

蒸気機関スタディガイド

下 巻

海上自衛隊幹部候補生学校

班	番号	氏 名

目 次

第3章 蒸気タービン	119
第1節 主要構成部(その1)	119
第2節 主要構成部(その2)	141
第3節 付属装置	153
第4節 巡航タービン	159
第4章 汽釀及び運転	165
第1節 汽釀法	165
第2節 運転法	171
第5章 保存整備	177
第1節 関係法規類	177
第2節 ボイラの整備	179
第3節 タービン及び関連装置の整備	194

## 第 3 章 蒸気タービン

### 第 1 節 主要構成部（その 1）

#### 1 概 説

第 1 章で説明したとおり、蒸気タービンは蒸気を持つ熱エネルギーを速度エネルギーに変え、これを羽根に与えて回転力とするものであるが、その要素としては、

- (1) ノズル
- (2) 回転羽根、羽根車、車軸、釣合ピストン
- (3) 固定羽根、仕切板、車室
- (4) タービン軸受、推力軸受
- (5) 漏止装置

が必要である。また主軸に動力を伝達するため、

- (6) 軸継ぎ手
- (7) 減速装置が必要である。

#### 2 ノズル

ノズルは蒸気の熱エネルギーを速度のエネルギーに変える作用をし、衝動タービンでは最も重要なものである。ノズル内のエネルギー損失はタービンの効率に直接影さよ与えるので、その形状、内面の仕上げに特別の注意を必要とする。

##### (1) ノズル中における蒸気の変化

###### ア ノズル内における蒸気の種類

ノズル内においては蒸気は短時間に膨張するので断熱膨張とみなしている。

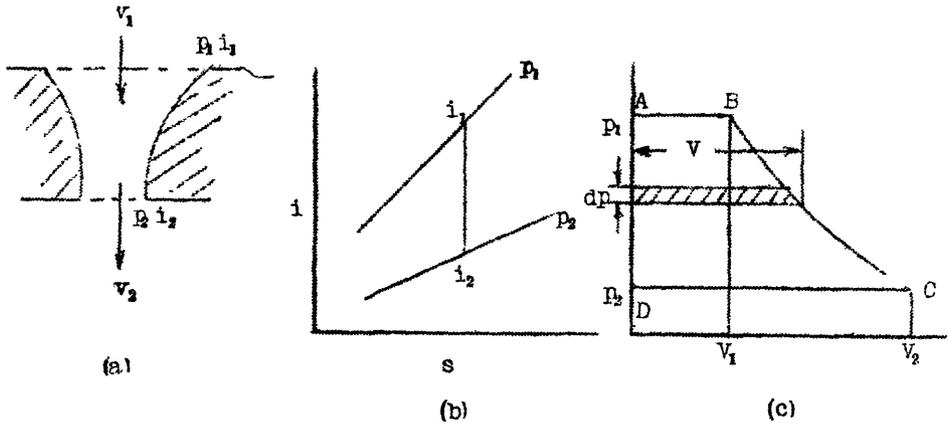
$v_1$  ・ ノズル入口における蒸気速度 ( m/sec )

$v_2$  ・ ノズル出口における蒸気速度 ( m/sec )

$i_1$  ノズル入口におけるエンタルピ ( kcal/kg )

$i_2$  ノズル出口におけるエンタルピ ( kcal/kg )

とすると



3-1 図

$$\frac{A v_1^2}{2g} + i_1 = \frac{A v_2^2}{2g} + i_2 \quad \text{----- (3-1)}$$

$$\frac{A (v_1^2 - v_2^2)}{2g} = i_1 - i_2$$

$$v_0 = \sqrt{2(i_1 - i_2)gJ + v_1^2}$$

$v_1 \doteq 0$  とすると

$$\therefore v_2 = 91.5 \sqrt{i_1 - i_2} \quad (\text{m/sec}) \quad \text{----- (3-2)}$$

次に圧力降下と流動速度との間の関係を見るに

$$i_1 - i_2 = -A \int_{P_1}^{P_2} v dp = A \int_{P_2}^{P_1} v dp \quad \text{----- (3-3)}$$

3-1 図(c)において面積 ABCD は与えられる  $P_1 P_2$  間の膨張により単位量の蒸気を得る運動のエネルギーの増加になるので

$$A \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \right) = i_1 - i_2 = A \int_{P_2}^{P_1} v dp \quad \text{----- (3-4)}$$

# HP『海軍砲術学校』公開史料

一般に摩擦を伴わない可逆変化に対しては

$$P V^k = C \text{ ----- (3-5)}$$

とおくことができるので(3-5)式の関係をも(3-4)式に代入すると

$$\begin{aligned} \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} &= \int_{P_2}^{P_1} V dp = C \int_{P_2}^{P_1} P^{-\frac{1}{k}} dp = \frac{K}{K-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) \\ &= \frac{K}{K-1} P_1 V_1 \left(1 - \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}\right) \\ &= \frac{K}{K-1} P_1 V_1 \left\{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right\} \text{ ----- (3-6)} \end{aligned}$$

$$v_2 = \sqrt{2g \frac{K}{K-1} P_1 V_1 \left\{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right\} + v_1^2}$$

ここで  $v_1 = 0$   $\frac{P_2}{P_1} = \text{膨張比} = r$  とすると

$$v_2 = \sqrt{2g \frac{K}{K-1} P_1 V_1 \left\{1 - r^{\frac{k-1}{k}}\right\}} \text{ ----- (3-7)}$$

ただし、 $k$  の値は

湿り蒸気  $k = 1.035 + 0.1 x$  ( $x$  は、はじめの乾燥度)

飽和蒸気  $k = 1.135$

過熱蒸気  $k = 1.3$

イ 蒸気流量

いま

$G$  ノズル内を流れる蒸気量 ( $ku/sec$ )

$F_2$  ノズル出口の断面積 ( $m^2$ )

とすると

$$G = \frac{F_2 v_2}{V_2} \text{----- (3-8)}$$

(3-8)式の関係代入して

$$G = F_2 \sqrt{2g \frac{K}{K-1} \frac{P_1 V_1}{V_2^2} \left\{ 1 - r^{\frac{k-1}{k}} \right\}} \text{----- (3-8)'}$$

$$\text{又 } P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad V_2 = V_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{k}}$$

の関係を(3-8)'式に代入して

$$G = F_2 \sqrt{2g \frac{K}{K-1} \frac{P_1}{V_1} \left\{ r^{\frac{2}{k}} - r^{\frac{k+1}{k}} \right\}} \text{----- (3-9)}$$

ウ 臨界圧力 (Critical Pressure)

ノズルののど (throat) では単位断面における蒸気の流量は最大となる。このときの圧力を臨界圧力 ( $P_c$ ) という。いま (3-9) 式において  $\sqrt{\quad}$  の中が最大するとき単位断面の流量は最大となり、又一定流量に対する断面積は最小となる。いま  $\frac{P_c}{P_1} = r_c$  とすると最大となるための条件として次式が与えられる。

$$\frac{d}{dP} \left[ r_c^{\frac{2}{k}} - r_c^{\frac{k+1}{k}-1} \right] = 0$$

$$\frac{2}{K} \cdot r_c^{\frac{2}{k}-1} - \frac{K+1}{K} \cdot r_c^{\frac{k+1}{k}-1} = 0$$

$$r_c = \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \text{----- (3-10)}$$

従つて臨界圧力は膨張係数  $K$  の値によつて変ず。

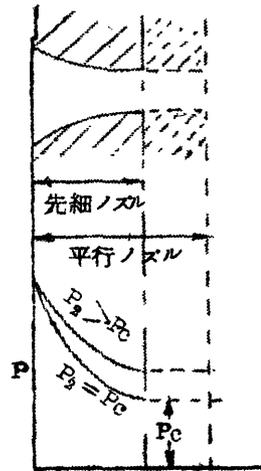
飽和蒸気  $K = 1.135$        $r_c = 0.577$

過熱蒸気  $K = 1.30$        $r_c = 0.54$

## (2) ノズルの形状

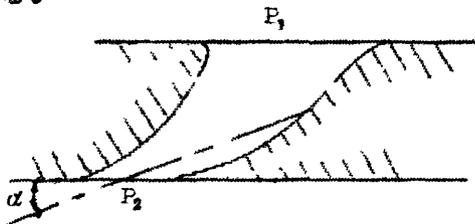
### ア 先細ノズル

ノズル出口圧力  $P_2$  が臨界圧力に等しか又はそれ以上の場合に用いられるノズル、又ノズルの先細部分における流出方向の正確をはかるため、先端を延長したものを平行ノズルという。



3-2 図

先細ノズルは圧力複式タービンのように蒸気を段階的に膨張させるものに用いる。



3-3 図

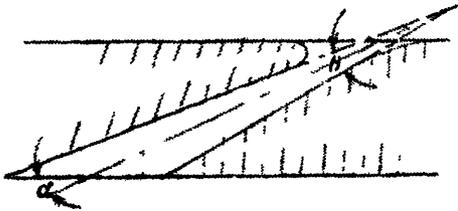
3-3 図中  $\alpha$  をノズル出口角という。

高圧段  $\alpha = 13 \sim 17^\circ$

低圧段  $\alpha = 22 \sim 30^\circ$

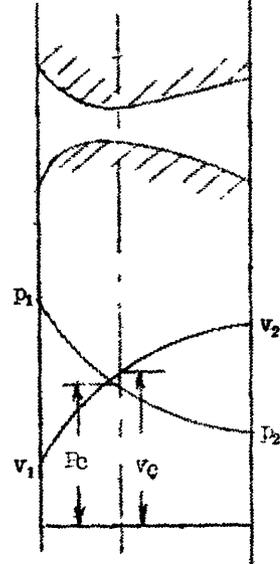
イ 末広ノズル

ノズル出口圧力が臨界圧力より低い場合に用いるもので単式あるいは速度複式タービンに用いられる。



$\theta = 10 \sim 12^\circ$  (広がり角)

$\alpha = 15 \sim 25^\circ$



3-3 図

(3) ノズルの材料

Ni鋼、Cr鋼、Cr-Mo鋼

3 羽 根

(1) 回転羽根と固定羽根の作用

ア 衝動タービン

(ア) 回転羽根

ノズル又は固定羽根から噴出する蒸気を入口において衝突することなく受入れ、羽根間を通過中に気流を所要の方向に転換し、動力を羽根車に伝える。

## (1) 固定羽根

回転羽根からの蒸気を入口において衝突することなく受入れ、これを次の回転羽根に送り込むためにつごうのよいように方向変換させる。

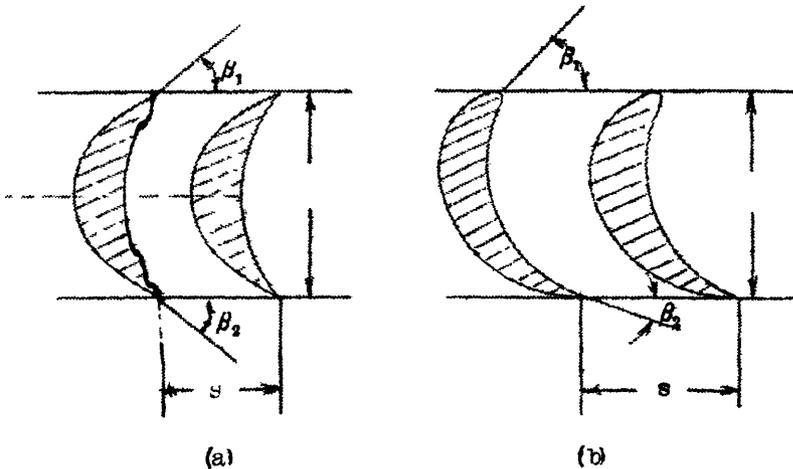
## イ 反動タービン

反動タービンの固定羽根及び回転羽根においては、衝動タービンにおけるもののほか、羽根間を通過する間に蒸気が膨張する。

これによつて回転羽根とに衝動力と反動力を作用させて回転力とし、固定羽根では、蒸気速度を増加する。

## (2) 羽根の形状及び要素

### ア 羽根の形



3 - 4 図

3 - 4 図(a)は衝動タービン高圧部に一般に用いられる型で  $\beta_1 = \beta_2$  のものを等角羽根、あるいは対称羽根と言う。又同図(b)は衝動タービンの低圧部又は反動タービンで用いられる型で蒸気が羽根を出る際の反動力を活用しやすいような出口角となつている。

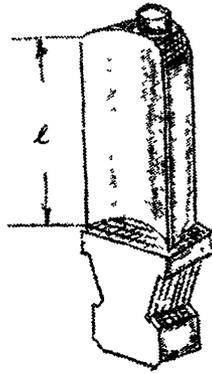
$\beta_1$  : 入口角

b : 羽根の中

$\beta_2$  : 出口角

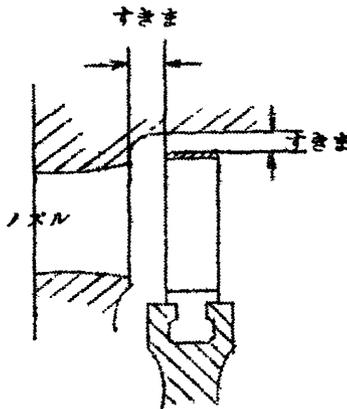
l : 羽根の長さ

s : 羽根のピッチ



3-5 図

イ 羽根のすきま



3-6 図

大きすぎると流動損失が増大する。とくに反動タービンでは、この影きようが大きい。  
(羽根の前後に圧力差がある)

