

機教秘第三二號 64

大正八年四月

兵器學教科書(砲煩)

海軍機關學校

生徒第三學年

81a-122
E87a

海軍機關學校長 船 橋 善 彌

大正八年四月

本書ニ依リ兵器學ヲ修得スヘシ

- 三、本書ヲ亡失、毀損セルトキハ其ノ顛末ヲ本校ニ詳報スヘシ、
本人ヨリ本校ニ還納スヘシ、
- 二、本書ハ本人死亡ノ節ハ遺族ヨリ、現役ヲ離レタルトキハ
- 一、本書ハ海軍部外ニ對シ嚴ニ秘密ヲ守ルヲ要ス、



第三版 大正八年四月

教官 海軍大尉 中村 由吉

第二版 大正五年七月

教官 海軍中佐 松本 匠

第一版 大正三年二月

教官 海軍大尉 矢島 健夫

發行年月

兵器學目次

	頁
第一編 砲身及砲架	I
第一章 砲煩概說	I
一、砲煩發達ノ概要	I
二、砲身各部ノ名稱	3
三、砲煩ノ分類	4
四、砲煩一般ノ呼稱	5
第二章 膛內彈道大意	8
五、總論	8
六、裝藥ノ燃燒及彈丸ノ進行	9
七、熱當量ノ法則	11
第三章 砲身ノ構成概要	19
八、砲煩計量	19
九、層成砲ノ原理	21
一〇、鋼線砲ノ原理	25
一一、層成砲及鋼線砲ノ比較	26
一二、砲身ノ構成	28
一三、藥室及施條	30

	頁
一四、閉鎖機	31
第四章 造砲術	34
一五、造砲材料	34
一六、鑄造法	35
一七、加熱作業	36
一八、機械作業	37
一九、砲身ノ侵蝕並命數	39
二〇、內筒換裝	42
第五章 砲架	43
二一、砲架一般	43
二二、砲ノ退却	44
二三、高脚砲架	46
二四、俯仰機及旋廻機	48
二五、駐退機及推進機	49
二六、照準器	51
二七、發砲電路及銃把	54
第二編 彈丸,火藥,火工品	56
第一章 彈丸	56
一、彈丸各部ノ名稱	56
二、彈丸ノ分類及識別	57
三、彈丸ノ用途並製法	59
四、彈丸各部ノ構成	61

	頁
五、彈帽	63
第二章 火藥	65
六、火藥ノ類別及發火現象	65
七、有烟火藥	66
八、無烟火藥	68
九、高勢爆發藥	71
一〇、裝藥	72
第三章 火工品	73
一一、彈藥包	73
一二、火管	75
一三、信管	77
一四、信號用火工品及火線,火索	80
第四章 火藥庫及彈丸庫	82
一五、彈火藥庫ノ位置	82
一六、一般ノ構造	83
一七、通風及冷却裝置	84
一八、漲水及排水裝置	85
第三編 砲塔及甲鈹	87
第一章 砲塔	87
一、砲塔概說	87
二、砲塔一般ノ構造	88

頁

三、砲塔構成ノ變遷	90
四、原働機ノ變遷	92
第二章 甲冑	93
五、甲冑一般ノ趨勢	93
六、克式甲冑ノ製法	94
七、甲冑ノ抵抗	96
海軍艦砲操式拔萃	98
綱領	98
總則	99
中小口徑砲操法	109
通則	109
五十口徑四一式(毘式)十五糎砲[砲廓砲]操法	111
四十五口徑 ^(四一式) _(安毘式) 十五糎砲[砲廓砲]操法	116
四十口徑 ^(四一式) _(安式) 十二糎砲[高脚砲架及中心軸 砲架]操法	121

兵器學

第一編

砲身及砲架

第一章

砲煩概説

一、砲煩發達ノ概要、

砲煩トハ 2 人以上ノ協力ニヨリ使用シ彈丸ヲ拋射スル兵器ノ總稱ニシテ、其ノ原始ハ遠ク 14 世紀ノ初期ニアルカ如シ、

火藥ハ既ニ 13 世紀ノ末期ニ於テ發明セラレシト雖、之ヲ砲煩ニ應用シ戰鬥場裡ニ使用スルニ至リタルハ 1320 年代以後ナリ、

其ノ後戰鬥上ノ要求ト造砲上ノ經驗トニヨリ漸次砲量増大シ、16 世紀上半ニ至ルマテ砲身ハ砲銅或ハ鍛鐵ヲ以テ製セラレ、彈丸ニハ圓石鉛及鐵等ヲ使用セリ、

1545 年鑄鐵ヲ用ウルニ至リ造砲上ノ一紀元ヲ開ケリ、

1774年蘇格蘭ニ於テ案出セラレタル輕量ノ大口徑砲ハ4-500碼ノ距離ニ在リテハ命中極メテ精確ナリシモ、使用彈丸ハ尙中空圓彈ナリキ、即 Nelson 時代ノ戰爭ニ使用セラレタルモノ總テ此ノ種ニ屬ス、

1819年佛國ニ於テハ長身ノ大口徑砲ヲ造リ中空圓彈ニ炸藥ヲ填充セル破裂彈ヲ用井タリ、

1840年艦船ノ航走ニ汽力ヲ應用シ、次テ「クリミヤ」戰爭ノ末期ニハ鐵板ヲ以テ舷側ヲ防禦セル軍艦ヲ見ルニ至レリ、

茲ニ於テ砲煩ト裝甲板トノ對抗競爭ハ益々造砲術ノ進歩ヲ促スニ與リテ力アリキ、

是ヨリ先 1846年彈丸ノ威力ヲ増進スル爲始メテ長彈ヲ使用ス、

從來ノ砲身ハ總テ前裝滑膛砲ナリシモ、長彈ヲ使用スルニ至リ始メテ施條砲案出セラル、然レトモ尙前裝式ナルヲ免レサリキ、

1854年英國造砲家 Armstrong 氏ハ鋼ヲ以テ長射程ニ應スル後裝施條砲ヲ製ス、是レ數層ノ鋼筒ヲ以テ層成セルモノニシテ、層成砲ノ始ナリ、

如斯冶金術ノ發達ハ漸次造砲術ヲ革進セシム、

1865年以後砲煩對甲鈹ノ競爭益々激甚トナリ、砲身ハ其ノ口徑12吋(25噸)ヨリ13.5吋(35噸)ニ達シ、從テ1872年ニハ砲ノ操縱ニ水壓力ヲ使用スルニ至レリ、

1873年砲煩、甲鈹兩者ノ競爭ハ其ノ極ニ達シ、英艦ノ Inflexible ハ24吋ノ甲鈹ヲ帶ヒ口徑16吋(80噸)ニシテ

滑膛砲、施條、甲鈹砲

1,700 所ノ彈丸ヲ射出スヘキ後裝砲ヲ裝載セリ、次テ口徑 17.7 吋 (100 噸) 砲ヲ見ルニ至リタリ、

1878 年頃煖燃火藥ノ使用ハ益々砲ノ威力ヲ増進セシメ、膛長ハ大トナリ總テ後裝施條砲ヲ賞用スルニ至レリ、

1886 年安社ハ 12 糧速射砲次テ 6 吋速射砲ヲ製出シ、又一方無烟火藥ノ使用ト相俟チテ砲煩ノ威力急激ニ増進シ造砲界ニ一大進歩ヲ與フ、

1890 年英國ニ於テ鋼線砲ヲ創造シ彈丸ノ改良ト共ニ益々向上發展ノ域ニ進ミ、遂ニ今日アルニ至レリ、

二、砲身各部ノ名稱、

砲煩ハ普通砲身及砲架ヨリ成ル砲身トハ火藥瓦斯壓力ニヨリ彈丸ヲ射出スル金屬製導筒ニシテ、其ノ外狀ハ後部肥大ニ前部漸ク細小ナリ、是レ發砲ノ際砲内ニ働ク瓦斯壓力ハ後部ニ於テ甚タ強ク、前部ニ至ルニ從ヒ漸次微弱トナレハナリ、

