大して讀む方が便

利である。水平差を擴大して讀ませる考案に色々ある。第47圖甲はエリソン通風計 (Ellison draft gage) と云ひ、傾斜した管を用ひて差を擴大

第 47 圖  
甲



甲……エリソン通風計の圖

乙……バーラス氏通風計の圖

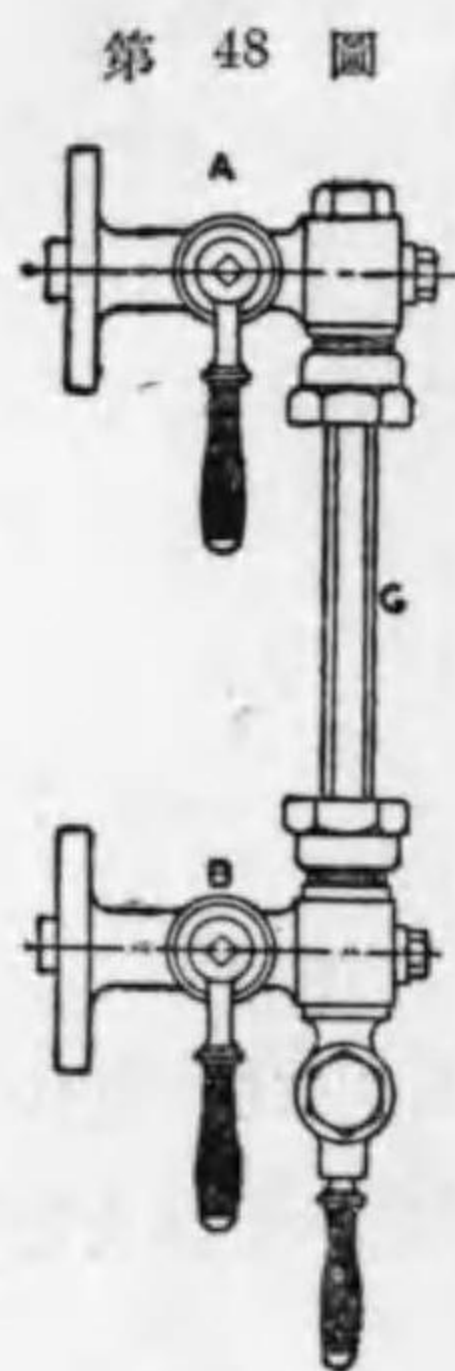
し、第47圖乙はバーラス氏通風計 (Barrus draft gage) と云ひ、互に混合せざる二液例へば油と酒精の様なものを入れ、二液の境界で通風力を讀むものである。前二者共に10倍程擴大される。

### 53. 水準計

蒸気罐内の水面は常に規定の高さに保つことが必要で、若し水面が低くなり過ぎた時は罐板を過熱し、蒸気罐を傷め甚だしきは破裂の原因となる。又餘り水面が高いと蒸気場所及び蒸気表面が狭くなり、汽水共騰の原因となる。依つて始終罐内の水面に注意し、給水を加減して所定の高さに水面を保持する様に務めなければならぬ。然るに蒸気罐は不透明な鐵板で出来て居るから、水準計を設備して之れに依つて水面位置を見る。即ち水準計 (water gage) は罐内の水面位置を表示する爲めに備へるものである。水準計は第48圖の様に、眞鍮製若くは砲金製の座付き管を蒸気罐の前面に二個取り付け、其の位置は一方は蒸気場所に、他



方は水場所に通ずる様にし、其の間に硝子管Cを嵌め、硝子管に現れた水面を見て罐内の水面位置を知るのである。兩座管の距離は 300mm 内外であつて、硝子管の内径は 13mm 乃至 20mm である。



水準計の圖

あつて、硝子管の内径は 13mm 乃至 20mm である。コック A 及び B を閉めれば、運轉中でも硝子管を取り換へることが出来る。水準計の蒸気罐に通ずる孔は小さく兎角湯垢等で塞がり勝ちである故、水準計の下部に附着して居るコックを開いて、一日に一回又は二回水或は蒸気を吹かして孔を掃除する必要がある。若し蒸気罐と連絡する孔が塞がつて居ると、偽りの水位を示す故水準計は必ず二個設備し、其の兩水位が一致して居れば偽りの表示でないことが出来る。若し兩水位が異つて居れば何れか一方は必ず誤りである。又テスト・コック (test cock) 又はトライ・コック (try cock) 三個を縦に並べて取り付け、中央のコックの位置を常用水面位置とする。此等のコックを随時開いて水が噴出するか、蒸気が噴出するかにより、水位の推定及び水準計の表示が偽りであるか、どうかを調べる。

此等のコックを随時開いて水が噴出するか、蒸気が噴出するかにより、水位の推定及び水準計の表示が偽りであるか、どうかを調べる。

#### 54. 蒸気罐附屬器

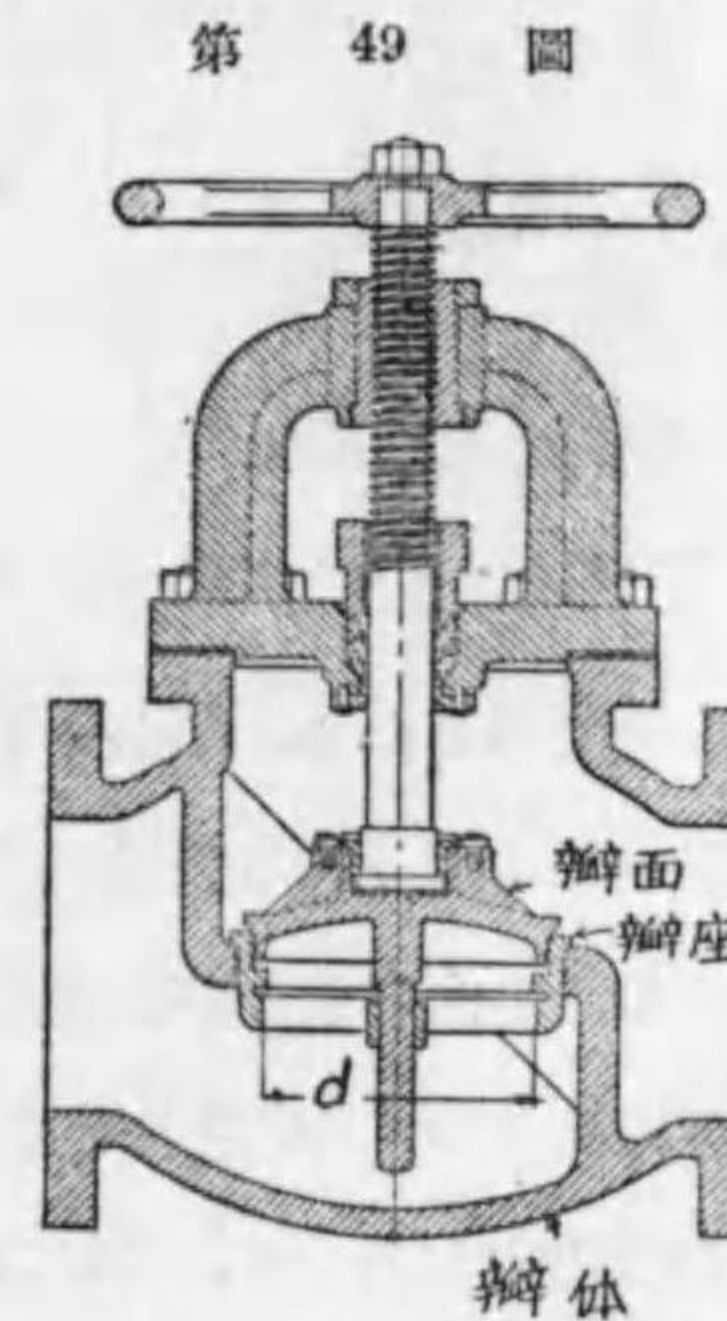
蒸気罐の附屬器としては、蒸気罐より供給する蒸気量を加減する止め瓣、蒸気壓力が規定より高くなるのを防ぐ安全瓣、蒸気罐に給水する量を加減する給水瓣、罐水の逆戻りを防ぐ給水逆止瓣、罐内の汚水を排出し、又必要あれば罐水全部を排出し得べき吹出し瓣又は吹出しコック等である。

#### 55. 止め瓣

止め瓣又は閉塞瓣 (stop valve) は水や蒸気の流れる量を加減し又は流通を全く遮断する爲めに用ひる。水又は蒸気用の 7cm 以下の小形の瓣は全部眞鍮で造るのが普通である。大形の瓣は瓣體を鑄鐵又は鑄鋼で造り、瓣面及び瓣座は眞鍮で造る。此の外冷水にはゴム混成品、温水にはバビット・メタル、過熱蒸気にはニッケル等が用ひられる。止め瓣の種類は色々あるが、形状の相違で區別すると次の通りになる。

##### 1. グローブ瓣 (globe valve) 第 49 圖

圖に示す様に外形球状を爲すものである。此の瓣は全開しても流動體は瓣内で屈曲するから、多少の抵抗がある。今瓣の直径を  $d$ 、瓣のリフト即ち上げる距離を  $l$  とすれば、流動體の流通面積は  $\frac{\pi}{4}d^2$  である。瓣が  $l$  丈昇つた爲めに生ずる流通面積は  $\pi dl$  である。此の兩者が等しくなれば宜しいから  $\pi dl = \frac{\pi}{4}d^2$  即ち  $l = \frac{d}{4}$  となる。蒸気管の途中に用ひるものは主に此の瓣を用ひる。



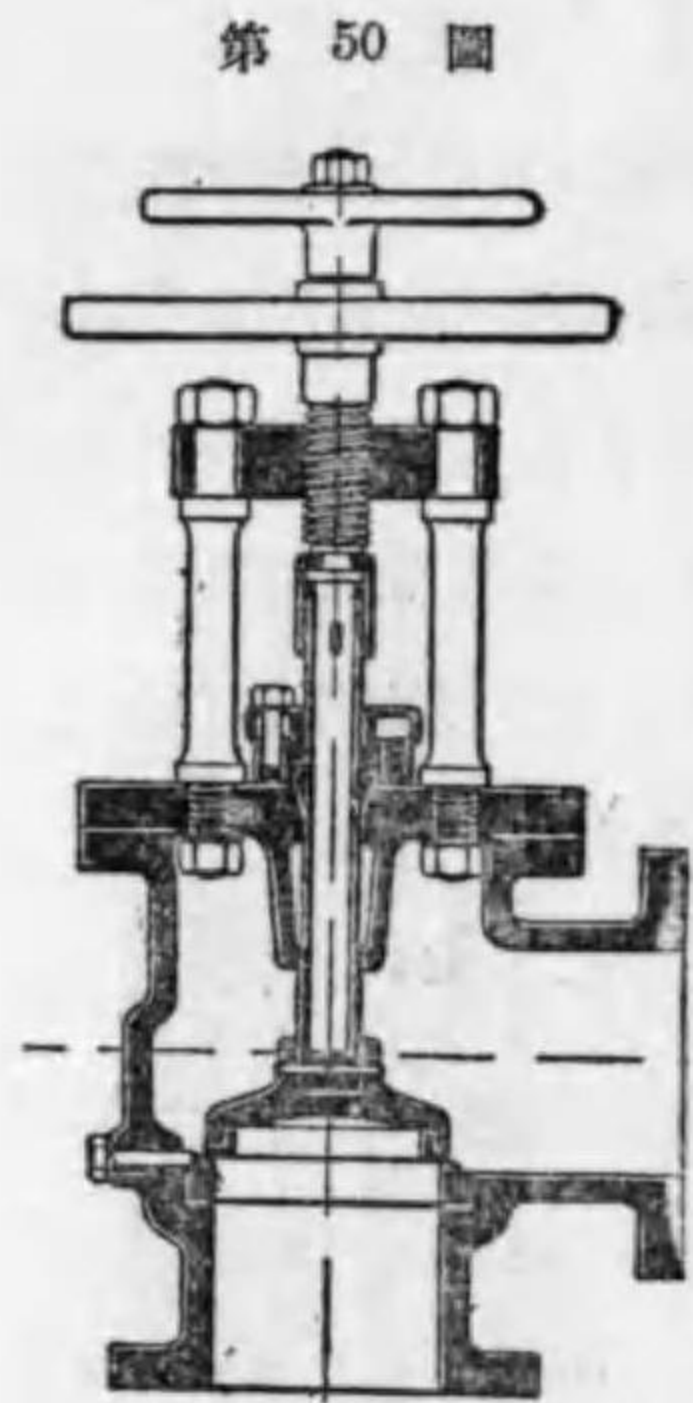
グローブ瓣の圖

##### 2. アングル瓣 (angle valve) 此の瓣

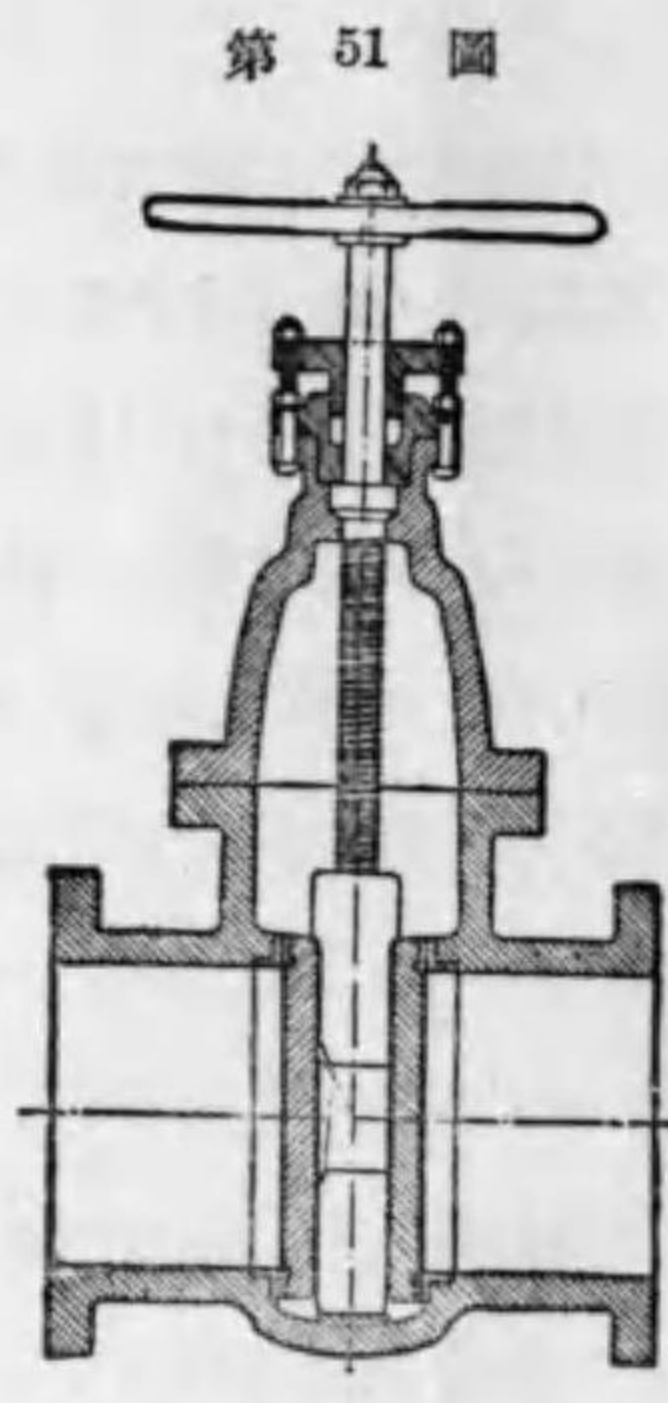
は入口及び出口が或る角度を爲して居るもの、即ち曲管と瓣との兩作用を兼ねるものである。第 50 圖はアングル・グローブ瓣の断面圖で、之れを蒸気罐の頂上に取付けて蒸気を蒸気管に導く。

3. ゲート・ヴァルヴ (gate valve) 此の瓣は遮断瓣とも云ひ、第 51 圖に示す様に、流動體を直角に遮断し、全開すると流動體は眞直に少しの





アングル・グローブ弁



堰止弁の圖

抵抗もなく流通する、依つて直流通弁 (straight way valve) の名がある。堰止弁 (sluice valve) も此の種である。

### 56. 安全弁

蒸気罐内の蒸気壓力が規定以上に高まると甚

だ危険であるから、斯かる場合に自動的に弁を開いて蒸気を逃がし、壓力を規定壓力迄下げる装置が必要である。此の目的に用ひられるものが安全弁である。大容量の蒸気罐に小さな安全弁を取り付けたのでは、蒸気壓力が急に高まつた時、之れを充分逃がし切ることが出来ない恐れがあるから、一定の規定があつて、夫れよりも小さな安全弁ではいけないことになつて居る。其の大きさは警視廳の規定によると次の通りである。

$$F = 15H \sqrt{\frac{1000}{Pr}}$$

F は弁の面積 mm<sup>2</sup>。 r は制限壓力に對する蒸気 1 m<sup>3</sup> の重量 kg

H は汽罐の傳熱面積 m<sup>2</sup>。 P は制限壓力 kg/cm<sup>2</sup>

又弁の面積を A cm<sup>2</sup>、火格子面積を G m<sup>2</sup>、絶對壓力を P kg/cm<sup>2</sup> とす

れば、次の公式もよく用ひられる。

$$A = 72 \times \frac{G}{P} \dots \dots \dots (12)$$

安全弁には重錘安全弁、槓桿安全弁及び彈條安全弁の三種がある。

#### 1. 重錘安全弁 (dead weight safety valve)

第 52 圖の如く弁の上に直接重錘を載せ、其の重さで弁を押へて居るもので、蒸気壓力が規定より高くなると、弁の下面に働く蒸気の力が重錘の重さよりも強くなるから、弁を自動的に開いて蒸気壓力を規定壓力迄下げる。重錘は數多の薄片より成るから、其の數を加減して規定壓力に適當する様にする。

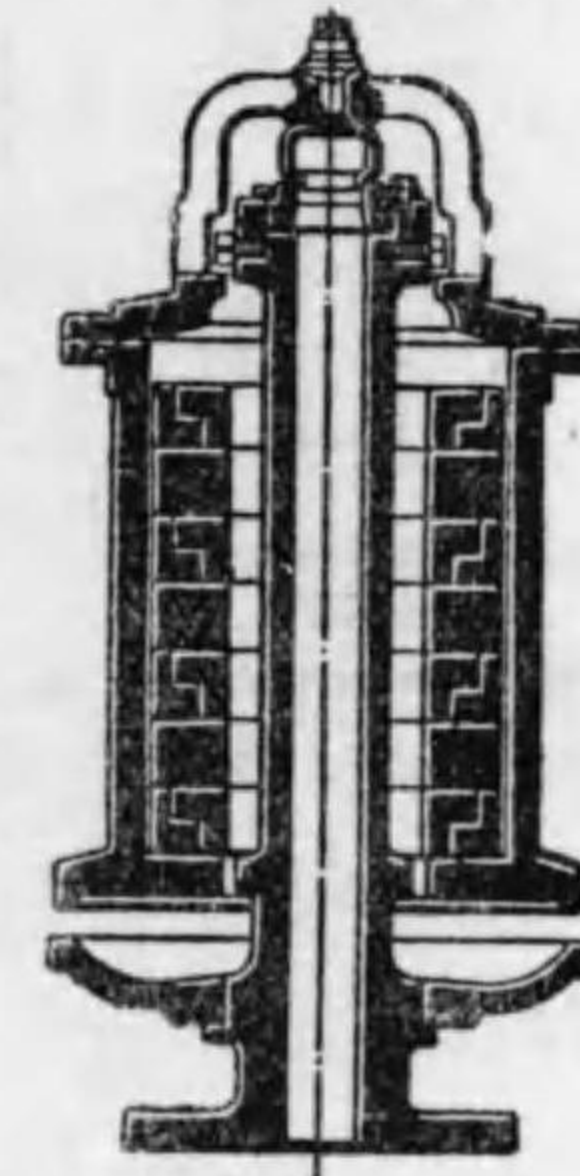
今蒸気罐の規定ケージ壓力を P kg/cm<sup>2</sup>、安全弁の直径を d cm とし、弁に關係する全體の重さを W kg とすれば

$$W = P \times \frac{\pi}{4} d^2 \dots \dots \dots (13)$$

に依つて W を求めることが出来る。W から弁自身の目方を差引いたものを W' kg とすれば、W' が弁上加へらるべき重さである。重錘に鑄鐵を用ひるとすれば、鑄鐵 1 cm<sup>3</sup> の重さは 0.007 kg であるから、重錘の容積は (W' ÷ 0.007) cm<sup>3</sup> とすれば宜しい。

2. 槓桿安全弁 (lever safety valve) 槓桿安全弁は第 53 圖の様に槓桿に重錘を懸けて弁を押へて居るものである。大型の蒸気罐では弁の面積を大きくする必要があるので、重錘安全弁では餘程の重さのある重錘が必要で、爲めに製作上及び取扱上不便である。然るに槓桿安全弁を用ひれば

第 52 圖

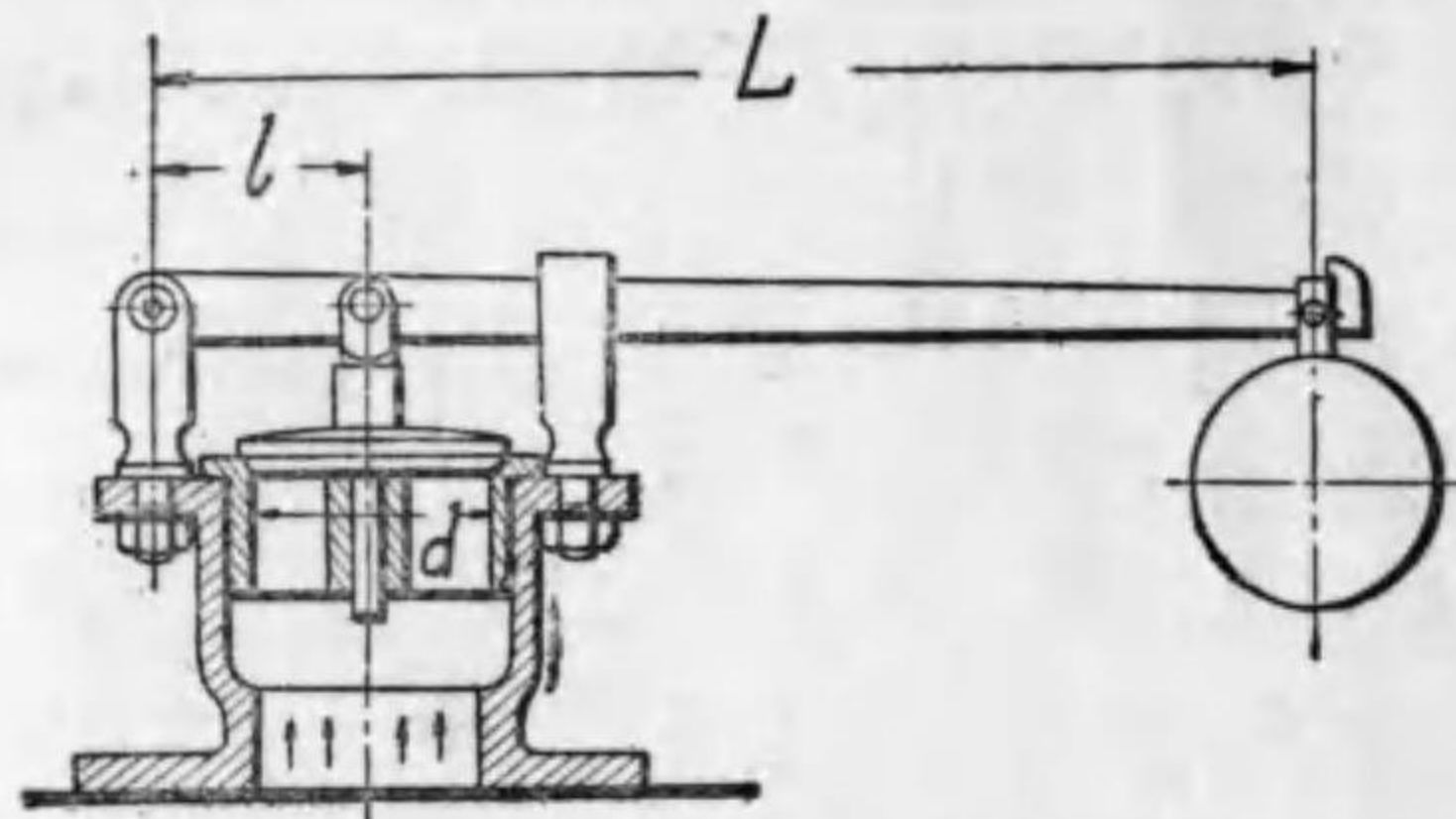


重錘安全弁の圖



槓桿の長ささへ長くすれば重錘は軽いもので宜しい。其上吹き出すべき

第 53 圖

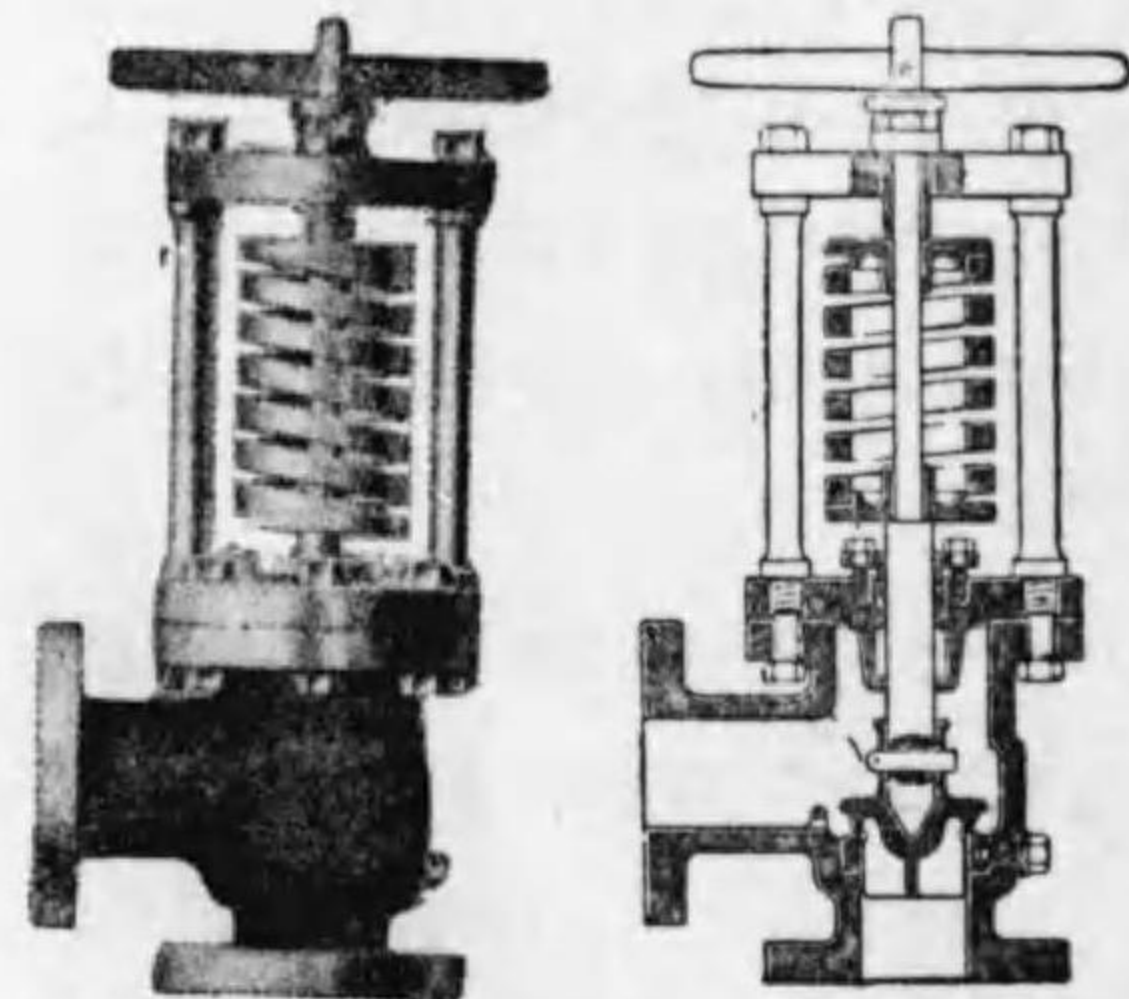


槓 桿 安 全 弁 の 圖

槓桿の支點中心線迄の距離を  $l$  cm, 弁の中心から槓桿の支點中心線迄の距離を  $L$  cm, 槓桿の支點中心線から重錘の重心線迄の距離を  $L$  cm とし, 弁及び槓桿の重さを考へに入れない時は, 重錘の重さ  $W$  kg は次の式で表はされる。

$$W = \frac{P \left( \frac{\pi}{4} d^2 \right) l}{L} \dots \dots \dots (14)$$

第 54 圖



彈 條 安 全 弁 の 圖

壓力を加減するには重錘の重さは其の儘とし只其の位置を変更すれば宜しい。蒸気罐の規定壓力を  $P$  kg/cm<sup>2</sup> 安全弁の直径を

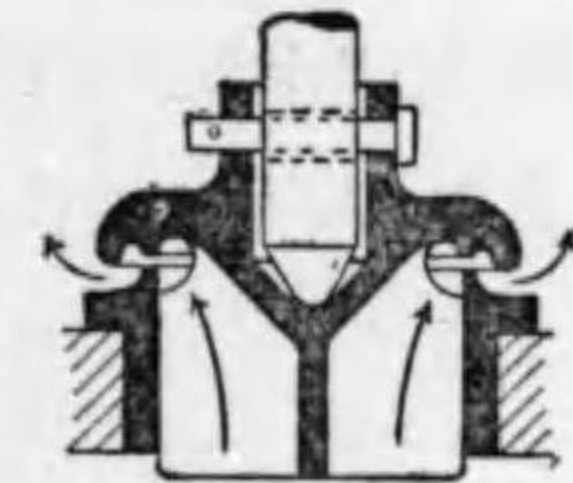
3. 彈條安全弁 (spring safety valve) 彈條安全弁は第54圖の様に彈條の力で弁を押へるもので, 機關車や船舶の様に動くものでは是非此の安全弁でなくてはならない。吹き出す壓力の調整は彈條の強さを加減するので, 彈條の強さは螺子を以て容易に加減することが出来るか