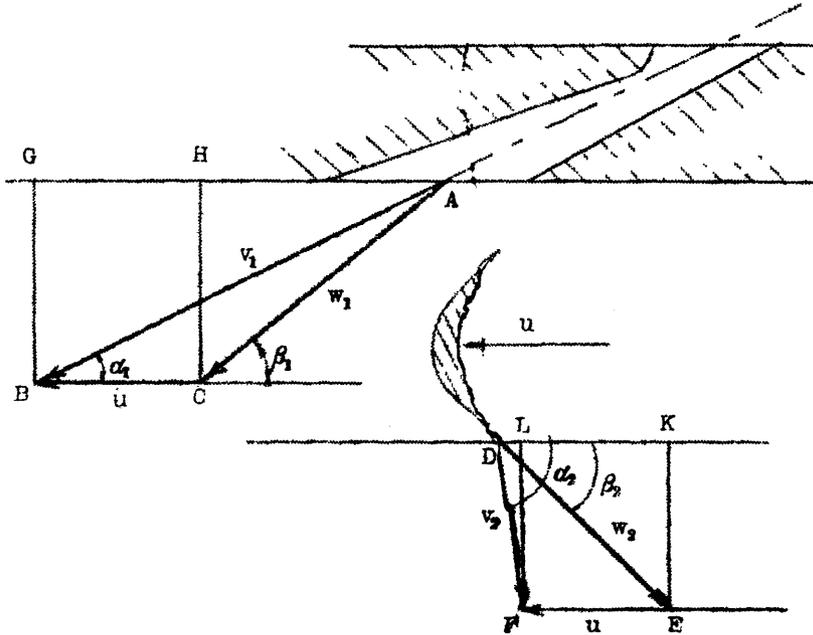
小さすぎると軸のたわみ、振動等によつて羽根と固定部分とが接触するおそれがある。

一般に

衝動タービン	羽根先すきま	5 ~ 6 %
	軸方向すきま	2 ~ 3 %
反動タービン	羽根先すきま	0.5 %
	軸方向すきま	3 ~ 6 %

(3) 速度線図

羽根に対する蒸気速度及び作用方向の関係を図解するもので3-6図において



3-6 図

u という同速度で回転している羽根に対して  $\alpha_1$  なる噴出角度をもつて  $v_1$  という速度の蒸気がノズルから噴射されたとすると羽根に対しては  $\beta_1$  なる角度で  $w_1$  という速度の蒸気が作用したことになる。次に羽根からは  $\beta_2$  なる角度をもつて  $w_2$  という速度で蒸気が噴出したとすると、これを羽根の外側から見た場合は  $\alpha_2$  という角度で  $v_2$  という速度の蒸気が流出したことになることを要す。

图中

$v_1$  : 噴出 (又は流入) 絶対速度

$w_1$  : " ( " ) 相対速度

$u$  : 羽根の周速度

$v_2$  : 流出絶対速度

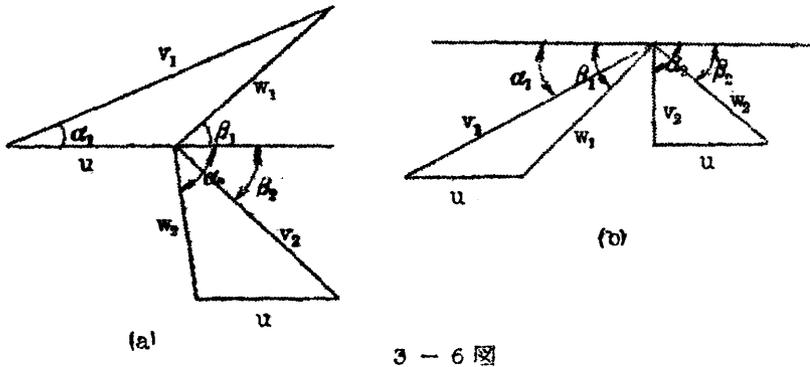
$w_2$  : 流出相対速度

$\alpha_1$  : ノズル角

$\beta_1$  : 噴出蒸気と羽根の回転方向の相対角 (= 入口角)

$\beta_2$  : 羽根の出口角

以上の関係を要約して 3-6 図(a)又は(b)のように図示する。



3-6 図

#### (4) 羽根の材料

羽根材料の具備すべき条件としては、

- ア 遠心力、衝動力、反動力及び振動に耐えること。
- イ 高温に耐えること。
- ウ 水分による腐食、侵食に対して抵抗力のあること。
- エ 安価で工作が容易なこと。

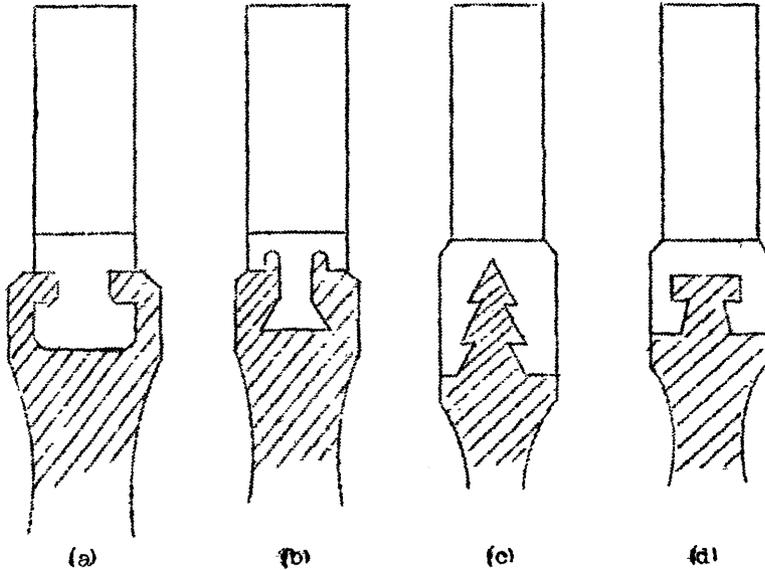
等があげられ、一般に次のような材料が用いられている。

ニッケル鋼、クロム鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼

(5) 羽根の植込法

ア みぞ式固定法

イ くら式固定法



3 - 7 図

(6) シュラウドリング

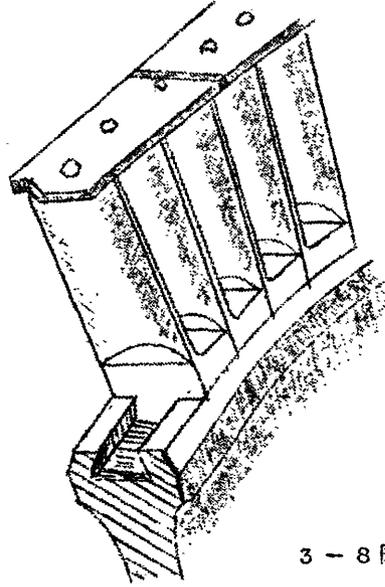
ア シュラウドリングの機能

- (ア) 羽根のピッチを均一に保つ。
- (イ) 羽根先端を補強する。
- (ウ) 羽根先すまきを一定にする。
- (エ) 羽根の外周方向へ蒸気が散逸するのを防ぐ。

イ 装備要領及び材質

羽根 6 ~ 10 枚を 1 組としてステンレスバンドでつづる。

羽根とシュラウドリングの接合は、かしめ又は溶接。



3-8 図

### 3 羽根車 (Rotor)

回転羽根をとりつけ、羽根に受けた動力を回転力とする。

#### (1) 羽根車の種類

##### ア 円板羽根車 (Disc Rotor)

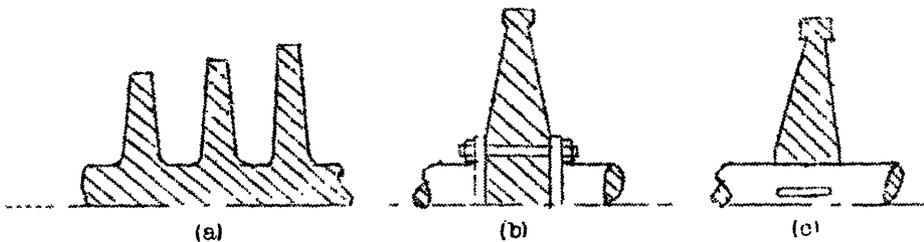
(ア) 主として衝動タービンに採用される。

##### (イ) 円板羽根車の種類

a 削り出し羽根車 (3-9 図 a)

b 組合わせ羽根車 ( " b)

c はめ合わせ羽根車 ( " c)



3-9 図

## イ 胴型羽根車 (Drum Rotor)

(ア) 主として反動タービンに用いられる。

(イ) 胴型羽根車の種類

a 中大型羽根車

b 中小型羽根車

## (2) 使用材料

使用する蒸気条件と応力の大小によつてことなり

Ni鋼 Ni-Cr鋼 Ni-Cr-Mo鋼 等がある。

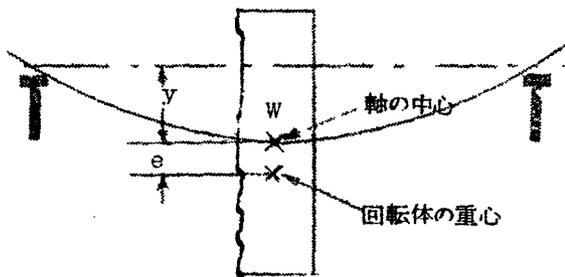
## 2 車 軸 (Shaft)

タービンの回転力をプロペラに伝える作用をするもので、ねじれ及び振動に対して十分強固なものでなければならない。

### (1) 危険回転数

回転体を實際上完全なつり合い状態に工作することは不可能であり、回転体の重心と回転軸の中心とは正確には一致していないものである。

ロータが軸受上で回転すると、重量的にごくわずかの不釣合があつても遠心力が作用し、軸はそのためにたわみ(1)を生ずる。



3 - 10 図

3-10 図において

y 遠心力によるたわみ

e 軸の中心と回転体の重心の偏位量

W 回転体の重量

とすると、遠心力 C は

$$C = \frac{W}{g} (y + e) \omega^2 kq$$

----- (3-11)

# HP『海軍砲術学校』公開史料

この遠心力に釣合うための軸の弾性係数を $\alpha$ とすれば

$$m(y+e)\omega^2 = \alpha y \text{ ----- (3-12)}$$

$$\text{ただし、 } m = \frac{W}{g}$$

$$y = \frac{m(y+e)\omega^2}{\alpha} = \frac{my\omega^2 + me\omega^2}{\alpha}$$

$$y - \frac{my\omega^2}{\alpha} = \frac{me\omega^2}{\alpha}$$

$$y\left(1 - \frac{m\omega^2}{\alpha}\right) = \frac{me\omega^2}{\alpha}$$

$$y = \frac{me\omega^2}{\alpha} \times \frac{\alpha}{\alpha - m\omega^2} = \frac{me\omega^2}{\alpha - m\omega^2}$$

$$y = \frac{e}{\frac{\alpha}{m\omega^2} - 1} \text{ ----- (3-13)}$$

(3-13)式から偏心率( $e$ )が0でないかぎり角 $\omega$ 度(回転数)の増加に伴って $y$ は増加し

$$\alpha - m\omega^2 = 0 \text{ ----- (3-14)}$$

のとき $y = \infty$ となり、 $e$ はいかほど小さくても軸は破壊する。このときの角速度を生ずる毎分回転数( $N = \frac{30\omega}{\pi}$ )を危険回転数と呼んでいる。