砲身各部名稱 其ノ各部ノ名稱、次ノ如シ、

砲口、
Muzzle

砲尾、
Breech

砲底面、
Base of breech

尾栓孔、
Breech hole or slot

砲身内部ノ空膛ヲ膛中或ハ砲膛ト稱シ

藥室、
Powder chamber

彈室,
Shot chamber

施條部,
Rifle part

ヨリ成リ施條部ハ又

膛渠,
Groove

條丘,
Land

ヨリ成ル、以上ノ外

膛軸トハ砲膛ノ中心線ヲ謂フ、
Axis of bore

口径トハ砲口ニ於テ條丘ヨリ條丘迄ノ直徑ヲ謂
Calibre

フ、而シテ通常糧ヲ以テ之ヲ算ス、

膛長トハ砲膛ノ全長ヲ謂フ、
Length of bore

砲長トハ砲身ノ全長ヲ謂フ、
Length of gun

砲ノ長サヲ稱スルニハ通例其ノ砲ノ口径ヲ單位ト

シ膛長ニ於テ幾口径ト稱ス、

砲尾ヲ閉鎖スル機關ヲ閉鎖機ト稱シ
Breech closing apparatus

尾栓,
Breech block

發火裝置,
Primer block

抑氣具,
Obturator

開閉機關,

等ヨリ成ル、

三、砲煩ノ分類、

砲煩ハ彈道ノ形狀ニ依リ分類シテ

大砲,
Gun or Cannon

榴彈砲,
Howitzer

膛長 $l = l' + l''$ = 表ハシレ'ヨリス、尾栓室ノ長サトスル

$l + l' = L$ ハ砲身長トシ

45 12 至 36 cm 砲身ハ

膛長 $l = 45 (36 \text{ cm})$

$= 45 d.$

臼砲, Mortar

ノ3種トス、然レトモ海軍ニ於テハ專ラ大砲ノミヲ用フ、故ニ海軍砲煩トハ艦艇ニ裝備スル大小各種ノ大砲ヲ總稱スルモノナリ、本書ニ於テ砲或ハ砲煩ト稱スルモノ亦然リ、

通例其ノ口徑25糎以上ノ砲ヲ大口徑砲ト稱シ、12糎以上25糎未滿ノ砲ヲ中口徑砲ト稱シ、12糎未滿ノ砲ヲ小口徑砲ト稱ス、

連發ニ適スル自働的裝填機ヲ有シ容易ニ多數ノ彈丸ヲ發射シ得ル如ク構成セル砲ヲ機砲ト稱ス、

大砲ハ其ノ用途ニ從ヒ之ヲ類別シテ

艦砲, Naval gun

艇砲, Boat gun

野砲, Field gun

ノ3トス、艦砲ハ裝備ノ場所及其ノ方法ニ依リ更ニ之ヲ類別シ

旋廻砲, Pivot gun

側砲, Side gun

砲塔砲, Turret gun

砲廊砲, Casemate gun

等トナス、

四、砲煩一般ノ呼稱、

砲身及之ニ屬スル砲尾機關ハ同一口徑砲ト雖、製造

從來ノ海軍砲ノ仰角ハ 20°・25°(全則) 30°+1.
陸軍ノ臼砲ニテハ 45°~75°+1.

大口徑 --- 25cm 以上: 41, 36, 30, 25 cm
中口徑 --- 20~12 " 20, 15, 14, 12 cm
小口徑 --- 8cm 以下: 8, 7, 6, 5, 4, 3 cm

核砲 { 陸式
朱、
麻、

(口徑砲 { 5lb ... 57mm ... 小口徑砲, 6.5, 5.5, 4.7
3lb ... 47 " 大口径之ニテハ 177
2.5lb ... 47 "

所ノ意匠計畫ニ依リ大ニ其ノ構造ヲ異ニスルヲ以テ
之カ區別ニ便ナラシメンカ爲其ノ種類ニ依リ呼稱ヲ
附與セリ、

此ノ呼稱ハ口徑ヲ單位トスル長サ、尾栓ノ式及口徑
ヲ以テ定ムルヲ例トス、

例ヘハ

45口徑 毘式 36 糶砲、

50口徑 41式 15 糶砲、

40口徑 安式 8 糶砲、

等ノ如シ、但シ口徑小ナル砲煩ニ在リテハ砲ノ式、製造
所ノ型等ニ依リ之ヲ呼稱スルコトアリ、

例ヘハ

一號短 8 糶砲、

保式 6 糶砲、

山内 5 糶砲、

麻式機砲、

等ノ如シ、

以上一般呼稱ノ外其ノ外形、内筒換裝及彈室改造等
ニ依リ更ニ區別ヲ要スル場合ニハ、各要スル符號ヲ附
記セルモノアリ、

例ヘハ外形ヲ表示スル場合ニハ (安)、(毘)、(吳)、等ヲ一般
呼稱ニ附記シ

45口徑 吳式 (安) 30 糶砲、

等ト稱ス、又内筒換裝ヲ表示スル場合ニハ (復)、彈室改造

ヲ表示スル場合ニハ^{彈室改造}改、同一口径砲ニシテ藥囊ヲ用ウルモノハ囊砲、藥莢ヲ用ウルモノヲ莢砲ト稱シ(囊、莢)ヲ夫々一般呼稱ニ附記ス、

又砲身ノ構成ヲ表示スル場合ニハI型X型等ヲ一般呼稱ニ附記ス、

一般呼稱ニ於テ其ノ總テヲ表示スル要ナキトキハ適宜呼稱ヲ省略スルコトヲ得、

例ヘハ

36 糶砲、

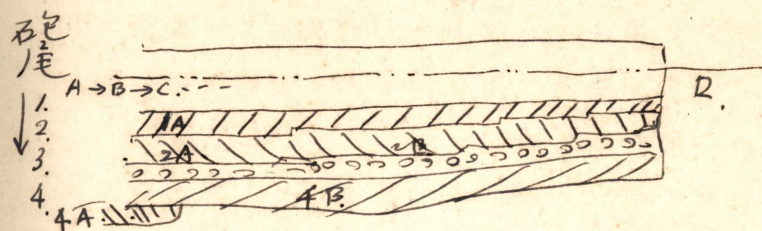
40 口径 30 糶砲、

15 糶(囊)砲、

機砲、

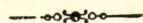
等ノ如シ、

尙我海軍現用砲種ハ、別表ノ如シ、



第二章

膛内彈道大意



五、總論、

彈道學トハ彈丸ノ運動法則ヲ論スル學ニシテ其ノ砲身内即チ膛内ニ於ケル裝藥燃燒ノ現象其ノ成果及膛内ニ於ケル彈丸ノ運動並ニ燃燒瓦斯ノ砲身ニ及ホス影響等ヲ攻究スルモノヲ膛内彈道學 (Internal ballistic) ト謂ヒ砲口外即チ空氣中ニ於ケル彈丸ノ運動ヲ攻究スルモノヲ膛外彈道學 (External ballistic) ト稱ス、

抑彈丸ハ火藥ノ爆發力ニヨリテ砲身ヨリ拋射セラレルモノニシテ彈丸ノ有スル速率ハ彈丸ノ砲口ヲ出ツル迄ニ附與セラレタル「エネルギー」ニ關係シ其ノ「エネルギー」ハ砲膛ニ於ケル火藥(裝藥ト稱ス)ノ燃燒ニ依テ發生スル高熱瓦斯體ノ膨脹力カ彈丸ニ附與シタル狀況ニヨリテ決定セラレルモノナリ故ニ膛内ニ於ケル彈丸ノ運動法則ヲ學理的ニ論スルニハ熱力學並ニ熱化學ノ原理ヲ應用シ火藥並ニ砲煩彈丸ニ關スル諸元ト彈丸ノ運動トノ關係ヲ論スルヲ普通トス而シテ

藥乾ノ平行燃燒

此等ノ諸元相互ノ間ニハ種々複雑ナル關係アルヲ以テ凡テ此等ノ關係ヲ示スヘキ法則ヲ別々ニ決定シ更ニ之ヲ綜合シテ膛内ニ於ケル彈丸運動ノ法則ヲ可成的單一ナル方程式テ以テ表ササルヘカラス此ノ方程式ハ所謂膛内彈道學ノ基礎タルヘキ彈丸運動ノ微分方程式ト稱スルモノニシテ其ノ積分法ニ就キテハ古來學者ノ苦心スル所ニシテ各自見解ヲ異ニシ從テ高尚ナル數學上ノ計算ヲ要スルナリ然レトモ茲ニハ單ニ微分方程式成立ノ原理及膛内彈道公式ノ様式ヲ示スニ止メントス、

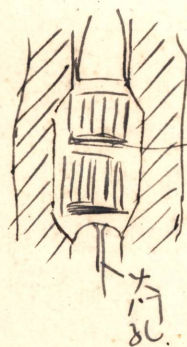
六、裝藥ノ燃燒及彈丸ノ進行、

膛内ニ於ケル裝藥ニ點火シテヨリ彈丸砲口ヲ辭スル迄ノ經過ヲ順序ニ記述スレハ次ノ如シ、

射手引金ヲ引キ火管ヲ發火スレハ其ノ火焰ハ裝藥底ノ傳火藥ニ點火ス之ヲ點火ト稱ス、傳火藥ノ燃燒ニヨリ裝藥全體ニ火焰ヲ傳ヘ裝藥ハ其ノ表面ヨリ燃燒ヲ始ム之ヲ傳火ト稱ス、

裝藥ノ燃燒ヲ始ムルヤ大略原形ノ表面ニ平行ニ燃進ス之ヲ平行燃燒ト稱ス故ニ同種同量ノ藥條ト雖其ノ肉厚ノ大ナルモノハ小ナルモノニ比シ燃燒ニ多クノ時間ヲ要ス、

裝藥ノ燃燒ニヨリテ生シタル熱瓦斯ハ固體ナリシ原容積ニ比シ數千倍ニ増大シ而モ高熱ノ下ニ在ルヲ以テ非常ニ大ナル膨脹性ヲ有ス而シテ又裝藥ノ燃燒



伝火薬(黒色伝火薬)

燃燒温度は2800°C.