ら, 其の調整が甚だ樂である。此の爲め陸上罐にも盛んに用ひられる。

安全弁の彈條は高溫度の蒸気で吹き付けられれば, 燒きが戻る憂があるから, 吹き出す蒸汽に全然當られない様にし, 猶逃出蒸汽は廢汽管で適當の場所に導いて放出する。

壓力が高まつて弁を持ち上げれば, 彈條の作用する力が増す爲め, 弁の開きを遅緩にする。之れを防ぐ爲めに瓣面に唇 (lip) を造つて上部を廣くして置く。第55圖は安全弁の唇を示したものである。

第 55 圖

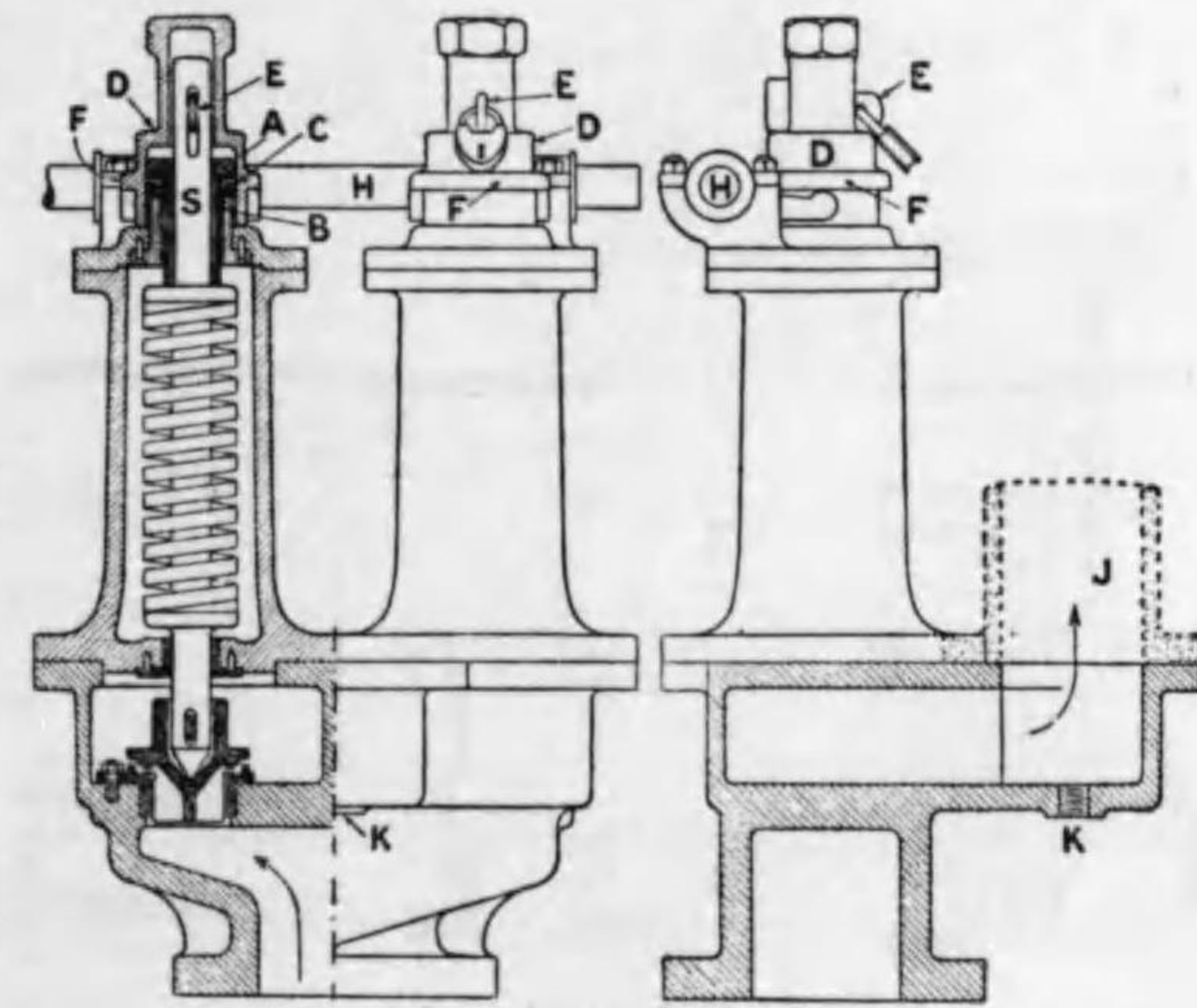


彈 條 安 全 弁 の 唇 の 圖

第 56 圖は船用型安全弁で, 安全弁が二個並んで設備されたものが, 一つになつて蒸気罐に取付けられてある。検査官立會の上安全弁を規定壓力に調整し, 之れを封鎖することがある。安全弁の封鎖は調整することの出

第 56 圖

來ない様にする  
ことで, 第56圖では調整部へ帽子Dを被せ, 帽子と瓣桿Sとの間に楔栓Eを挿入し, 他端に鍵を取り付け, 之れに錠ををろし, 楔栓を何れへも抜くことが

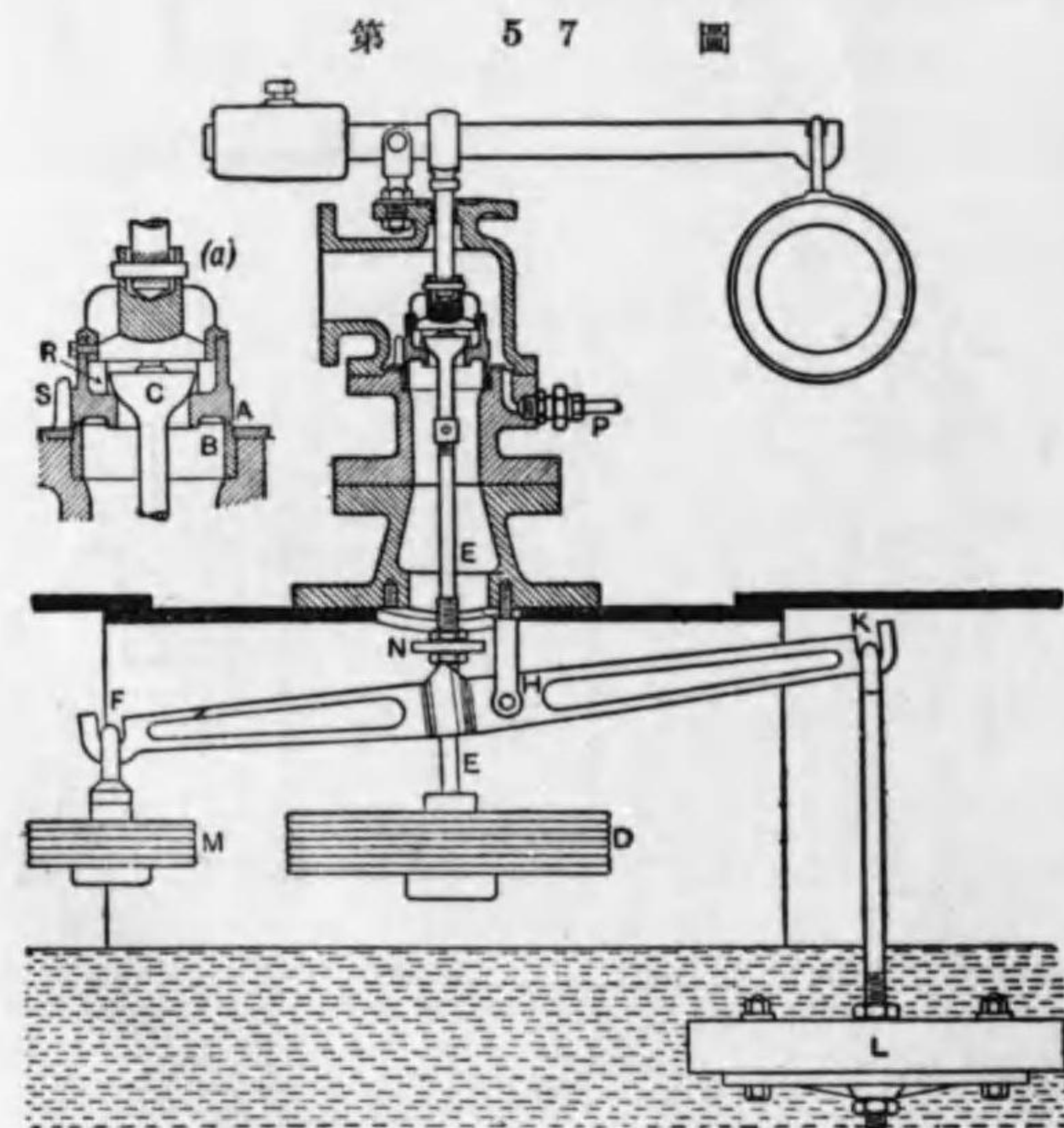


船 用 型 安 全 弁 の 圖



出来ない様にする。帽子を取らなければ安全弁の弾條をしめることが出来ないから、是れで封鎖が出来たのである。

安全弁は時としては弁が弁座に固着し働が鈍くなることもあるから、折々手を以て弁を押し開き蒸気を吹かすことが肝要である。第56圖のHは手を以て弁を押し開く装置、帽子の頭が六角になつて居るのは、それにスパナを掛け、帽子を廻すと弁桿S及び弁が廻つて、弁が弁座に固着するのを防ぐ爲めである。安全弁が萬一其の作用を爲さない時には、非常に危険であるから、大きな蒸気罐は二個設備する規定である。安全弁は規定壓力より $0.2\text{kg/cm}^2$ 位高まつた時に働する様に調整するのが普通である。



減水警報器の圖

### 57. 減水警報器

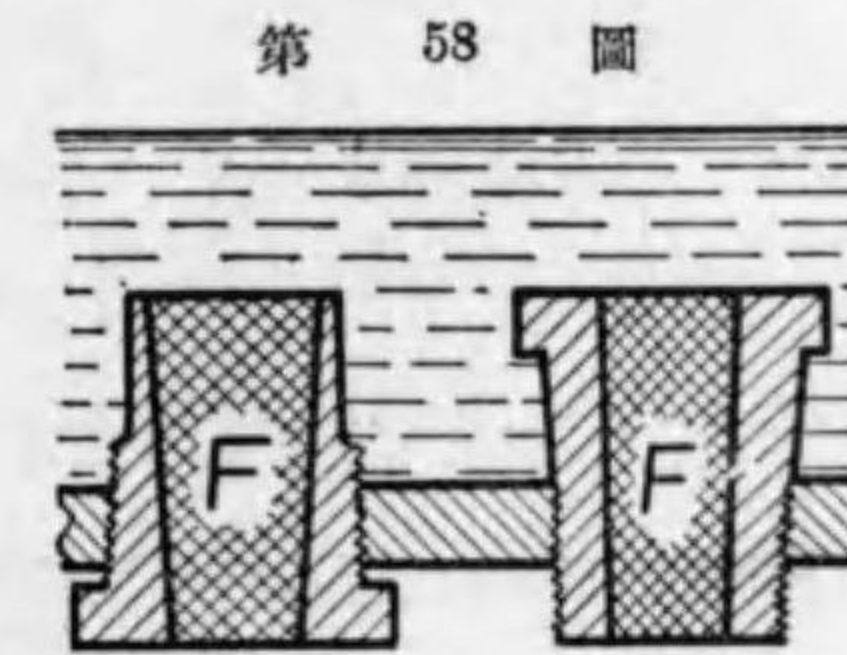
コーニッシュ罐又はランカシャー罐は水準計を見て人手で給水するものであるが、火夫が油断して居る間に水面が降つて一定度を超すと、爐筒を押し潰し、危険を醸す憂が

ある。此の様な場合に水面の降下を自動的に知らす爲めに、減水警報器 (low-water alarm) を設備する。

第57圖は減水警報器と槓桿安全弁とを組み合わせたものである。蒸気罐内に槓桿FKを横置にし、其の支點をHとする。槓桿の兩端F及びKに夫々重りM及び浮子Lをかけ、浮子が水中に沈んで居る間は、浮子Lの重さと重りMの重さとが釣り合つて、装置全體が普通の槓桿安全弁と同一に作用する。又罐水が減少して浮子が水面上に露出すると、浮子の重さが段々に増す爲め、槓桿の左端が昇り、突起Mで弁桿Eを押し上げ、爲めに弁が押し上げられるから、是れより蒸気を吹き出し、其の際發生する音で減水を知らせる。

### 58. 融解栓

火室又は燃焼室の天井板に融解栓 (fusible plug) を捻じ込んで罐水の減少を知る手段としたものがある。第58圖は融解栓の一種を示し、F部に低温度で融解する金屬を填めて置くと、減水の爲めに先づ栓の部が水面上に露出し、火室又は燃焼室の熱の爲めに融解金屬が熔けて蒸気が火室内に噴き出し、火を吹き消すと同時に減水を警告する。



融解栓の圖

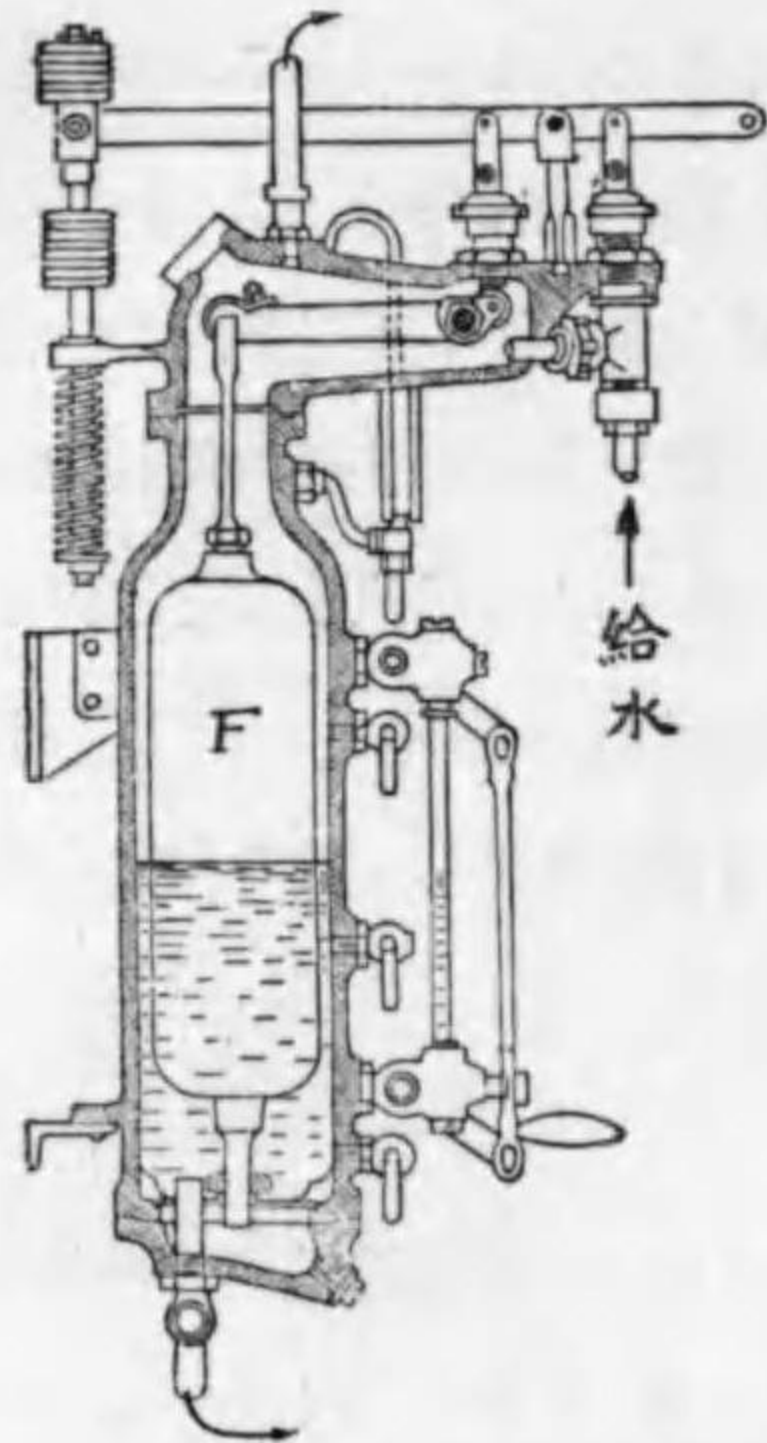
### 59. 水準調整器

コーニッシュ罐又はランカシャー罐の様に多量の罐水を保有するものでは、水準計を見て人手で給水を加減しても差



支ないが、水管罐の様には罐水が少量であるものでは、少しの油断でも水面

第 59 圖



が急に下降して危険を醸すことがある。依つて水管罐では概ね水準調整器 (feed water regulator) を備へ付けて自動的に水量を調整する。其の構造は浮子を罐水に浮かばせ、これが水面と共に上下する運動を利用して給水弁を開閉し、給水を送つたり、断つたりして罐内の水量を一様にする。第 59 圖はベルヴェール水準調整器で、浮子 F の上下に依つて給水量を加減する。

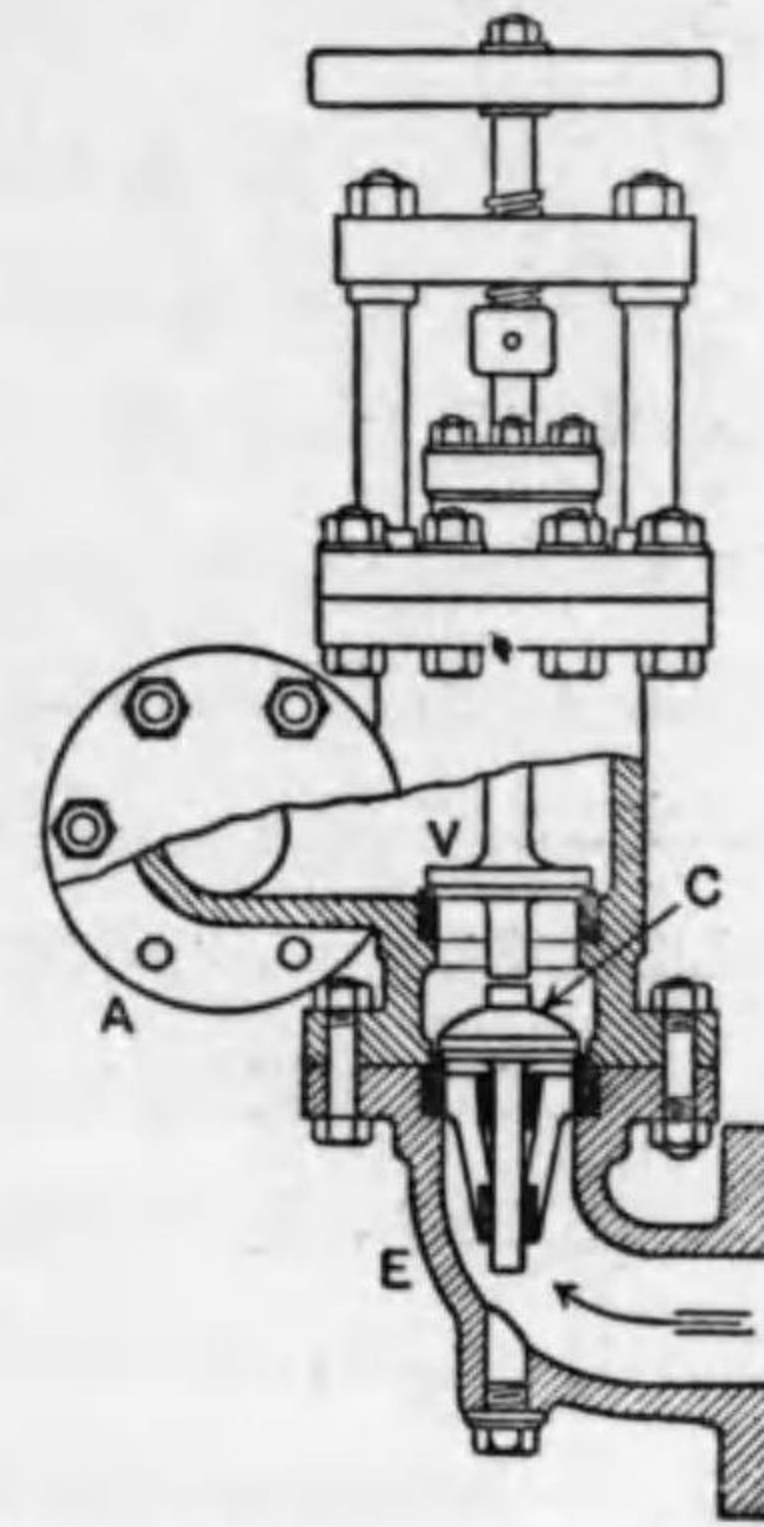
60. 逆止め弁

給水管が蒸気罐に連る所には給水逆止め弁 (feed check valve) を備へる。第 60 圖 C 部が逆止め弁

ベルヴェール水準調整器の圖 である。此の圖のものは上部に止め弁を備へる。給水ポンプで蒸気罐に給水を送り込む時は、其の壓力で弁 C を押し上げて罐内へ給水を通じ、ポンプの運轉を止めれば罐水の壓力で弁 C を閉ぢて、罐水が給水管へ逆流するのを防ぐ。ハンドル H を廻せば弁 V の延長の心棒が上下する故、弁 C の上る高さを適當に加減することが出来る。弁が餘り高く上ると、押し下げられるとき強く瓣座を敲いて其の接觸面を損傷する憂があるから、先づ 4mm 位が適當である。若し逆止め弁の接觸面が損傷すると罐水の幾分か逆流する。其の際は C 瓣からポンプに連る管が罐水の爲めに温められるから判る。一般に逆止め弁の接觸面は損傷し勝ちであるから、屢々瓣の磨り合せ

をすることが必要である。第 60 圖のものは蒸気罐運轉中でも弁 V を閉めて、E 部を取り外し C 瓣の磨り合せをすることが出来る。但し斯る作業をする前には、蒸気罐に少し多く給水して置くことが必要である。

第 60 圖



給水逆止め弁の圖

一箇所で低温度の水を罐内に送り込むと、其の附近の罐水の温度が降り、罐板の膨脹が不同になつて、無理の歪を起し、罐水の漏洩等を起すことがあるから、給水管の先端は罐内に深く入り込ませ、之れに多数の小孔を穿ちて給水を廣く罐内に分配する。此の管を給水分配管と云ふ。