## (2) 剛性軸

タービンの計画運転速度は、この危険速度から少なくとも20%は離れるよう設計される。

上記の危険速度以下で運転するよう計画されるタービンに用いられる軸を剛性軸という。

主機用タービンのように速度範囲の大きいもの。

反動タービンのように羽根先端のすきまの小さいもの。

の軸に用いられる。

### (3) たわみ軸

軸が危険速度で回転すると前述のようにたわみが無限となつて破壊するが、軸が危険速度以上となると、

$$\alpha - m\omega^2 < 0$$

となり、たわみはしだいに小さくなる。

すなわち細いたわみやすい軸を使用すれば、常用回転数において上述のように危険速度以上となりかえつて安定するものである。

このように、常用回転数が危険速度以上となるように計画された軸をたわみ軸という。

一定回転数の発電機用タービン等定速補機のロータに用いられることがある。

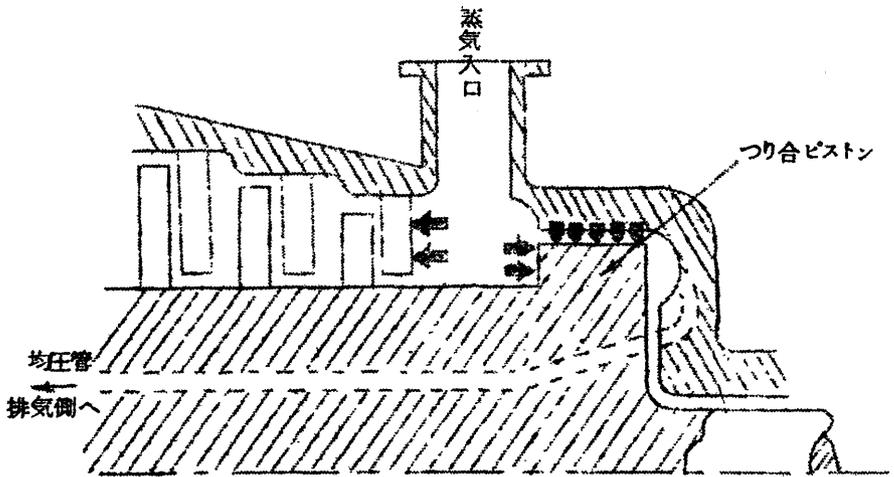
## 6 釣合ピストン(ダミーピストン)

衝動タービンでは回転羽根内では、蒸気は膨張せず理論上羽根前後での圧力はほぼ等しく、蒸気の静的圧力差に基づく軸方向への推力はほとんど生じないが、蒸気の流動により軸方向に推力を生ずる。

反動タービンでは回転羽根前後での蒸気力静的圧力差に基づく推力と羽根車に及ぼす蒸気の流動による推力が加わり 相当大きな軸方向の推力を生ずる。

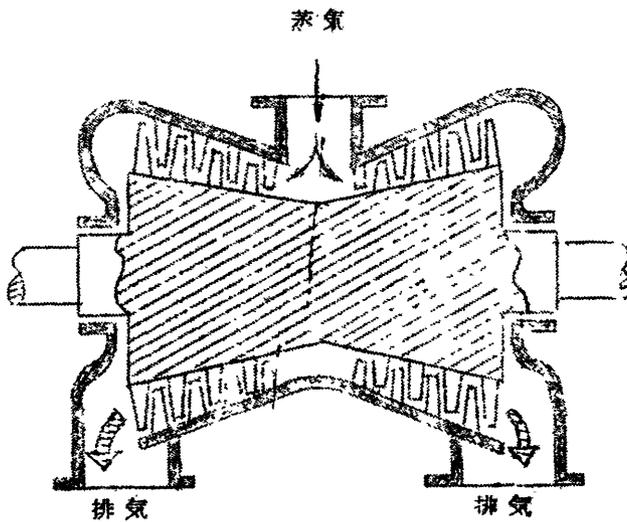
この推力をタービン内で釣合わすために羽根車の高圧側の一端につばを設け蒸気の圧力をこれにうけ、羽根列がうける推力と相殺させるようにしている。このつばを釣合ピストン(ダミーピストン)と称している。

したがつて、反動タービンの釣合つばは、衝動タービンに比し大型であり衝動タービンではこれのないものも多い。



3 - 11 図

又、反動タービンでは3-12図のように双流式とすることにより推力を相殺させるものもある。



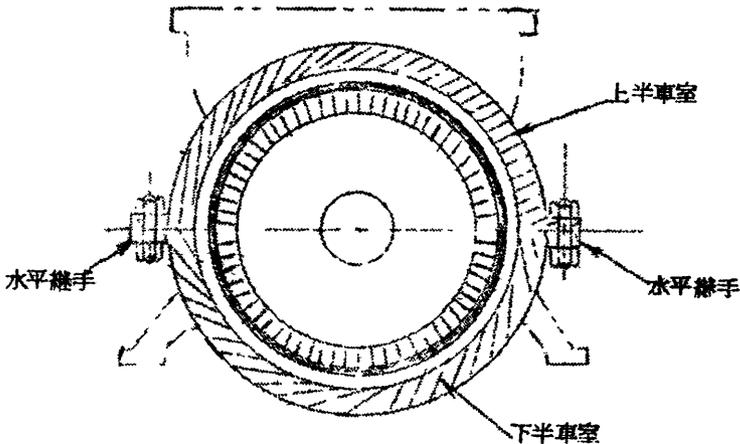
3 - 12 図

## 7 車 室

タービン車室には特に大きな熱応力が加わるので、十分な強度をもち熱膨張が自由かつ一様に行なわれることが必要であり、組立てが容易なものではなくてはならない

### (1) 水平継手

タービン車室は、羽根車の軸心を含む水平面で上下に2分割し、ボルトで気密に結合される。この結合部を水平継手と言ひ、結合面はガスケット等を入ることなく、気密を保ちうるよう精密な平面に仕上げられている。

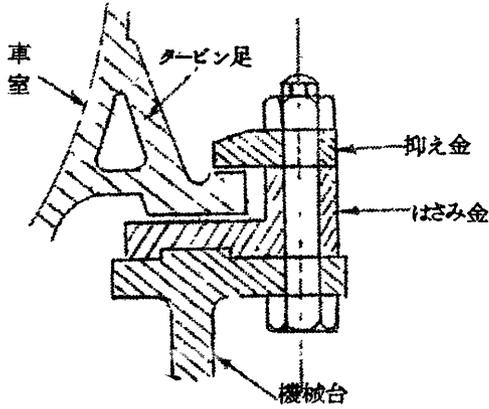


3 - 13 図

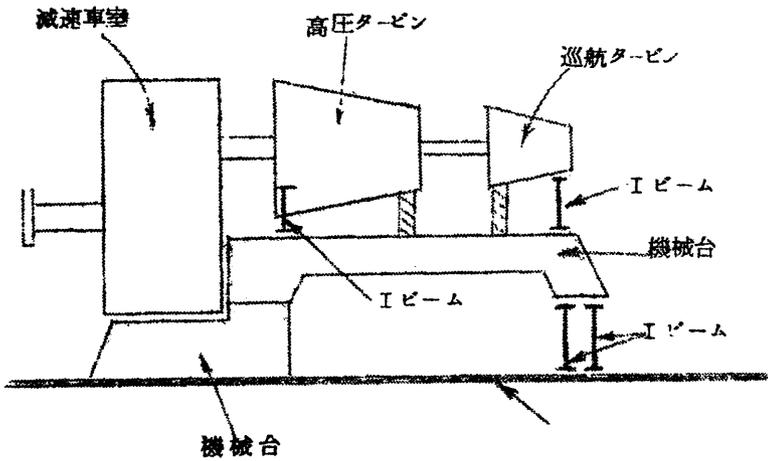
### (2) すへり足、又はIビーム

車室は使用状態と休止状態において温度差が大きく、したがって、船体や機械台とは無関係に自由に膨張収縮を行なわせる必要がある。

このため車室の一端は機械台等に強固に固定し他端は軸方向に自由に移動できるよう、すべり足、又はIビームによつて機械台等に接続される。



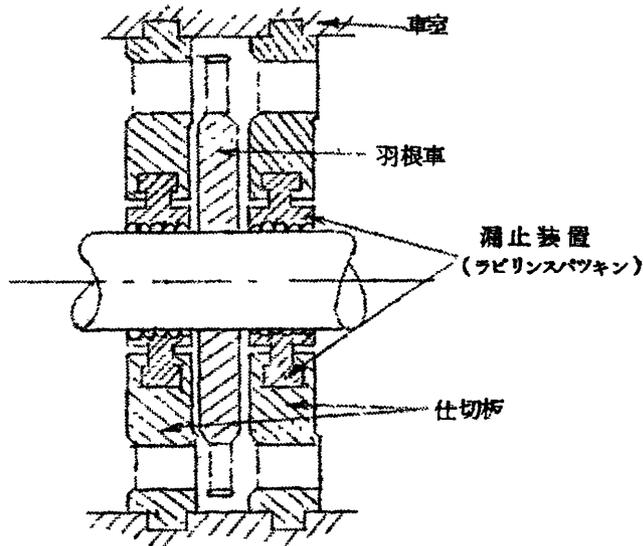
3 - 14 図 すべり足



3 - 15 図 Iビーム方式

## 8 仕切板

圧力複式衝動タービンでは各圧力段落の間に仕切板を設け、第1段落以外は、仕切板にノズルを取り付ける。仕切板は、車室と同様上下に2分され、それぞれ車室にはめこまれる。又軸の貫通部には蒸気の漏れを少なくするため漏止装置が設けられる。(1-14図、1-18図、3-16図参照)



3 - 16 図 仕切板

## 9 漏止装置

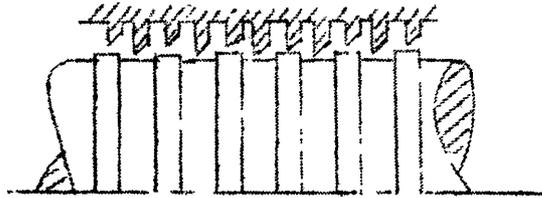
車軸が車室あるいは仕切板を貫通する部分では、蒸気の漏出又は低圧部では外部からの空気の漏入を防止するために漏止装置が装備される。

### (1) 漏止装置の種類

- ア ラビリンスパツキン
- イ 炭素ハツキン

## (2) ラビリンスハツキン

真鍮、黄銅、ニッケル黄銅等の比較的軟質の材質のフィンを多数軸貫通部の車室側に取り付けることにより、軸貫通部にそつて漏えいする蒸気に急激な膨張と方向変換をくり返させ次第に圧力を降下させ漏えい量を局限しようとするものである。3-17図はラビンスパツキンの一例である。



3 - 17 図

フィンの列数は多いほど漏えい量は少なくなるが、そのため軸の長さも長くなり軸受間の距離が長くなるので太い軸が必要になる。

列数 高压部 30 ~ 60

低压部 20 ~ 40

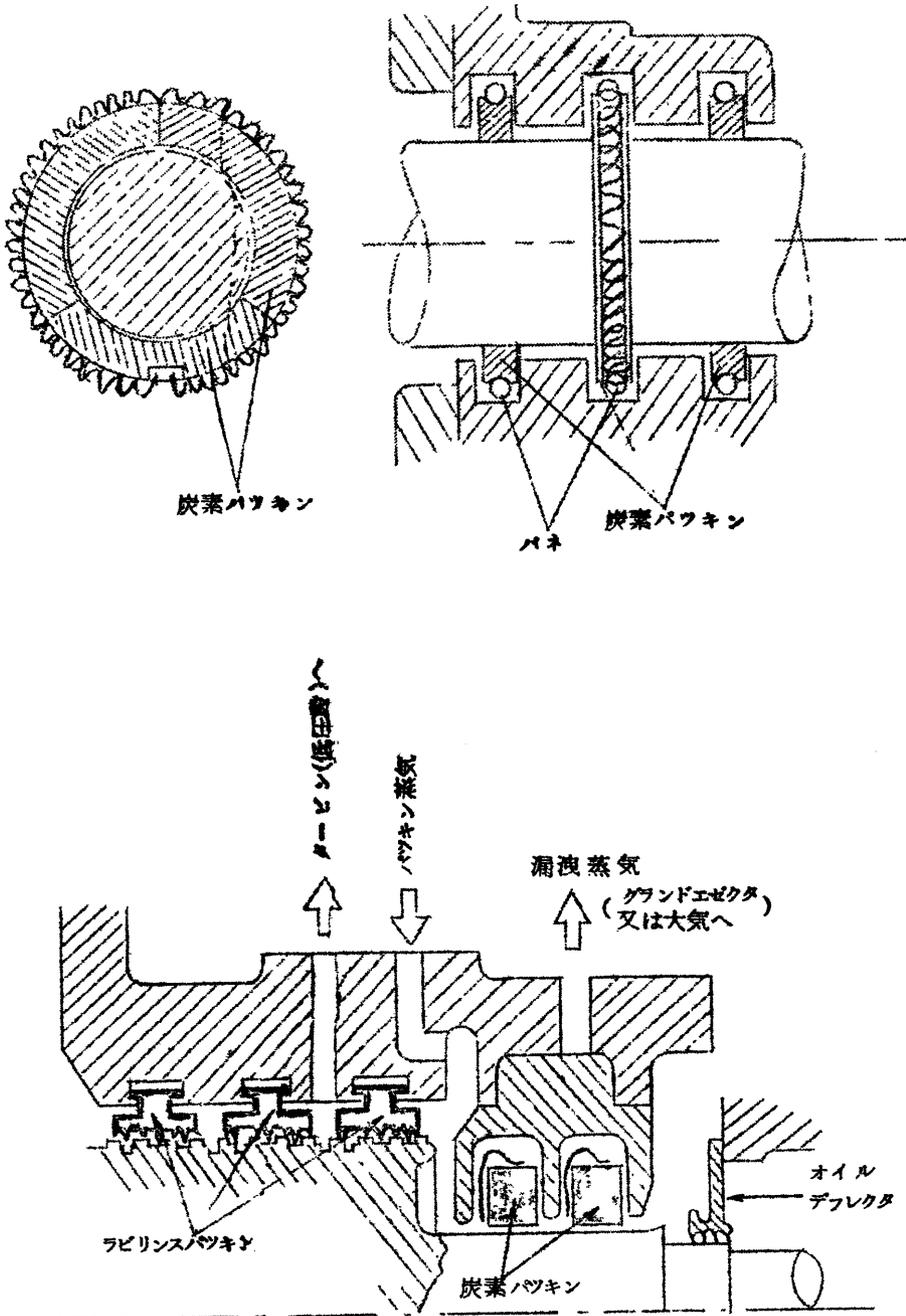
フィン先端のすきま 0.3 ㎜位

## (3) 炭素ハツキン

フィンの代りに 炭素リングを車室の溝にはめ込み、ハネによつて車軸を抱握し気密にする。

炭素ハツキンは高温に耐え摩擦係数も小さく、車軸に接触しても危険はないが、あまり高速になれば摩擦が増加し、摩耗を促進して過熱する。

小容量タービンに用いられるが、大容量タービンにあつてもラビリンスハツキンの外端部に装備されることがある。(3-19図)