此の3T/0' - 4T/0'

大
丸

速度ハ壓力ト溫度トノ高昇スルニ從ヒ益々迅速トナ
 リ其ノ彈底ニ作用スル壓力カ或ル度ニ達スルトキハ
 彈丸ノ導環ヲ壓延シ施條ニ嵌入セシメ彈丸ハ起動ス
 ルニ至ル此ノ場合ノ壓力ヲ起動壓力ト稱シ導環施條
 ノ狀態ニヨリテ其ノ量ヲ異ニスレトモ36 糶砲ニ在リ
 テハ(以下同シ)凡ソ 320 𪛗平方糶ニ達シ火藥ノ燃燒量
 ハ全量ノ約 5%ナリ、

己ニ彈丸起動スルモ初期ニ於テハ其ノ進行速度遲
 緩ナルヲ以テ瓦斯包容容積ノ増加量ハ瓦斯發生速度
 ニ及フコト能ハス壓力及溫度ハ益々高昇シ彈丸カ約
 1 米前進セル時ニ於テ其ノ壓力最大(2995 𪛗平方糶)ニ
 達ス此時裝藥ハ約 66%ヲ燃燒シ彈丸ハ 280 米秒ノ速
 度ヲ有ス此ノ際ニ於ケル火藥ノ燃燒面ハ原形ノ半分
 以下ニ減シ彈丸ハ大速度ヲ以テ前進スルカ故ニ火藥瓦
 斯ノ占ムヘキ容積ノ増加率ハ比較的増大シ從テ尙高
 溫ヲ有スルニ係ラス膛壓ハ低下シ始ム斯クテ彈丸カ
 6-7 米前進シ施條部ノ約中央ニ達スル頃ニハ裝藥ハ全
 部燃燒シテ瓦斯ニ化シ其ノ壓力ハ 1200 𪛗平方糶、彈速
 ハ 660 米秒ニ及ヒ爾後瓦斯ノ彈力ノミニ依リテ彈丸
 ヲ推進シ砲口ニ達ス其ノ砲口ニ於ケル速度 793 米秒
 壓力 556 𪛗平方糶ヲ算ス、

斯ク記述スルトキハ裝藥ノ燃燒及彈丸ノ運動ハ如
 何ニモ遅々タル如クナルモ以上ノ現象ハ實ニ一瞬ニ
 終了スルモノニシテ射手カ引金ヲ引キテヨリ彈丸砲口
 ヲ辭スル迄ニ要スル時間ハ僅ニ 0.1 秒余ニ過キスシテ

彈丸起動シテヨリ 0.028 秒ヲ費スニ過キサルナリ、

七、熱當量ノ法則、

臆内ニ於テ裝藥燃焼シ高熱瓦斯ヲ發生シ其ノ膨脹力ニヨリ彈丸ニ運動ヲ與フルコト恰モ罐内ノ水カ水蒸氣トナリ唧子ニ運動ヲ與フルカ如シ之ヲ熱力學上ノ當量ノ法則ニ適用スレハ次ノ關係式ヲ得ヘシ、

$$Ec(T_0 - T)wF(y) = L \dots\dots\dots(1)$$

式中 w 火藥ノ重量即チ裝藥量

$F(y)$ 燃焼比即チ t 時間後ニ於テ單位重量ノ火藥ノ燃焼シタル重量ニシテ火藥ノ形狀ニ關スル函數ナリ、

T_0 燃焼溫度即チ臆内ニ於テ火藥ノ燃焼ニヨリ生スル高熱ノ瓦斯力熱ノ放散及外部ノ仕事ヲ受授セサルモノト假想セルトキニ保有スル絶對溫度、

T t 時間ノ後ニ於テ實際瓦斯ノ有スル絶對溫度、

c T_0 及 T ノ中間溫度ニ於ケル瓦斯體ノ有スル不變容積内ニ於ケル平均比熱、

L t 時間後ニ於テ火藥瓦斯ノ遂行シタル仕事、
今臆内火藥ノ燃焼ニヨリ發生スル高熱瓦斯ノ膨脹力ハ彈丸ノ運動ニノミ費サレ臆面ト彈丸トノ磨擦砲身内壁ノ冷却作用及砲身ノ退却等ニ依テ生スル勢力ノ損失ハ之ヲ省略シ得ヘキモノト考フルトキハ
(1) 式ハ次ノ如ク記スルヲ得ヘシ、

$$\frac{1}{2}mv^2 = Ec(T_0 - T)wF(y) \dots\dots\dots(2)$$

式中 m 彈丸ノ質量

v 彈丸ノ速度

T_0 ハ高熱瓦斯ノ絶對溫度ニシテ之ニ完全瓦斯ニ關スル「マリオット」ノ

法則ヲ適用スレハ

$$pv = RT_0 = \text{常數} \quad R = \frac{p_0 v_0}{273}$$

式中 p 單位面積上ノ壓力、
 v 瓦斯ノ容積、
 p_0 標準壓力(即チ標準氣壓)
 v_0 標準氣壓並ニ零度ニ於ケル單位重量
 瓦斯ノ比容積ヲ示ス、

RT_0 ノ値ハ或瓦斯ニ對シテ常數ナルヲ以テ「サロー」氏ハ火藥ノ爆發
 瓦斯ニ於テモ同様常數トシ且 f ヲ以テ之ヲ表シ火藥ニ關スル微數ト
 セリ故ニ

$$RT_0 = f, \quad T_0 = \frac{f}{R}$$

進ンテ(2)式中ノ T ヲ求メ N ニ V ヲ臆内燃燒成生物ニヨリ占有サレ
 タル容積トシ P ヲ彈丸ノ底面ニ働ク壓力トセヨ然ルトキハ壓力 P ハ火
 藥瓦斯ニヨリ占領セララル空間ノ凡テノ表面ニ一樣ニ働クモノニシ
 テ瓦斯ノ比積ト其ノ瓦斯ノ有スル絕對溫度 T トノ函數ニヨリ表ハサ
 レ得ヘシ而シテ瓦斯ノ比積ハ $\frac{V}{wF(y)}$ ナルカ故ニ熱力學上已知ナル
 「クラウンシユース」氏ノ式ニヨリ

$$P = \frac{RT}{\frac{V}{wF(y)} - \alpha} \quad \text{即チ} \quad T = \frac{P}{R} \left(\frac{V}{wF(y)} - \alpha \right)$$

式中 α Co-volume ト稱シ火藥ニ關スル常
 數ナリ、

此ノ T_0 及 T ヲ(2)式ニ置キ換フレハ

$$\frac{1}{2} m v^2 - Ec \frac{f}{R} wF(y) + Ec \frac{P}{R} \{V - \alpha wF(y)\} = 0 \dots (3)$$

或ハ

$$\frac{R m v^2}{2Ec} + P[V - \alpha wF(y)] - f wF(y) = 0 \dots (3')$$

之ヲ臆内ニ於ケル彈丸運動ノ場合ニ適應セシメンカ爲次ノ如クス、

C 臆内藥室ノ容積、 w 裝藥量、

S..... 膛内横斷面積, u 施條部ノ長サ即彈丸進行ノ長,

D..... 火藥ノ比重,

トスレハ

$$V = \left(C - \frac{w}{D} \right) + uS + \frac{wF(y)}{D}$$

$$V - \alpha wF(y) = C - \frac{w}{D} + Su + wF(y) \left(\frac{1}{D} - \alpha \right)$$

故ニ(3')ハ

$$\frac{Rmv^2}{2Ecv} + P \left[C - \frac{w}{D} + Su + wF(y) \left(\frac{1}{D} - \alpha \right) \right] - fwF(y) = 0 \dots (4)$$

之ヲ彈丸運動ノ方程式ト稱シ式中 C_v ノ値ハ力學上ノ原理ニヨリ

$$\frac{C_p}{C_v} = n \quad C_p - C_v = \frac{R}{E}$$

$$\text{即チ} \quad \frac{C_p - C_v}{C_v} = \frac{R}{E} \cdot \frac{1}{C_v} = n - 1$$

ナルヲ以テ之ヲ(4)式ニ代入スレハ

$$\frac{n-1}{2} mv^2 + P \left[C - \frac{w}{D} + Su + wF(y) \left(\frac{1}{D} - \alpha \right) \right] - fwF(y) = 0$$

然ルニ

$$SP = m \frac{dv}{dt} = m \frac{d^2u}{dt^2}, \quad v = \frac{du}{dt}$$

ナルヲ以テ

$$\frac{n-1}{2} m \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + \frac{m}{S} \frac{d^2u}{dt^2} \left[C - \frac{w}{D} + Su + wF(y) \left(\frac{1}{D} - \alpha \right) \right] - fwF(y) = 0 \dots (5)$$

之ヲ膛内彈道學上彈丸運動ノ微分方程式ト稱ス面シテ此ノ方程式ヲ積分センカ爲ニハ末項 $F(y)$ ヲ決定セサルヘカラス、

$F(y)$ ハ膛内ニ於ケル火藥燃燒ニ關スル函數ニシテ之カ決定ニ當リ現今一般ノ學者ハ次ノ假定ヲ置ケリ、(1)火藥即チ裝藥ハ總テ同一ノ形狀並ニ組織ヲ有スル藥粒ノ集團ナリ、(2)裝藥藥條ハ凡テ同時ニ點火シ各條ハ其ノ表面ヨリ内部ニ向ヒ逐次ニ燃燒ス、(3)裝藥即チ藥條ノ燃燒速度ハ氣壓ノ冪數ニ比例シ其ノ冪數ハ火藥ノ種類ニ關スル常數ナリ