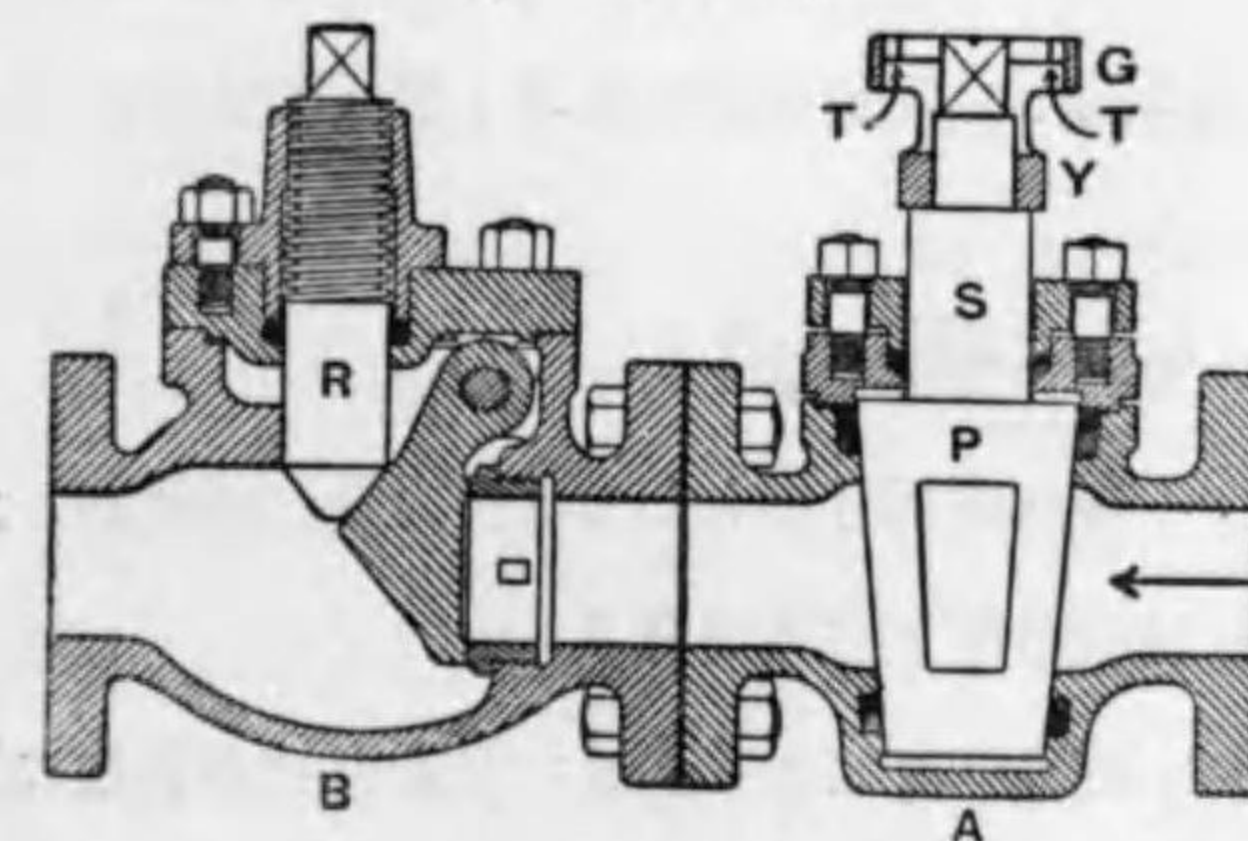
61. 吹出コック

吹出コ

ック (blow-off cock) は掃除及び検査の

爲めに罐水全部を排除し又は罐内に溜つた塵埃、泥沙等の沈澱物を罐水と共に吹き出す爲めに用ひるコックである。泥水の排除は急速に開閉した方がよいから、吹出しには主にコックを用ひる。數

第 61 圖



吹出コックの圖



個の蒸気罐が共通排除管に連絡するときは、各罐の吹出コックに**隔離弁** (isolating valve) を備へ、一罐が検査し居るとき、他罐の吹出しに依つて其の罐に罐水の流入するを防ぐ。第 61 圖は吹出しコック A に隔離弁 B を連結したものである。P はコック栓で、其の柄 S の頂部に箱スパナを入れ、之れを旋廻してコックを開閉する。スパナを入れる所に警戒金具がコック體に取り付けてあつて、コックを正しく閉じた位置でなければスパナを抜き出すことが出来ない様になつて居る。依つてコックの閉ち方が不完全の爲め、罐水が知らない間に漏出する様なことが起らない。汚水を吹出すときは吹出コックは全開し、吹出す量は隔離弁のネジ棒 R を上げ下げして加減し、コックが汚水噴射の爲めに損傷しない様にする。一體吹出コックは高壓、高温の水に接し、しかも不純物の溜つて居る所に設備するものであるから、従つて腐蝕が甚だしい。依つて腐蝕に堪へる材料で特別丈夫に造ることが必要である。猶火焰に觸れない様にする。

給水の不純物の中には水の表面に浮ぶものがある。油や塵などは此の分である。此等を**浮泡** (scum) と云ひ、之れを排除するコックを**表面吹出コック** (surface blow-off cock) 又は**浮泡コック** (scum cock) と云ふ。此の分に對し前者を**底部吹出コック** (bottom blow-off cock) と云ふ。

## 62. 摘要

1. 蒸気罐用計器としては**壓力計**、**通風計**、**水準計**、**水量計**、**蒸気流量計**、**寒暖計**等が必要である。
2. 壓力計には**ブールドン管壓力計**が普通に用ひられる。
3. **U字管通風計**は最も簡單で普通であるが、通風力の僅かの違ひでは

読み難いから、其の差を擴大する爲め色々の企てがある。

4. 蒸気罐取付部分品としては**止め弁**、**安全弁**、**給水逆止め弁**、**吹出コック**等が必要である。
5. 吹出コックには**底部吹出コック**と**表面吹出コック**の二つがある。
6. 止め弁には**堰止め弁**、**グローブ弁**、**アングル弁**等の種類がある。
7. 安全弁には**重錘安全弁**、**槓桿安全弁**、**彈條安全弁**の三種がある。
8. 罐水が減少して一定度を超すと危険であるから、**減水警報器**を設備し又は**融解栓**を取付けて、減水を知らせる仕組となつて居るものがある。
9. 水管罐には**水準調整器**を設備して、罐内水面の高さを一定にしたものが多い。



## 第 五 章 石 炭 の 取 扱 及 び 燃 燒 装 置

**63. 給炭法** 石炭を火格子上に供給することを給炭 (stoking) と云ひ、之れに手焚き (hand stoking) と機械給炭 (mechanical stoking) との二つがある。手焚きは石炭をシャベル (shovel) で掬つて、人手で火格子上に投げ入れるもので、機械給炭は給炭機 (mechanical stoker) を用ひて、石炭を機械仕掛で給炭するものである。船舶や機關車用蒸気罐は主に手焚で、陸上用殊に大容量發電所用蒸気罐は給炭機を用ひる。以上の外石炭を粉末状態に粉碎して燃焼する方法即ち粉末炭燃焼装置 (pulverized coal firing system) がある。石油産出地方、船舶殊に軍艦は蒸気罐用燃料として重油を焚く。燃料の種類に従つて爐の形及び焚き方が違ふ。

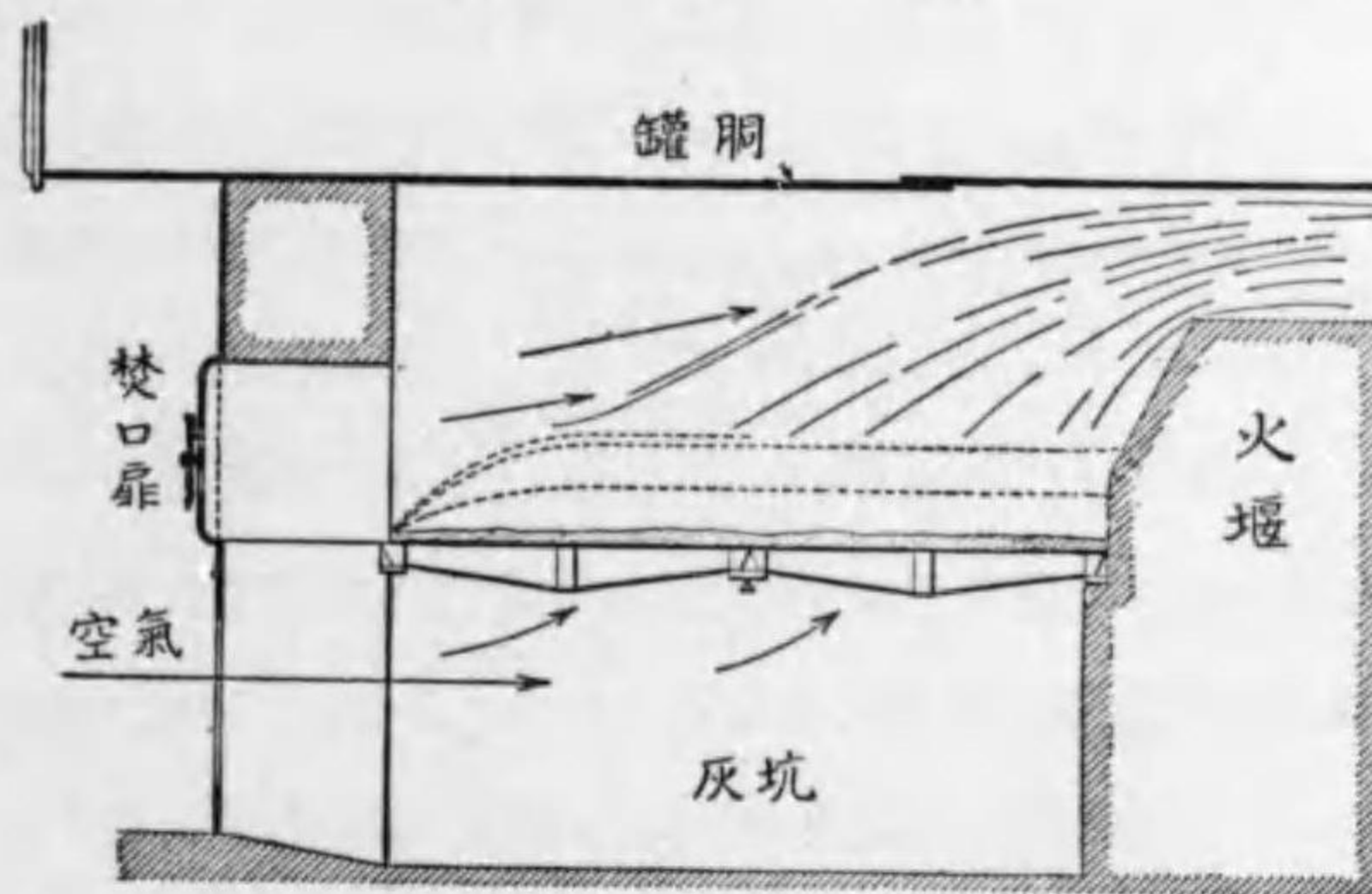
**64. 石炭の燃焼有様** 第7節で述べた様に蒸気罐に用ひる石炭は主として有煙炭である。粘炭を焚くときは炭片互に結合して密なる骸炭を形成し、火格子の目を塞ぎ通風を妨げ、延ては火格子棧を燒損する虞がある。依つて時々注意して火を掻き交ることが必要である。不粘炭は此の手数を要せない。三池炭は粘性が著しく、唐津炭は粘性が少い。但し粘性の有無のみで石炭の品質が定まるものではなく、之れを燃やす時に發生する熱量及び跡に残る灰の多少、其の性質にも大に關係する。磐城炭は粘性は少ないが、發熱量が少くて灰分が多いから劣等炭とされて居る。

石炭が燃えて出來た灰燼が高温度に會ひ、熔融し冷所に流れ出で互に凝結するものがある、之れを灰燼凝結 (clinkering) と云ひ、此の種の悪性ものは火格子棧に固着し、通風を害し給炭機を破損する等の悪影響を起す。此の結果は粘性炭の影響と相似て居るが、兩者は全く別物であるから混同してはならぬ。

煉炭 (briquette) は炭山等で石炭取扱ひの際に出來た粉炭 (coal dust) を型の中に入れ、機械仕掛で強く壓迫して一定の形に固めたものである。壓迫した丈で固らないものは型に入れる前にビッチを交ぜて粘着性を與へる。粉炭其の儘では蒸気罐に焚くに不便であるが、煉炭にすると燃え具合もよく、貯藏に便利で船舶に賞用される。

有煙炭が燃焼する順序は、石炭が熱を受けると先づ石炭中の水分が蒸發し、石炭の温度が燃焼温度に昇る。此の際盛んに揮發分を蒸發する。此の作用中は石炭が熱を吸收して爐の温度が降る。揮發分は主として炭化水素

第 62 圖



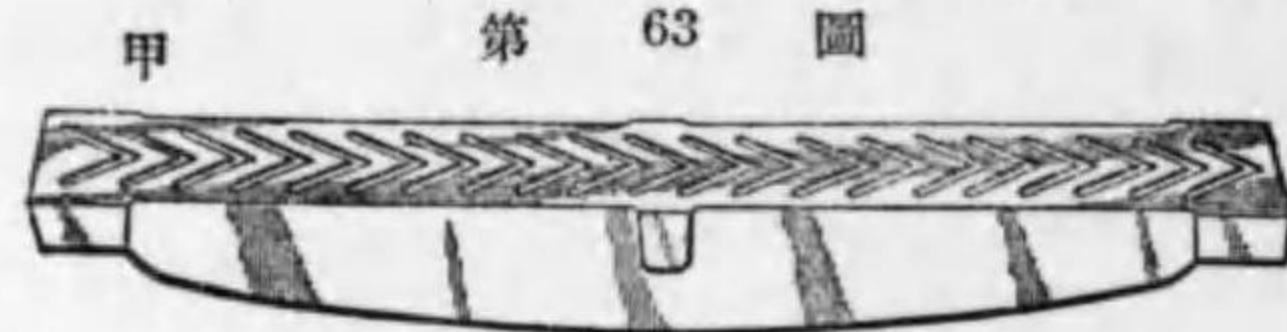
石 炭 燃 燒 の 有 様 を 示 す 圖



であるから高温度の空気に會へば燃焼する。若し寒冷の空気に會へば揮發分は煙の儘で立ち去り多大の損失を來たす。温度が高くとも空氣量が不充分であると遊離炭素粉、水素、 $CH_4$  等に分解し、之れが再び高温度の充分の空気に會へば完全燃焼するが、寒冷の空氣なれば炭素粉は煤となつて各所に附着堆積する。依つて有煙炭を完全に燃焼させるには、耐火煉瓦で圍んだ燃焼室が必要である。火格子上に残つたものは骸炭分及び鐵物質で、骸炭は固體の儘で、煙を出さずに燃焼し、鐵物質は灰として残留する。第 62 圖は石炭が火格子上で燃焼する有様を示し、爐の構造は石炭の種類に依つて燃焼の有様を能く考へて設計すべきである。

### 65. 手焚用火格子

手焚用火格子は焚口の下に横置にした目なし板 (dead plate) と後方の火格子棧受けとの間に、第 63 圖甲及び



乙 火格子機 の 圖

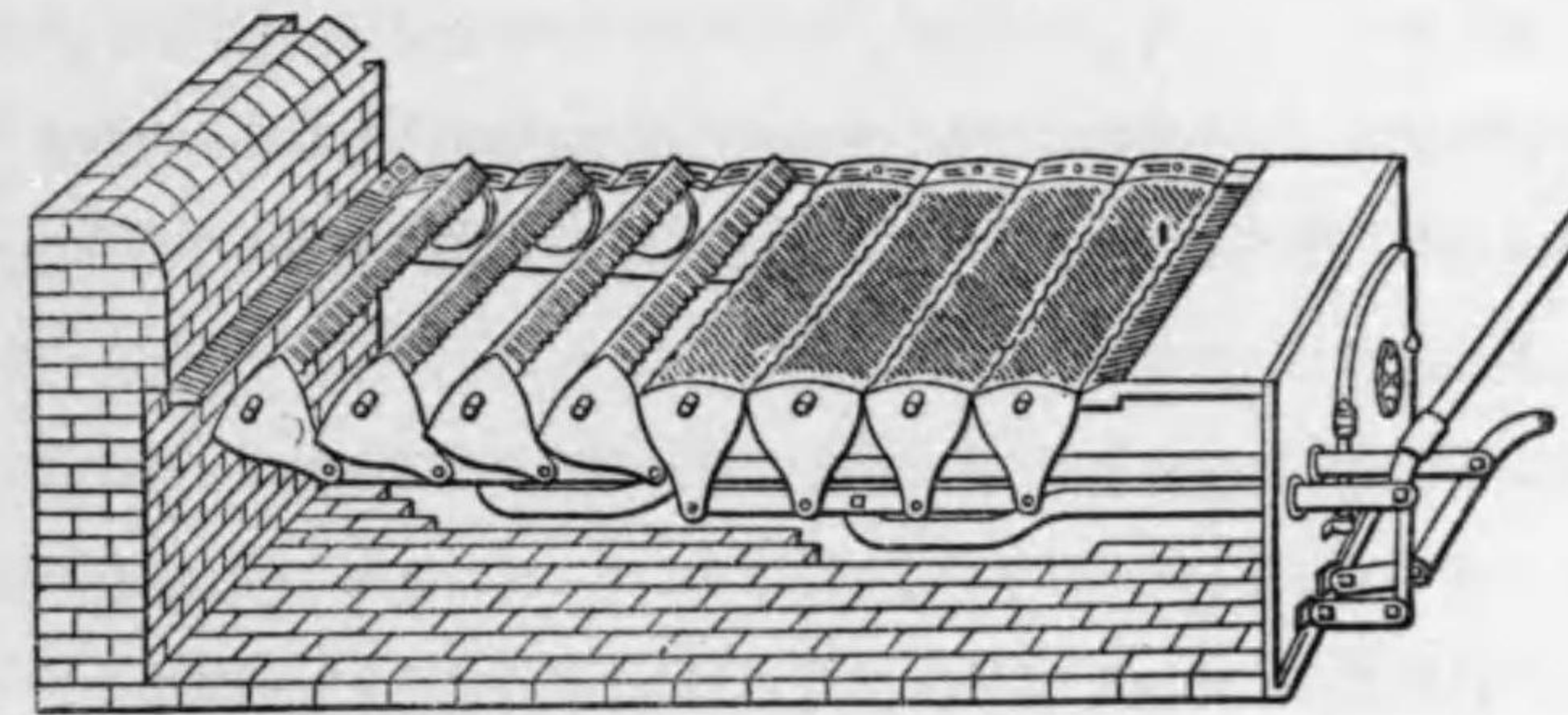
を造る。火堰の役目は燃料及び灰燼を火格子の後方に落さない様にする事、火焰を蒸気罐の加熱面に能く接觸せしむること、爐の上部に設備しある耐火煉瓦アーチと共に爐の温度を一定の高温度に保たしめることである。棧の間に 12 乃至 25 mm の間隙を設け、燃料に必要な空氣を此の間隙より

乙の様な鑄鐵又は鑄鋼で造つた多數の火格子棧 (fire grate bar) を並べたものである。火格子は後方に少しく傾斜させ、後端に耐火煉瓦を少し積み上げ火堰 (fire bridge) を造る。

入れる。空氣間隙の合計面積は火格子全面積の 30% 乃至 50% となすのが普通である。

以上は普通の火格子であるが、第 64 圖の様な震動火格子を用ひること

第 64 圖



震動火格子の圖

がある。此の火格子は特種の形の火格子棧より成り、罐前より槓桿其の方法で各棧片を震動し、火格子若しくは熔滓が生ずるに従ひ、随意に而も容易に之れを灰坑中に震ひ落すことが出来る。此の際特に注意を要することは、灰と共に燃焼し切らない石炭が灰坑中に落ち易いことで、之れが此の火格子の缺點である。

### 66. 石炭の焚き方

火格子上の石炭層の厚さは石炭の品質、其の塊の大小及び通風の強弱等で違ふが、普通 10 cm (4") 乃至 15 cm (6") である。概して云ふと、石炭層の厚い方が爐の温度が高くなつて煙の燃え具合が宜しい。併し粘性炭は燃焼中に結合して通風を塞ぎ、又粉炭は其の間を風が通り難いから厚く焚く譯には行かない。押込通風 (第 82 節



参照)を用ふるときは一般に石炭を厚く焚く。

火格子の上に石炭を注ぐには、一般に手前の方を厚くして先の方を薄くするが宜しい。これは手前の層から出る煙が、火格子の上を過ぎて先方に行く際に、下方から熱せられてよく燃えるからである。

石炭は少しづつ何回も注ぐ方が、石炭の燃え方がよくて煙の出方が少い。船用罐若しくは汽車罐では、1分間乃至2分間置きに石炭を罐に注ぐのであるが、陸上罐では火夫の労力を省く爲め、3分間乃至5分間置きに可なり餘計づつ注ぐのである。

石炭を注ぐ際に焚口を長く開けて置けば、外から寒冷な空気が爐内に進入し、爐の温度を下げ、効率を悪くするから、石炭を注ぐには手早くし、注ぎ終れば直ちに焚口扉を閉めて空気の進入を防ぐことが必要である。

蒸汽罐で永く火を焚けば、灰分が火格子の上に溜つてしまうから、數時間毎に灰分を悉く外に掻き出すか或は火格子の目から下方に突き落して、其の全面を掃除することが必要である。之を罐換 (cleaning) と云ふ。此の時は火格子の先方に少しばかり火種を残して残部を掻き拂ひ、然る後火種を火格子の全面に擴げ、其の上に少しづつ新に石炭を注ぐのである。

## 67. 給炭機

自動的に石炭を供給して燃焼する機械を給炭機 (mechanical stoker) と云ひ、陸上蒸汽罐は大概之れを使用する。給炭機使用の手焚きに優る點は次の通りである。

1. 熟練な火夫を要せないばかりでなく、少人數で足りる故従事員の費用を軽減し得ること。
2. 燃料が間斷なく少しづつ火格子に供給され、之れが圓滑に運動して

燃焼するから、手焚きでは使用出来ない粉炭や、比較的惡質の石炭を用ひることが出来る。

3. 爐内の温度が一定に保たれ、秩序よく燃焼するから完全燃焼をなし、従つて燃料の消費が少ない。

4. 常に完全燃焼するから煙突から煙が出ない。

給炭機使用の手焚きに劣つて居る點を擧げて見ると

1. 給炭機の構造は複雑である故、火夫の不注意、熔滓等の爲めに破損しない迄も不工合になり易きこと。

2. 前記の理由から修繕が屢々である。而も古きもの程此の傾向が増し、費用が嵩む。

3. 給炭機は相當の價格であるから、設備費が増加する。猶容量が大きくなれば自動運炭装置を添加する故、一層設備費が高くなる。

## 68. 自動給炭機の分類

給炭機は極めて其の種類が多く、判然たる區別の付け難いものもある。大別すると次の四種類になる。

1. 鎖床給炭機 (chain grate stoker)
2. 下方給炭機 (under feed stoker)
3. 階段給炭機 (step grate stoker)
4. 搖動給炭機 (rocking feed stoker)

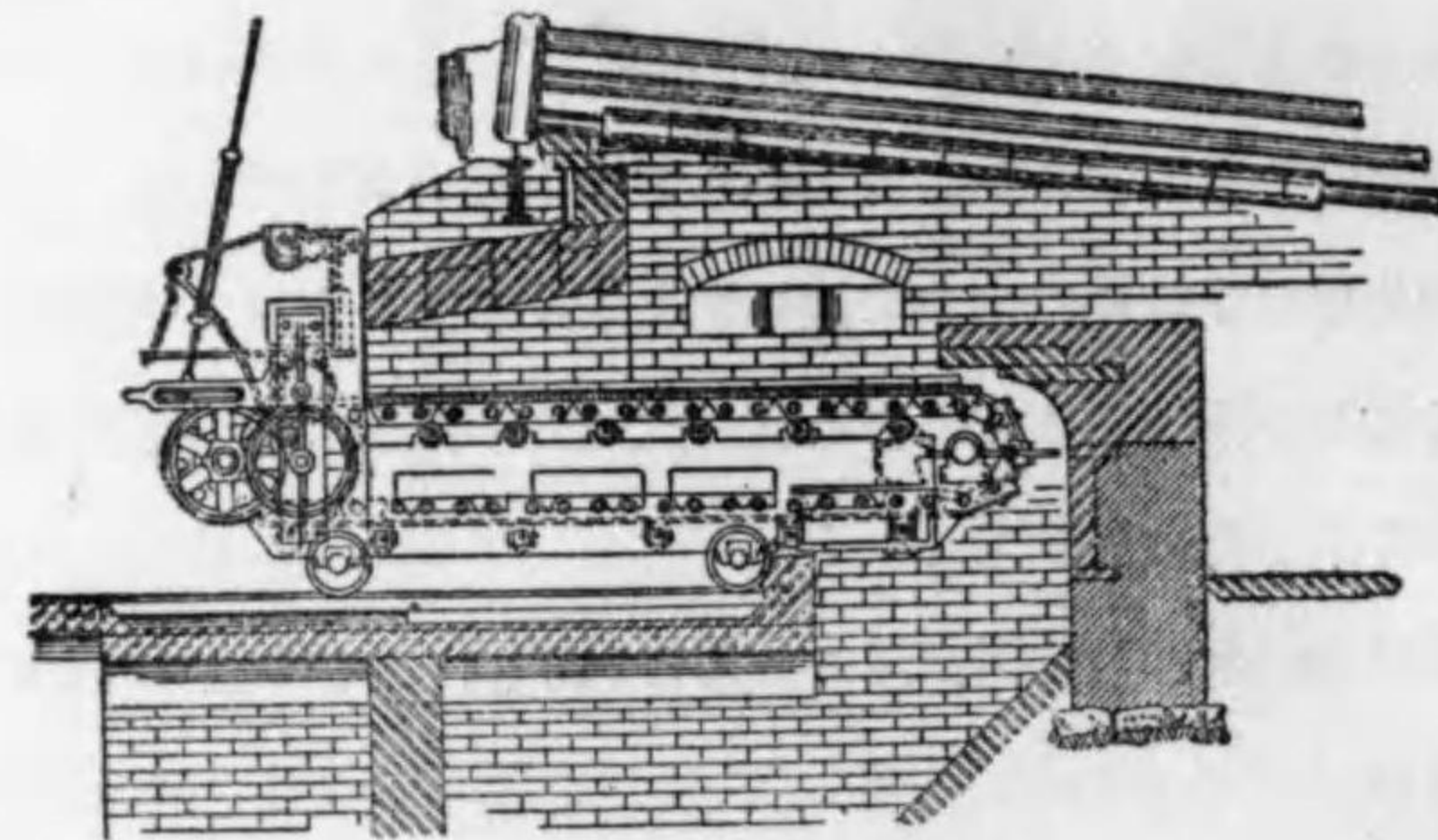
## 69. 鎖床給炭機

鎖床給炭機は短き棧を終りなき鎖帶狀に組立て前後兩端に設備した上鎖車に掛け、石炭は此の鎖上を燃えながら後方に進むものである。パブコック・エンド・ウォルコックス、グリーン、