3 - 19 図

## (4) パツキン蒸気

ラビリンスハツキンも、炭素パツキンもそれだけでは完全に気密を保つことはできないのでハツキン蒸気を併用し軸管通部を蒸気のかべによつて封鎖している。

パツキン蒸気には、補助排気又は減圧された補助蒸気(0.1 ㎏程度)を使用する。

## 第2節 主要構成部(その2)

### 1 軸 受

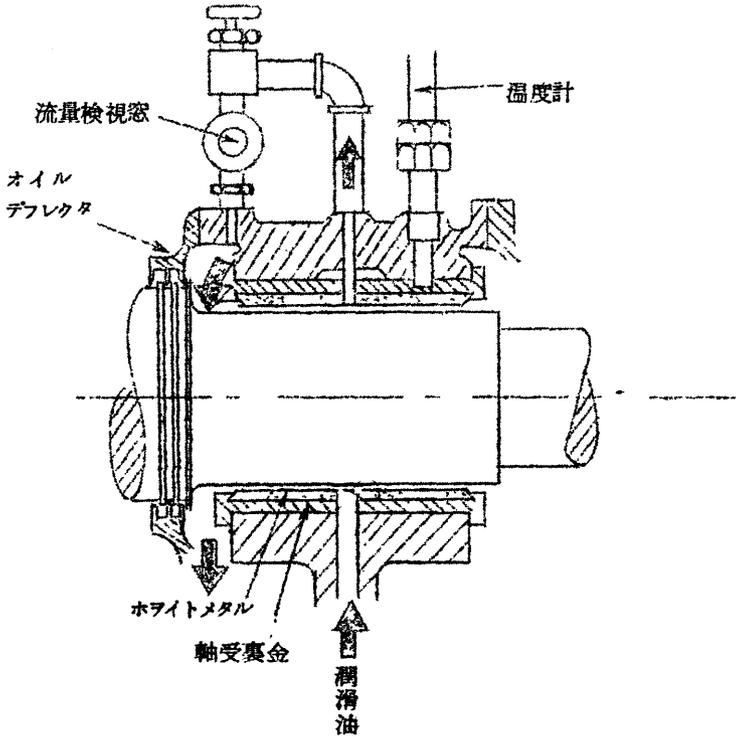
タービン車軸、歯車軸を両端で支えるもので、軸と接する部分は白色合金が鑄込まれている。

軸と軸受のすきまは、当該機関の取扱説明書又は図面等に定められているが、これらに規定されていない場合は、水上艦船保存整備実施標準(S 36 海自達 60号 別冊)による。

軸 直 径	すきま
150 % 以下	0.3 %
150 ~ 300 %	0.4 %
300 % 以上	0.5 %

3-1表 水上艦船保存整備実施標準  
によるタービン軸受すきま

タービン軸は非常に高速で回転しているので、軸受には潤滑油ポンプから大量の潤滑油が間断なく圧送されて摩擦熱をうばっている。潤滑油は軸受の下部から送給され、軸受すきまを通つて一部は軸受外端から軸受囲の下部に落下するが、他は軸受上部の出口から流出し軸受囲の下部にみちびかれる。



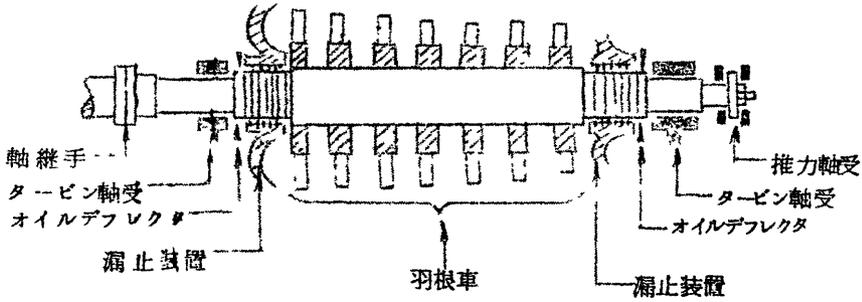
3 - 20 図

## 2 推力軸受

前6項「釣合ピストン」で述べたように、蒸気タービンでは軸方向に推力を生ずるので、この推力を相殺させる方法が講じられているが、これのみでは必ずしも十分でなく、他の原因によつても軸方向の移動がおこりうる。このため、タービン羽根車の軸方向移動を制限し、回転羽根とノズル、又は回転羽根と固定羽根との接触を防ぐ必要がある。これらの理由により、推力軸受が必要になる。

推力軸受の構造は主軸の推力軸受と同様で第1章 第6節の1-(2)項で述べたとおりである。

タービン推力軸受はタービン車軸の高圧側軸受の外端に設けられる。



3-21 図

スラストつばとスラストパッドのすきまが大きすぎると車軸の軸方向の移動量が大きくなり、回転羽根とノズル又は固定羽根が接触しタービンを破壊することになる。

スラストつばとスラストパッドの標準すきまはそれぞれのタービンでことなるが、水上艦船保存整備実施標準では一応次のように定められている。

低圧スラスト(前後進合計) 0.2 ~ 0.4 %

高圧 " ( " ) 0.7 以内

参考：軸推力の大きさ

ゆきかぜの例 (単位 kg)

	高圧タービン	低圧タービン
タービン羽根にかかるスラスト	+ 22,695	25,457
釣合ピストンにかかるスラスト	- 19,900	- 17,780
グランド部にかかるスラスト	0	- 991
スラスト軸受	+ 2,795	+ 6,656

3-2 表

## 3 軸継ぎ手

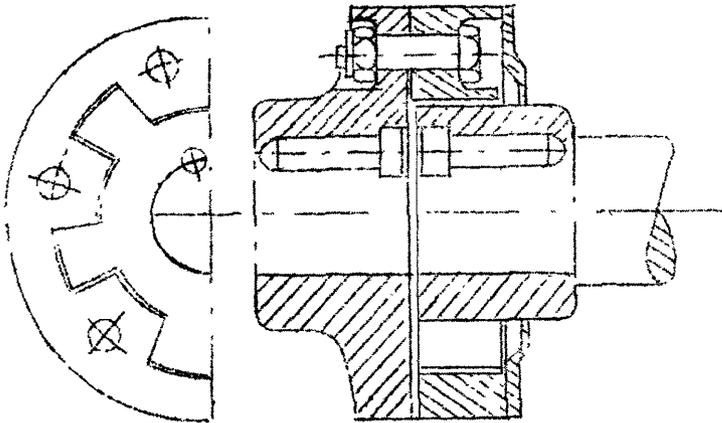
タービン軸と減速歯車軸とを連結する継ぎ手であり、固定継ぎ手とたわみ継ぎ手があるが、主機用タービンのような大型のタービンではたわみ継ぎ手が用いられる。

### (1) たわみ継ぎ手

タービンと減速歯車装置は、機械台の上で心出しして取り付けられるので、その中心線が多少不完全であつても運転に支障のないように、また運転時タービン及び減速車室の熱膨張並びに船体のひずみ等による軸心のずれを吸収するように、さらにロータと減速歯車軸が互いに干渉せずに軸方向に自由に動くことができるように、タービン軸と第1小歯車軸との間にたわみ継ぎ手を設ける。

#### ア たわみ継ぎ手

##### (7) 爪型たわみ継ぎ手

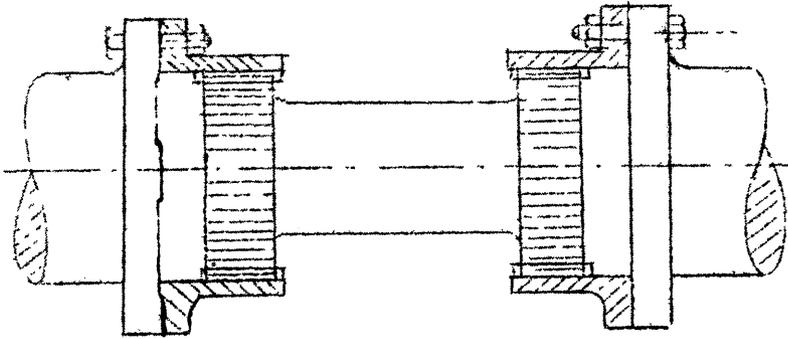


3 - 22 図 爪型たわみ継ぎ手

(イ) 歯型たわみ継手

a 片歯型

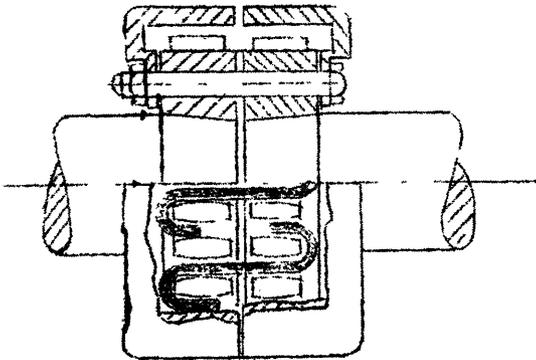
b 両歯型



1 - 23 図 歯型(両歯型)たわみ継手

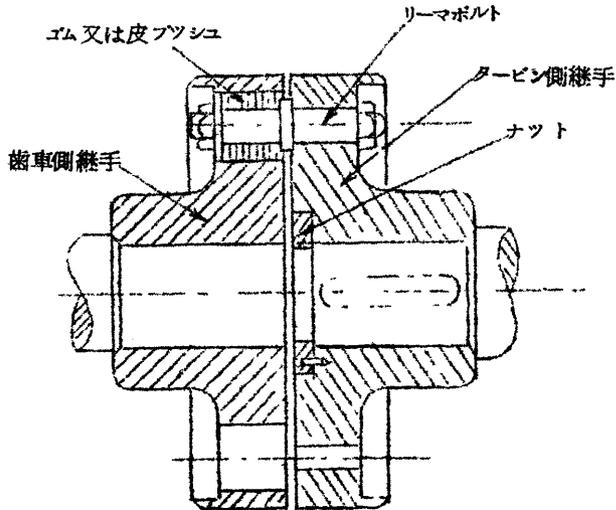
(ウ) その他

a ビツビイ継手



3 - 24 図 ビツビイ継手

## b クッションドライブたわみ継手



3-28 図 クッションドライブたわみ継手

## 4 減速装置

蒸気タービンは回転数が大きいところで効率がよく、一般に3,000～10,000 r.p.m. である。しかるに被駆動側では回転数に限度がある場合が多く、とくに推進器では一定回転数以上では効率が著しく低下する。このため原動機の回転数を適当な回転数に減速して被駆動側に伝達する減速装置が必要である。

減速装置としては

液体減速装置 (フリカン)

電気減速装置 → 電気推進

歯車減速装置

の3種があるが、わが国においては歯車減速装置が広く採用されている。

### (1) 歯車減速装置

1段減速装置

2段減速装置

があるが、海上自衛隊の艦艇の主機械には一部の艦を除いて2段減速装置が用いられている。

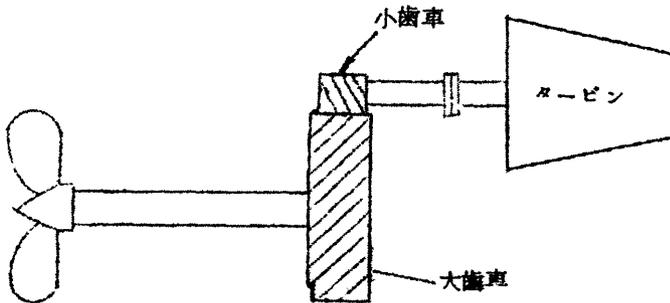
## ア 減速比と効率

1段減速 減速比  $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$  効率 98%程度

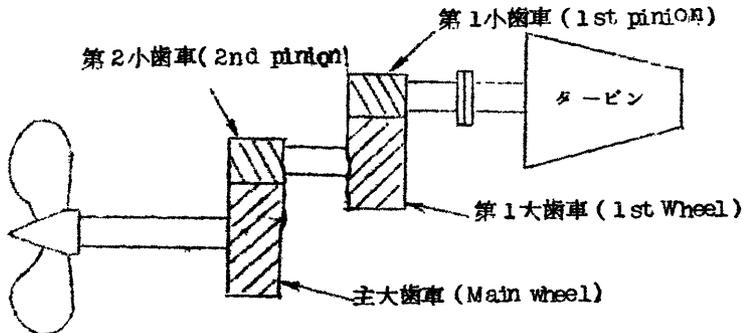
2段減速 減速比  ~~$\frac{1}{40} \sim \frac{1}{60}$~~  効率 96%程度  $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{25}$