故ニ今 P_0 ナ大氣ノ壓力トシ P ナ膛内ニ於ケル任意壓力トセハ P 氣壓内ニ於ケル燃焼速度 W 及大氣中ノ速度 W_0 比例ハ次ノ如シ、

$$\frac{W}{W_0} = \left(\frac{P}{P_0} \right)^\beta$$

サテ α ノ値ハ火藥ノ種類ニヨリテ一定ス、今此ノ假定ヲ基トシ藥粒燃焼ノ法則ヲ論センニ簡便ノ爲各藥粒ハ直六面體トシ其ノ邊ノ長ヲ A_1, A_2, A_3 トセヨ然ラハ或ル時間 t 後ニ於ケル燃焼ノ長サハ $\int_0^t W dt$ ニシテ t 時間後ニ於ケル各邊ノ長ハ次ノ如シ、

$$A_1 - 2 \int_0^t W dt, \quad A_2 - 2 \int_0^t W dt, \quad A_3 - 2 \int_0^t W dt$$

故ニ其ノ體積ハ次ノ如クナルナリ、

$$\left(A_1 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_2 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_3 - 2 \int_0^t W dt \right)$$

而シテ燃焼シタル體積ハ

$$A_1 A_2 A_3 - \left(A_1 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_2 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_3 - 2 \int_0^t W dt \right)$$

然ルニ假定ニヨリ各粒體積ノ燃焼前ニ於ケルト t 時後ニ於ケル比ハ裝藥量 w ト t 時間ノ後燃焼シタル重量 w' トノ比ニ等シキヲ以テ

$$\frac{w'}{w} = \frac{A_1 A_2 A_3 - \left(A_1 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_2 - 2 \int_0^t W dt \right) \left(A_3 - 2 \int_0^t W dt \right)}{A_1 A_2 A_3} = F(y)$$

何トナレハ $w' = w F(y)$ ナレハナリ、計算ヲ簡便ニスル爲次ノ形トナシ

$$\begin{aligned} \frac{w'}{w} &= \left(1 + \frac{A_1}{A_2} + \frac{A_1}{A_3} \right) \left(\frac{2}{A_1} \int_0^t W dt \right) - \left(\frac{A_1}{A_2} + \frac{A_1}{A_3} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{A_1}{A_3} \right) \left(\frac{2}{A_1} \int_0^t W dt \right)^2 \\ &\quad + \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{A_1}{A_3} \left(\frac{2}{A_1} \int_0^t W dt \right)^3 \end{aligned}$$

且ツ A_1 ナ最短邊トス而シテ式ヲ簡單ナラシムル爲ニ

$$\frac{2}{A_1} \int_0^t W dt = (y) \quad \text{ト置キ} \quad \frac{A_1}{A_2} = m, \quad \frac{A_1}{A_3} = n.$$

トセハ

$$\frac{w'}{w} = (1 + m + n)y - (m + n + m \cdot n)y^2 + m \cdot n y^3$$

トナル尙

$$1 + m + n = \alpha, \quad \frac{m+n+m \cdot n}{1+m+n} = \lambda, \quad \frac{m \cdot n}{1+m+n} = \mu$$

ト置クトキハ

$$\frac{w'}{w} = F(y) = \alpha y (1 - \lambda y + \mu y^2) \dots\dots\dots(6)$$

今藥粒燃燒ノ假定ニヨリ

$$\frac{W}{W_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^\beta \quad \text{or} \quad W = W_0 \left(\frac{P}{P_0}\right)^\beta$$

而シテ臍内單位面積上ノ壓力 P ハ

$$P = \frac{m}{S} \frac{d^2 u}{dt^2}$$

ナルヲ以テ

$$W = W_0 \left(\frac{m}{SP_0}\right)^\beta \left(\frac{d^2 u}{dt^2}\right)^\beta$$

即チ

$$y = \frac{2}{A_1} \int_0^t W dt = \frac{2 W_0}{A_1} \left(\frac{m}{SP_0}\right)^\beta \int_0^t \left(\frac{d^2 u}{dt^2}\right)^\beta dt \dots\dots(7)$$

A₁ ハ最短キ邊ノ長ナルヲ以テ $\frac{A_1}{2 W_0}$ ハ大氣中ニ於テ藥粒ノ燃燒

シ盡ス時間ヲ表ス此時間ヲ τ トセハ $\frac{A_1}{2 W_0} = \tau$ ナルカ故ニ

$$y = \frac{1}{\tau} \left(\frac{m}{SP_0}\right)^\beta \int_0^t \left(\frac{d^2 u}{dt^2}\right)^\beta dt \dots\dots\dots(7')$$

(5), (6), (7) ヲ綜合スレハ

$$\left. \begin{aligned} \frac{n-1}{2} m \left(\frac{du}{dt}\right)^2 + \frac{m}{S} \frac{d^2 u}{dt^2} \left[C - \frac{w}{D} S u + w F(y) \left(\frac{1}{D} - \alpha\right) \right] - f w F(y) &= 0 \\ F(y) &= \alpha y (1 - \lambda y + \mu y^2) \\ y &= \frac{1}{\tau} \left(\frac{m}{SP_0}\right)^\beta \int_0^t \left(\frac{d^2 u}{dt^2}\right)^\beta dt \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{1}{\tau} \left(\frac{m}{SP_0}\right)^\beta \left(\frac{d^2 u}{dt^2}\right)^\beta \end{aligned} \right\} \dots\dots(8)$$

此微分式ノ dt ヲ消去スル爲ニ

$$\frac{du}{dt} = v \quad \text{及} \quad \frac{d^2u}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{du} \cdot \frac{du}{dt} = v \cdot \frac{dv}{du}$$

ト置ケハ

$$\left. \begin{aligned} \frac{n-1}{2}v^2 + \frac{v}{S} \frac{dv}{dt} \left[C - \frac{w}{D} + Su + wF(y) \right] \left(\frac{1}{D} - \alpha \right) &= \frac{f w}{m} F(y) \\ \frac{dy}{du} v^{1-\beta} &= \frac{1}{\tau} \left(\frac{m}{SF_0} \right)^\beta \left(\frac{dv}{du} \right)^\beta \end{aligned} \right\} \dots\dots(9)$$

(9)式ハ即チ彈丸運動ノ微分方程式ニシテ之ヲ積分シ實用公式ヲ得サルヘカラス是レ甚困難ナル問題ニシテ幾多ノ學者ハ數學上並ニ實驗上ヨリ種々ノ假定ヲナシ簡單ナル形狀ニ導カンコトヲ勉メタリ然レトモ茲ニハ此等數學上計算ノ術路ヲ詳記スルノ暇ナキヲ以テ一、二學者ニヨリ建設セラレタル臆内彈道上ノ實用公式ヲ列記スルニ止メントス、

「サロー」氏ノ公式

「サロー」氏ハ黑色火藥ニ關スル臆内彈道實用公式ヲ建設セリ、

$$V_0 = A \left(\frac{\phi}{\theta} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{W^{\frac{5}{8}} u^{\frac{3}{8}}}{G^{\frac{1}{4}} C^{\frac{1}{4}} S^{\frac{1}{4}}} \left[1 - \frac{B}{\theta} \left(\frac{Gu}{C} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \dots\dots\dots(1)$$

或ハ

$$V_0 = M \phi \left(\frac{1}{\theta} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{W^{\frac{5}{8}} u^{\frac{3}{8}} C^{\frac{1}{2}}}{G^{\frac{7}{16}} S^{\frac{1}{4}}} \dots\dots\dots(1a)$$

$$x = A_3 \frac{1}{\theta} \frac{G^{\frac{1}{2}} u^{\frac{1}{2}}}{C}$$

ニシテ $x > \frac{9}{11}$ ナルトキハ(1)式ヲ用井 $x < \frac{9}{11}$ ナルトキハ(1a)式ヲ用ウ

$$\log A = 3.29336$$

$$\log A_3 = 2.43030$$

$$\log B = 3.95324$$

$$\log K = 4.46160$$

$$\log M = 3.71099$$

$$P_m = K \left(\frac{\phi}{\theta} \right) \frac{W^{\frac{4}{7}} G^{\frac{1}{4}}}{C^2 S}$$

- V_0 初速 (粉秒)
 P_m 最大膛壓 (瓦, 粉)
 C 砲膛横斷面積ニ等シキ圓ノ直徑 (粉)
 S 藥室ノ容積 (立方)
 u 施條部ノ全長 (粉)
 G 彈丸ノ重量 (庇)
 W 裝藥ノ重量 (庇)

$$\phi = \frac{f a}{\lambda} \text{ 火藥ニ關スル微數}$$

$$\theta = \frac{\tau}{\lambda} \text{ }$$

θ 及 ϕ ハ火藥ノ形狀及火藥力、燃燒時間ヨリ計算
 シ得ヘキモ實際ハ實射ノ成績ニヨルヲ
 一般トス、

現今ノ無煙火藥ニ關シテハ其ノ後種々ノ實用公式ヲ建設セラレタ
 リ就中「ゴッソー」及「ルービール」氏カ佛國P火藥ニ關シ設ケタル公式次ノ
 如シ、

(1) x ノ値 $0 < x < 0.246$ ナルトキ

$$V_0^2 = A_1 \frac{\phi W}{G} l f(x) \quad f(x) = x(1-x) \quad \log A_1 = 9.172$$

(2) $0.246 < x < 0.429$ ナルトキ

$$V_0^2 = A_2 \frac{\phi W}{G} l \left[f(x) \right]^{\frac{1}{2}} \quad f(x) = x(1-x) \quad \log A_2 = 8.806$$