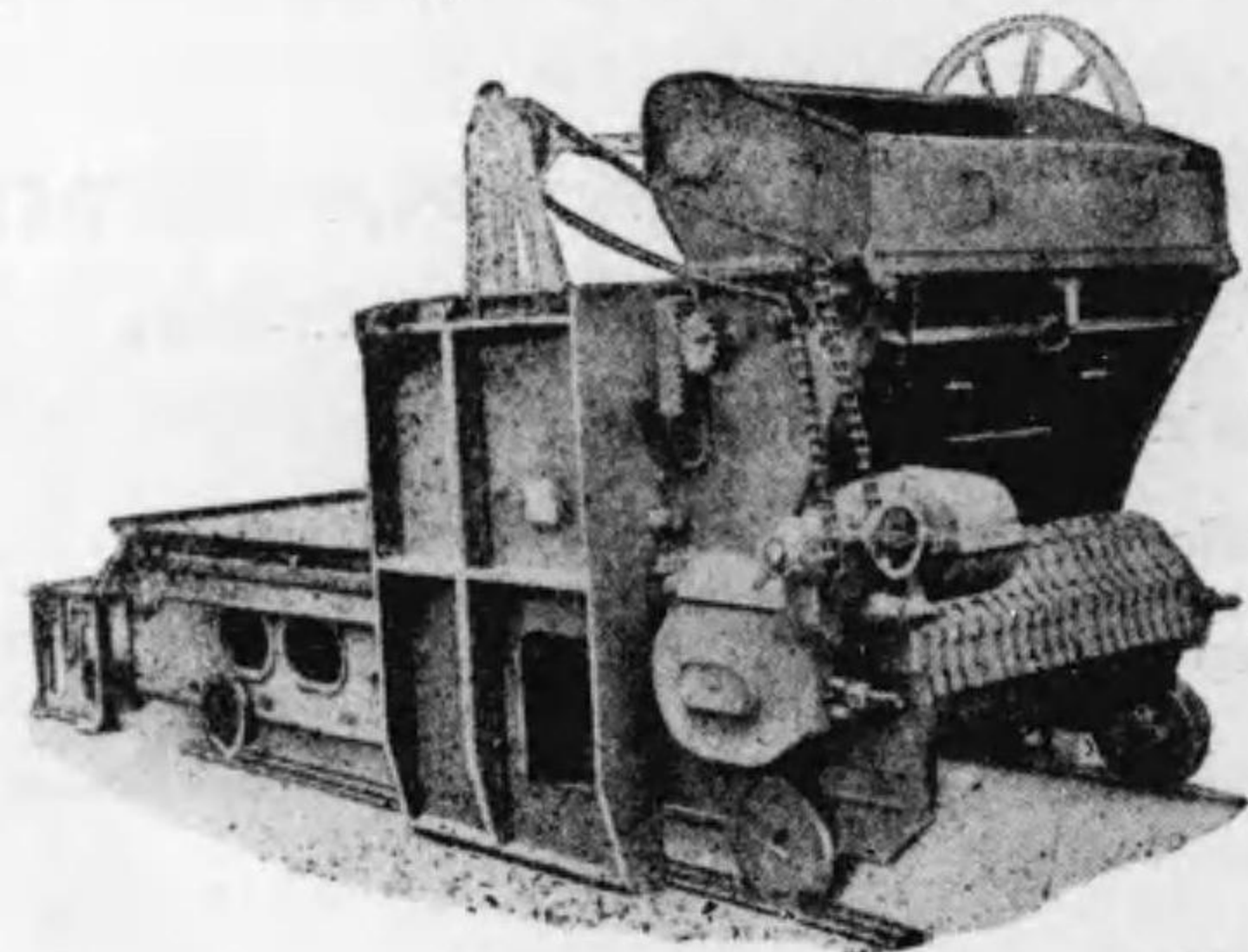
ウェスチングハウス給炭機等がある。第 65 圖はバブコック會社の鎖床給炭機で鎖床を運轉する速度は負荷の多少、炭層の厚み、通風の強弱等に從

第 65 圖



鎖床給炭機の圖

第 66 圖



鎖床給炭機を引き出したる圖

故、故障の場合には容易く之れを引出して修繕することが出来る。第 66 圖は給炭機を引出したものを示したもので、鎖車を動かすには小形の往復

ひ、5 段又は 6 段に加减することが出来る。其の速度は火格子の長さで異なるが大體最小一時間に 3 m, 最大 13 m 位である。給炭機は一個の框で支へられ、之が軌條の上にある

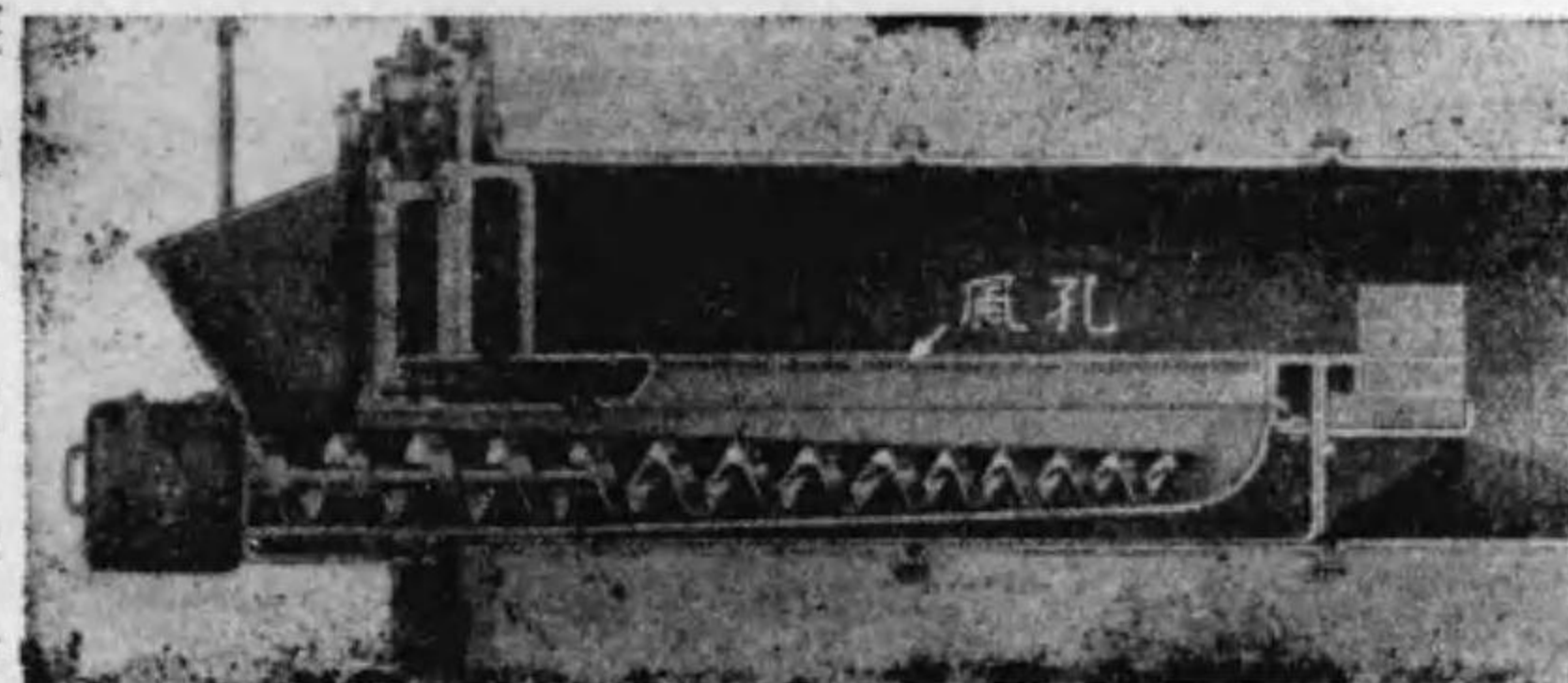
動汽機其の他の動力から中間軸を運轉し、中間軸より鎖帯で動かす様にしてある。大型の分は各給炭機に電動機を取り付け、齒車仕掛に依つて鎖車を動かし、其の中間にカム軸を備へ、其の軸を移動することに依つて速度を調整する。鎖床給炭機は粉炭でも差支なく、炭種の選擇が自由である。以前は此の式のものゝ過負荷に働かせることが出来なかつたが、近時分割型 (compartment type) が出来、通風を各分割によつて調整するから、下方給炭機にも劣らない様になつた。

### 70. 下方給炭機

下方給炭機は推炭機又は螺旋の仕掛けで、生石炭をレトルト中に押し込み、燃えつゝある石炭層の下方より生石炭を送り込む装置で、生石炭から蒸溜される瓦斯は上に乗れる高熱骸炭層を通過して完全燃焼するものである。第 67 圖は螺旋を以て石炭を送り込む下方給炭機をラ

第 67 圖

ンカシャー罐の焰筒内に設備した所を示し、第 68 圖はジョーン氏 (Jones's) の下方給炭機を示



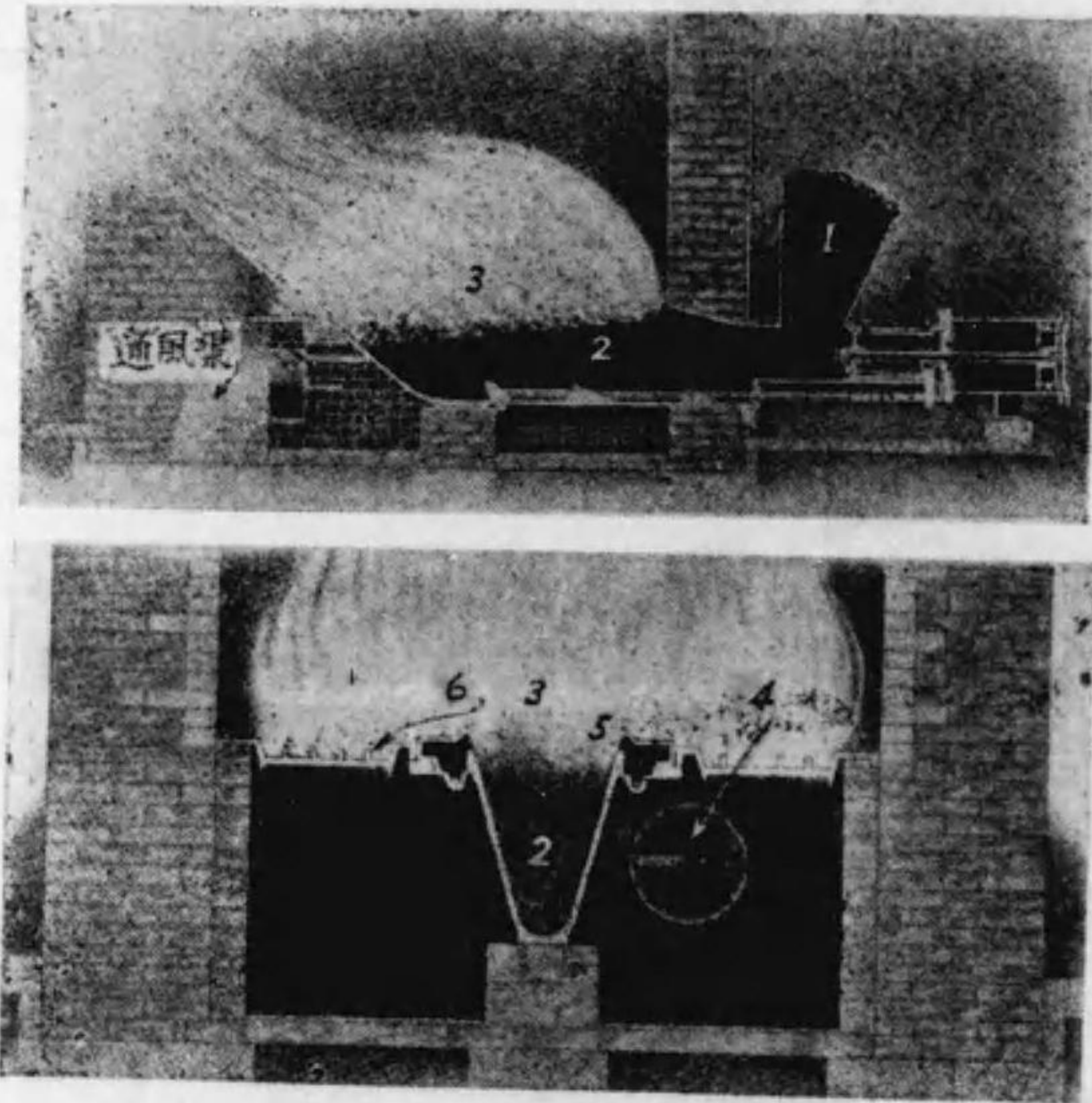
下方給炭機の圖

し、給炭函 1 に供給された石炭は 2 なる給炭路を経て火格子に擴がり燃える。3 は盛んに燃えて居る所で此の部は殆んど骸炭である。此の燃焼熱で下部の生石炭が乾留される。4 は送風渠で 5 なる間隙は燃焼に必要な通風



を爲す所である。斯く石炭は火格子面に出る前に大部分熱を受け將に燃えようとして居る故、急に負荷の増加した場合には直ちに之れを火格子面に

第 68 圖



甲

乙

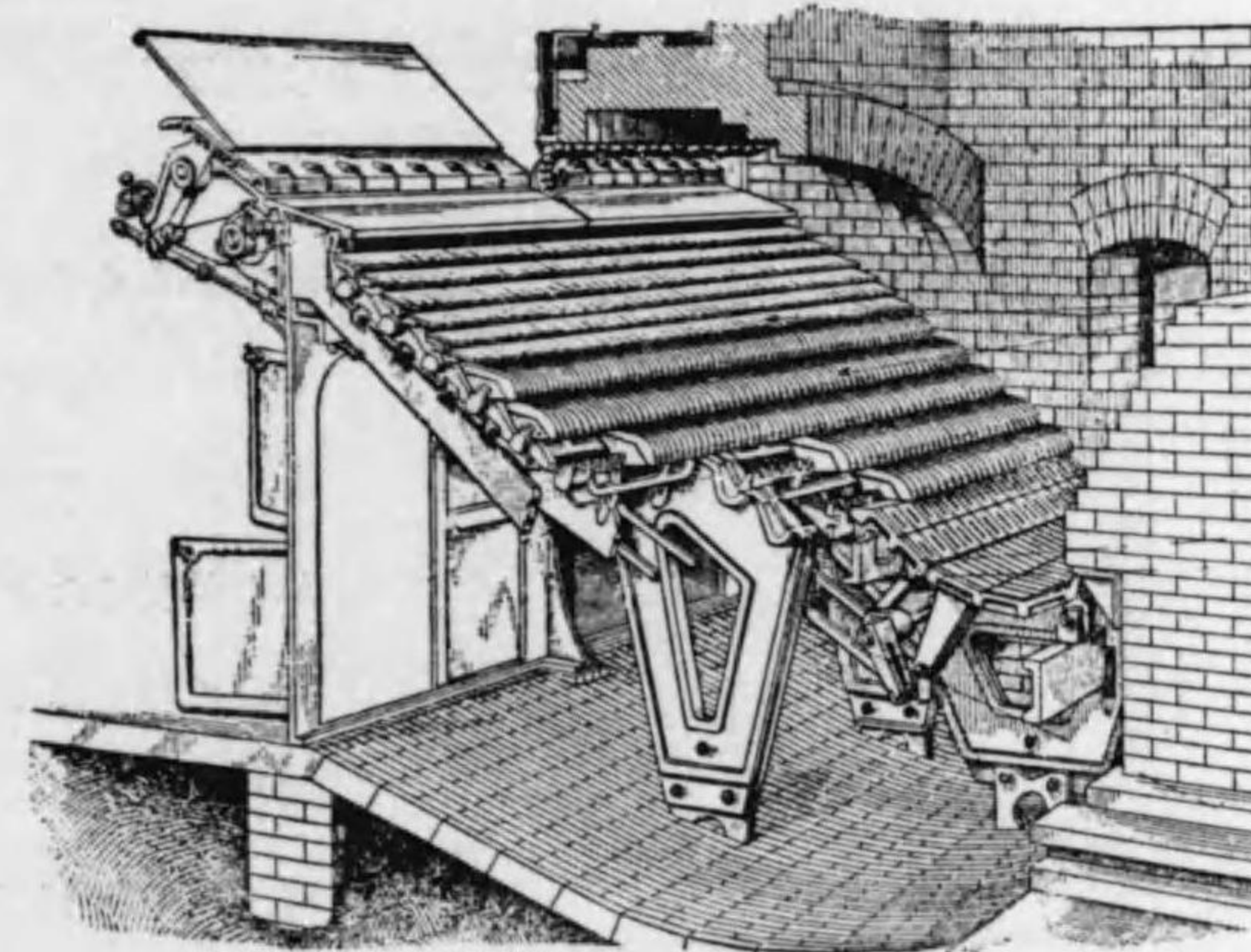
ジョン氏下方給炭機の圖

出し、速に燃焼させることが出来る。50%の過負荷に應ずるには僅かに1分間以内で充分だと云はれて居る。下方給炭機は粘炭や、灰燼凝結するものには不向である。即ち石炭の良質なものを選ぶこと、及び幾分破損し易い缺點があるが、急激な負荷の變動に迅速に應じ得られること、高い過負荷に耐え得る上に、燃焼効率の高い爲めに用ひられる。

71. 階段給炭機

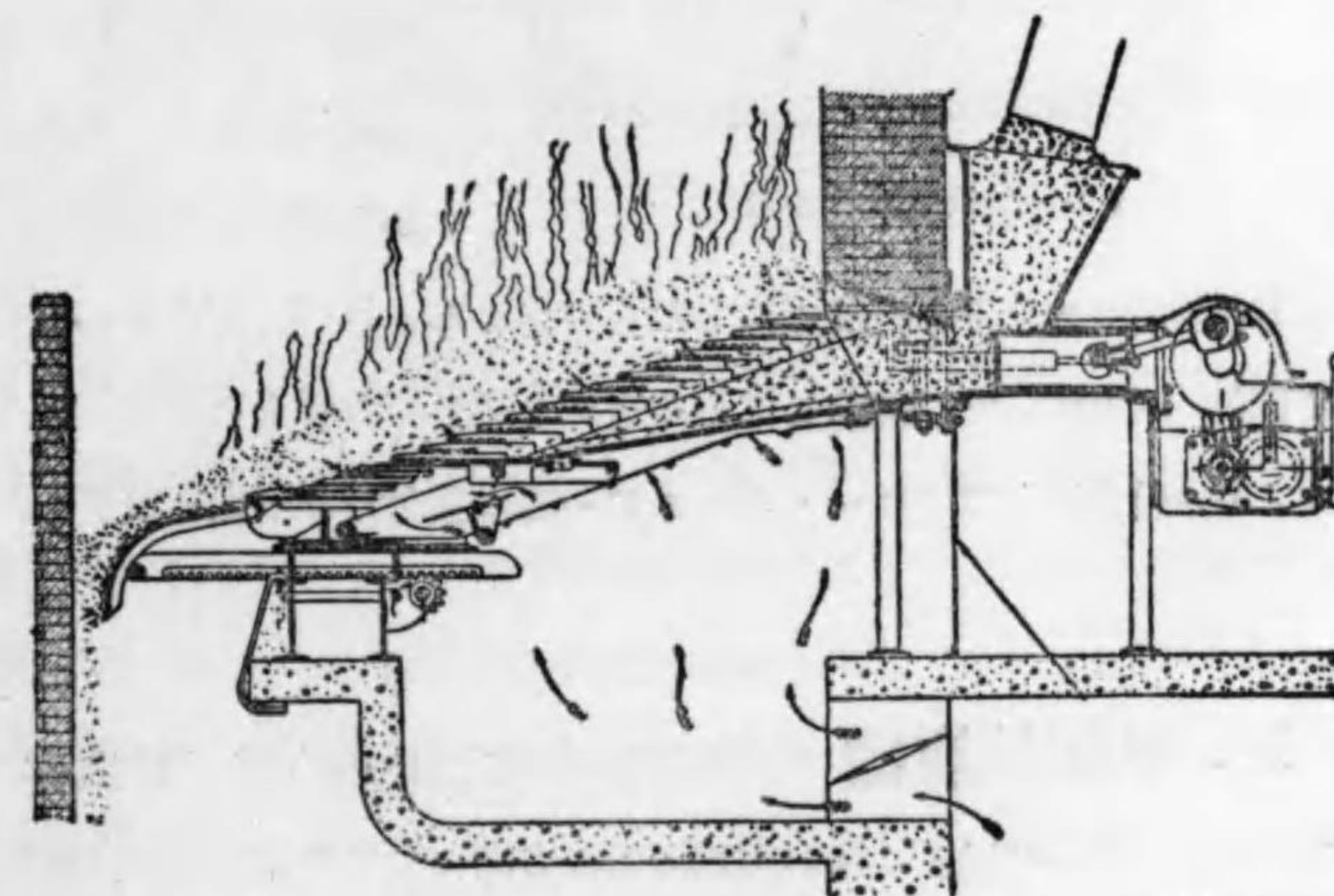
火格子は水平と30度前後の角度で傾斜

第 69 圖



ローネー給炭機

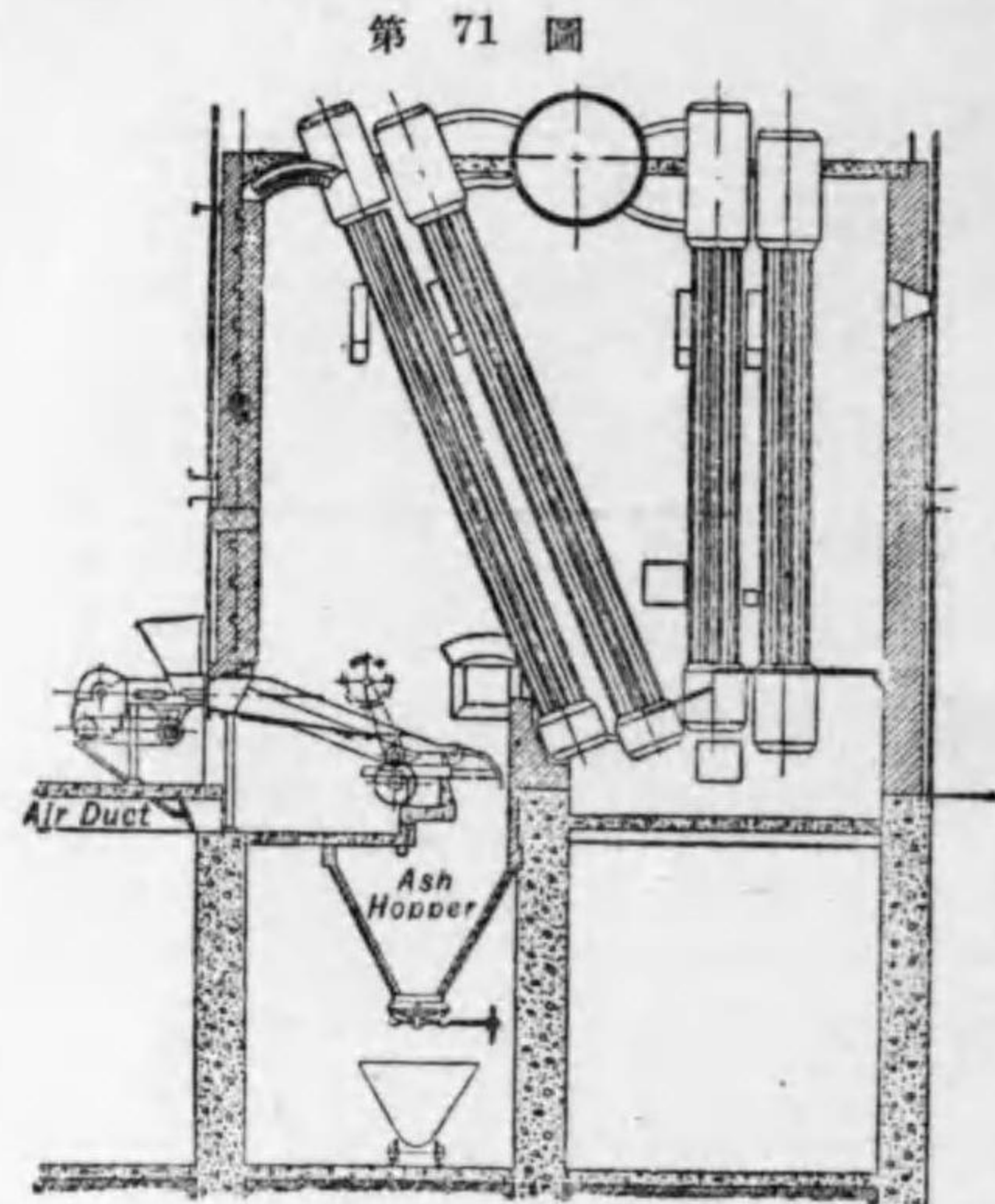
第 70 圖



リレー給炭機の圖



し、且つ階段形になつて居り、石炭は其の上端に押し送られ、石炭が燃ゆるに従ひ、傾斜面に沿ふて滑り落つる構造である。階段は罐前より後方に向つて傾斜するものと、



リレー給炭機据付の圖

兩側から火格子の中央に向つて傾斜するものとある。何れも空気は棧の間から供給される。第69圖は此の種の中で最も廣く用ひられるローネー給炭機 (Roney stoker) の断面圖で、階段の棧には適當の震動を與へて滑り落つる様にする。此の種の給炭機は粉炭でも火格子から漏ることはない。

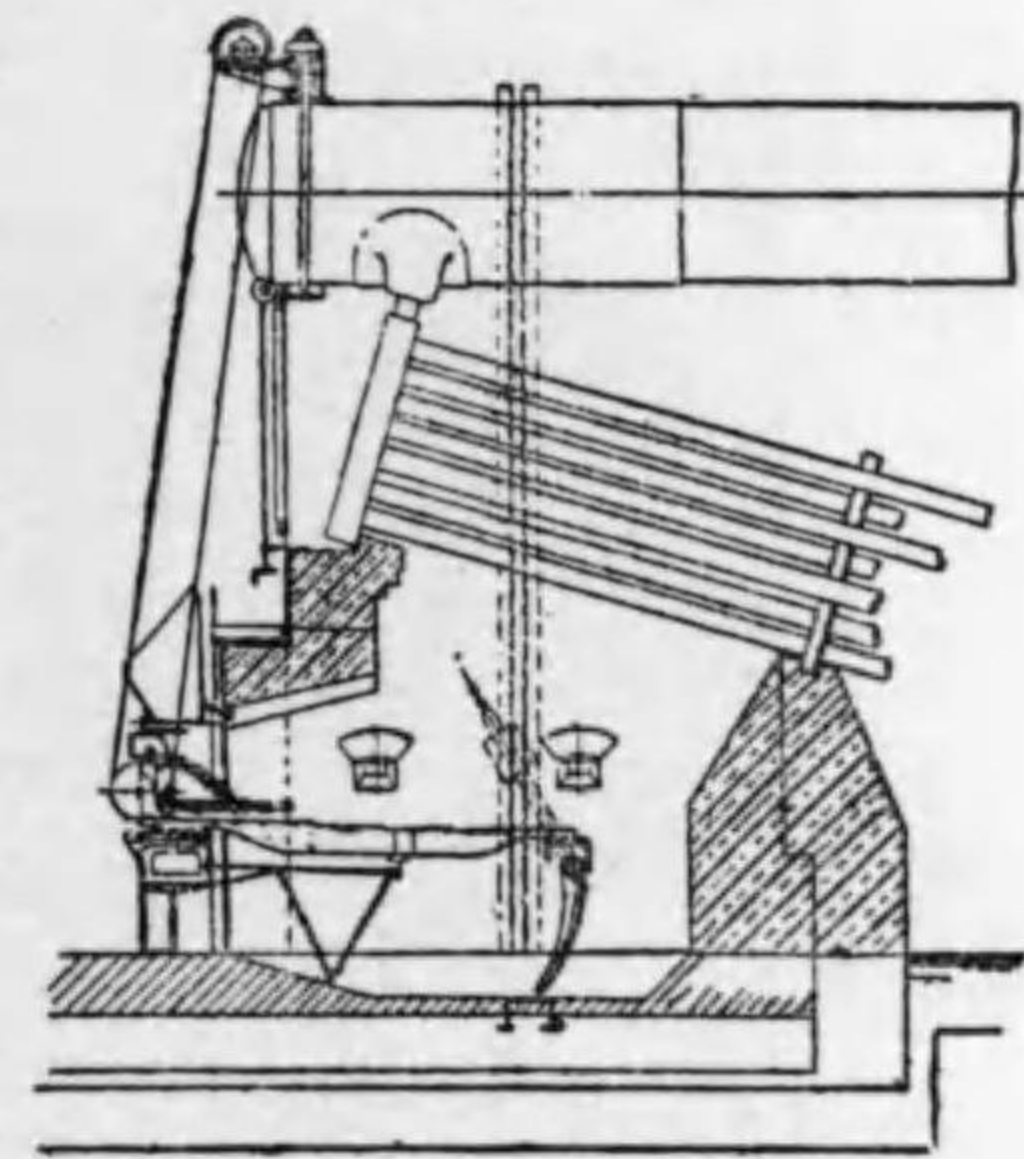
下方給炭機で火格子を階段形にしたものがある。第70圖はリレー給炭機 (Riley stoker) で、燃燒してゐる有様と通風の模様とを示し、第71圖はリレー給炭機をピクロー・ホンスビー罐に据付けた有様を示すものである。