1段減速で大きな減速比を得ようとするためには、プロペラ軸側の減速歯車(主大歯車という)の径が著しく大きくなり、船底からの高さの制限をうける艦艇では、2段減速とするのが普通である。

## イ 減速歯車の名称



a 1段減速

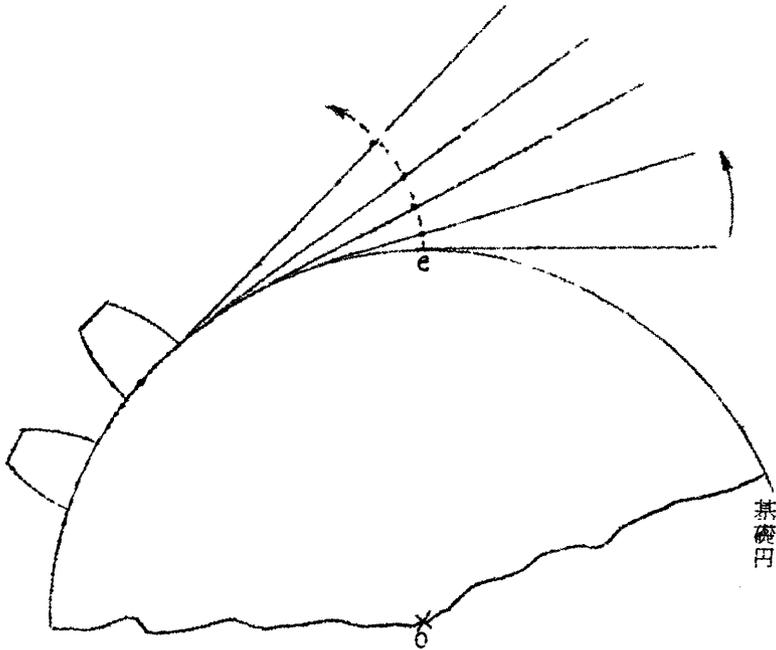


b 2段減速

## ウ 歯 車

### (ア) 歯 型

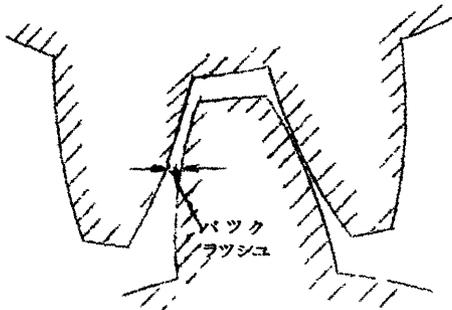
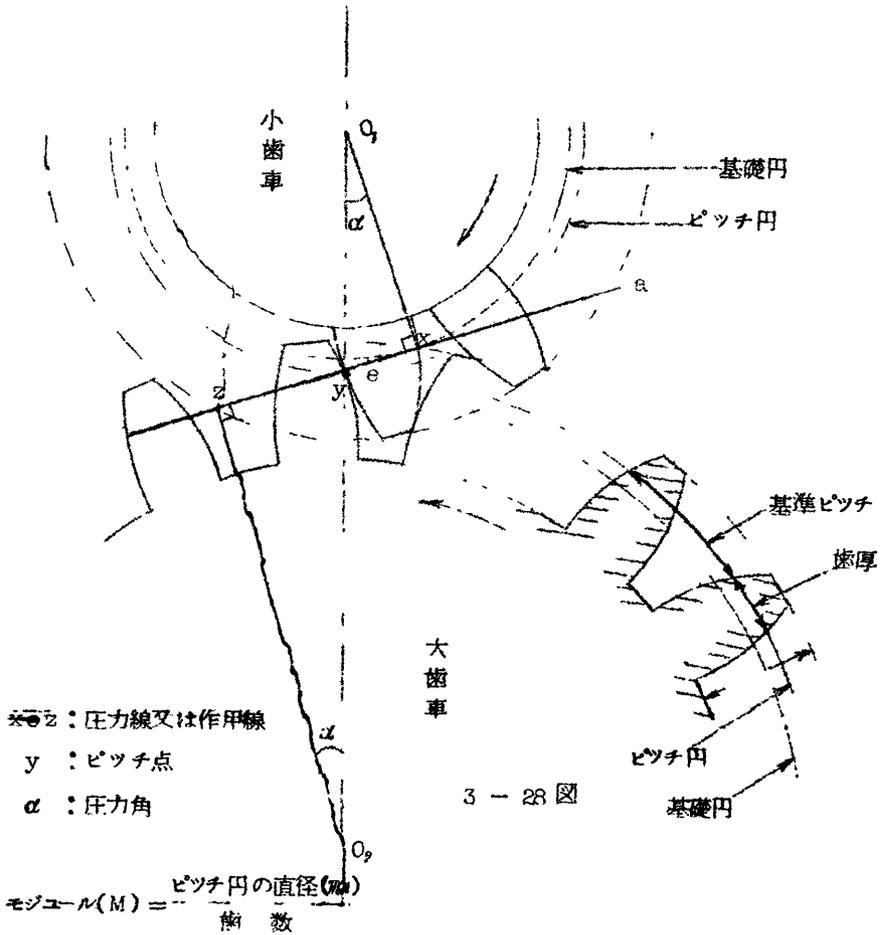
減速歯車の歯型はインボリュート歯型と呼ばれるもので、3-25図に示すように基礎円に巻きつけた糸をゆるめずに展開していくとき糸の1点eが描く軌跡を歯面としたもので、この歯型は歯の根元の厚さが大きいので大きなトルクを伝達するのに適している。



3 - 27 図

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## 歯車に用いられる用語



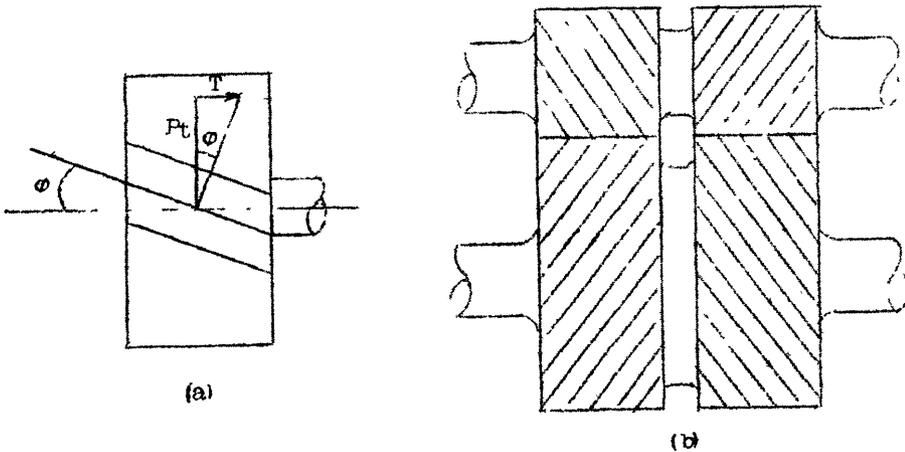
7 - 29 図

## (イ) はすば歯車

歯車の軸心と平行しないで、傾斜角度をもつた斜歯を有する歯車を「はすば歯車」(helical gear)と言ひ、この傾斜角を「つる巻角」(helical angle)と呼んでいる。

はすば歯車は平歯車に比し、同時にかみ合う歯車が多くまたかみ合いが歯の端から次第に始まつて行くので各歯の分担する力が少なく、しかも歯にかかる力の変動がなく円滑な運転ができる。

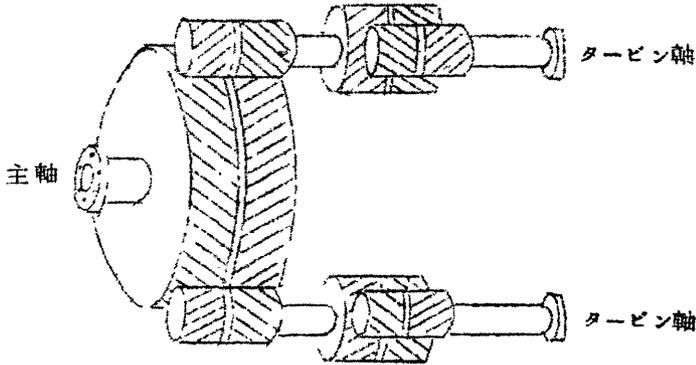
はすば歯車では歯筋の傾斜のため歯のかみ合いによつて歯車の接線方向に力が加わると同時に軸方向にも分力が作用し、歯車が軸方向へおしよせられる(3-26図(a))ので、一般には3-26図(b)のように「やまば」(double helical)とし軸方向の推力を相殺するようにしてある。



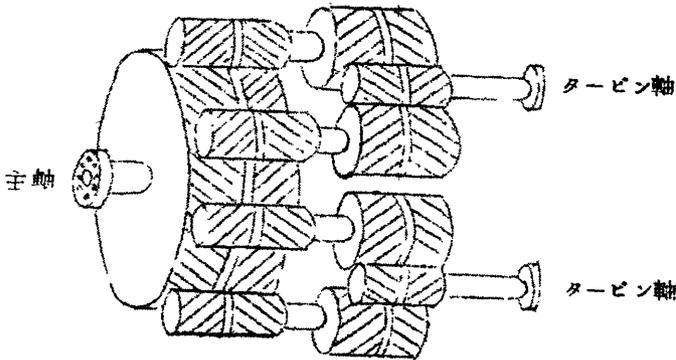
3 - 30 図

## エ 2段減速歯車装置の種類

護衛艦にとり載されているタービン主機用2段減速歯車装置には、アーチキュレート型及びロックドトレン型の2種があるが、ロックドトレン型は3-31図でわかるとおり同一歯幅で2倍のトルクを伝達することができるので大出力の機関に適している。



(a) アーチキュレート型2段減速歯車装置



(b) ロックドトレン型2段減速歯車装置

## オ 歯車の潤滑

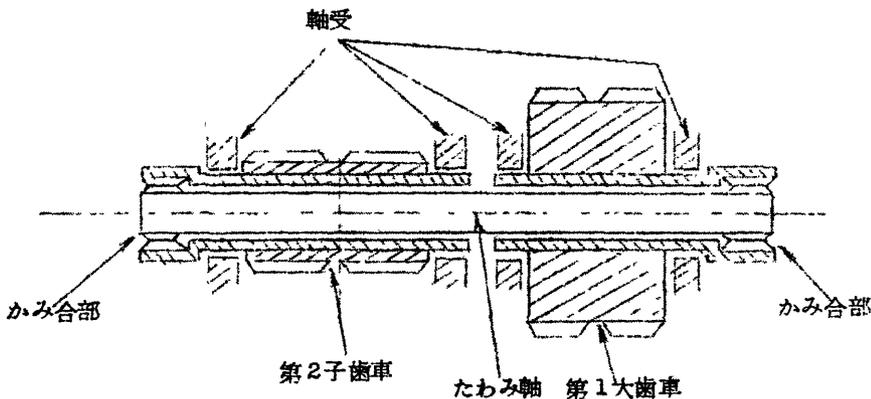
歯と歯とが金属接触すると歯が損傷するので、歯面に油膜を作つて金属接触を防ぐとともに、発生した摩擦熱を運び去るために歯のかみあい部に噴油器で潤滑油を噴射している。

## カ 減速車室

減速歯車装置を抱括するケーシングを減速車室という。減速車室の下部は潤滑油だまりになつており、減速車室を潤滑した潤滑油はここに落下したのち船底のドレンタンクにおちる。

## キ たわみ軸

やまば歯車の軸方向の推力を釣り合わせ、左右両はずばにかかる荷重を均一にするためには、歯車が軸方向にわずかに移動できるような構造としなければならない。又ロックドレン式のように多数の小歯車が1つの主歯車にかみ合うようなものでは小歯車同志が干渉しあつて歯のあたりが狂うことのないように、第1大歯車と第2小歯車との間には「たわみ軸」が設けられる。



3 - 32 図

## 第3節 付 属 装 置

### 1 潤滑装置

#### (1) タービン機関における潤滑の目的

タービン機関は高速で回転する故に、その軸受、減速歯車等においては相当の摩擦熱が発生する。タービン機関においては潤滑油についてこれら摩擦部の表面に油の被膜をつくり金属接触を防ぎ、摩擦抵抗を減すると同時に摩擦熱を取り去らなければならないので、多量の潤滑油を間断なく供給する必要がある。すなわち、タービン機関における潤滑の主目的は、冷却、減摩及び応力の分散（歯車のかみ合い部）である。