(3) $0.429 < x$ ナル場合ニハ

$$V_0^2 = A_3 \frac{\phi W}{G} l x^{\frac{1}{2}} \quad \lg A_3 = 8.546$$

$$\text{但シ} \quad x = B \left[\left(\frac{\phi^{\frac{1}{2}} W^{\frac{1}{2}} G^{\frac{3}{2}} \sigma'}{\theta^2 C^2} \right)^2 l^3 \right]^{\frac{1}{3}} \quad \log B = 2.3455$$

$$\sigma' = S - \frac{9}{10} W, \quad Z = \frac{4}{\pi C^2} \sigma' = \frac{4}{\pi C^2} \left(S - \frac{9}{10} W \right)$$

$$l = \log\left(\frac{u}{Z} + 1\right) \text{ヲ表ス}$$

$$(4) P = K \left(\frac{W}{G}\right)^{\frac{1}{10}} \frac{W}{\sigma'} \left(\frac{\phi^2 W^{\frac{1}{2}} G^{\frac{3}{2}} \sigma'}{\theta^4 C^4}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\log K = 4.060$$

- 式中
- V 初速
 - P 最大膛壓
 - C 砲膛ノ横斷面積ニ等シキ圓ノ直徑
 - S 藥室ノ内容積
 - S' 藥室及膛内ノ全容積
 - W 裝藥量
 - G 彈丸ノ重量
 - u 施條ノ全長
- 以上單位ハ凡テ粉及珽ヲ用ウ、

第三章

砲身ノ構成概要

八、砲煩計畫、

砲煩ノ計畫ハ近キ將來ニ於テ有利ナルヘキ戰術上ノ要求ニ適應セシムルヲ以テ第一ノ要件トス、

砲煩ノ眞價ハ

① 射出彈丸ノ勢力強大ナルコト、
Energy

② 命中精度ノ良好ナルコト、
Accuracy

③ 命數ノ大ナルコト、
Life of gun

ノ3件ニヨリ決セラル、就中最直接ニ砲煩威力ヲ左右スルモノハ、第一項ナリトス、

彈丸ニ出來得ル丈ケ大ナル勢力ヲ與ヘレト欲セハ、
次ノ何レカヲ選マサルヘカラス、

①、砲身ヲ長クシ其ノ初速ヲ増進セシム、

②、彈丸ノ重量ヲ増加ス、

③、口徑ヲ増大ス、

射出彈丸ノ活力ハ其ノ速度ノ2乗ニ比例シテ増加スルカ故ニ(イ)ハ最有利ナル方法ニシテ、即彈丸ノ砲口威力ニ對シ砲身重量最小ナルコトヲ得ヘク、從テ一時

ハ砲身ヲ長クシ、其ノ初速ヲ増進スルノ方法講セラレ
爲ニ砲身ハ50口徑ニ達シ、初速ハ950米ニ増進スルニ
至レリ、

然ルニ初速増大ノ結果ハ膛中ノ侵蝕^{Erosion}ヲ甚タシク増
加シ爲ニ著シク砲ノ精度ヲ不良ニ陥ラシメ其ノ命數
ヲ減却セリ、

且膛壓ヲ高メスシテ所要ノ大初速ヲ得ンカ爲大形
火藥ヲ用井シヨリ砲口壓力ヲ増加シ爲メニ砲口ノ振
動、初速ノ不整ヲ來シ砲ノ精度ヲ害スルコト豫想外ニ
大ナリキ、

又彈丸ノ重量ハ最大膛壓ニ制限セラルルノミナラ
ス、彈道學上並使用金屬ノ關係ヨリ某口徑ニ對シテハ
一定ノ限度アルヲ以テ直ニ(ロ)ノ方法ヲ利用スルコト
能ハス、已ヲ得ス砲ノ口徑ヲ増大シ初速ヲ増加スルコ
トナク彈量増加ノ方法ヲ採ルニ至レリ、故ニ50口徑
30糎砲ハ一轉シテ45口徑36糎砲或ハ38糎砲トナリ、近
クハ45口徑48糎砲ヲ見ントスルノ趨勢ナリ、

斯クノ如ク大體ニ於テ設計スヘキ砲ノ口徑、砲長、初
速、膛壓及砲口壓力等決定セハ、次ニハ

使用裝藥及其ノ藥量、

藥室ノ形狀容積、

膛內瓦斯壓力曲線ノ算定、

砲身強度ノ計算、

施條ノ選定、

尾栓ノ計畫、



$D \neq 1.25d.$

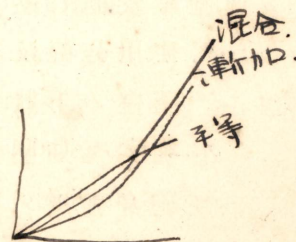
$D < 1.25d.$

$l \neq 7d.$

$l < 7d.$

施條
● 平等材加曲
□ 彈介加材加曲
△ 混合材加曲

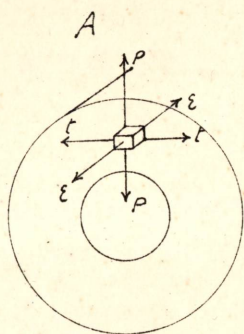
one turn 28 cal.



砲身重量及重心點ノ計算、
 砲耳軸ノ位置決定、
 等ノ順序ニ設計セララルモノトス、

九、層成砲¹ノ原理、

單層砲砲肉内ニ單位容積ヲ探リ、之カ膛内火藥瓦斯
 Single tube gun Unit volume



壓力ノ爲ニ受クル内力ノ状態ヲ考フルニ物料抗力ノ
 理ニヨリ、其ノ Stress (内力)ハ必ス 3 主方向ニ生スヘシ、
 即チ

t Tangential stress ニシテ此ノ單位容積ヲ圓周方向
 即切線方向 (Tangentially) ニ引張ラントスル力、

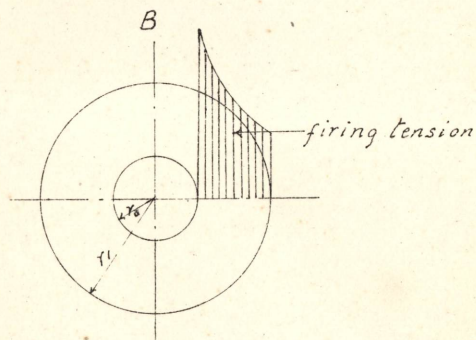
p Radial stress ニシテ此ノモノヲ扁平ナラシメ
 トスル半徑方向 (Radial) ニ働ク力、

q Longitudinal stress ニシテ此ノモノヲ軸方向 (Lon-
 gitudinally) ニ收縮或伸張セントスル力、

之ナリ、此ノ 3 者ノ内砲身堪抗力ニ對シ願慮スヘキモ
 ノハ t ニシテ、他ハ左迄重要ナルモノニアラサルトコ

ハ 應用力學ニヨリ明ナリ、而シテ t ハ發砲ニ際シ砲身
ノ側壁ヲ切線方向ニ破裂セントスル力ナリ、

此ノ力ハ力學 Lamé's 第二法則ニヨリ半徑ノ自乗ニ
反比例シテ變化スルモノナルヲ以テ發砲セルトキ、肉
内ノ状態ハ圖ノ如ク内皮ニ於テ極大ヲ示シ外皮ニ至
ルニ從ヒ漸次低下ス、



今砲煩材料ノ堪へ得ル緊張力ト膛壓 P_0 トノ關係ヲ
理論的ニ誘導シ來ラハ

$$P_0 = \frac{3t(K_1^2 - 1)}{2(2K_1^2 + 1)} \quad \text{式中 } K_1 = \frac{r_1}{r_0}$$

t ハ Tangential stress ニシテ、換言セバ材料ノ使用強度
ニ相當ス、

上式ヲ吟味スルニ

K_1 ノ値	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
P_0	0.17t	0.34t	0.50t	0.58t	0.63t	0.66t	0.68t

即チ K_1 ノ値3迄位ハ K_1 ヲ増ス爲ニ P_0 モ亦隨從セシム
ルコトヲ得レトモ3以上ニ至ラハ左程 P_0 ヲ増スコト

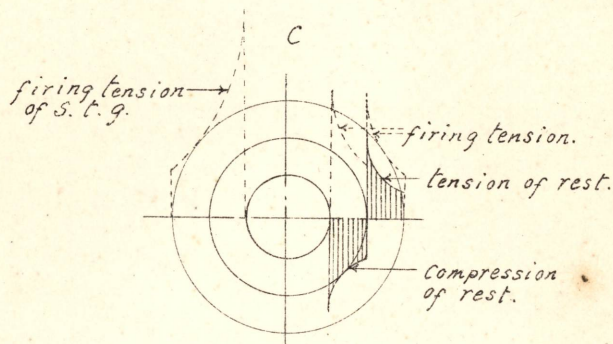
能ハスシテ徒ラニ砲身重量ヲ増スノミナルヲ知ルヘシ、現今我海軍ニ用ウル諸砲ノ標準壓力次ノ如シ、

砲 種	常 裝 藥 標 準 壓 力(疋)	強 裝 藥 標 準 壓 力(疋)
36 糶 砲	29	34
30 糶 砲	28	32
25 糶 砲	28	32
20 糶 砲	28	32
15 糶 砲	28	32
14 糶 砲	28	32
12 糶 砲	23	27
8 糶 砲	23	27
短8糶砲	19	24
6 糶 砲	18	24
重5糶砲	18	24
輕5糶砲	15	19