### 72. 搖動給炭機

本機の火格子棧は水平若しくは僅かに傾斜し、各棧或は一つ置きの棧が交互に前後方向に又は上下方向に往復運動を爲すか、或は搖動運動をなして石炭を送り込むものである。第72圖は

此の種類に屬する矢野式給炭機である。此の機の火格子棧は奇數及び偶數の二組に別たれ、次の三段の運動を繰返して石炭を押し進める。即ち第一次運動にて棧全部罐の内部に進み、

第72圖



矢野式給炭機の圖

其の際石炭も共に進む、例へば棧が75mm進むだとすれば、石炭も同じく75mm進むのである。第二次運動にて奇數番の棧のみ後退し元の位置に復る。此の時も石炭は其の儘である。第三次運動にて偶數番の棧のみ後退し元の位置に戻る。此の時も石炭は其の儘である。此等三次の運動で火格子棧は元の位置に戻り、石炭丈が75mm進んだ譯である。斯る運動を1分間に1回なすものとすれば、1時間には4.5m石炭が送り込まれる譯である。

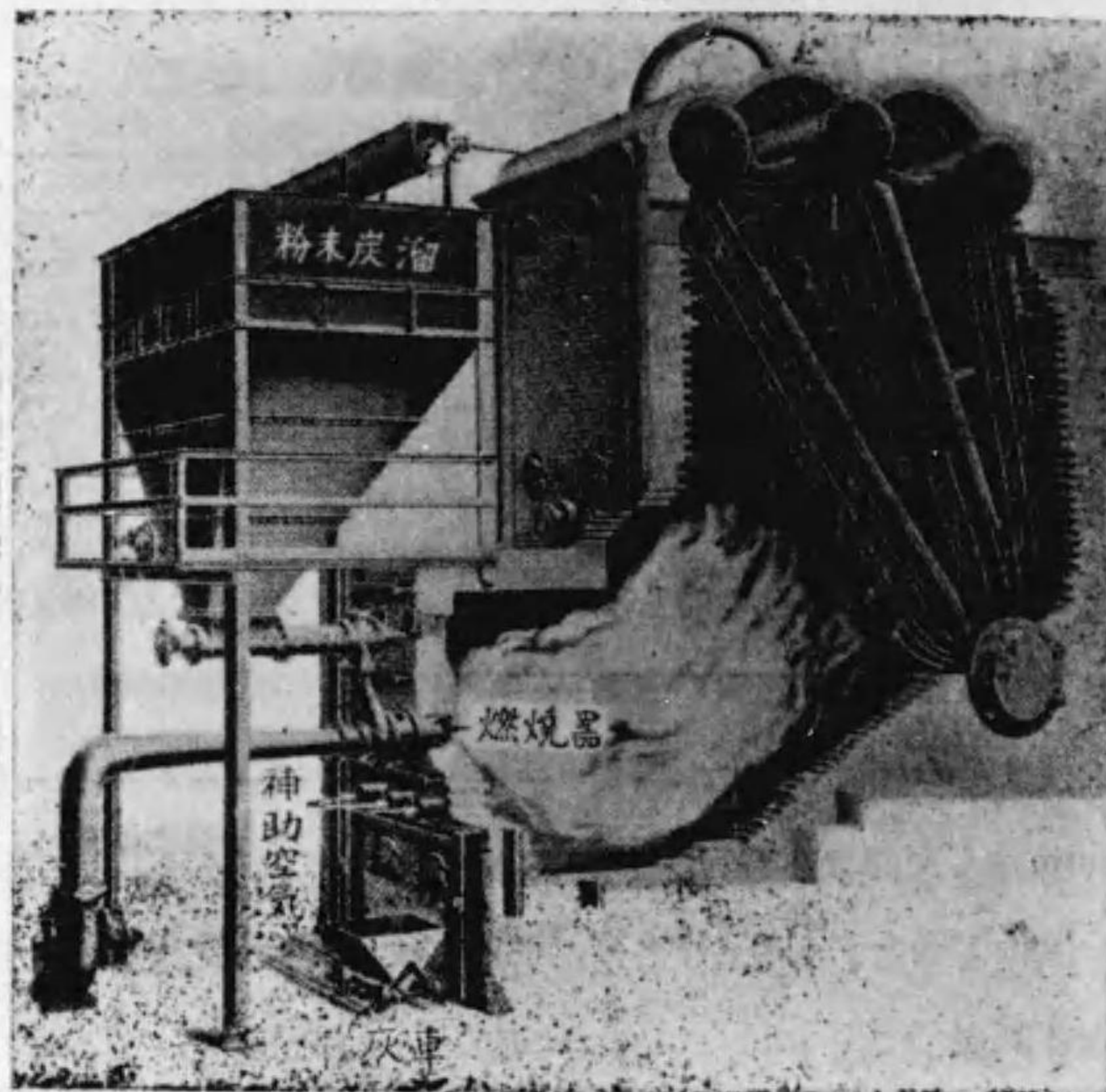
### 73. 粉末炭燃燒裝置

輒近此の裝置が蒸気罐に利用せらるゝ様になつた。石炭を粉末にする工程は荒砕き、鐵片除去、乾燥の工程を経て粉末機 (pulverizer) に掛け石炭は1平方吋内に10 000乃至40 000の網目あるスクリーンを通る位の細末に粉碎する。それを適當の方法を以て蒸気罐に送り粉末炭燃燒器に依つて燃燒する。第73圖は粉末炭が燃燒して居る有様を示す。働作の完全を期する爲めには爐の形は殆んど立方形で、石炭及び空氣混合の速度は煉瓦壁を損傷しない爲めに低きを必要とし、其



の速度は毎秒2m位とする。燃焼室の容積は1汽罐馬力に對し0.06m<sup>3</sup>位で、若し其の容積が小さいと灰が水管に凝結し、之れが除去に困難を來たす。

第 73 圖



粉末炭燃焼装置の圖

次に蒸気罐用として此の装置の利害を述べれば次の通りである。

粉末炭燃焼装置の利益とする所は

1. 理論上完全燃焼に必要な空氣量より僅かに5%も多ければ完全に燃焼し且つ無煙なること。
2. 普通の石炭としては價值のない様な劣等炭でも、能く燃えて有効に用ひることが出来る。
3. 粉末炭の供給量を加減することが容易であるから、容易に負荷の變

化に應ずることが出来る。

4. 給炭勞力を最小限に節約することが出来る。

粉末炭燃焼装置の不利益な點は

1. 設備費の多大なること及び粉末炭下拵の費用の多きこと。
2. 爐は特別の構造を要し且つ傷み易きこと。
3. 煙突より逃出する殘滓物の處理、其の他灰燼より生ずる困難。
4. 自然發火し易きこと。
5. 貯藏の困難。

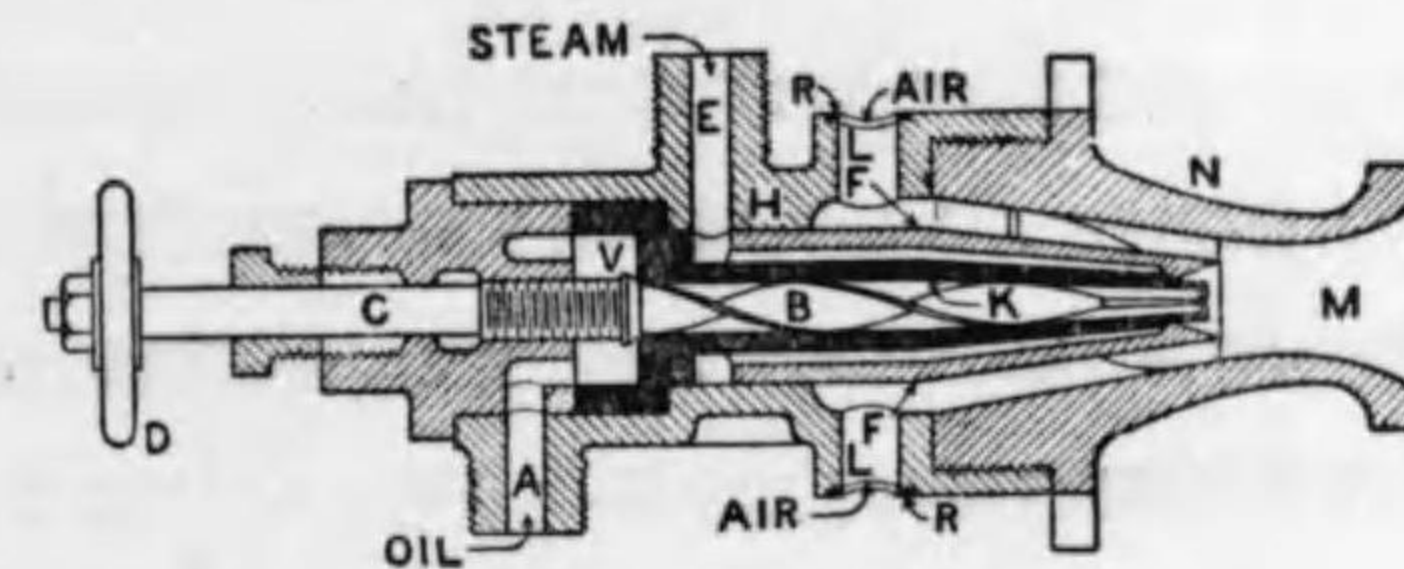
#### 74. 液體燃料燃焼装置

此の装置は船用殊に軍艦の蒸気罐に賞用される。又機關車や、陸上用蒸気罐にも石油産出地方で往々用ひられる。蒸気罐に用ひる液體燃料は重油で、之れを燃焼する方法は油燃焼器 (oil burner 又は atomiser) で火爐中に噴射する。燃焼器は油を粉霧状態となすと共に燃焼

に必要な空氣と能く混和させる。重油が燃焼するとき發生する熱は石炭の約二倍であるから、其の焰

を直接に觸れさせては罐壁を損傷する憂がある。依つて一旦強い熱に耐へる耐火煉瓦で造つた竈に當て、猶此處で完全燃焼する様に設備する。油を粉霧状態になす手段には蒸汽の力によるもの、壓搾空氣の力によるもの、油自身に高い壓力を加へて噴出させる三通りがある。第74圖は蒸汽を用

第 74 圖



液體燃料燃焼装置の圖



ひる油燃焼器の一例である。油はAから入り加減弁Vを通じて旋廻運動が與へられる。蒸汽はEから入り油を噴き出すと同時に、空氣をFから誘ひ出して螺旋通路で旋廻運動を與へ、此等が筒先のM部で能く混合して、粉霧状態となつて火爐中に噴射する。壓搾空氣を用ひるもの或は油に壓力を與へ噴射させるもの、共に油に旋廻運動を與へて粉霧状態となすのである。

油が石炭に較べて優る點は、同じ熱量を出すには其の量が少なく、貯藏するに便利な上に、重さが軽くて運搬に便、殊に船舶の積込みには甚だ容易である。又點火や、消火が至つて容易で、燃焼の度合を自由に加減することが出来、煙の出方が少なく、灰が殆んどない。然し油が石炭に劣る點は、價が高く、火災の恐れあること、往々惡臭を放つ憂あることである。

### 75. 石炭の取扱

小規模の蒸汽罐室では罐前に**コール・バンカー** (coal bunker) を置き、此處に手車で石炭を運び入れる。發電所其他大規模の蒸汽罐室では、總て運炭機を装置して人力を省く。水運によるものは石炭船を海岸又は川岸に横付にし、此處に設けた揚炭機を以て陸上げし、鐵道便によるものは炭車より石炭貯藏場に移す。是れより**バケツ・エレベーター** (bucket elevator) 又は**調革運搬機** (belt conveyer) 等の手段によりて蒸汽罐室屋上の**コール・バンカー**に運び、之れより樋で給炭機附屬の給炭函に流し込み、之れを給炭機で處理し、石炭が燃焼して灰となつたものは灰坑に落し、灰坑樋より炭車又は運灰装置で外部に搬出されるのである。

發電所や、機關庫では相當多量の石炭を貯藏する。石炭貯藏に際し注意すべきことは、石炭の**風化** (weathering) 及び**自然發火** (spontaneous com-

bustion) である。石炭を永く空氣中に曝し置く時は、燃焼性瓦斯を發散して石炭の發熱量を減少する。又或る種の石炭では堆積した部が發熱し、其の爲め温度上昇し遂に自然發火することがある。石炭が酸素を吸收する性質を有し且つ硫黄分を多く含むものは自然發火の素質がある。

### 76. 摘 要

1. 給炭法には**手焚き**及び**機械焚き**の二通りがある。手焚用火格子棧には固定棧を用ひるものが普通であるが、電動棧を用ひることもある。
2. 給炭機には**鎖床式**、**下方給炭式**、**階段式**、**搖動式**とがあつて、石炭の種類、罐の型式、負荷の状態等に依つて之れに適したものを採用しないと、蒸汽罐の效率を發揮させることが出来ない。
3. 石炭の焚き方に**粉末炭燃焼装置**がある。此の分は給炭機とは性質が甚だ違ふから、得失にも大差がある。従つて何れを採用すべきかは問題である。
4. 軍艦や、石油産出地方では**重油**を蒸汽罐に用ひる。**油燃焼器**で重油を粉霧状となし、適量の空氣と混合して、火爐に噴射して燃焼する。
5. 石炭及び灰の取扱ひは小規模の蒸汽罐室では人手で行ふが、大發電所其他大規模の蒸汽罐室ではエレベーター、コンベヤー其他の運搬機を用ひ、貯藏場の石炭が灰になつて捨てられる迄殆んど人手を要しない様にする。
6. 石炭を永く空氣中に曝して置くと**風化**して發熱量が減る。又石炭の質によつて**自然發火**するものがある。



## 第六章 通風装置

### 77. 通風の必要

燃料を完全に燃焼させるには適量の空気を送ることが必要である。完全燃焼に必要な空気量は理論上では、次の式から算出することが出来る。

C, H, S, O を燃料 1kg 内に含まれる炭素, 水素, 硫黄, 酸素の量とすれば,

燃料 1kg を完全に燃焼するに要する理論上の空気量

$$= \left\{ \frac{32}{12} C + \frac{16}{2} \left( H - \frac{O}{8} \right) + \frac{32}{32} S \right\} + 0.23 \text{ (kg)} \dots\dots (15)$$

空気中の酸素は窒素と混合して居り、燃料も各元素に分離して居る譯でなく、固體若くは液體状態にあるから、完全燃焼をさせるには理論上の空気量丈では不十分で、実際には餘分の空気が必要である。手焚では 100% 内外、給炭機使用のものでは 25 乃至 50%, 粉末炭燃焼装置では 5% 内外の餘分の空気を要する。従つて有煙炭 1kg を完全燃焼するに要する理論上の空気量は 12kg 内外であるが、實際は 15kg 乃至 24kg を要する。空気は標準氣壓で 15°C のとき 1kg の體積が 0.87m<sup>3</sup> であるから、其の空氣體積は 13 乃至 21m<sup>3</sup> である。燃料を燃焼するには其の燃料に従つて相當の通風力が必要である、例へば有煙炭は 12mm 以上の通風力を要する。夫れ許りでなく、蒸気罐では形を小さくして成る可く多量の蒸気を發生せしめようとするから、狭小の火格子面積で多量の石炭を燃焼させることが必要で、其の爲め益々通風装置の必要を感じる。通風を起こす手段に自然通風と人爲通風との二通りがある。

### 78. 自然通風

自然通風 (natural draft) は煙突の作用による通風であるから煙突通風 (chimney draft) とも云ふ。煙突に依り通風の生ずる理由は、煙突内部の瓦斯の温度が外部の空気の温度より高い故に、壓力の差を生ずるからである。されば瓦斯の温度及び煙突の高さが増すに従ひ、其の通風力は次第に増加する。然し瓦斯の温度を高くすることは無益に熱を放出することとなり、又煙突を高くすることは其の建設費を増すから、煙突のみに依るときは高き通風力を得るに困難である。煙突の通風力は内外温度の差より生ずるものであるから、煙突内部の温度は一定としても、外部の温度は四季の變化に従ひ異なる故に、冬季には通風良好であつても、夏季では不良になるを例とする。煙突を設計するには此の不良のときを基礎として算出する。

### 79. 煙突の構造

煙突を使用する目的は、燃料の燃焼に必要な相當の空気量を與へる爲め通風力を起すこと、及び其の燃焼に依つて出來た瓦斯を高く且つ遠く飛散させようとする爲めである。煙突の構造は風壓、地震等に對して充分に堪へ得る様にせなければならない。

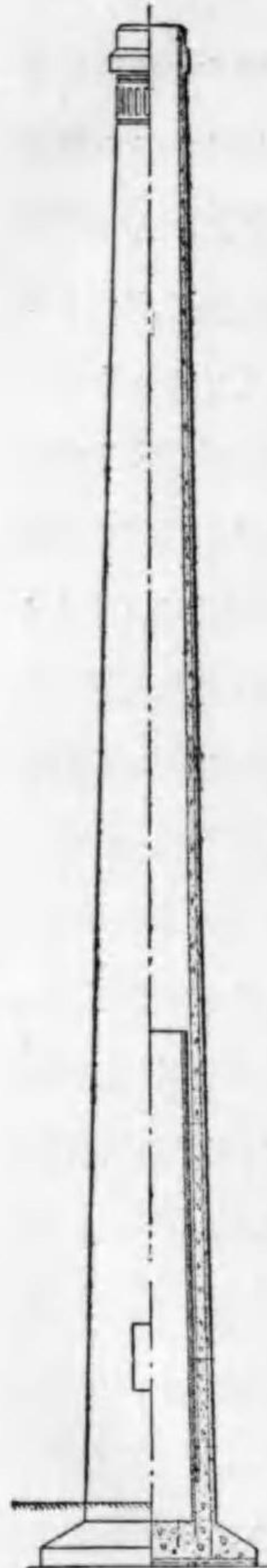
煙突を其の製作材料で分類すると次の三種類となる。

1. 煉瓦製煙突 (brick chimney)
2. 鋼鐵製煙突 (steel chimney)
3. 鐵筋混凝土製煙突 (reinforced concrete chimney)

煉瓦製煙突は耐久力が強いが、關東大震災の際破壊割合が一番多かつたこと、及び建設費が一番高い爲め現今は用ひられることが稀れである。



第75圖



鉄筋コンクリート煙突

鋼鐵製煙突は鋼鐵板を圓筒形に銲綴して造る。小形の煙突は鐵板の數節から成る管の兩端にフランヂを付け、之れを數個のボルトにて結合して組立て、適當の高さとする。此の種のもは風壓に對する抵抗力を増す爲め、針金製の控綱數本を二段又は三段に煙突と45度内外の傾斜を以て張る。大形の煙突は底部を大にし堅固な基礎上に自立さす所謂耐震煙突とする。煙突内部は熱の放散及び腐蝕を防ぐ爲め、内側全部或は底部に近き一部を耐火煉瓦を以て裏付する。此の場合には高さ3m乃至7m毎に鐵輪を煙突内側に銲綴して之れで煉瓦を支へる。此の種の煙突は比較的安價であるが壽命は短かく15年位で、特に海岸に近き所で鹽分を含む風に當る所では甚だしい。此の腐蝕を防ぐ爲めに屢々塗料を施すことが必要である。

鐵筋混凝土製煙突は多數の鋼鐵棒又は鍊鐵棒を骨とし、それを鐵線で組立て、所謂鐵筋を造り、それに混凝土を流し込んで造る。高さは3mづゝ位に分けて先づ最下部を造り、其の硬化を待つて次ぎのものを續ぎ足し、斯くして所要の高さに達する。混凝土は壓縮には強いけれども、引張りや、剪斷には弱いから、風壓其の他による伸張力や剪斷力を受ける様な場合には鐵筋で支へる。一塊として成り立つから空氣の漏洩がない。煉瓦煙突と同じ程度に耐久力があり、施工が早いので近年盛んに用ひられる。第75圖は此の種の煙突を示す。

何れの煙突でも、煙突の底は煙の入つて来る口より少し下に置き、且つ必ず掃除口を設ける。掃除の際などに頂上に登る事の出来る様に足場釘を打つて置く。次に避雷針の装置を要する。鋼鐵製の場合は勿論、煉瓦製又は混凝土製でも煙突の内部の温い煙が空中電氣を引き寄せから、必ず避雷針を取り付けて置かねばならぬ。

### 80. 煙突通風の計算

煙突の通風力を計算する概念を示そう。今煙突の高さが50mで、煙突内の瓦斯の溫度が260°C、外氣の溫度が15°Cである煙突底部に於ける通風力を計算して見よう。煙突内の斷面積が底から頂上迄同一であつて1m<sup>2</sup>とし、猶煙突壁は摩擦が全くないものとする。此の煙突内の瓦斯の體積は50m<sup>3</sup>である。煙突瓦斯は種々の瓦斯の混合で標準大氣壓及び0°Cのとき1m<sup>3</sup>の重さ約1.36kgである。されば260°Cのときの重さは $1.36 \times \frac{273}{273+260} = 0.67\text{kg}$ である。

$$\text{煙突瓦斯柱の重さ} = 0.67 \times 50 = 33.5\text{kg}$$

然るに大氣壓力で15°Cのときの空氣1m<sup>3</sup>の重さは1.23kgであるから

$$\text{煙突瓦斯柱と同じ體積の空氣の重さ} = 1.23 \times 50 = 61.5\text{kg}$$

依つて1m<sup>2</sup>上には兩瓦斯の重さの差即ち61.5-33.5=28kgの浮力が加はり居る譯である。此の吸込の度を水柱に直すと28mmの通風力となる。實際には煙突壁に摩擦があるから實際の吸込度は水柱26mm位であらう。

是れ等の通風力は焰道や焰筒を通る時に壁面の摩擦抵抗に打ち勝つ爲めに費され、他の一部は空氣が火格子や炭層の間を通過する際の抵抗に打ち勝つ爲めに費され、其の残りが火格子から進入する空氣の速さとなる。而して速さになり又抵抗に勝つ爲めに費やされる通風力は何れも速さの自乗



に比例する。従つて同一の蒸気罐では燃焼する石炭の量を二倍にしようとするれば、送り込む空気の量も二倍にすることが必要で、従つて空気の火格子を通過する速さを二倍にする必要があるから四倍の通風力を要する。又煙突の通風力は煙突の高さHに比例するものであるから、火格子上で燃焼する石炭量は $\sqrt{H}$ に比例することが判る。又空気を吸込む量は煙突の高さが一定であれば、煙突の有効断面積に比例するものであるから、燃焼する石炭の量も亦煙突の有効断面積に比例する。

Kent 氏の實驗公式をメートル法に換算すると次式の様になる。

$$W = 147 E \sqrt{H} \dots\dots\dots(16)$$

W = 1 時間に燃焼する石炭の總量(kg にて)

H = 煙突の高さ(m にて)

E は煙突の有効断面積を平方米で表はしたもので煙突内周の幾分かは摩擦共の他の爲に通風力を起こさないと見て、A を實際の断面積とすれば

$$\text{丸形煙突では } E = A - 0.6\sqrt{A}$$

$$\text{角形煙突では } E = A - \frac{2}{3}\sqrt{A}$$

警視廳の規定には煙突の直徑、断面積、有效面積に對して石炭の消費量と煙突の高さとの關係を表はす表がある。

又次の計算式に依り之を計算したものは表によらないでよい

$$W = (147 \times A - 27 \sqrt{A}) \times \sqrt{H} \dots\dots\dots(17)$$

公式 (17) の記號は公式 (16) のものと同じ意味を表はす。

## 81. 煙 道

煙道 (flue) は蒸気罐の種類及び周圍の状況により罐の後部、上方又は床下に設備する。床下に設備する煙道は煉瓦又は混

凝土にて隧道の形に造り、地上に設備するものは、鐵板で圓筒形又は角形に造る。鐵板製のものは伸縮に應ずる爲め相當の設備が必要である。何れの場合に於ても、煙道は成る可く短く且つ急角度の屈曲のない様に造ることが大切で、煙道内に於ける通風の損失概數は、鐵板製圓筒形煙道では長さ 10 m 毎に水柱 3 mm、煉瓦積角形では 5 mm、急に直角に屈曲する所では 1 mm 許である。

煙道設計及び工事に就き注意すべき事柄は煙道内へ地水の浸出しない様にすることで、煙道内の地水は熱瓦斯の溫度を低減し通風を害する。次に煙道内には煤煙、微細なる灰粉が堆積するものであるから、之れを取出す灰出し口の設備を充分にすることが肝要である。罐と煙道との間には必ずダンパーを設備し通風の度を加減する。殊に多數の蒸気罐の熱瓦斯が一個の共通煙道を有する場合の如きは、ダンパーに依つて通風を罐に適する様に調整する。

## 82. 人爲通風

煙突の自然通風のみによるときは簡便で取扱ひも容易であるが、高き通風力を得るに困難で、廣い範圍に通風力を變更するのに不便であるから、小規模の蒸気罐装置を除いては總て人爲通風装置を設備する。

人爲通風を起す手段には噴射蒸気 (steam jet) によるものと、扇風機 (centrifugal fan) によるものとある。噴射蒸気によるものは構造及び取付簡單であるが、比較的蒸気消費量多く蒸気罐の蒸發蒸気量の 5 乃至 11% を要し甚だ不經濟である。但し蒸気機關に用ひた蒸気を大氣へ放出する場合には、其の蒸気を利用することが出来るから、煙突の下部にノズルを設備



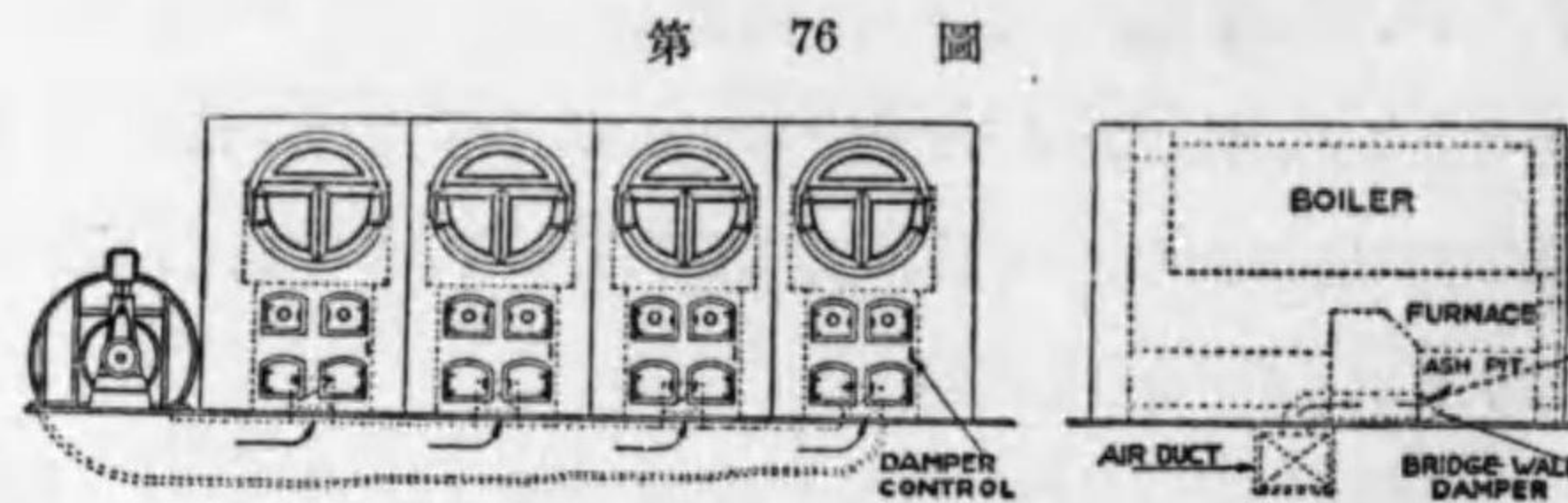
し、之れに排汽を導きノズルよりの噴射蒸気を以て通風を起こす、蒸気機關車の蒸気罐の通風装置が其の例である。悪質の石炭で悪性の灰燼凝固<sup>クリンク</sup>を爲すものは、蒸気を入れると之れを防ぐことが出来るから、灰坑中に蒸気を吹き込み、灰燼凝固を防ぐと同時に幾分か通風を助ける場合もある。