#### (2) 構成要素

##### ア 潤滑油ポンプ

ターボ潤滑油ポンプ×1

電動潤滑油ポンプ×1

（主機直結式潤滑油ポンプ×1……あまつかぜ以降）

##### イ 油こし

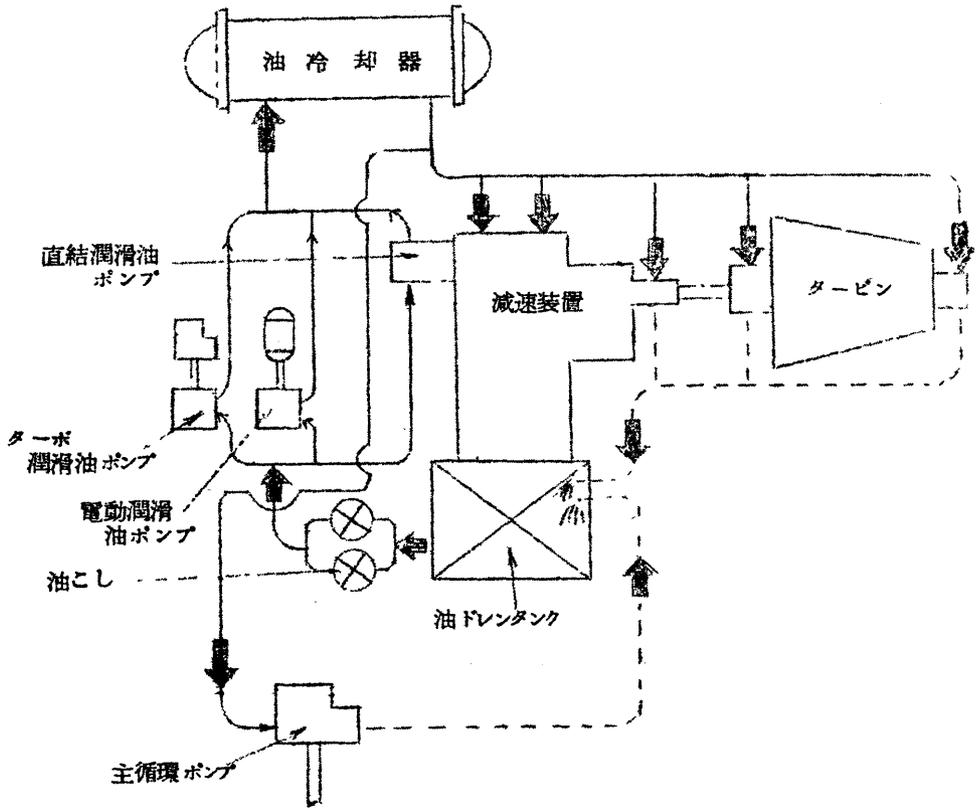
##### ウ 油冷却器

##### エ 油ドレンタンク

##### オ その他

油清浄機、油すましタンク、予備潤滑油タンク

(3) 潤滑系統



3 - 33 図

(4) 潤滑油ポンプ

ア ターボ潤滑油ポンプ

原動機には普通1段減速装置付蒸気タービンが使用される。

ポンプには齒車ポンプが一般に使われるが、ねじポンプが用いられることもある。

イ 電動潤滑油ポンプ

ポンプはターボ潤滑油ポンプの場合と全く同じであるが、原動機は電動機である。

電動潤滑油ポンプは応急用に用いられるもので、ターボ潤滑油ポンプが何らかの原因で停止したとき、自動的に起動し潤滑油を供給する。

## ウ 主機直結式潤滑油ポンプ

「あまつかぜ」以降の国産艦に装備され主機の減速装置に歯車ポンプが直結されている。これはターボ潤滑油ポンプ、電動潤滑油ポンプの両方とも何らかの原因で停止しても、主機が回転しているかぎり自己注油が可能となるようにしたものである。

主機直結式潤滑油ポンプはあくまでも応急用であり、ポンプの容量はターボ又は電動潤滑油ポンプに比し非常に小さい。又このポンプは吸入吐出側にそれぞれ逆止弁が組合せてとりつけてあり、主機が前後進いずれの方向に回転しても同一方向へ吐出作用を行なうようにしてある。

### 例 「きくづき」

	ポンプ型式	容 量	吐出圧力	ポンプ回転数
ターボ潤滑油ポンプ	ねじ	175ml/h	35 ㎏	1,150
電動潤滑油ポンプ	ねじ	175 "	"	1,150
主機直結潤滑油ポンプ	ねじ	44 "	"	

## (5) 油こし

潤滑油ポンプの吸入側に設けられる。こし器は燃焼装置の重油こし油と同様2個を1組として装備された複式こし器で、随時切替えて一方を使用し、他方をそうじできるようにしている。

## (6) 油冷却器

シエルアンドチューブ型であり潤滑油は細管の内部を通る海水によつて冷却される。

油冷却器は、主機の全力時において60℃の潤滑油を50℃まで冷却する能力を持っている。

## (7) 油ドレンタンク

主機の減速車室の下部に接しているタンクであり、タービン各部を潤滑した油はこのタンクにあつまり、ふたたび潤滑油ポンプに引かれて循環する。

## (8) 油圧低下警報装置及び自動起動装置

運転中の適正な注油圧力は1 ㎏（軸受入口において）であり、温度は40～50℃であるが、もし注油圧力が約0.8 ㎏以下に下ると警報ベルがなり、また、ターボ潤滑油ポンプを使用中の場合は、さらに油圧がさがると（0.7～0.6 ㎏）休止中の電動潤滑油ポンプが自動起動される。

## (9) 付属装置

### ア 油清浄機及び油すましタンク

潤滑油中の極めて微細なごみ、スラッジ又は水分は、こし器では除去することができい。この種の不純物を除去するために油清浄機と油すましタンクが用いられる。

### （ア）油すましタンク

タンク内で潤滑油を加熱し水分、ごみ等を沈でんさせ分離する。

### （イ）油清浄機

モーターで駆動される回転体を有し、遠心力により潤滑油中の不純物を連続的に分離除去する。

油清浄機にはドラバル式とシヤープレス式とがあり、タービン機関とう載艦ではおもにドラバル式が用いられている。

### イ 予備潤滑油タンク

新しい潤滑油を貯蔵しておき必要に応じて、油ドレンタンクに供給する。

### ウ 潤滑油移送ポンプ

自室及び他の機械室内の各潤滑油タンク間に潤滑油の移送を行なう。

## (10) 補機用タービンの潤滑

関連補機では上述の潤滑油系統から注油されるものもあるが、多くのターボ補機は自己注油方式（直結歯車式潤滑油ポンプによる）であり、何らかの原因で油圧が低下した場合は、油圧低下危急装置が作用して自動的に蒸気弁を閉鎖し機器を停止させる。

## 2 操縦装置

### (1) タービン機関の出力調整

タービンの有効出力は次式で示すことができる。

$$\text{有効出力} = 5.7 G \cdot \eta_e \cdot H_a \quad (\text{ps})$$

$G$  : 蒸気流量 ( $ku/s$ )

$H_a$  : 蒸気の理論熱落差 ( $kal/ku$ )

$\eta_e$  : 有効効率※

$$\begin{aligned} \text{※ 有効効率} &= \frac{\text{有効仕事}}{\text{理論仕事}} \\ &= \frac{\text{理論仕事} - (\text{内部損失} + \text{外部損失})}{\text{理論仕事}} \end{aligned}$$

したがって、タービンの出力を変えるためには、蒸気流量か熱落差かあるいは、その双方を変えればよい。

### (2) 出力調整法の種類

#### ア 絞り調整法

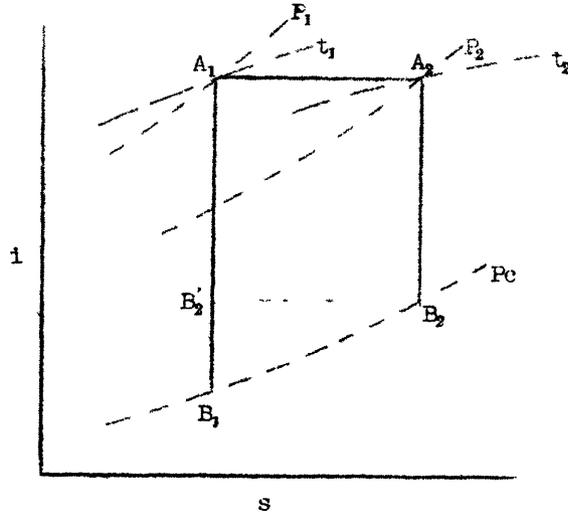
主蒸気管に設けられた操縦弁の開度を調整することにより、供給蒸気の流量を変えるとともに弁を通過する蒸気に絞り作用をおこさせ、蒸気の理論熱落差を変える。

後進タービンのように使用時間が短く、経済性がそれほど問題にならないタービンの調速に用いられる。

#### イ ノズル縮切調速法

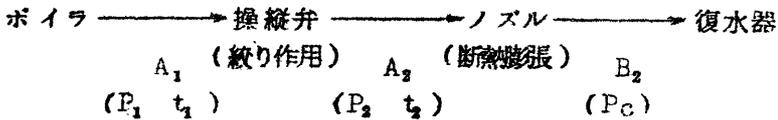
蒸気に絞り作用をおこさせることなく初状態をそのままにして流量のみを変えて出力を調整しようとする方式である。

3-34図は、絞り調速法とノズル縮切調速法の蒸気の変化の過程を  $i-s$  線図上に示したものである。



3 - 34 図

絞り调速法では



の過程をたどり

蒸気流量……………ノズル前の圧力にはほぼ比例して変化する。

断熱熱落差……………ノズル前のエンタルピは不変であるが、復水器真空まで断熱膨張させると  $A_1$  の蒸気を断熱膨張させた場合に比し  $B_2, B_1$  に相当する理論熱落差の減少がある。

したがって、タービンが部分負荷のときには、単位蒸気量の断熱熱落差の減少のため熱効率も低下することになる。

効率を低下させずに部分負荷に応ずるためには、蒸気の初状態はそのまま、蒸気流量のみを調整すればよい。

ノズル縮切调速法では負荷が変化しても単位蒸気量の断熱熱落差はかわらず、 $A_1 \rightarrow B_1$  に相当する仕事をする。

巡航タービンや高圧タービンではノズル縮切调速法が採用される。

## 第4節 巡航タービン

### 1 艦艇における巡航タービンの必要性

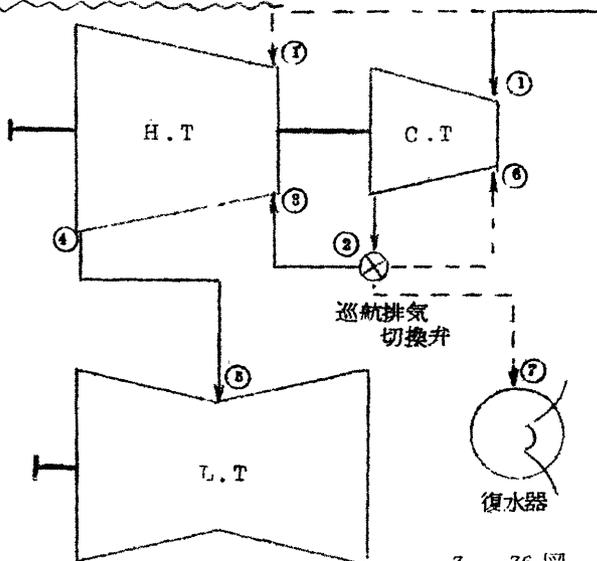
蒸気タービンは各段落の断熱熱落差によつて効率最大となる羽根の周速度がきまる。すなわち、その周速度に対応する出力以外のところでは最高効率点はずれるに従つて効率が低くなつてゆく。護衛艦ではおおむね6/10～7/10 全力(初期の国産艦では8/10 全力)のところで上記の最大効率点が来るように計画している。………**性能設計点**

しかるに護衛艦は6/10 全力以上の出力を使用することはあまりなく、通常は12～18ノットの速力(おおむね2/10 全力以下)で航走する。このような低力度において、上記のような性能設計点を持つたタービンを連続使用することは経済上好ましいことではなく航続距離を短縮してしまふことになる。

したがつて、このような低力度においても極端な燃料消費率の増加をまねかぬよう、ひいては各速力においても燃料消費率曲線がなるべく平坦になるように巡航タービンを他の主タービンと組合わせて使用する。