故ニ單層砲身ニテハ如何ニ砲肉ヲ厚クスルモ或程度以上ニ膛壓ヲ高ムルコト能ハス、茲ニ於テ層成砲ノ必要ヲ生シ、次テ鋼線砲ヲ見ルニ至レリ、

層成砲ヲ造ルニハ必ス壓縮法ヲ行フモノニシテ外層トナルヘキ鋼筒ノ内徑ヲ内層トナルヘキ鋼筒ノ外徑ヨリモ小ニシ之ヲ燒嵌メスルニアリ、然ル時ハ其ノ

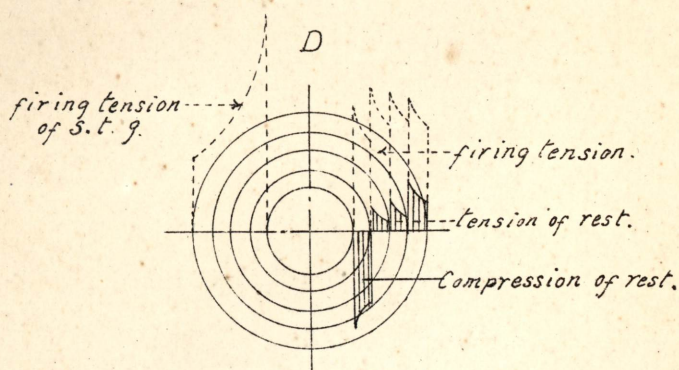
半径ノ差丈ケ接觸部ニ一種ノ壓力ヲ生シ、内筒ハ爲ニ
 壓縮ノ状態トナリ、外筒ハ爲ニ伸張ノ状態ヲ呈ス、
 其ノ静止状態ヲ圖示セハ次ノ如シ、今發射時ニ於テ



火藥瓦斯壓力ヲ受ケタル時ハ内筒ハ其ノ壓縮状態ヲ
 一旦平常状態ニ復シ後始メテ伸張セララルル理ナリ、故
 ニ單層ノ場合ヨリモヨリ多クノ内壓力 P ニ堪抗スル
 コトヲ得ヘシ、

又外筒ニ於テハ始メヨリ伸張状態ニアレトモ内壓
 力ノ影響ハ既ニ此ノ部分ニ於テハ減少シ兩者相加ハ
 リタルモノト雖、材料ノ彈性限界範圍内ニアルカ故ニ
 層成砲ハ單層砲ニ比シ相當ニ内壓力ヲ増進スルコト
 ヲ得、

同理ニヨリ數層ヨリナル場合ヲ考フレハ圖示ノ如
 シ、而シテ發砲時ニ於テ各層殆ント一樣ナル緊張力ヲ
 受クル如ク最初ノ壓縮度ヲ定ムルモノニシテ、幾何ノ
 半径差ヲ與レフハ幾何ノ壓縮度ヲ與ヘ得ルモノナル
 ヤハ實算上ノモノヲ表トシテ編成シ又實驗曲線等ヲ



有スルヲ以テ實用ニ當リテハ之ニ依リ計畫スレハ足
レリ、

層成砲ヲ製スルニ各鋼筒ハ其ノ肉厚ヲ減シテ層數
ヲ増シ且精密ニ壓縮法ヲ施スヲ得ハ可ナルヘシト雖
内外層各部ニ於ケル伸縮ノ割合ハ實際之ヲ施スコト
甚タ困難ナリ之カ爲巨大ナル砲ト雖概ネ四五層ヨリ
成ルニ過キス且諸層ハ壓縮ニ便ナラシメンカ爲ニ皆
之ヲ數個ノ筒或ハ環トナセリ、

一〇、鋼線砲ノ原理、

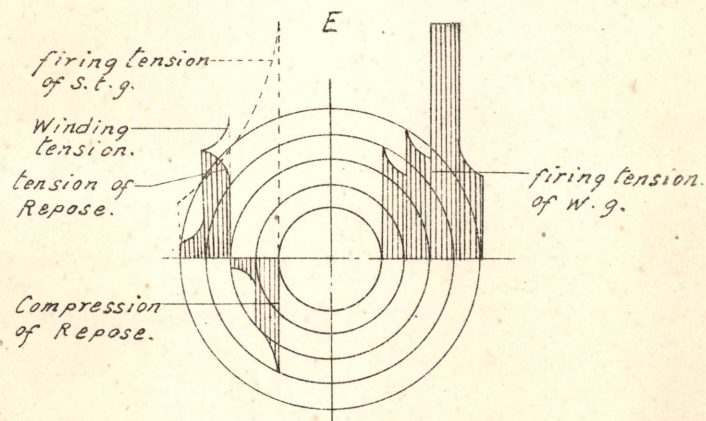
前述ノ如ク層成砲ヲ以テ砲ノ勢力ヲ増進セシムル
コトヲ得ルモ、尙更ニ其ノ壓力ニ抵抗スルカヲ大ナラ
シムルノ必要ハ竟ニ鋼線砲ヲ創出スルニ至レリ、

層成砲ハ巨大ナルモノト雖尙大抵四五層ヨリ成ル
ニ過キサレトモ、若シ能フヘクンハ之ヲ多數ノ薄筒ト
ナシテ嵌装シ、各層ニ壓縮法ヲ施スヲ以テ最理想的ナ
リトス、然レトモ是レ到底今日實際ニ行ヒ得サル所ナ

リ、茲ニ於テ英國造砲家 Longridge 氏ハ鋼線砲身ヲ發案シ厚サ頗ル薄キ鋼線ニ適度ノ張力ヲ與ヘツツ内筒ノ周圍ニ數十層纏捲セルモノヲ製出セリ、

鋼線砲ハ目下專ラ我海軍、英國及米國ノ一部ニ於テ採用シツツアリ、

鋼線砲内部ノ状態ヲ圖示セハ、次ノ如シ、



鋼線ノ纏捲張力ハ其ノ始メヲ幾何ニシ、終リヲ幾何ニセハ成品ヲ如何ナル状態ニ在ラシムルコトヲ得ルヤニ就テハ理論的算定ト、實驗上トヨリシテ決定セララルモノナリ、

一、層成砲及鋼線砲ノ比較

層成砲及鋼線砲ノ利害ニ就テハ各得失アリ、亦各國其ノ見解ヲ異ニスト雖兩者ノ大要ヲ示セハ下ノ如シ、

鋼線砲ノ層成砲ニ比シ有利ナリトセラルル點、

① 鋼線ハ其ノ各部ヲ精査スル事ヲ得テ其ノ強度ニ

對シ危險ヲ感スルコト尠シト雖層成砲ノ各鋼筒ハ内部ニ於ケル疵瑕ヲ檢出スルコト能ハス、唯其ノ一部分ノ試験ノ結果ヲ以テ全體ノ強度トナス故ニ其ノ安全ノ程度ニ於テ大ナル軒輕アリ、

- ② 鋼線ハ良質ノ鋼ヲ用井テ製造セルモノナルヲ以テ彈性限界頗ル高ク、從テ砲身ノ重量ヲ輕減シ、而モ大ニ抵抗力ヲ増進スルヲ得ヘシ、
- ③ 鋼套ニ疵瑕ヲ生スルコトアラハ發砲ノ度重ナルニ從ヒ漸次擴大シ、其ノ極砲身ヲ破裂セシムルニ至ルヘシ、然レトモ鋼線砲ニ在リテハ假令鋼線ノ一部切斷スルコトアルモ、單ニ其ノ一條ヲ損スルニ止マリ害ヲ全體ニ及ホスコトナシ、
- ④ 鋼線ニ在リテハ各層ニ於ケル張力ヲ適宜ニ按配シ、發砲ニ際シテ全層一樣ナル張力ヲ受ケシムル如クナスコトヲ得レトモ、層成砲ニ於テハ此ノ事容易ノ業ニ非ス、且壓縮法ヲ施スニ當リ製造上ノ困難ヲ感スルコト鋼線砲ノ比ニアラス、長筒ヲ用ウル時ニ於テ殊ニ然リトス、

斯ノ如ク鋼線砲ノ利點大ナルカ如シト雖、大陸諸國ニ於テハ其ノ論據極メテ薄弱ナリトシ、反テ層成砲ヲ賞用シツツアリ、其ノ理由トスル所、次ノ如シ、

- ① 近時砲身材料ノ製造法大ニ發達シ、其ノ彈力限界及破斷力頗ル増大シ、又瑕疵ナキ良鑄塊ヲ得ラルルニ至リタルヲ以テ、毫モ鋼線ヲ使用スルノ必要ナシ、

鋼線砲ノ利點

- ① 安全
- ② 重量ヲ輕ス
- ③ 一部分ノ切斷モ大事ニ至ラス
- ④ 無益ノ材料ヲ使用セス
- ⑤ 製造容易

- ② 現今大陸諸國ニテ製造スル層成砲ハ、之ヲ鋼線砲ニ比シ膛内最大壓力優ルトモ劣ルコトナシ、
- ③ 層成砲ハ使用材料及計畫製造適當ナル時ハ反テ重量ヲ輕減シ得ヘシ、
- ④ 單ニ鋼線ヲ並列セル鋼線砲ハ縱張ニ堪抗スル力微弱ニシテ爲ニ砲身ハ屈曲シ易ク、又發砲ニ當リテ砲口ノ振動大ナリ、且命數モ亦比較的短小ナリ、
- ⑤ 要スルニ鋼線砲ハ冶金術ノ未タ幼稚ナリシ時代ニ於テハ頗ル合理的ナリシモ、造砲術ノ熟練發達ヲ來セル今日ニ於テハ不利ナルヲ免レス、