扇風機は船舶用、發電所其の他の陸上用蒸気罐の通風用として主として用ひられるもので、其の動力用蒸気は蒸気罐發生蒸気量の1乃至2%で足りる。

通風を其の性質から分けると**押込通風**(forced draft)、**誘ひ通風**(induced draft)、**押込通風**及び**誘ひ通風**併用の三種類になる。

**83. 押込通風** **押込通風** (forced draft) は加壓通風とも云ひ火格子の下に大氣壓より高い壓力の空氣を押し込む方法で、灰坑密閉式と蒸気罐室密閉式とがある。

**密閉式** (closed ash-pit system) は灰坑を密閉して其の内へ扇風機



灰坑密閉式押込通風装置の圖

で空氣を吹き込むものである。第76圖は陸上蒸気罐に此の装置を設備した圖で、扇風機から出る空氣は罐の床下に設けた**送風渠** (air duct) を通つて灰坑内に送られる。焚口扉及び灰坑扉は平常は密閉して置くから、壓

力ある空氣は火格子の下より石炭層を通つて、火格子上に出る間に石炭を燃焼させる。下方給炭機を用ひる場合は皆此の式を採用する。通風力は水柱5cm(2吋)内外が普通であるが、無理焚のときは15cm(6吋)にも達する。通風力は扇風機の廻轉數を變更し、又は罐前のハンドルでダンパーを以て調整する。此の式の缺點とする所は火格子の所で通風力が強いから、石炭層の薄い所又は風の強く當る所から餘計に空氣が突進する傾きがあつて、火格子上通風が均一でない憂がある。又手焚の場合石炭投入に際し、焚口扉を開く時は火焰が焚口より吹き出すから、先づ通風孔を閉じた後焚口扉を開くことが必要である。然し通風力を強くすることが容易であるから、無煙炭を焚く場合や、粉炭を厚く焚く場合には最も便利である。又取扱ふ空氣の溫度が外氣溫度であるから、扇風機が誘ひ式のものよりも小形で且つ運轉が樂である。

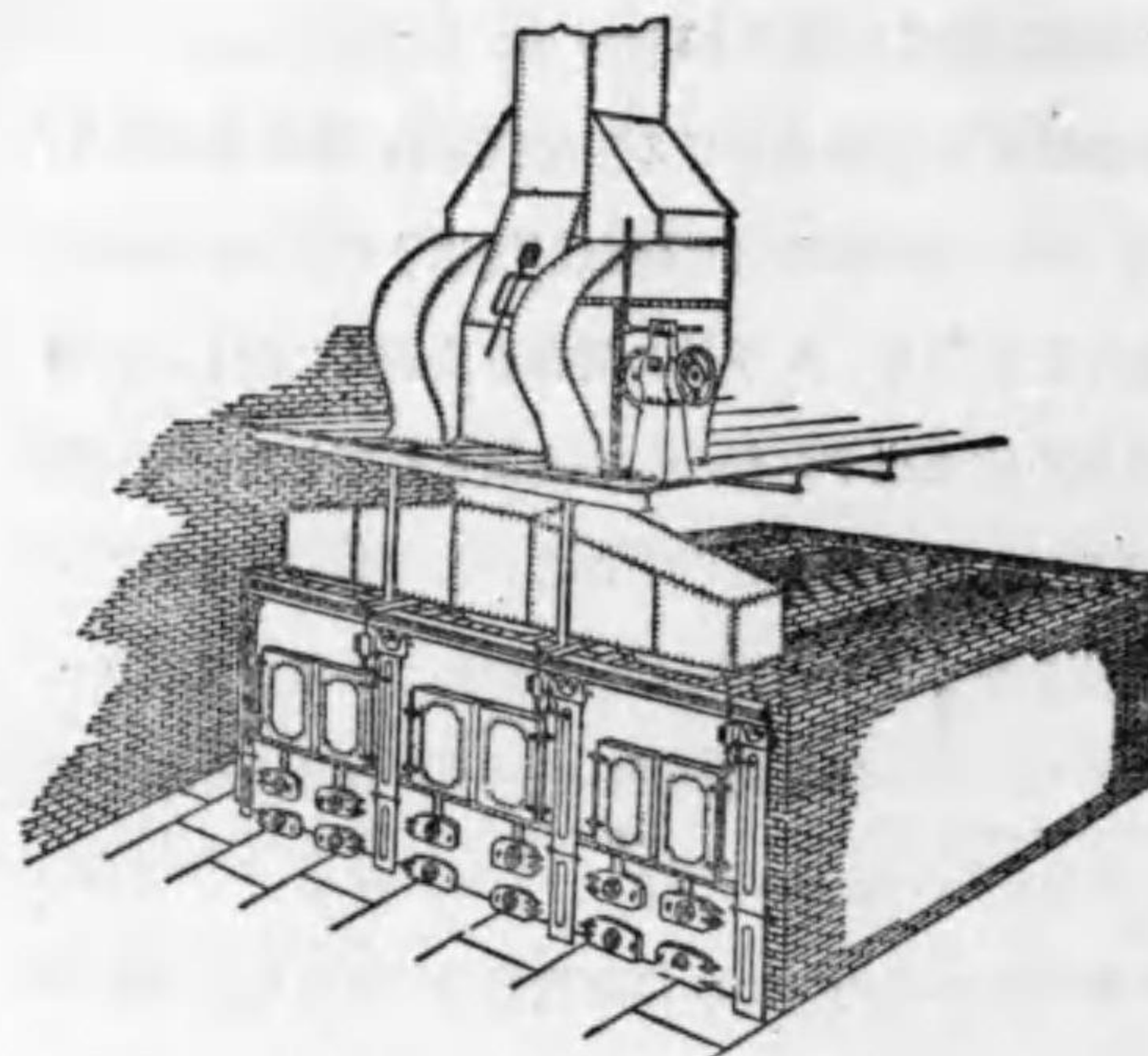
**汽罐室密閉式** (closed stokehold system) は蒸気罐室の入口等を空氣の漏らない様にし、其の室内へ扇風機で空氣を送り込む。依つて蒸気罐室内の空氣壓力は大氣壓よりも幾分高く、火夫は其の中で作業する。此の場合の通風力は煙突による吸ひ込みの度と蒸気罐室の壓力との和である。蒸気罐室と外部との連絡の所には戸を二重に設けて、出入の際空氣の逃げるのを防ぐ。此の方法は軍艦や船舶に用ひられる。

**84. 誘ひ通風** 此の式は第77圖の様に煙道内に扇風機を置いて、火格子の下から空氣を吸ひ込むもの故、丁度煙突を高くしたと同様の結果である。通風力は水柱4cm、節炭器使用の際は7cm位にする。火格子に於ける通風は押込式のものよりも均一である。火爐内の壓力は外氣の



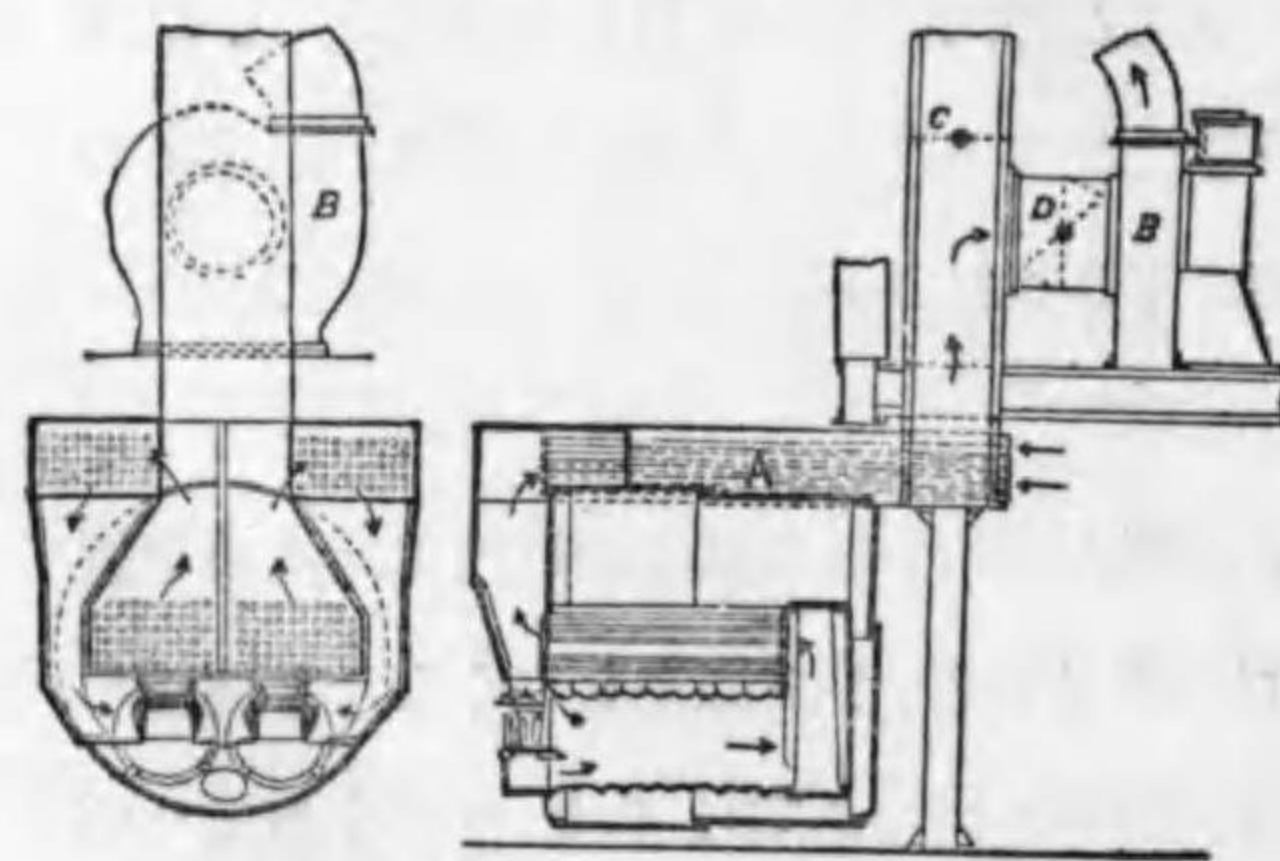
壓力よりも低いから、焚口扉を開いても些の危険なく自由に燃料を投入する事が出来る。空氣が常に火爐に吸込まれるから、蒸気罐室の空氣は常に新鮮である。此の式の不利益は扇風機の取り扱ふ瓦斯は高温であるから、同一量の空氣に対し押込式よりも大形の扇風機が必要で、又高温の爲め取扱ひ多少困難である。

第 77 圖



誘ひ通風装置の圖

第 78 圖



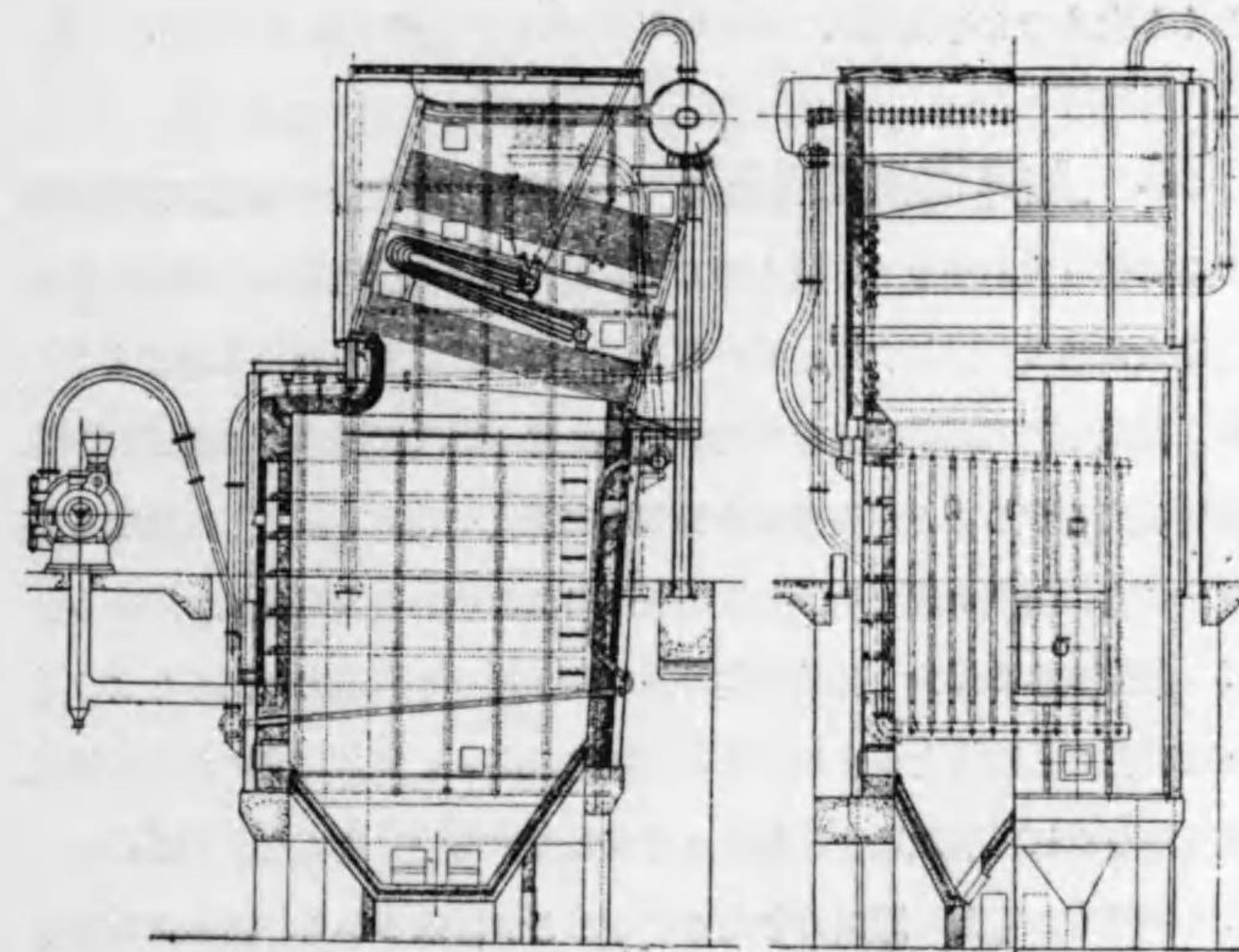
船用罐に誘ひ通風装置を設備したる圖

第 78 圖は誘ひ通風装置を船用罐に設備した有様で、ダンパー-Cを閉ぢ、他のダンパー-Dを開いて置けば、煙道B内の扇風機に依つて誘ひ通風を起し、B煙道を経て熱瓦斯を煙突へ放出する。Aは空氣豫熱器で多數の管を備へ、管内を燃燒瓦斯が通る様に

してある。蒸気罐へ吸ひ込まれる空氣は先づAの管外を通るから、此所で相當温められて後火爐に入る。通風力を多く要せざるとき又は扇風機の修繕のとき等では、Dを閉ぢてCを開けば燃燒瓦斯を直接煙突へ放出することも出来る。誘ひ通風は吸込通風とも云ふ。

空氣豫熱器 (air preheater) は如何なる式の通風装置にも取り付けることが出来る。今  $t_1^{\circ}\text{C}$  を大氣の溫度、 $t_2^{\circ}\text{C}$  を廢瓦斯に依つて熱せられた空氣の溫度、 $w \text{ kg}$  を空氣の重量、 $0.233$  を空氣の比熱とすれば  $0.233w(t_2 - t_1) \text{ kcal}$  丈の熱量が利益となる。之れ許りでなく爐の溫度が豫熱した丈け高くなるから、罐水への熱の傳はり方が良好になる。

第 79 圖



水冷しの爐壁の圖



空気豫熱器を設備し、且つ粉末炭燃焼装置を用ひれば、爐の溫度が非常に高くなり、爐壁を燒損する憂があるから、空気冷し又は水冷しする爐壁を用ひる。第79圖は三菱セクショナル罐に粉末炭燃焼装置を設備し、之れに豫熱した空気を送るもので、火爐に水冷し爐壁を採用した様を示し、側壁も後壁も多數の水管を以て保護し、此等水管は上下二個のヘッダーに連結し、又ヘッダーは蒸気罐に連絡して居る。

3. 押込通風及び誘ひ通風併用 火爐内に空気を押込む扇風機と煙道内に設備した扇風機との作用によるものである。煙突通風は誘ひ通風の一種であるから、高き煙突を有し且つ押込通風装置のあるものは、理論上からは此の式の中に入れられる。此の式の中で火格子上の壓力を殆んど大氣壓に等しくしたものを平衡通風 (balanced draft) と名づける。

**85. 人爲通風の利益** 小規模の蒸気發生装置では煙突通風のみ依る方が簡單で取扱も樂であるが、特殊の蒸気罐や大規模のものは是非人爲通風を添加する必要がある。次に人爲通風の利益を擧げよう。

1. 特殊の蒸気罐には人爲通風が是非必要 蒸気機關車では隧道の關係上煙突を高くすることが出来ないから放出蒸気で通風を起し、船舶も空氣抵抗の關係上高い煙突を建てる事が出来ないから人爲通風を用ひる。

2. 固定資本の減少 發電所其の他の陸上罐でも通風力を高くしようとすれば甚だ高き煙突を要する。そこで煙突の高さを或る程度に止めて機械通風を用ひれば、普通煙突のみによる設備費の約半分にて充分である。

3. 燃焼率の増加 通風力を高くすることが出来るから、燃焼率を容易に増加することが出来る、従つて燃料を多量に完全燃焼させ得るばかりで

なく、惡質の燃料でも充分有効に燃やすことが出来る。又燃焼率の増加は同一容量でも蒸気罐が小形になる。

4. 蒸気罐の無理焚のとき必要 發電所等で一時重い負荷が掛るとき、軍艦が戦争で一時多量の蒸気を要するとき等には蒸気罐を無理焚きして之れに應ずる。斯る場合には多量の空気を蒸気罐に送る爲め是非人爲通風が必要である。

5. 廢瓦斯中の熱量の回収 煙突通風を相當の強さとするには、煙突内の廢瓦斯の溫度は  $260^{\circ}\text{C}$  以上でなければならない。然るに機械的通風を用ひると廢瓦斯の溫度は低くて差支ないから、煙道内に節炭器又は空氣豫熱器を装置して廢瓦斯中の熱を回収することが出来る。斯くて得られる熱量は燃料の10%にも達する。

6. 通風力は外氣と無關係 煙突通風では煙突内の瓦斯の溫度は同一でも外氣の溫度や、壓力の違ひで通風力が相違して來る。斯くては調整上具合が悪い。機械通風は外氣と關係がないから、之れより起る通風力も外氣と無關係である。

7. 通風力を加減すること自由 煙突通風の加減はダンパーに依るのみであるが、機械通風では扇風機を速度を加減して所要の通風力が容易に得られ、猶ダンパーも共用することが出来るから、通風の調整は廣い範圍に互つて自由である。

**86. 煙道瓦斯** 石炭の燃焼による煙道瓦斯は普通炭酸瓦斯  $\text{CO}_2$ 、一酸化炭素  $\text{CO}$ 、窒素  $\text{N}_2$ 、酸素  $\text{O}_2$ 、未燃炭化水素、煤煙中の遊離炭素、過熱蒸氣及び亜硫酸瓦斯の少量から成り立ち、燃焼が完全であれば



一酸化炭素、炭化水素及び遊離炭素粉を含まない。煙道瓦斯を分析して各瓦斯の成分の割合を見出せば燃焼の具合が判り、焚き方の良否を判断することが出来る。空気量が多過ぎれば煙道瓦斯は主に  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  より成り立ち、空気の供給が不充分であれば  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$  より成る。何れにしても  $\text{CO}_2$  が入つて居るから  $\text{CO}_2$  の%を見出すと大體供給空気量が適當であるか、どうかと判る。 $\text{CO}_2$  が容積比で燃焼瓦斯の 12% 以上の時が蒸気罐の最高能率を表はす時で、空気の量が多過ぎれば  $\text{CO}_2$  の割合が減少し多量の酸素を含み、又空気の供給が不充分であつても  $\text{CO}_2$  の割合が減少する。通風が不適當であると 6 乃至 4% 位迄低下する。炭酸瓦斯記録計 ( $\text{CO}_2$  recorder) を装置して煙道瓦斯を之に通ずると、調整の仕方では 1 分間に 8 回乃至 20 回も炭酸瓦斯の割合を自動的に記録し、時々刻々に變化する通風の適不適を見出し、蒸気罐取扱状態を知り従事者の奮勵を促すことが出来る。此の外に一酸化炭素記録計 ( $\text{CO}$  recorder) を設備すれば、猶正確に煙道瓦斯の様様を知ることが出来る。

### 87. 不適當の通風による影響

通風力は石炭の種類によつても加減しなければならぬ。有煙炭と無煙炭とを較べると、無煙炭の方が高い通風力を要し、同じ炭種でも粉炭の方が塊炭よりも高い通風力を要する。依つて設計の際には使用する石炭に最も適當する様に通風力を定め、又石炭購入の時は火爐の構造、通風力其の他に最も適當したものを選ばなければならない。

通風量の過不足は蒸気罐の効率に至大の關係がある。空気の供給が不充分な時は燃焼が不完全で、一酸化炭素、炭化水素及び炭素粉の一部が其の

儘燃焼しないで逃げ去るから、多大の損失を來す許りでなく、煙突から濃厚な煙を出す。之れに反して必要以上に餘分の空気を火爐に入れる事は、無益に其の空気を煙突温度迄熱して逃がすこととなるから、多大の損失となる。其の上火爐の温度を低下するから蒸気罐の效率が悪くなる。世人は完全燃焼して煙突より煙を吐きさへしなければ、蒸気罐は良好な成績を擧げて居ると考ふるものであるが、餘分の空気量の甚だ多き時は、熱の損失が不完全燃焼の場合よりも多い事が屢々ある。此の事實は往々世人の誤解する所であるから、茲に記して特に注意する。

### 88. 摘 要

1. 蒸気罐に適量の空気を送ることは甚だ重要な事で、空気量が不足であつても餘分であつても、熱量の損失を來たす。
2. 煙突による通風力は外氣の影響を受けるから、一番悪い條件の下で設計し、其の調整はダンパーによる。
3. 小規模の蒸気は煙突通風のみによるが、大規模のものは必ず人為通風装置を附加する。
4. 人為通風として蒸気機關車は噴射蒸気を利用するが、船舶や、發電所では扇風機を用ひる。
5. 節炭器や空氣豫熱器を煙道内に設備して、廢瓦斯中の熱量の回収を計る。
6. 煙道瓦斯を分析し或は炭酸瓦斯記録計、一酸化炭素記録計を設備し、供給する空気量の過、不足を推定し、之れを適當に調整すべきである。



## 第七章 罐水及び温水装置

**89. 罐水** 水は他の物質を溶解する性質があるから、天然に存する水は必ず多少の不純物を溶解して居る。海水は蒸気罐を腐らす性質のもの其の他の不純物を多く含むから、罐水としては全然不適當である。罐水には必ず淡水を用ひなければならない。淡水でも酸性の水や、アルカリ性の強い水は、蒸気罐を腐らすから用ひることが出来ない。依つて中性の水を用ひなければならない。中性の水の中にも色々の不純物を含んで居る。其の不純物を擧げて見ると、泥沙、石灰又はマグネシウムの炭酸鹽又は硫酸鹽、鹽化物、有機物、油、空氣又は炭酸瓦斯等である。此等不純物の中で蒸気罐を腐らす性質のものと湯垢を造るものとある。

**90. 垢殻** 給水中に溶解し又は浮游して居る不純物があると、純粋な水のみ蒸發するから、此等は沈澱し又は濃厚となつて蒸気罐の内面に附着する。之れを湯垢又は垢殻 (scale) と云ふ。垢殻の中でも泥土や、炭酸鹽から出来るものは、柔く極緩く積つて容易に刷毛又は吹出しに依つて取り除くことが出来るから、左程危険でない。硫酸石灰其の他の硫酸鹽、硝酸鹽及び鹽化物から出来る垢殻は、普通硬く蒸気罐内面に固着し、恰も石の様になつて居るから罐石 (boiler stone) と呼ばれ、鑿や金槌で叩いても中々落ちないから、甚だ危険である。斯様な垢殻が附着すると、此の物は熱の不傳導體であるから、熱の傳はりが悪くなり、石炭が餘計要る。例へば垢殻が 1mm 附着すると石炭の消費量が 10% 程多くなり、3mm になると

30% 程多くなる。垢殻が附着して居ないと、罐水の温度と罐板の温度との違ひは僅かに 3°C 位であるが、垢殻が附着すると、垢殻の性質及び厚みに依つて罐板の温度が非常に高くなる。従つて水管等の厚みの薄い所に垢殻が厚く溜まると、焼け切れる憂ひがある。厚い板でも力が弱つて蒸気罐の壽命が短くなる。兎に角垢殻が附着すると燃料の不經濟を來たし、蒸気の發生を遅くし、罐の壽命を短縮する。

**91. 蒸気罐の腐蝕** 蒸気罐の腐蝕を大別すると罐水側から腐蝕する内部腐蝕 (internal corrosion) と、蒸気罐の外側から腐蝕する外部腐蝕 (external corrosion) との二通りになる。腐蝕の大部分は内部腐蝕である。腐蝕は一種の化學作用で、鐵が他の物質と化合して脆弱な物質となつたものである。

**A. 内部腐蝕** 内部腐蝕の原因は化學作用、電池作用が主で、其の他に機械的作用又は鐵質の不均一が動機となつて腐蝕を促すものがある。

**1. 化學作用** 水が酸を含むと腐蝕性となる。礦山、染物工場のある地方を流れる河水を給水とする場合には、往々酸を含むから餘程注意を要する。

罐水中に或る種の鹽化物例へば  $MgCl_2$  の様なものがあると、熱の爲めに分解して鹽酸を造り罐板を腐蝕する。海水が罐水として不適當なのは、此の種の鹽化物を澤山含んで居るからである。

給水中に空氣や、炭酸瓦斯を含んで居ると、之れが腐蝕の原因となる。總ての水は多少の空氣及び炭酸瓦斯を溶解して含んで居る。之れが蒸気と共に發散する。蒸気罐使用中は發散するに従ひ他に導かれるから大した害を