### 2 巡航方式

#### (1) 巡航タービン直結方式



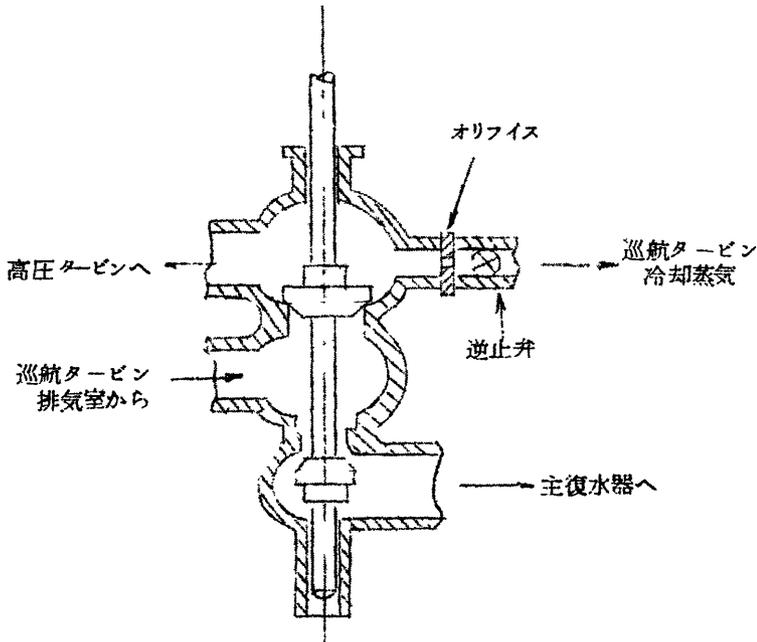
# HP『海軍砲術学校』公開史料

巡航時は3-36図①-②-③-④-⑤の経路を通つて蒸気が供給される。

高力度になると①からの供給をやめ①から直接高圧タービンに送気される。このとき巡航タービンの排気側は巡航排気切換弁の作動によつて復水器に交通し、巡航タービンは、直結する高圧タービン軸によつて真空中で空転することになる。しかしながら巡航車室内には僅少の蒸気が存在し、巡航タービンの回転部との摩擦によつて温度が上昇するのでこれを防ぐため、同じく上記の巡航排気切換弁により、高圧タービンを流れる蒸気の一部が③→②→⑥の経路を通り巡航タービンに「冷却蒸気」として送給される。

このほか、高圧タービンと巡航タービンとを同軸上で直結せず、減速装置を介して連結することによつて巡航タービンを高速回転として小型にしているものもあり、これを上記の巡航直結方式と区別して「巡航減速直結方式」と称することもある。

貸与DDをはじめとして最近の国産DDはほとんどが巡航直結式もしくは、巡航減速直結方式である。



3-37 図 巡航排気切換弁

## (2) 巡航タービンかん脱方式

巡航タービン軸と高圧タービン軸をかん脱装置（クラッチ）で連結し、巡航時には前(1)項の巡航時におけると同様に蒸気が流過するが、高力度においては、上記のかん脱装置を離脱して、巡航タービンを停止させる方式で高出力域で巡航タービンを空転させるに要する動力損失もなく効率はすぐれているが、構造及び取扱いが複雑となるため一部の国産艦が採用しているのみである。

かん脱機構としては手動かん脱式のもの、自動式（油圧式）のものがある。

## (3) シリーズパラレル方式（S.P方式）

→  $60 \text{ kg/cm}^2$   $480^\circ\text{C}$   
「はるな」に採用

3-38図に示すように高圧タービンと中圧タービンとを同軸に向い合わせて装備し、蒸気は負荷の程度に応じて次のように流れる。

### ① 巡航時

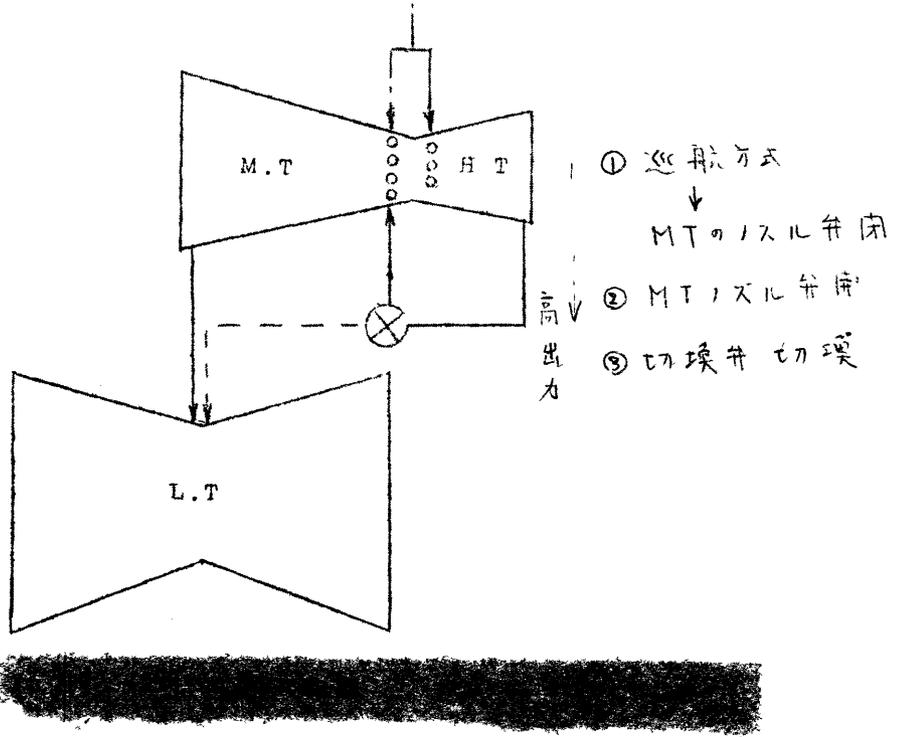
H.T → 切換弁 → M.T → L.T

### ② 出力をさらに上げると

→ H.T → 切換弁 → M.T → L.T  
→ M.T → L.T

### ③ ②よりさらに出力を上げると

→ H.T → 切換弁 → M.T → L.T  
→ M.T → L.T  
→ L.T



(4) シリーズバキューム方式 (S.V方式)

8-39図のように、巡航タービン直結方式とS.P方式を組み合わせたような構成で蒸気は次のように流れる。

① 巡航時

H.T → 切換弁 → M.T → L.T → 復水器

② 出力をさらに上げると

H.T → 切換弁 → M.T → L.T → 復水器

③ ②よりさらに出力を上げると

H.T → 切換弁 → M.T → L.T → 復水器

従来艦より優れている点、

1. 高温高压に対し高出力を出し得る
2. 軸貫通部の蒸気漏洩がない
3. 切換操作が容易である
4. 過熱の問題がない
5. その他

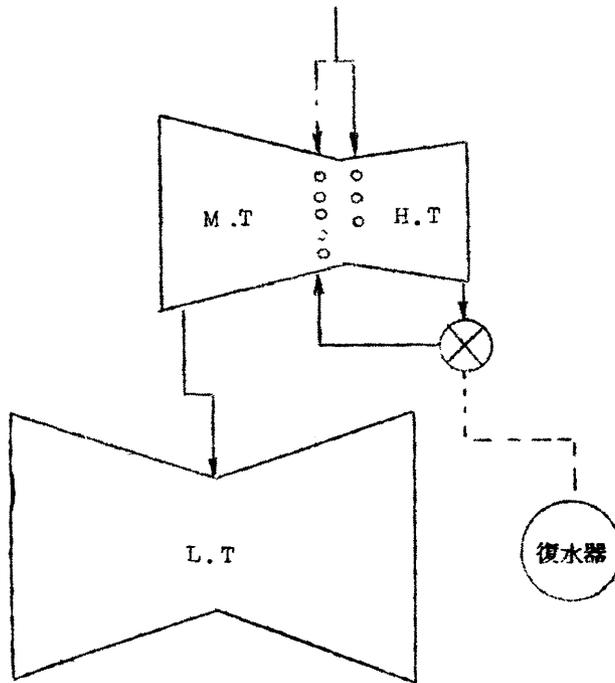
(1) 重量容積対出力

(2) 各速力対効率

(3) 増減速対熱膨脹

(4) 航続距離等に関すること

P162



3 - 39 図

HP 『海軍砲術学校』 公開史料

<http://nacgunschl.sakura.ne.jp/>

## 第4章 汽缸及び運転

### 第1節 汽 缸 法

#### 1 通 則

(1) 汽缸にあつては、安全、経済を旨とし、発煙又は蒸気噴出等により隊艦の諸作業を妨害しないようにする。

#### (2) 汽缸中特に注意すべき事項

- ア ボイラ水準
- イ ボイラ蒸気圧力
- ウ 発 煙

#### 2 汽缸準備から消火まで

##### (1) 汽缸準備

ボイラの使用予定がきまれば、その点火時刻に十分間に合うよう次の諸項目の整備をする。

- ア 炉内の整備
- イ 各種マンホール等の状況確認
- ウ 燃焼ガス通路の清掃
- エ 煙島、風路等の整備
- オ ボイラ足、ヘツダー受台等滑動部の整備
- カ 重油系統の整備
- キ 燃焼装置の整備
- ク 各管系統の整備
- ケ ボイラ室内の整とん

##### (2) 点火用意

- ア 煙突おおいをはずす。
- イ 燃焼装置の整備を確認する。
- ウ 船底、炉内、その他ボイラ室各部の清掃を確認する。
- エ 安全弁の作動試験を行なう。弁は開かない。

- オ 過熱器ドレンを排除する。
- カ 水面計の作動を確認し元弁を開く。
- キ 水準を整える。水面計下端から2～3cmまで給水する。給水中エコノマイザー管内の空気を排除する。
- ク ボイラ水の性状を試験する。
- ケ 主補止め弁をゆるめる。
- コ 点火用重油噴射ポンプを起動する。
- サ 送風機を起動し、5分間以上各レジスターを全開にして炉内ガスを吹き払う。
- シ 重油加熱器を起動し、重油を加熱する。この場合加熱器内に重油が流通したことを確認したのち加熱を始める。
- ス 過熱器起動弁を開く。ボイラに全く蒸気圧力がない場合は蒸気ドラム及び過熱器の空気抜弁を開く。

### (3) 普通点火

蒸気補機又は電動補機により重油の加熱と噴射及び送風ができる場合の点火をいう。

- ア 点火用アトマイザーを定められたパーナーに取付ける。
- イ 重油加熱温度が50～60℃に上昇したら循環弁をしめる。
- ウ 噴射圧力を調節する。
- エ 風圧を調節する。
- オ 点火棒により点火する。この場合覗き窓の前方等に立たない。
- カ パーナーが安定した燃焼を続けることを確認して点火棒を取り出す。重油流量計の使用を開始する。
- キ 汽餾昇圧中は特に水準に注意しなければならない。
- ク 昇圧中、マンホールやハンドホールの漏えい部を適宜増し締めする。
- ケ 蒸気が発生し、空気が排除されたら蒸気ドラム及び過熱器の空気抜弁をしめる。
- コ 蒸気圧力が補機を運転できる圧力に達したら、緩熱器を通しなるべく早く補機を起動し、ボイラ起動用蒸気弁をしめる。
- サ 水面計をブローし、その指度を確認する。

## (4) 点火昇圧中の注意事項

### ㊦ 圧力、温度の上昇速度

使用圧力まで     1時間～1時間30分

- イ 過熱器保護
- ウ エコノマイザー保護
- エ 発煙

## (5) 併用

### ア 暖管

暖管弁により十分暖管する。管系内のドレンを十分に排除する。

### イ 併用

併用するボイラの蒸気圧力を0.3～0.5%高めにする。

補機止め弁を微開する。ボイラと管系の圧力がつり合ったところで全開する。

## (6) 消火

### ㊦ まず吹き掃いを行なう。

- イ 他に使用中のボイラがある場合は、これに負荷を移す。
- ウ パーナー数の減少に伴い、重油噴射圧力及び加熱温度等が過昇しないよう注意し、重油加熱器えの蒸気を止める。
- エ 風圧を下げる。
- オ 消火する。
- カ 炉内に冷気が侵入しないように炉を密閉する。
- キ 水面計の約 $\frac{1}{4}$ ないし上没付近まで給水する。