一二、砲身ノ構成、

口徑小ナル砲ハ單層砲ナリト雖、多クノ中小口徑砲ハ層成砲ニシテ(第1圖、第2圖)

鋼筒、
Tube

鋼環、
Hoop

外套、
Jacket

砲鑰、
Key

砲尾環、
Breech ring

等ヨリ成リ、砲尾環ニハ駐退機啣子鐸支基、推進鐸支基及栓腕軸支基等ヲ設ク、

大口徑砲及現今ノ15糎砲、14糎砲ハ總テ鋼線砲ニシテ、始メ鋼線ハ膛中壓力大ナル藥室附近ノミヲ纏繞セルニ止マリシモ、漸次鋼線部ヲ増加シ砲全長盡ク鋼線

層成砲

- ① 冶金進歩、砲身安全。
- ② 縱軸方向ノ耐カ。
- ③ 命數、精攻。

ヲ以テ纏捲スルニ至レリ、

數年前鋼線砲ノ缺點ヲ減殺センカ爲鋼線部ヲ砲長ノ約 $\frac{1}{2}$ ニ止メ、夫レヨリ砲口ニ至ル部分ハ全然層成セル鋼筒ヲ以テ構成セルモノアリ、此ノ種ヲ半鋼線砲^{Half wire gun}ト稱ス、

然ルニ半鋼線砲ハ實驗ノ結果缺點アルヲ知リ近年製作ニ係ルモノハ、再ヒ藥室ノ後端ヨリ砲口ニ至ル迄全部鋼線ヲ以テ纏捲スルニ至レリ、此ノ種ヲ全鋼線砲^{Full wire gun}ト稱ス、

大口徑砲砲身ハ、概ネ次ノ諸部ヨリ成ル、

(第3圖、第4圖)

1A 内筒、
Inner tube

2A 鋼筒、
Tube

2B 鋼筒、

2C 鋼筒、

螺旋環、
Shrink ring

鋼線、
Steel wire

鋼線留環、
Stop ring

4A 鋼套、
Hoop or jacket

4B 鋼套、

尾栓室、
Breech bush

砲底環、
Breech ring

鑰環、

一三、藥室及施條、(第7圖第8圖)

藥室ノ容積ハ膛內彈道上ヨリ決定セラルルモノナ
Powder chamber
 リト、雖、其ノ長サ過大ナル時ハ波動的壓力ヲ生シ危險
Wave pressure
 ヲ醸ス虞アリ、之カ爲其ノ徑ヲ増大シ長サヲ短縮スル
 方法ヲ探レトモ亦其ノ直徑過大ナル時ハ、砲ノ侵蝕及
 砲身ノ強度ニ影響ヲ及ホスカ故ニ、藥囊式及藥莢式一
 般ノ形狀ハ第8圖、第9圖ノ如キモノヲ用フ、

施條ハ拗曲セル條溝ヲ砲膛內面ニ刻ミタルモノニ
Riflc
 シテ、彈丸射出セラルルニ當リ其ノ外周ニ設ケタル軟
 金屬製導環ハ彈底ニ受クル壓力ノ爲ニ施條ニ壓入セ
Band
 ラレ、施條溝ニ嵌合シテ一種ノ導子ヲ形成ス、而シテ彈
 丸前進スルニ從ヒテ、此ノ導子ハ拗曲セル施條溝ヲ進
 涉スルカ故ニ、彈丸ハ其ノ長軸ヲ軸トセル旋轉運動ヲ
 賦與セラルルモノトス、

拗曲ハ「何口徑ニ一回轉」ヲ以テ呼稱ス、
Twist

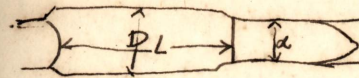
拗曲ニ次ノ3種アリ、

- ① 平等拗曲、
Uniform twist
- ② 漸加拗曲、
Increasing twist
- ③ 混成拗曲、
Combined twist

此等ノ様式ハ時代ニヨリ變遷シ來リタレトモ近時
 ノ砲身ハ再ヒ平等拗曲ヲ主用ス、

平等拗曲ヲ賞用スル主理由、

- ① 幅廣キ導環ヲ用ウルコトヲ得ルヲ以テ瓦斯漏洩ヲ防クコト比較的完全ナリ、



$$D \leq 1.25d.$$

$$L < 7d.$$

現今日本海軍1モハ

$$b = bd.$$

$$D = 1.2d.$$

拗曲

平等拗曲=アリテハ同徑ノ施條ニ各ニ部アリテ
 亦=左ナリテ其ノ破ヲ生ズ、コレヲpの形ニ包ル
 二至ニシテ此ノLandノ幅ニ高ナリテ漸次ニ變
 ルナリテ其ノ形ニアリテ其ノ形ニ拗曲ト稱ス。

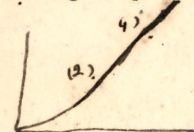
1. 平等拗曲



2. 漸加拗曲 (高角砲ハ現今コノ施條ヲ採用)



3. 混成拗曲



- ②、彈丸砲口ヲ辭スル際彈丸ノ安定度良好ナリ、
- ③、彈丸膛中ヲ進涉スル際損失スル勢力小ナリ、
- ④、製作簡單ナリ、

一四、閉鎖機、(第9圖乃至第14圖)

閉鎖機トハ藥室ノ後端ヲ閉鎖セル機械裝置ノ總稱
Breech mechanism

ニシテ

尾栓、
Breech block

抑氣具、
Obturator device

發火裝置、
Firing apparatus

開閉裝置、

噴氣裝置、

等ヨリ成ル、

閉鎖機ハ形式多用ナリト雖、其ノ必要ナル條件ヲ示セハ、凡ソ次ノ如シ、

- ①、裝置確實安全ナルコト、
- ②、動作簡易ニシテ速^迅速ナルコト、
- ③、修理換裝容易ナルコト、

尾栓ハ砲ノ後尾ヲ閉鎖スル主體ニシテ砲尾ニ設ケラレタル尾栓室内ニ保持セラレ、彈藥裝填ニ際シ砲尾ヲ開キ發射前之ヲ閉鎖ス、

我海軍砲ニ使用セル尾栓ノ樣式ハ主トシテ

①、間隔螺絲式、
Interrupted screw system

②、鎖栓式、
Sliding wedge system

平等物カ曲ヲ甲ノ理由

1. 中ノ中尊環ヲ甲ノ事ヲ得。
(彈丸ノ其ノ減少)
2. 彈丸ノ安定度良好。
3. 勢力ノ損失少。
4. 製作簡單。

ノ 2 種ニ屬ス、

8 糶砲以上ノ砲身ハ間隔螺絲式尾栓ヲ採用スルモノ多シ、而シテ大口徑砲ニ在リテハ、其ノ外周ニ階段ヲ設ケタル Wellin 式螺絲ヲ刻メリ、

Stepped screw or wellin screw system

等シク間隔螺絲式ナリト雖、亦製造所等ニヨリ意匠ヲ異ニシ安式、毘式、吳式及 41 式等アリ、

抑氣具ハ尾栓ノ前面ニ在リテ砲尾ヲ氣密ニ閉塞シ以テ後方ニ逸出セントスル火藥瓦斯ヲ完全ニ防遏スル装置ナリ、

若シ閉鎖機ニ於テ瓦斯ノ逸路ヲ存スル時ハ高壓且高熱ナル火藥瓦斯ハ非常ナル力ヲ以テ噴出シ砲員ニ危險ナルノミナテス、忽ニシテ其ノ附近ヲ侵蝕擴大シ全體ノ機能ヲ失フニ至ルモノナリ、故ニ砲身後部ヨリ逸出セントスル瓦斯ノ防止ハ、單ニ尾栓ノミニ依頼スルコトナク、更ニ完全ナル抑氣裝置ヲ施スヲ常トス、

藥莢ヲ使用スル砲ニ在リテハ藥莢カ直ニ抑氣作用ヲ營ムト雖、藥囊式裝藥ヲ用ウル砲ニ在リテハ De Bange 式抑氣具ヲ用ウ、

藥莢ハ黃銅製圓筒ニシテ筒内ニ裝藥ヲ包有シ裝藥ノ裝填、保存ニ便ナラシム、

De Bange 式抑氣具ハ原ト佛國 De Bange 氏ノ發明ニ係ルモノナリト雖、各國ニ於テ多少ノ改良ヲ加ヘ從テ様式ニモ亦多少ノ差異アリ、

其ノ細部ノ構成ハ、次ノ如シ、(第 11 圖)

イ、菌狀頭ヲ有スル鋼鏢、

Mushroom head

ロ、石綿環、
Asbestos ring

ハ、保護鈹、

ニ、瓦斯環、

ホ、調理鈹、

石綿環ノ製法ハ石綿ニ獸脂ヲ混シ、一ノ實體トナシ之ヲ強キ帆布ニテ包被シ、水壓力ヲ以テ適當ノ形狀ニ壓縮シタルモノナリ、

此ノ種抑氣具ハ裝置簡單ニシテ大小各種ノ砲ニ適用シ得ヘク、毀損ノ憂少ナシ、又假令萬一毀損スルコトアルモ、砲ニ修繕ヲ施スノ要ナク、直ニ豫備品ト交換シ得ルノ便アリ、

De Bange 式抑氣具ノ動作ハ發砲ニ際シ高壓力ナル火藥瓦斯ハ先ツ菌狀頭部ニ作用シ、之ヲ後方ニ壓迫セントシ尾栓ノ前面ニ對シ石綿環ヲ瓦斯環ノ間ニ壓縮ス、之カ爲石綿環及瓦斯環ハ與ニ周圍ニ膨脹シ内筒後尾斜面部ノ内周ニ密着ス、斯クシテ良ク瓦斯ノ逸出ヲ防遏ス、