及ぼさないが、罐を休止し單に温き程度で永く置くと、此等の瓦斯は罐水と蒸気との境に溜り、其の部を腐蝕する。是等の瓦斯を溶かす性質は鹽類を含まない軟水の方が却つて多いから、空氣等を多量に含む軟水を用ひると罐板を腐蝕する。垢殻は此等の腐蝕を防ぐが、垢殻の附着を許さない水管罐の給水には、空氣等を全く取り除くことが必要である。

2. 電池作用 罐板に取り付けた眞鍮製計器又は瓣の様な違つた種類の金属があるとき、又は罐板の材質の不均一からも電池作用が起つて罐板を腐蝕する。又鐵板の一部が腐蝕して酸化鐵が出来ると、酸化鐵は鐵に對して陰性であるから、電池作用を起して鐵を溶解すると同時に罐水をも分解して、鐵の酸化作用を促進する。依つて鐵板に腐蝕した箇所が出来ると其の腐蝕が直ちに擴大する。故に腐蝕した箇所は其の部を削り取り、其の痕跡さへも残さない様に心掛けることが肝要である。

電池作用の腐蝕は何れの金属に對しても陽性である亞鉛板を罐内に吊して置けば、罐内の電池作用は必ず亞鉛の方を溶解するから、罐板の腐蝕を防ぐことが出来る。

3. 機械的作用が動機となるもの 蒸気罐設計の悪い爲め、壓力又は温度の差による伸縮の爲めに、接手の所で一方を固定し他方が伸縮する如き作用が起れば、其の部を傷め折目を生じ、之に罐水侵入して腐蝕を促し、遂に破れ目 (grooving) となる。

4. 鐵質の不均一 罐板の質が不均一で一部に腐蝕し易い部分があると其所から腐蝕し始める。例へば鐵板中に硫化マグネシウム等の小分子が散在する様な場合には直ちに水際から腐蝕する。

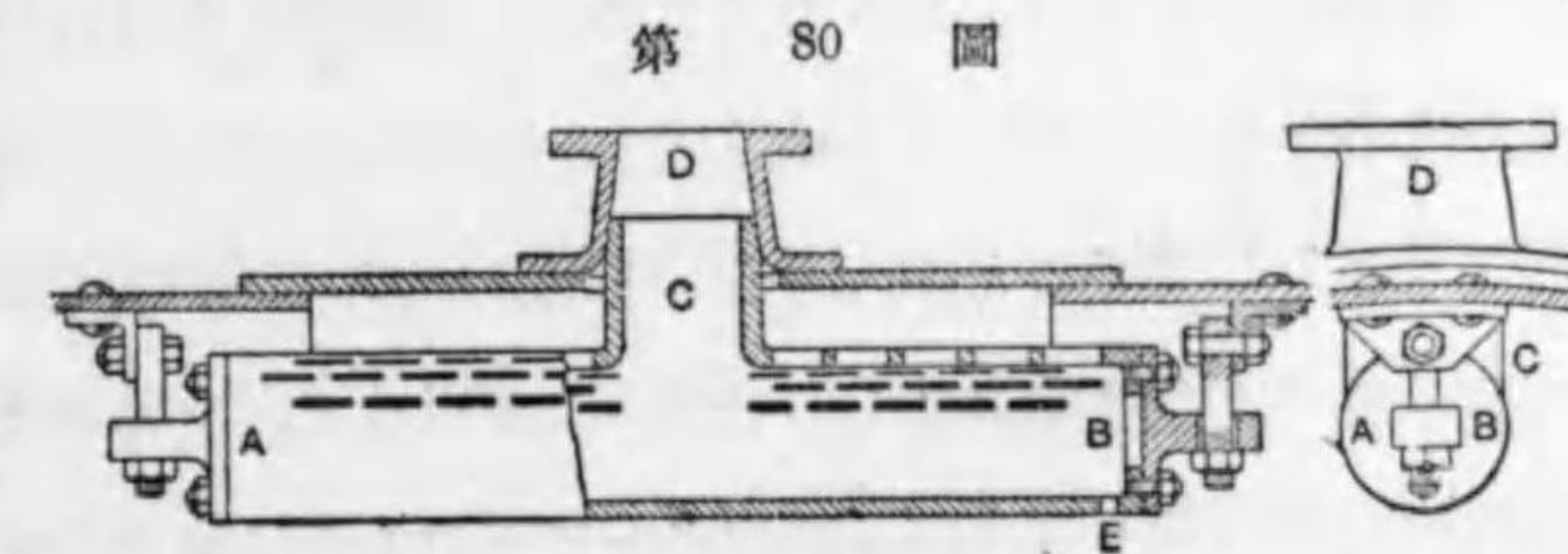
B. 外部腐蝕 外部腐蝕は水の漏洩から起ることが多い。少しでも罐水

が漏ると、熱瓦斯中の亞硫酸瓦斯と結合して亞硫酸となり、蒸気罐を外部から腐蝕する。灰燼中には腐蝕性に富む物質があるから、罐は清潔に掃除すべきである。以上の外、外部腐蝕の主な原因は濕氣である。依つて蒸気罐使用中に起ること稀で休罐中に起る。故に休罐中は罐を清潔に掃除し且つ常に乾燥し居る様心掛けるべきである。

## 92. 汽水共騰 汽水共騰又は罐水沸出 (priming) とは蒸気發生の際水の微分子を伴ひ出づる現象を云ふ。蒸發が烈しい爲め水が非常に沸騰するか又は罐水が泡立 (foaming) する性質であると此の現象を呈する。

其の主な原因は罐水内の不純物による。罐水内に多量の炭酸曹達、苛性曹達を含むとき又は油類、有機物が曹達到働くときは石鹼化し、共に浮泡 (scum) を生じ泡立ち、汽水共騰する。此の浮泡は浮泡コックを以て排除することが出来る。其の他の原因は蒸気罐を無理焚きした時、又は蒸気の需用が急に増加し、爲めに壓力が急に降下した時は、急激の蒸發を爲し汽水共騰する。發生蒸氣量に對して水汽筒内の水表面が狭き場合又は水汽筒内の蒸氣容積が狭小なる時にも汽水共騰する。又蒸氣發生烈しき部の眞上に止め瓣を設備すると、水分を含んだ蒸氣を導くことゝなるから、蒸氣は成る可く蒸氣場

所全體に互つて少量宛集め取る方がよい。之れが爲めに小孔を開けた



不汽水共騰管の圖



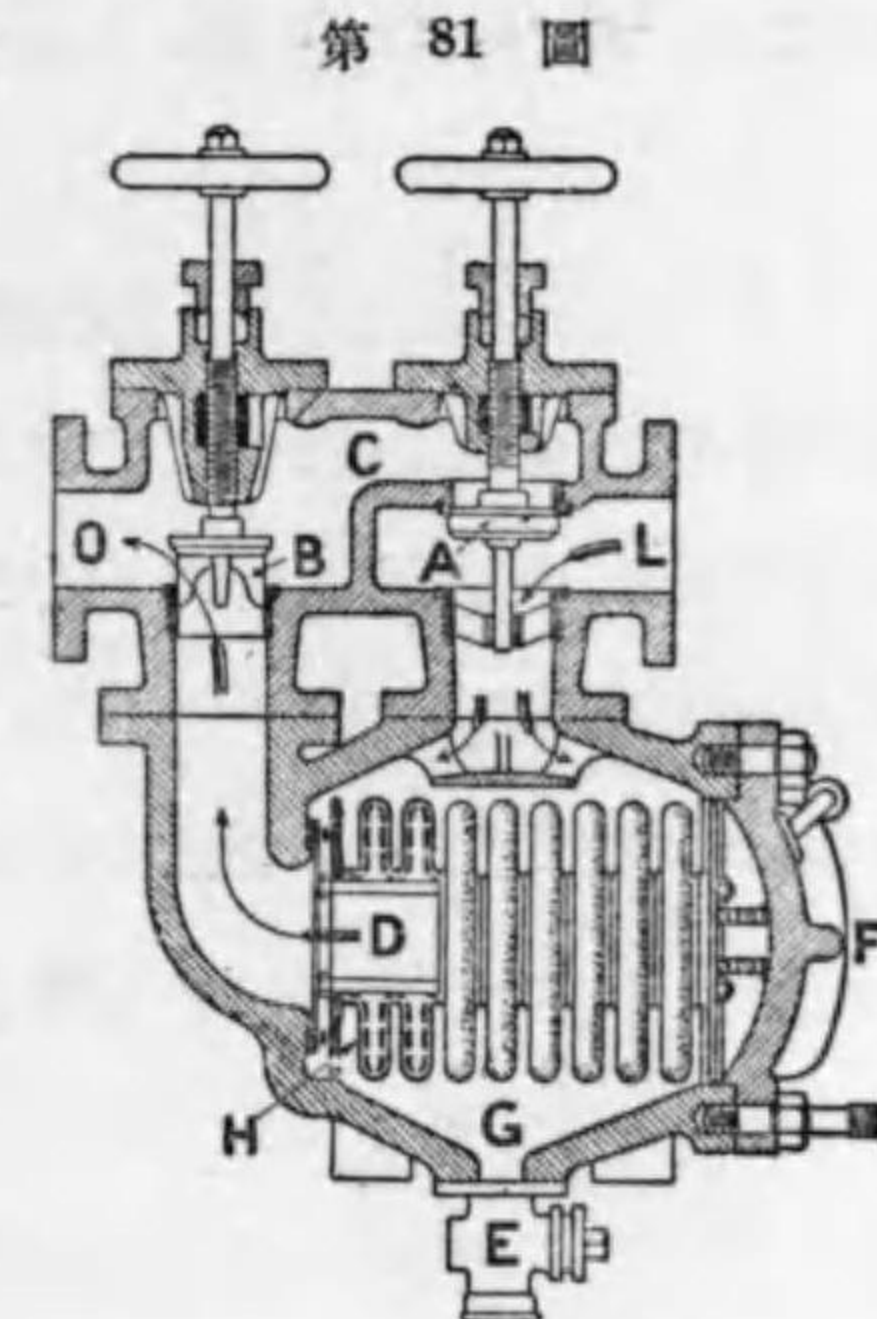
内部管を設備することがある。此の管を乾燥管 (dry pipe) 又は不汽水共騰管 (anti-priming pipe) 等と云ふ。第 80 圖は其の管を罐内に取付けた様を示す。

**93. 罐水の處理** 給水中に不純物を含むと、其の種類に従つて色々の害を罐に及ぼすものであるから、不純物の性質に従つて給水を處理し、其の害を軽減することが必要である。泥砂其の他給水中に浮遊して居る不純物は、給水の濾過に依つて取り除くことが出来る。泥砂や、柔き垢殻を造る鹽類は、蒸気罐内では罐底に沈澱してどろどろの形となつて居るから、此等は吹出しに依つて取り除くことが出来る。硬き垢殻を造る鹽類又は腐蝕性の鹽化物は給水前藥品で處理し、之を沈澱して除去するか又は害の少い鹽類に形を變へて罐に送り込む。又罐内に藥品を投入して硬き垢殻を造るべきものを柔き垢殻とし、吹出しに依つて取り除き得る様にする。或る種の鹽類は温度が高まると沈澱する。依つて給水を温めると給水を改善することが出来る。汽機の多くは表面複水器を附屬させ、之れに放出蒸気を導き、此所で再び水になし、其の複水を蒸気罐に送り返す。此の場合でも補給水が必要で、補給水の量は給水の 3% 乃至 5% であるから、水量としては左程多くない。此の補給水を全く不純物を含まない様にする爲めに水を蒸餾する方法がある。發電所や、船舶に行はれる。給水中に空氣や、炭酸瓦斯を含んで居ると蒸気罐や、蒸気タービンの羽根を腐らすから、輓近の發電所では空氣排除器 (deaerator) を用ひて、之等を全く取り除く。複水を蒸気罐に送り返す際、蒸気タービンのものは複水中に油を含んでないが、往復動汽機からの放出蒸気中には、汽筒内の摺動部を滑かにする爲め

に注いだ油が入つて居るから、油除去器又は油濾過器を用ひて油を取り除かねばならぬ。

#### 94. 油濾過器 第 81 圖は油濾過器 (oil filter) の一種を示す

もので、給水ポンプから送られた水は L より入り、矢の方向に従つて流れる中に H なる布製の濾過材料を置いて油を濾し取つた上、D に出で弁 B を經て O から蒸気罐に送られる。A 弁は上下共に瓣面となつて居り、濾過器を用ひない時は L を閉めて直接 O を經て蒸気罐に供給する。弁 E は濾過器を洗滌する時、汚水を出す爲めの弁である。



#### 95. 温水装置 給水を豫め 油濾過器の圖

温めて蒸気罐に送ることは、何れの方面から見ても利益であるから、陸上罐では何れも給水を温める装置が設備してある。給水を温めると次の様な利益がある。

1. 給水を寒冷の儘高温度の蒸気罐へ注入すると、之れに觸れた部分は急に縮まり、無理な歪を起し罐の壽命を縮める。給水を温めれば此の憂がない。
2. 汽機の放出蒸気又は煙道内に放出される廢瓦斯の餘熱で給水を温めるものは、温めた丈の熱量が利益となる。



3. 給水を温めると或る種の鹽類は沈澱し、又給水中に含まれた空氣は溫度が高まると其の一部は分離し、之等を取り除き給水を改善することが出来る。

温水装置を熱を供給する素で分けると節炭器、放出蒸気温水器、生蒸気温水器、ブリーダー・ヒーターとなる。

**96. 節炭器** 節炭器 (economiser) は蒸気罐から煙突に逃げる熱い瓦斯で給水を温める方法である。其の構造は多數の鐵管から成る器を煙道内に装置し、管内を給水とし、管外に熱瓦斯が給水と反對に流れて之れを温める。

第 82 圖はグリーン會社で造つた節炭器を煙道内に装置した様、第 83



第 82 圖

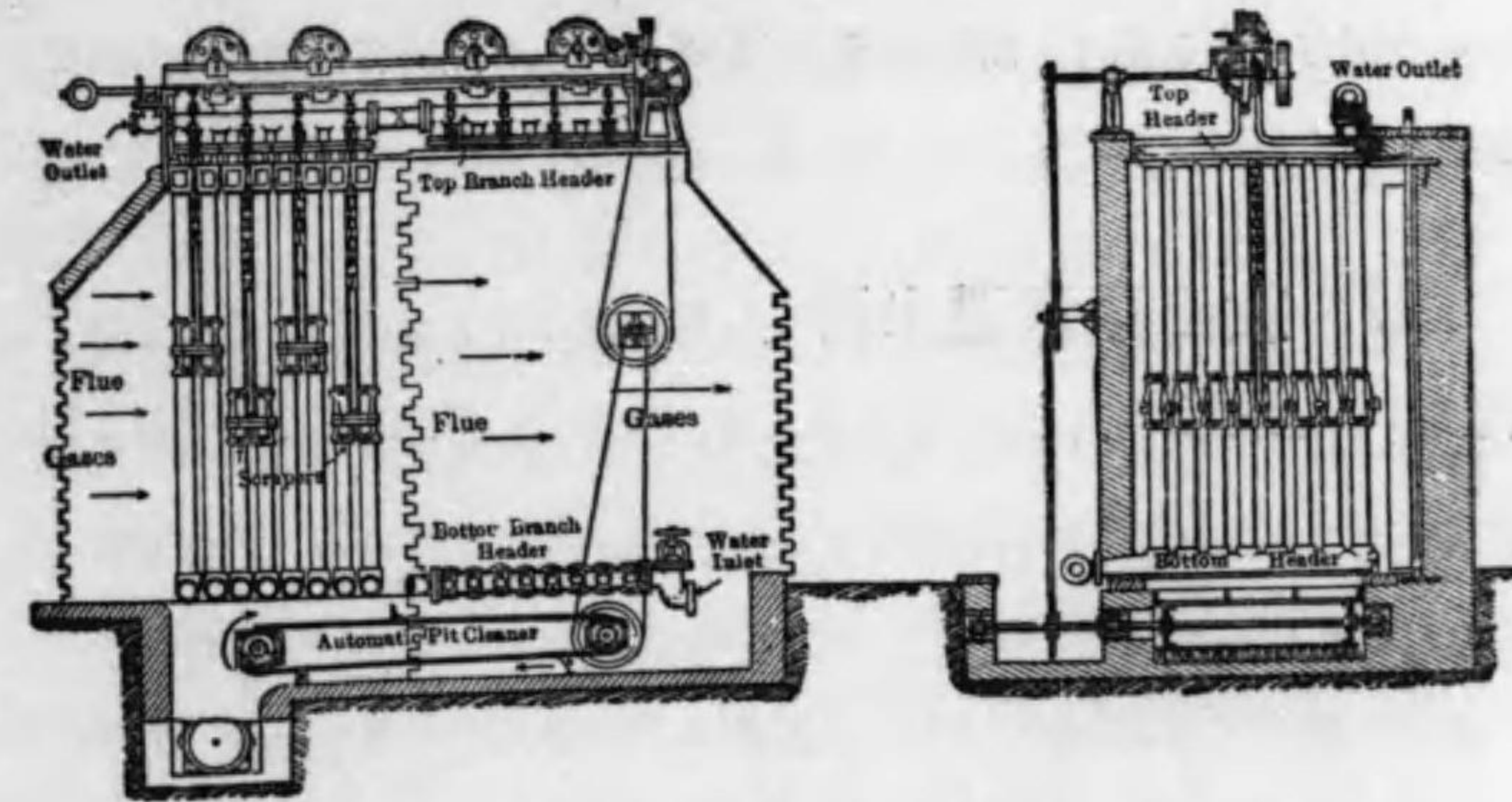
節炭器据付圖

圖は其の節炭器を示す。4本乃至 12本の管から成る 1組の管を、縦に澤山竝べて取り付けたものである。此等の管を給水ポンプ側と

蒸気罐側と各々一個の母管に連絡する。依つて給水は一方の母管から入り、水管内を流れて他方の母管を経て蒸気罐に送られる。熱瓦斯は水管の外側

を縫ふて煙突に出る様にしてある。水管の大體の大きさを記すと外徑 12 cm、長さ 3 m、水管一本の傳熱面積  $1\text{m}^2$ 、保有水量 38 kg である。節炭器全體内

第 83 圖



節炭器の圖

には、蒸気罐に供給する水 1 時間分の水量を容るゝ大さとする。節炭器は温水を貯へて置くことが多いから、負荷が急に増した場合一時に澤山の温水を蒸気罐に供給し得られる便利がある。然し節炭器は形が大きいから、大きな場所を採ると云ふ缺點がある。其の上通風が水管の抵抗の爲めに悪くなるから、通風を強くして置かなければならない。鐵管の外表面は煤が附着し勝ちで、煤が附着すると甚だしく温水作用を妨げるから、鐵管外表面にスクレーパー (scraper) と云ふ煤を掻き取る工具を設備して、絶えず之れを上下して煤の溜るのを防ぐ。節炭器上部に設備してあるものがスクレーパーを上下する装置である。

節炭器に入る煙の溫度を  $260^{\circ}\text{C}$  とすれば、出るときは  $150^{\circ}\text{C}$  内外となり、給水は  $38^{\circ}\text{C}$  のものが、 $120^{\circ}\text{C}$  内外迄に高まる。煙の溫度が  $150^{\circ}\text{C}$



以下では節炭器を用ひても效能がない。

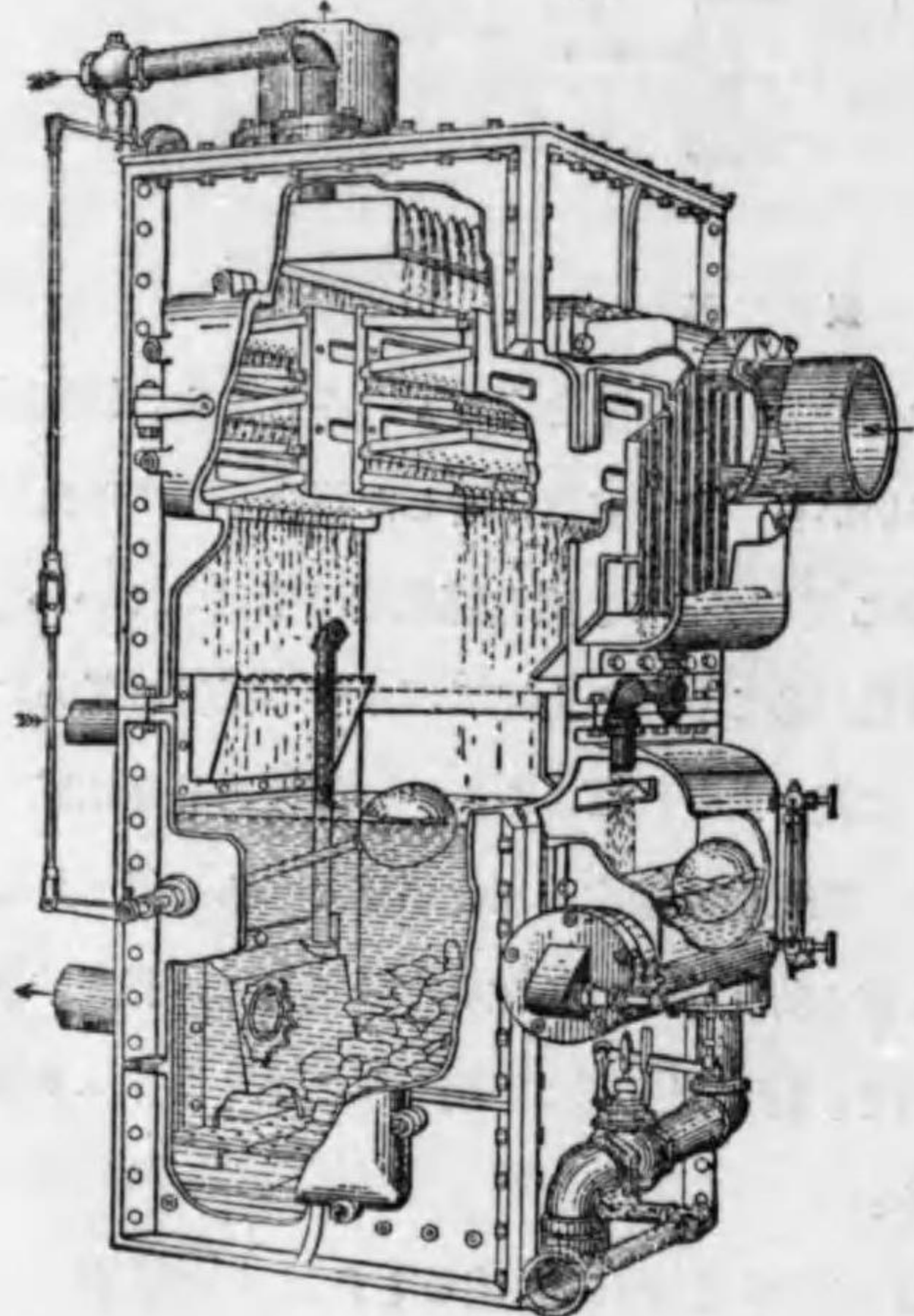
節炭器を用ひるときは其の修繕や、掃除の爲めに使用出来ない時があるから、必ず側路煙道を設け、節炭器を用ひない時は節炭器の方へ行くダンパーを閉ぢて縁を絶ち、側路煙道へ行くダンパーを開いて、之れから煙を煙突に導く様にする。

### 97. 放出蒸気温水器

單に温水器と云へば此の分を指す。

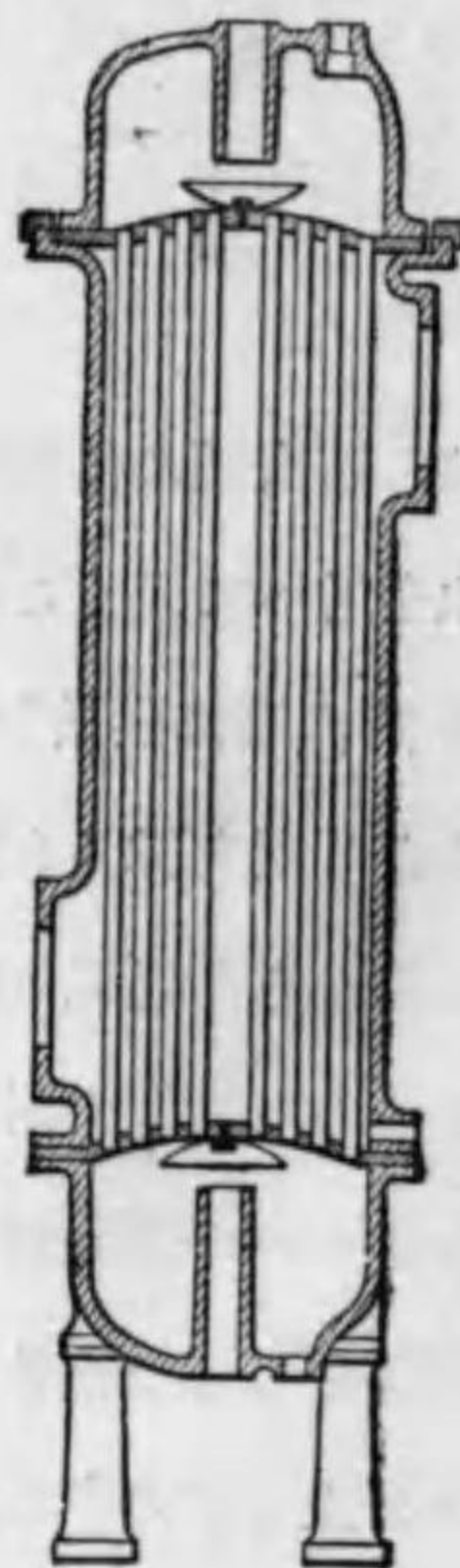
汽機から放出する蒸気で給水を温める方法である。構造上から分けると開

第 84 圖



開放型温水器の圖

第 85 圖



密閉型温水器

放型温水器と密閉型温水器の二通りになる。

1. 開放型温水器 (open heater) 第 84 圖は開放型温水器の骨組圖である。一つの箱の中に給水を導いて此所で雨の様に上から落とす。汽機の放出蒸気を此の器中に通すと、放出蒸気が水と接觸し、猶放出蒸気の凝結した水は給水と混合して給水を温める。依つて本器は效率が良好で、構造が簡單と云ふ利益がある。然し往復動汽機の放出蒸気を用ひるものは、其の中に油を含んで居るから、此の油を取り去る装置を要する。猶油を全部取り去る事が困難である爲め、此の式は用ひられる事が稀である。

2. 密閉型温水器 (closed heater) 第 85 圖は縦型の密閉型温水器の断面を表はした圖で、鐵製の圓筒内に多數の銅管又は眞鍮管を設備し、管内に給水を通じ、管の外側に放出蒸気を導く。されば放出蒸気の熱が銅又は眞鍮の壁を通じて給水に傳はるから、給水が此等多數の細い管を通る間に温められるものである。此の温水器の据付位置は、給水ポンプと蒸気罐との間に置くから、器内の壓力は蒸気罐の壓力より幾分高い。依つて此の温水器は夫れ丈の壓力に堪へる様に造つて置く必要がある。放出蒸気温水器では、放出蒸気の量は給水の量の約 20%を要し、給水は 94°C 附近迄温められる。

### 98. 生蒸気温水器

生蒸気温水器 (live steam heater) は

蒸気罐から取つた生蒸気を以て給水を温める方法で、他に給水を温める熱源がない時、給水改善の爲めに用ひられるもので、普通には用ひない方法と思つてよい。



### 99. ブリーダー・ヒーター 抽汽温水器

抽汽温水器 (bleeder heater) は中容量以上の発電所で採用する方法で、蒸気タービン中を蒸気が通過する其の途中から蒸気を抽出して、其の蒸気を以て給水を加熱する方法である。抽汽温水器には密閉型を用ひ、管内を給水、管外を抽汽蒸気とする。

### 100. 給水の選擇

給水中に有害な不純物を含んで居ると、其の損害は非常なものであるから、給水に如何なる方法を探るべきかは第一に考究すべき問題である。自然水を使用することは最も輕便であり、又中には給水として最も適したものもある。自然水を給水としようと思ふ時は、豫め其の水を分析して不純物を調べて見なければならぬ。不純物の性質に応じて適當の給水處理を施すべきである。腐蝕性の強い物質を含む水は給水として全然不適當である。焔管又は水管が六ヶ月位で使用に堪えない様になつた例がある。一時的の硬水で不純物を温水装置で除去出来るものは差支ないが、薬品の處理を要するものは餘程考慮を要する。不純物として多少の炭酸石灰を含むは止むを得ないけれども、硫酸石灰、鹽化マグネシウムの如きものを含むものは、給水として不適當である。圓筒形蒸気罐は垢殻を形成すべき物質を含んで居ても、其の量が僅かであれば差支がない。極薄い垢殻の附着は却つて耐腐蝕性となる利がある。然し水管罐は垢殻の附着を全く許さないものであるから、給水としては全然純粹の水で、空氣や、炭酸瓦斯等も含んで居ないものでなければならない。

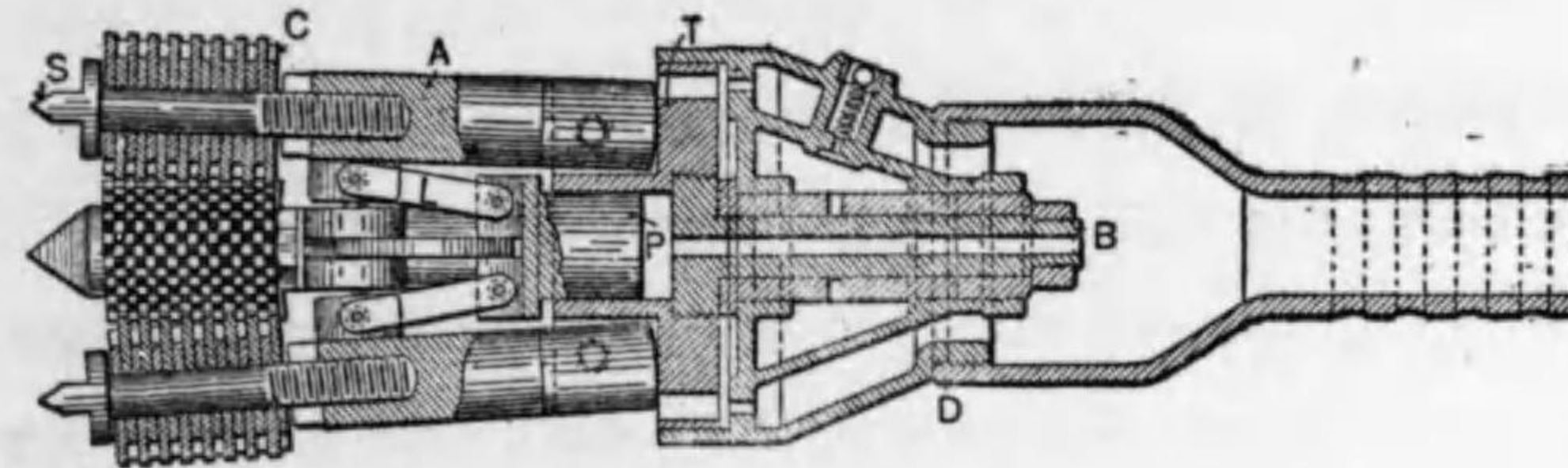
### 101. 罐掃除

罐水を如何に吟味しても、多少の不純物が罐

内に入り込み、垢殻を造ることは免れない。依つて適當の時期に罐を掃除して銹や、垢殻を除去することが必要である。罐掃除 (boiler cleaning) を大別すると内部掃除と外部掃除とになる。

内部掃除は罐内の垢殻又は鐵銹等を掃除することで、水汽筒及び泥筒内を水蛇管から水を注ぎて鐵刷毛を以て泥土、落し易き垢殻、若くは鐵銹類を洗ひ去る。又罐内の状態に従ひ數ヶ月に一度、期限を定めて罐内の大掃除を爲す。此の際は水汽筒、泥筒内の硬い垢殻はスクレーパーで削り取り、又は金槌で叩いて取り、水管は第 86 圖の様な洗罐機タービン・クリーナー (turbine cleaner) を使用する。此の機に自由に曲る蛇管を連結し、壓力あ

第 86 圖



タービン・クリーナー

る水を送れば、機内にある水車の作用で尖端が廻る故、彎曲した水管の垢殻でも削り取ることが出来る。斯く罐は洗罐する爲めに數日間休まなければならぬから、休罐に對する設備を爲し置くことが必要である。

外部掃除は煤煙の除去、灰出作業等を云ふもので、蒸気罐傳熱面に附着する煤煙は、水管罐では罐使用中一日に一度乃至數度蒸気又は壓搾空氣を以て吹き飛ばすことが肝要である。此の吹飛作業は蒸気罐を盛んに使用して居る間に行ふべきもので、若し然らざれば折角吹飛した煤煙も再び傳熱



面に附着する。又吹飛用蒸気は乾燥したものを用ひ、濕氣の爲め再び煤煙の附着することのない様にする。

焔管を有する罐は休罐の際、煙函の戸を開いて鐵刷毛で焔管内を掃除する。

此等蒸気罐内外掃除の際には必ず各部状態の視察及び検査を嚴密にし、若し少しでも異状を認めた時は、直ちに適當の手當を施すことが肝要である。

此の検査の際注意すべき部分は、罐の内面全部の外に各銲接手、各部計器類と連なる孔、水管取付部殊に直接火焰に觸れる部、吹出コックの取付部、安全瓣及び水管等である。

## 102. 蒸気罐の破裂 罐の破裂 (explosion of boiler) は

極めて稀な事であるが、一度斯る災害を惹起せば其の損害は甚大である。罐の破裂の原因は蒸気壓力が規定以上に高まつた場合か、又は罐の一部に弱い箇所が出来た時である。今破裂の原因を細別して起り易い分より列挙すれば、内部腐蝕、外部腐蝕、兩部の腐蝕、蒸気壓力の過大、罐水の減少、破れ目、ステーの切斷、構造上の弱點、老朽、垢殻の附着、接目の切斷等である。

蒸気の壓力が規定以上に高まる場合は火夫が焚き過ぎた時、壓力計の指針が狂つて居るのを知らないで焚いた時、又は垢殻が龜裂して急速の蒸發を爲した時等である。此等は給水に注意し、罐内の掃除を能くして垢殻を附着させない様にして置き、火夫を充分監督すれば、蒸気の壓力が規定以上に高まる心配はない。若し萬一此の事があつても安全瓣が狂つて居なけ

れば大丈夫である。猶安全瓣は二箇設備してあるから、共に狂ふことはあるまい。

罐水の減少は水準計の孔が垢殻の爲めに塞がつて狂つて居るか、又は火夫が不注意の爲めに水位が下つて居るのを知らない場合に起る。依つて水準計は二箇設備するか又は別に試験コックに依つて確めるべきである。

罐の破裂は腐蝕の爲めに罐の一部に弱い箇所が出来た場合が一番多い。故に常に蒸気罐内外の腐蝕を心掛けて注意し、猶時々水壓試験 (water pressure test) を爲して罐の強さを計れば、破裂を未然に防ぐことが出来る。水壓試験は新しき罐の組立を終つた時、大修繕の終つた時、洗罐後定期検査に之れを行ふ。警視廳の規定は制限壓力 4.3 汽壓 (61 封度、平方吋) 以下なる時は制限壓力の 2 倍、制限壓力 4.3 汽壓を超ゆるときは其の 1.3 倍に 3 汽壓を加へたものである。要するに罐の破裂は偶然起るものでないから、平常注意して居れば之れを未然に防ぐことが出来る。

## 103. 摘要

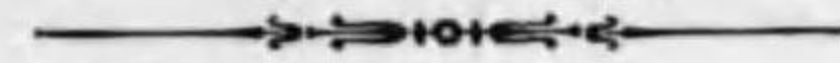
1. 罐水の不純物中には腐蝕性のものと、垢殻を形成するものとある。
2. 腐蝕性の不純物又は悪性の垢殻を造る不純物を含む水は、蒸気罐用とすることが出来ない。
3. 罐水中の不純物の害を軽減する方法は、給水の濾過、汚水の吹出し、給水前薬品で處理、罐内へ薬品の投入、給水の豫熱、給水の蒸餾、給水中の瓦斯排除である。
4. 給水が悪性で薬品處理を要する場合は、設備が大仕掛けの割に効果が少い。出来るだけ善良な給水のある所を選ぶべきである。



5. 給水を豫め熱することは、何れの方面から見ても利益である。
6. 給水豫熱装置を熱素で分類すると節炭器、放出蒸気温水器、生蒸気温水器、フリーダー・ヒーターに分たれる。
7. 利用し得る放出蒸気があれば、放出蒸気温水器を用ひるのが一番良い方法である。之れに開放型温水器と密閉型温水器とがある。
8. 輓近の蒸気タービンを原動機とする発電所では、蒸気タービンの途中から抽出した蒸気を以て給水を處理するものが多い。

## 蒸気罐及び汽力原動機

## 第一編 索引



## A

油除去器	121
油燃焼器 (oil burner or atomiser)	99
アダムソン接手 (Adamson joint)	32
アングル弁 (angle valve)	75
安全弁 (safety valve)	75
弾條 (spring)	78
船用型	79
重錘 (dead weight)	77
槓桿 (lever)	77
アップ・テーク (uptake)	37
壓力 (pressure)	
壓力計	15
ゲージ (gauge)	15
絶對 (absolute)	15
壓力計 (pressure gage)	
ブルドン管 (Bourdon)	71
合併 (compound)	72

## B

バブコック・エンド・ウィルコック ス罐 (Babcock & Wilcox boiler)	45
バケツ・エレベーター (bucket elevator)	100
バーラス氏通風計 (Barrus draft tube)	73

馬力 (horse power)	11
汽罐	64
分析	
元素	10
完全	10
工業	10
略	10
ベルビル罐 (Belleville boiler)	57
ブルドン管壓力計 (Bourdon tube pressure gage)	71
ボムブ熱量計 (bomb calorimeter)	10
ボン・コールト表面燃焼蒸気罐 (Boncourt surface combustion boiler)	61
棒ステー (bar stay)	40

## C

C.T.M.型 (cross-tube marine type)	40
抽汽温水器 (bleeder heater)	126
直管罐 (direct tube boiler)	33
直流弁	76
調革運搬機 (belt conveyer)	100

## D

ダンパー (damper)	28
弾條安全弁 (spring safety valve)	78
傳熱面 (heating surface)	28
泥炭 (peat)	7
泥筒 (mud drum)	45



Fンキ-蒸汽罐(donkey boiler) ...29

E

英國熱單位(British thermal unit) ..6
液體燃料..... 7
煙道(flue).....28, 106
側——(side——).....33
底部——(bottom——) .....33
煙函(smoke box).....35
煙管(smoke box).....34
煙筒(flue tube) .....32
圓筒形外焚式 .....35
煙突(chimney).....28
鋼鐵製——(steel——).....103, 104
煉瓦製——(brick——) ..... 103
鐵筋混凝土製——(reinforced concrete——).....104
煙突通風(chimney draft) .....103
エリソン通風計(Ellison draft gage) .....73

F

浮泡(scum).....119
——コック(scum cock).....84, 119
風化(weathering) .....100
吹出し(blow off) .....120
吹出コック(blow off cock).....83
表面——(surface——) .....84
底部——(bottom——) ..... 84
不汽水共騰管(anti-priming pipe) .....120
不粘炭(non-caking coal) .....8
粉末機(pulverizer) .....97
粉末炭燃燒裝置(pulverized coal firing

system) .....86
噴射蒸汽(steam jet) .....107
腐蝕(corrosion)
外部——(external——) .....117
内部——(internal——).....117
粉炭(coal dust) .....81
風力.....1

G

外部腐蝕(external corrosion) .....117
合併壓力計(compound gage).....72
ガルベ罐(Garbe boiler) .....54
ガロウエ-管(Galloway tube).....32
瓦斯體燃料 .....7
ガソリン .....7
グラム・カロリ- (gram calorie).....6
グローブ瓣(glove valve) .....75
ゲージ壓力(gage pressure).....15
原動機(prime mover) .....1
汽力—— .....2
減水警報器(low-water alarm) .....81
元素分析(石炭の) .....10
原油 .....7
ゲ-ト・ヴァルヴ(gate valve) .....7

H

船用罐(marine boiler).....35
船用型 .....47
——安全瓣 .....79
羽子板ステ- (palm stay) .....42
破裂(explosion of boiler).....128
火格子棧(fire grate bar) .....88
比熱
定壓—— .....22

K

定積—— .....22
火堰(fire bridge).....88
ヘッダ- (header) .....45
平衡通風(balanced draft) .....112
閉塞瓣(stop valve).....75
ホワイト・フォスター罐 (White Foster boiler) .....57
飽和蒸汽(saturated steam).....20
——溫度 ..... 20
乾燥——(dry——).....20
濕潤——(wet——).....20
表面吹出コック(surface blow-off cock) .....84
表面燃燒(surface combustion) .....71

I

一酸化炭素記録計(CO recorder).....114

J

15°C 貯カロリ- .....6
重錘安全瓣(dead weight safety valve).....77
重油.....7
蒸發係數(factor of evaporation) ..64
蒸汽(steam) .....17
飽和——(saturated——) ..... 20
過熱——(superheated——).....20,21
蒸汽場所(steam space).....27
蒸汽罐(steam boiler) .....27
蒸汽機關 ..... 2, 5
蒸汽タービン(steam turbine).....3, 5
ジョ-ン氏下方給炭機(Jone's under-feed stoker).....93

鏡板(end plate) .....27
下方給炭機(underfeed stoker) ..91,93
ジョ-ン氏——(Jone's——) .....93
階段給炭機(step grate stoker) ..91,94
開放型温水器(open heater).....125
灰渣凝結(clinkering) .....87
隔壁(partition wall) .....45
罐胴(boiler shell) .....27
過熱蒸汽(superheated steam).....20, 21
過熱器(superheater) .....59
過熱溫度 .....21
感熱(sensible heat).....17
罐掃除(boiler cleaning) .....127
罐水沸出(priming) .....44, 119
罐石(boiler stone).....116
乾燥飽和蒸汽(dry saturated steam) .....20
乾燥管(dry pipes) .....120
乾燥係數(dryness factor) .....20
完全分析(石炭の) .....10
火爐(furnace) .....27
カロリ- (calorie)
平均—— .....6
15°C—— .....6
貯—— .....6
グラム—— .....6
火力.....1
火室(fire box).....35
片前罐(single-ended boiler) .....33
褐炭(brown coal) .....8
氣壓 .....15
工業—— .....16



機械給炭(mechanical stoking).....86  
 汽罐馬力.....64  
 氣化熱(latent heat).....17  
 汽罐密閉式(closed stokehold system)  
 .....109  
 汽機(steam engine).....2  
 丘カロリ- (kilogram calorie).....6  
 キロワット(kilowatt).....11  
 一-時(-hour).....14  
 汽力原動機.....2  
 汽水共騰(priming).....44, 119  
 唇(lip).....79  
 くゞり孔(manhole).....27  
 空氣耕除器(deaerator).....120  
 空氣豫熱器(air preheater).....111  
 クロス・チューブ型(cross-tube type)  
 .....29  
 鑽床給炭機(chain grate stoker) ...91  
 分割型——(compartment type—)  
 .....93  
 給水逆止め瓣(feed check valve).....82  
 給炭(stoking).....83  
 機械——(mechanical—).....86  
 手焚——(hand—).....86  
 給炭機(mechanical stoker).....85,90  
 下方——(underfeed stoker).....91  
 階段——(step grate—).....91  
 鎖床——(chain grate—).....91  
 リレー(Riley—).....93  
 ローネー(Roney—).....96  
 搖動——(cocking feed—).....91  
 桁ステー(girder stay).....42  
 輕油.....7  
 工業分析.....10

工業氣壓.....16  
 槓桿安全瓣(lever safety valve) ...77  
 擴管器(tube expander).....39  
 コクラン管(Cochrane boiler).....31  
 コール・バンカー(coal bunker) ...100  
 降水管(down comer of boiler).....57  
 固體燃料.....7

M

密閉型溫水器(closed heater).....125  
 密閉式(closed ash-pit system) ...108  
 宮原式罐.....54  
 水場所(water space).....27  
 無煙炭(anthracite).....8  
 半——(semi—).....8  
 目なし板(dead plate).....88  
 戻火罐(return tube boiler).....37

N

内部腐蝕(internal corrosion).....117  
 內燃機關(internal combustion engine)  
 .....3, 5  
 生蒸汽溫水器(live steam heater)  
 .....121  
 波形爐管(corrugated furnace).....68  
 ニクロ-ス罐(Niclaus boiler).....50  
 燃料(fuel).....7  
 液體——.....7  
 瓦斯體——.....7  
 固體——.....7  
 燒料熱量計(fuel calorimeter).....10  
 燃燒率(rate of combustion).....62  
 燃燒室(combustion chamber).....27  
 粘炭(caking coal).....8

S

不——(non—).....8  
 熱.....1  
 熱機關(heat engine).....2  
 熱空氣機關(hot-air engine).....2  
 熱力學(thermo-dynamics).....11  
 一-の第一法則.....11  
 熱單位(thermal unit)  
 英國——(English—).....6  
 攝氏——(Centigrade—).....6  
 ノルマ-ン-ド罐(Normand boiler) ...57

O

往復動汽機(reciprocating steam  
 engine).....3  
 オクミ  
 桁ステー(gusset stay).....41  
 溫水器(heater)  
 抽汽——(bleeder—).....123  
 開放型——(open—).....125  
 密閉型——(closed—).....125  
 生蒸汽——(live steam—).....125  
 押込通風(forced draft).....108  
 ピストン(piston).....3

R

略分析.....10  
 リレー給炭機(Riley stoker).....96  
 レフレル蒸汽罐(Loeffler boiler).....60  
 瀝青炭.....8  
 煉炭(briquette).....87  
 濾過.....120  
 ローネー給炭機(Roney stoker) ...96  
 兩前罐(double-ended boiler).....33

シャベル(shovel).....86  
 遮斷瓣.....75  
 自然發火(spontaneous combustion)  
 .....101  
 自然通風(natural draft).....103  
 震動火格子.....89  
 眞空.....16  
 知せ孔(tell-tale-hole).....41  
 濕潤飽和蒸汽(wet-saturated steam)  
 .....20  
 水壓試驗(water pressure test).....129  
 水準調整器(feed water regulator)  
 .....82  
 水準計(water gage).....73  
 水力.....1  
 筋違ひステー(diagonal stay).....41  
 スクレーパー(scraper).....123  
 スコッチ型罐(Scotch type boiler).....37  
 スパン(span).....41  
 スターリング罐(Stirling boiler) ...51  
 ステー(stay)  
 棒——(bar—).....40  
 羽子板——(palm—).....42  
 桁——(girder—).....42  
 ネヂ——.....41  
 桁——(gusset—).....41  
 筋違ひ——(diagonal—).....41  
 ステー管(stay tube).....41  
 堰止瓣(sluiice valve).....76  
 石炭(coal).....7  
 泥——(peat—).....8  
 不粘——(non-caking—).....8



半無煙—(semi-anthracite) .....8  
 半有煙—(sub-bituminous—) ...8  
 褐—(brown—) .....8  
 無煙—(anthracite—) .....8  
 粘—(caking—).....8  
 煉—(briquette—) .....87  
 有煙—(bituminous—) .....8  
 石油ピッチ .....7  
 潜熱 .....17  
 扇風機(centrifugal blower).....107  
 攝氏熱單位(Centigrade heat unit).....6  
 節炭器(economiser) .....122  
 側煙道(side flue) .....39  
 送風渠(air duct) .....108  
 ソルニー・クロフト罐(Thornycroft boiler) .....57

T

タービン・クリーナー(turbine cleaner) .....127  
 タクマ式罐 .....52  
 玉縁器(beading tool).....40  
 炭酸瓦斯記録計(CO<sub>2</sub> recorder) ...114  
 豎罐(vertical boiler) .....29  
 豎多管罐(vertical multitubular boiler) .....30  
 通風(draft)  
 煙突—(chimney—) .....103  
 平衡—(balanced—) .....112  
 押込—(forced—) .....108  
 誘ひ—(induced—) .....108, 109  
 自然—(natural—) .....103  
 通風計(draft gage)  
 バラス氏—(Barrus—) .....73

エリソン—(Ellison—) .....73  
 U字形—(U-tube—) .....72  
 定壓比熱 .....22  
 手焚き(hand stoking) .....86  
 底部煙道(bottom flue) .....33  
 底部吹出コック(bottom blow-off cock).....84  
 定積比熱 .....23  
 天井板(crown plate) .....42  
 テスト・コック(test cock) .....74  
 止め弁(stop valve).....75  
 トライ・コック(try cock) .....74  
 燈油 .....7

U

U字形通風計(U-tube draft gage) .....73

Y

破れ目(grooving) .....118  
 ヤーロー水管罐(Yarrow water tube boiler) .....55  
 湯垢(scale).....116  
 有煙炭(bituminous coal) .....8  
 半—(semi—).....8  
 融解栓(fusible plug) .....81  
 搖動給炭機(rocking feed stoker) .....91, 96

Z

全熱量 .....17  
 ズルツェル直立水管罐(Sulzer upright water tube boiler) .....54  
 絶対壓力(absolute pressure).....15

昭和八年五月二十日第一版印刷  
昭和八年五月二十五日第一版發行

不許複製

蒸 汽 罐  
正 價 金 壹 圓 拾 錢  
送 料 金 拾 六 錢

編輯兼發行者 代表者 印刷者 印刷所 發行所

電 機 學 校  
 加 藤 靜 夫  
 白 井 赫 太 郎  
 精 興 社  
 東京市神田區錦町三の一七

電 機 學 校  
 東京市神田區錦町二丁目七番地  
 電話神田(25)局 1121—1124番  
 振替口座東京 13184 番

特 約 販 賣 店

林 平 書 店 東京日本橋區吳服橋二丁目五  
 電 氣 之 友 社 東京京橋區銀座八ノ一  
 オ ー ム 社 東京神田區錦町三ノ一八 オーム社出張所 大阪北區堂島ビル内



電機學校出版書籍正價表

編著者	書名	正價	郵税	表装	講義録の部	部
電機學校 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上	新編水力發電	3.80	26	クロス	基礎講義 (電氣工學大意)	一卷分
	新編火力發電	4.00	26	同上		二卷分
	新編電氣機械(第一編)	4.20	28	同上		三卷分
	新編電氣機械(第二編)	4.60	30	同上		四卷分
	新編電氣通論(第一編)	4.30	26	同上		五卷分
	新編電氣通論(第二編)	4.30	28	同上		六卷分
	新編交流理論其一	2.00	18	同(軟)		七卷分
	新編交流理論其二	1.50	18	同上		八卷分
	新編二次及二次電池	1.30	18	同上		九卷分
	新編電燈學	2.40	22	クロス		十卷分
	新編電氣學電力技術者用	2.90	24	同上		十一卷分
	新編電氣測定(第一編)	4.00	28	同上		十二卷分
電機學校 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上	新編電氣測定(第二編)	4.00	28	同上	標準 校外生部 テレゴ グ (電氣工學一般)	一卷分
	新編電氣製造(第一編)	2.60	24	同上		二卷分
	第一卷(電氣測定)	3.00	22	同(軟)		三卷分
	第二卷(電氣機械)	2.20	18	同上		四卷分
	第三卷(水力學・水力發電)	1.90	18	同上		五卷分
	第四卷(熱學・火力發電)	2.00	18	同上		六卷分
	第五卷(送電配電・電氣設備)	2.20	18	同上		七卷分
	第六卷(光學・電燈照明)	2.00	18	同上		八卷分
	第七卷(音響電話・電氣線路)	1.60	18	同上		九卷分
	第八卷(力學・機械學)	1.90	18	同上		十卷分
	電氣法規の話	0.70	6	クロス		十一卷分
	電氣用絶縁材料	5.50	33	同上		十二卷分
電機學校 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上	電氣技術者用高等數學	2.80	22	同上	講義録 ○送科本校負擔○	一卷分
	電氣技術者用力學	3.00	24	同上		二卷分
	無線電信の理論と應用	1.70	20	同上		三卷分
	最新電燈照明學	2.00	20	同上		四卷分
	初等電氣通論	1.40	18	同上		五卷分
	電機用製圖學(前編)	1.40	18	同上		六卷分
	電機用製圖學(後編)	2.60	22	同上		七卷分
	電機リーダーズ(1)	0.80	14	同上		八卷分
	電機リーダーズ(2)	0.90	16	同上		九卷分
	電機リーダーズ(3)	1.00	16	同上		十卷分
	電機リーダーズ(補)	0.90	14	同上		十一卷分
	年度別選試問題並解答	0.35	2	紙同		十二卷分
電機學校 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上	昭和七年度	0.40	4	紙同	講義録 ○送科本校負擔○	一卷分
	昭和七年度	0.40	4	紙同		二卷分
	種別選試標準解答(第一種)	0.60	4	紙同		三卷分
	種別選試標準解答(第二種)	0.60	4	紙同		四卷分
	種別選試標準解答(第三種)	0.35	2	紙同		五卷分
	科目別選試標準解答	0.50	4	紙同		六卷分
	測定(電氣理論及電氣測定)初等	0.50	4	紙同		七卷分
	機械(電氣機械製器附屬器具)初等	0.50	4	紙同		八卷分
	配電(電力輸送配電及蓄電池)初等	0.50	4	紙同		九卷分
	電燈(電燈照明)初等	0.30	2	紙同		十卷分
	發電(發電機設計附屬器具)初等	0.45	4	紙同		十一卷分
	電機(電氣製造)高等	0.60	4	紙同		十二卷分
測定(電氣理論及電氣測定)高等	1.00	6	紙同	……壹圓		
機械(電氣機械製器附屬器具)高等	0.60	4	紙同	……壹圓		
配電(電力輸送配電及蓄電池)高等	0.80	4	紙同	……壹圓		
電燈(電燈照明)高等	0.40	4	紙同	……壹圓		
發電(發電機設計附屬器具)高等	0.90	4	紙同	……壹圓		
同上	三角前數並諸對數表	0.20	2	紙同	……壹圓	
同上	計算尺使用法	0.15	2	紙同	……壹圓	

(御注意) 御注文は振替(東京一三二八四番)又は小爲替にて前金に願ひます。代金引換小包の取扱ひは致しません。

(内容見本進呈)



350  
269

終

特