而シテ瓦斯壓力減退セハ石綿環ハ自身ノ彈性ニヨリテ、直ニ原形ニ復シ、同時ニ瓦斯環モ、亦常態トナリ尾栓抽出ヲ容易ナラシム、

發火裝置及開閉裝置、噴氣裝置、等ノ構造動作ハ實物ニ依リ説明スヘシ、

第四章 造砲術

一五、造砲材料、

往時砲煩ノ威力未タ強大ナラサリシ頃ハ造砲用金屬トシテ青銅、鑄鐵及鍛鐵等ヲ使用セシモ、製鋼術ノ發達セシト、砲煩威力ノ増進トニヨリ今日殆ト鋼ノミヲ用ウルニ至レリ、

鋼ハ始メ硬鋼ヲ用井シモ、砲ノ威力強大トナリシ結果主トシテ Nickel steel 及 Nickel chrome steel ヲ用フ、

砲身材料トシテ要スル性能、凡ソ次ノ如シ、

1. 火藥瓦斯ノ張力ニ對シテ安全ナル爲破斷力充分高キコト、
2. 衝激ニ對シテ大ナル抵抗力ヲ有スルコト、
3. 充分ナル延伸性Ductilityヲ有スルコト、
4. 砲ノ精度ヲ良好ナラシムル爲彈性界高キコト、
5. 彈丸及火藥瓦斯ノ摩擦ニ抵抗シ得ル堅硬性ヲ有スルコト、
6. 一時ニ多量ノ鑄塊ヲ製シ得ルコト、

此等性能調和シテ始メテ完全ナル砲材タルヲ得ルモノニシテ、前記合金鋼ハ最良ク此等ノ條件ヲ満足ス

砲身材料ノ具備スル條件

1. 破斷力高キコト、
2. 抵抗力大キコト、
3. 延伸性大キコト、
4. 彈性界高キコト、
5. 堅硬性高キコト、
6. 多量ノ鑄塊ヲ作シ得ルコト

ルモノナリトス、

其ノ性分ノ一例ヲ示セハ、次表ノ如シ、

鋼種 性分	普通鋼	Nickel 鋼	Chrome Nickel 鋼
炭 素%	0.3~0.4	0.4	0.3
Nickel %	—	3.5	3.5
Chrome %	—	—	1.0
滿 俺%	0.45~0.85	0.45~0.85	0.45~0.85
硅 素%	0.05~0.20	0.05~0.20	0.05~0.20
磷 %	0.035 以下	0.035 以下	0.035 以下
硫 黄%	0.035 以下	0.035 以下	0.035 以下
銅 %	0.035 以下	0.035 以下	0.035 以下

一六、鑄造法、

製鋼法ニハ

1. 坩堝製鋼法、
Crucible process
2. Bessemer Process.
3. Seamen martin Process.
4. 電氣製鋼法、
Electric process

等種々アリ、各特色ヲ有スレトモ、目下砲身材料トシテ
 良質ノ鑄塊ヲ得ルニハ多ク Seamen Martin 製鋼法ノ酸
 性式ヲ用非、其ノ原料モ特ニ注意シテ選擇ス、但シ特別
 ノ場合トシテ克社ノ如ク坩堝鋼ヲ用ウルモノアリ、
 Krupp Co.

Seamen Maretin 式開爐ニヨリ精製セル鎔融鋼ハ爐内ヨリ抽出シ「取リ鍋」内ニ入レ、次ニ鑄型ニ注入シ鑄塊ヲ得、

鑄塊ノ大サハ其ノ製造スヘキ兵器ノ大小ニ從ヒ之ヲ定ムルモノニシテ、其ノ形狀種々アリト雖、一般ニ用ウルハ八角形ノ截面ヲ有スル錐臺狀ヲナス、

鑄塊ノ良否ハ直ニ最終製品ノ良否ニ密接ナル關係ヲ有スルモノナリ、而シテ總テ鑄塊ハ其ノ内部ニ必ス次ノ缺點ヲ存ス、

Defect

- ① 收縮管、
Piping
- ② 氣泡、
Blow hole
- ③ 罅裂、
Crack
- ④ 諸成分ノ析出、
Segregation or liquation

故ニ此等ノ部ヲ除去スル爲鑄塊ハ常ニ所要ノ大サヨリ充分長大ナラシメ、上部ヨリ其ノ3割乃至4割ヲ、底部ヨリ其ノ5分ヲ切捨ツルモノナリ、

一七、加熱作業、

缺點ヲ除去セル鑄塊ハ所要ノ形狀ヲ與ヘ、且其ノ密度ヲ高クシ等質ナラシムル爲メ、再ヒ徐々ニ赤熱シテ鍛鍊スルヲ常トス、

鍛鍊法ニ2種アリ、

- ① Hollow Forging. (内徑200耗以上ノモノ)
- ② Solid Forging.

鍛鍊ニハ水壓機ヲ主用ス、

Hydraulic press

同一ノ化學成分ヲ有スル鋼モ金質調整法ニヨリ或
範圍内ニ於テ任意ニ金質ヲ調整スル事ヲ得ルモノニ
シテ、先ツ燒鈍法ヲ行ヒ適當ノ餘裕ヲ殘シ内外ノ粗削
ヲ行フ、

Annealing

斯クシテ所要ノ概形ヲ與ヘタル鋼材ハ油燒キヲナ
シ、次ニ燒戻シヲ行フ、

Tempering

燒入レハ内外ヨリ同時ニ行フヲ良トスルヲ以テ
Solid forging ノモノト雖、燒入前其ノ膽孔ヲ穿ツヲ例ト
ス、

使用油ハ各國異ナレトモ、我海軍ニ於テハ白絞油ヲ
用ウ、

Seed oil

以上ノ作業ヲ終ラハ所要ノ試験片ヲ採リ材料試験
ヲ行フ、

試験規格、下ノ如シ、

	彈性限度 <small>kg/mm²</small>	緊張力 <small>kg/mm²</small>	延伸度 %
普通鋼	33.07 以上 (21)	53.55—69.29 (34—44)	17 以上
「ニッケル」鋼	47.25 以上 (30)	70.87—86.62 (45—55)	16 以上
「ニッケル クロム」鋼	47.25 以上 (30)	66.14—81.89 (42—52)	16 以上

一八、機械作業、

諸試験ヲ經タル材料ハ内外ノ細削ヲ行ヒ内形ノ正
否、膽面並外面疵瑕ノ有無及穿孔ノ直否等ヲ検査シ終

加熱作業ノ順序

鑄造
加熱鍛鍊
燒鈍法
油燒入
燒戻

テ壓縮法ニ依リ1A内筒ニ外筒ヲ燒嵌メス、

之ヲ行フニハ内筒ヲ直立セシメ外筒ヲ加熱シ其ノ熱烙溫度適度ニ達シタルトキ検査器ヲ以テ内徑ヲ測定シ適當ノ中徑ニ至ルヲ待テ、之ヲ豫メ準備シタル内筒ニ落シ込ミ冷水ヲ内外ヨリ注射ス、

冷却ニ當リテハ其ノ肩部又ハ砲身後部ヨリ始メ、次第ニ全部ニ及ホシ以テ接觸ニ遊隙ヲ生セサル如クスルヲ要ス、

斯ク層成セル第二層ノ周圍ニ鋼線ヲ纏捲ス、其ノ法内筒ヲ旋盤上ニ固定シ、鋼線ノ端ヲ内筒ニ緊定シ、旋盤ヲ旋轉ス、然ル時ハ鼓胴ニ捲キアル鋼線ハ漸次内筒ノ周圍ニ纏捲シ同時ニ鼓胴ハ自働的ニ移動シテ鋼線ノ平行纏捲ヲ爲サシム、

鋼線ニ加フヘキ張力ハ砲煩計畫ノ際定メラルルモノニシテ、最初ハ50—60噸(毎平方吋)内外トシ、漸次層ヲ重ヌルニ從ヒ減シテ30—40噸ニ至ラシム、其ノ間適宜錘量或ハ摩擦力ニ依リ張力ヲ調整ス、

纏捲ヲ終ラハ全體ヲ通シJacketヲ以テ包被ス、外套ハ壓縮法ヲ施スノ要ナシト雖、實際ハ之ヲ密着セシメンカ爲通例小量ノ壓縮度ヲ與フ、

次ニ外部仕上ヲナシ尾栓坐ニ螺絲ヲ刻ミ膛腔内部ヲ研磨ス、後藥室ヲ削成シ施條ヲ彫刻ス、

斯クノ如クシテ作業ヲ終リタル成品ハ細密ノ検査ヲ爲シ、最後ニ領收發射試験ヲ行フ、

使用鋼線ハ其ノ斷面平等ニシテ

鑄造
火延 { 加熱
鍛鍊
燒鈍 - 900°C以下

校械作業(仕上代)

燒入 \checkmark 900°C (實際890°C~850°C)

燒炭 \checkmark 400°C~500°C

仕上

燒嵌(嵌レクバ打込込)