## (7) 消火後の処置

### ㊦ ボイラ水の性状を調べ、要すれば水面ブローまたは水底ブローを行なう。

- イ ボイラを急速に冷却することはできるだけさける。

### ㊦ 数日間休止する場合は満水保護を行なう。

- エ ボイラが冷却したら炉内を点検し掃い手入れを行なう。

## 3 汽釀制御

### (1) 蒸気圧力の制御

#### ア ボイラ使用圧力

ボイラ使用圧力は過熱器出口の圧力をいい、過熱器出口圧力が使用圧力になるように蒸気ドラム圧力を管制する。

#### イ 圧力の下降限界

汽釀中は蒸気圧力を使用圧力の85%以下に下げてはいけない。

蒸気圧力が過度に低下すると、ボイラ水の循環が悪くなり高力汽釀中ではボイラ管を過熱させることがある。

### (2) 燃焼率の変更

#### ア 燃焼率の管制は次の順序による。

##### (ア) 重油噴射圧力

##### (イ) 使用スプレヤープレートの容量

##### (ウ) 使用バーナー数

##### (エ) 使用ボイラ数

イ バーナーは使用順序に使用する。消火の際は逆順に行なう。

ウ 一般に使用バーナー数は少ない方が燃焼効率が高い。

エ 同一炉において口径の異なるスプレヤープレートを同時に使用することは極力避けた方がよい。発煙の原因になる。

### (3) 燃料系統の取扱い

ア 予備の重油ポンプを常時使用可能状態にしておく。

イ こし器は、航海中は毎直1回、停泊中は1日1回掃じすること。

ウ 重油系統各部の漏えい発見につとめ、常時完全な油密を保持する。

#### エ 適正重油加熱温度

適正粘度・27～30 cst（センチストークス）

防衛庁規格のボイラ重油では50～60℃

重油加熱温度は絶対に重油の引火点以上にしてはならない。

温度が不適當である場合の障害

## (4) 通風の制御

ア 送風機回転数とレジスタードア開度、バーナー数及び通風圧力との関係について各種の状態をは握しておき、最も効率のよい諸元を見出しておく必要がある。

イ 原則として同一炉で同時に使用している各バーナーのレジスタードアの開度は等しくする。

## (5) **燃焼状況の管理**

ア **淡青色の煙**が出る程度の通風量でふん火を継続することが望ましい。

イ 無煙の状態は必ずしも最良のふん火ではない。

ウ 発煙の原因

(ア) 黒煙

噴霧の不良

重油又は空気の分布不均等

燃焼室の欠陥

(イ) 白煙

過剰室気量がまわめて多い場合

エ 発煙の監視

## (6) 給水の管制

ア 給水量

主給水ポンプの場合、給水逆止弁で調節する。補助（往復式）給水ポンプの場合は、止め弁及び逆止弁を全開としポンプの行程数で調節する。

イ 水準の管制

水準の調節は、徐々に、また必要に応じて小刻みに行なう。

汽酸中、給水員に対してはボイラ水準保持以外の作業を課してはいけない。

ボイラ汽酸中はたとえ短時間でも給水を完全に止めてはいけない。

エコノマイザー内で給水が蒸発するおそれがある。

一般に蒸発量の増加あるいは蒸気圧力の低下によつて見掛けの水準は高くなる。その反対のときは低くなる。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## ウ 水面計の点検

ボイラ併用前並びに汽釀中毎時 1 回及び当直交替時に水面計のブローを実施して水面計管内の流通を確認するとともに閉そくを予防する。

## エ 水面計の誤差

## 4 事故防止

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## 第2節 運 転 法

### 1 航海準備

#### (1) 一般準備

- ア 燃料、真水及び潤滑油のとう載並びに必要な個所への分配を行なう。
- イ 予備品、需品のとう載
- ウ 移動物の固縛、マンホール等の閉鎖を確認する。
- エ 中間軸の回転に対する安全を確認する。
- オ 復水及び予備水の塩分を検査する。  
出港時の予備水の保有量は満載量の70%以上を標準とする。

#### (2) 主機の準備

- ア 開放中の機器はすべて復旧する。
- イ 機械各部の状態を点検する。  
羽根車すき間、ノズル弁、操縦弁、巡航排気切換え弁、パツキン、蒸気調整弁等
- ウ 潤滑油（主油だまりタンク）の性状を点検する。  
油だまりタンクの油量は満載量の約90%とする。
- エ 油こし器の掃じ手入れを行なう。
- オ 付属諸弁、コックの開閉手入れを行なう。
- カ 圧力計の指度及び警報器の作動を確認する。

#### (3) 関連補機等の準備

### 2 出港準備

#### (1) 暖機暖管用意

- ア 巡航タービンのかん合を確認する。
- イ 主タービン冷態時の膨張度を記録する。
- ウ タービンドレン弁を開く。
- エ 主要諸弁の開閉を行ない、作動を確認したのち軽くしめておく。  
巡航及び高圧ノズル弁、巡航及び高圧締切弁、後進操縦弁、主隔壁弁  
主蒸気交通弁、主補交通弁、巡航排気切換弁。

補助ボイラ (クレトンボイラ)  
『3の 雑則集』海軍砲術学校』 公開史料

- オ 密閉弁 (弁の閉鎖を確認する。
- カ 各タンクの現量及び復水系の塩分の有無を計測する。
- キ 緩熱蒸気 (10%) を通気して暖管を行なう。
- ク ボイラの汽壓状態を確認して補助蒸気の通気を開始する。
- ケ 補助復水器を起動する。補助排気を補助復水器に入れる。
- コ ターボ発電機を起動し、停泊用発電機主発電機・復水器 又は 逆水装置の負荷を移す。
- サ 給水 (復水) をボイラに送る。
- シ 潤滑装置を運転する。  
油温が 40℃ になったら油冷却器に冷却海水を通す。  
油温の標準は、油冷却器出口で 40 ~ 45℃、上限は 50℃。  
潤滑油が各部に行きわたっているか確認する。
- ス 回転装置かん合、主機用タービンのターニングを開始する。
- セ 主復水装置を運転する。
  - ケ) 循環ポンプを起動する。
  - カ) 復水ポンプ及びブースターポンプを起動する。
  - ク) パツキン蒸気を送気する。
  - コ) 空気エゼクター冷却器に復水が循環しているか確認して、空気エゼクターを起動する。

暖機中は復水器真空を 100 ~ 200 mmHg 程度に保つ。

(2) 暖機暖管 「暖機暖管 総め」 ドレン弁は全て開

ア 暖管 閉めとき  
主止め弁を微開し、また主要諸弁については暖管弁を開いて逐次暖管を開始する。この場合十分にドレンを排除する。

イ 暖機

主機ターニングのまま暖機弁を開いて暖機を行なう。

暖機中は 15 分ごとにタービン各部の温度及び膨張度を計測し、暖機状態を確認する。

{ 普通暖機 90分  
至急 = 45分

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (3) 試運転用意

- ア 操縦ハンドルの閉鎖を確認する。
- イ 暖機暖管弁を閉める。
- ウ 回転装置を離脱し、主機のターニングを止める。
- エ 復水器の真空を規定値まで上げる。普通  $700 \text{ mmHg}$
- オ 密閉給水とする。
- カ ボイラ主止め弁及び主隔壁弁、前進締切弁等を開く。
- キ 電動潤滑油ポンプをターボ潤滑油ポンプに切り換える。
- ク 軸管及び中間軸受に冷却水を通す。

## (4) 試運転

- ア 試運転は片舷機ずつ前進、停止、後進、停止を交互に2回ずつ行なう。
- イ 主軸最大回転数はおおむね 40 RPM を越えないものとする。
- ウ ローターが惰性で回転している間にタービンおよび減速歯車各部の異状の有無を聴診棒で調査確認する。
- エ 操縦弁員は起動の難易を確認する。
- オ 発停に際しては、艦に過大な行き足をつけないよう注意する。
- カ 試運転中異状を認めたときは、直ちに操縦ハンドルを止めて、その原因を調査し適切な処置を講ずる。

## (5) 試運転終了から出港まで

- ア 試運転終了後は、主機の温度が低下しないように暖機運転を行なう。  
復水器の真空を 500 ~ 600 mmHg 程度に下げ、主機を5分間ごとに前進及び後進方向に回転する。回転数は艦に行き足をつけない程度とする。
- イ 状況により回転装置をかん合してターニング暖機を行なう。  
この場合は、復水器真空を 100 ~ 200 mmHg まで下げ、前進及び巡航締切弁は閉鎖する。----- パッキン蒸気を使用
- ウ 「航海当番配置につけ」の令で真空を規定値まで上げる。各部の航海状態を確認する。<sub>※15分前</sub>

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## 3 運 転（航海）

### (1) 基本操作

- ア 主機は特令のない限り両汽機を使用する。
- イ 出港時は巡航運転を原則とする。
- ウ 出港後、原速以上で運転が安定したらタービン各部のドレン弁をしめる。
- エ 前進原速整定後、減速が予想されない場合は循環ポンプを止め、スグープに切り換える。
- オ 変速にあたっては、関連補機の先行、後行に留意する。

### (2) 経済操作

- ア 巡航タービンの使用
- イ 復水器の真空を適当に保持する。
- ウ 補助排気の活用につとめる。
- エ 主タービン及び関連補機の運転諸元を適切にする。

### (3) 緊急操作

- ア 急進一杯
  - ア) できるだけ早く前進操縦ハンドルをしめ切り、急進操縦弁を開く。
  - イ) タービンドレン弁を全開する。
  - ウ) 循環ポンプを起動する。
- イ 前進一杯
  - ア) できるだけ早く操縦弁を操作ししめ切る。
  - イ) 循環ポンプを起動する。
- ウ 緊急操作における注意事項
  - ア) 蒸気室圧力及び第1段蒸気圧力
  - イ) 主蒸気圧力
  - ウ) ドレンの来襲
  - エ) スラスト軸受温度
  - オ) パツキン蒸気圧力
  - カ) 主復水器真空

# HP『海軍砲術学校』公開史料

- (キ) タービンの振動
- (ク) デアレー~~ク~~又は主給水タンクの水準

## 4 入港用意から停止まで

### (1) 入港用意

- ア 循環ポンプの準備を確認する。
- イ 後進操縦弁のドレンを排除する。
- ウ 後進操縦弁のバイパス弁を開いて後進準備を行なう。
- エ 普通排気運転にする。
- オ 前進半速以下に減速したらスクープを循環ポンプに切り換える。
- カ 最初の停止でタービンドレン弁を開く。
- キ 停止時間が長いときは、艦に行き足がつかない程度に暖機運転を行なう。
- ク 停泊用発電機を起動する。

### (2) 入港後の処置(冷機)

- ア 「機械舵重しい」の令でボイラ<sup>ホトリ</sup>主止め弁を閉鎖する。
- イ 後進操縦弁を開いて主蒸気管内の蒸気を落す。
- ウ 主要諸弁(主蒸気関係)を閉鎖する。
- エ 回転装置をかん合し、主機のターニングを開始する。
- オ 潤滑油ポンプを電動ポンプに切り換える。
- カ 停泊用発電機に切り換える。
- キ 補助復水器を起動し、補助排気を補助復水器に切り換える。
- ク 15～30分後、主復水器真空を100～200 mmHg程度に下げたから主空気エゼクターを止める。
- ケ 真空が60 mmHg程度となつたらパツキン蒸気を止め、タービン内部を乾燥させる。
- コ 空気エゼクター冷却器が十分冷えたら復水ポンプを止める。
- サ 主復水器が十分に冷えたら循環ポンプを止める。
- シ タービョローターが十分均等に冷却したのちターニングを止める。  
おおむね2時間ないし3時間

HP 『海軍砲術学校』 公開史料

<http://nacgunschl.sakura.ne.jp/>

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## 第5章 保存整備

### 第1節 係関法規類

#### 1 水上艦船保存整備実施標準（海自達 69号 別冊）

乗員により点検すべき個所、及び概略の検査要領が記載してある。

##### (1) 区 分

- |        |   |
|--------|---|
| 別冊第1の1 | 船体関係（甲板・内外舷・区画・応急器材・内火艇・カッター・通風装置・甲板諸装置等） |
| 別冊第1の2 | 機関関係（タービン・ピストン・内燃各機関・同関連装置・ボイラ・工作機械）      |
| 別冊第1の3 | 電気関係                                      |
| 別冊第2   | 武器  |

(2) これは標準であり、個々の装備品等について、取扱説明書や完成図書に示される整備事項のうち保存整備実施標準によりがたいものがある場合は当該取扱説明書等によつて行なう。

(3) 各艦ではこれらに基づいて個艦の保存整備実施に関する細目を定めておかなければならない。

#### 2 機関部定期試験実施に関する達（海自達第 21号 40.3.10'）

自衛艦（潜水艦を除く）の機関部定期試験の実施に必要な事項（試験の手続き、試験の種類、時期及び要領、並びに報者に関して）が定めてある。

- (1) ボイラ定期試験実施基準
- (2) 復水器管定期切開試験実施基準
- (3) 蒸気漏えい試験実施基準
- (4) 空気漏えい試験実施基準
- (5) 復水器真空漏えい試験実施基準

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## 3 その他の関係法規類

- (1) 運転成績調査時における機関開放検査実施に関する達（海自達第72号 37.9.10）
- (2) 船舶の改造、修理、年次検査及び入きよ等に関する達（海自達第54号 34.6.29）
- (3) 船舶の改造、修理、年次検査及び入きよ等に関する達の解釈及び運用に関する通達（海幕技管第351号 34.7.22）
- (4) 艦船の修理に関する通達（海幕艦第2703号 37.4.27）

・ 給水処理 → 密閉給水 -- 溶解ガス除却, 脱気

・ 苛性ソーダ -----

浄缶剤

{ 炭酸塩 -- 海自主用  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
NaOH

ボイラ水 -- 海自では pH10

## 第2節 ボイラの整備

### 1 給水及びボイラ水の管理

- (1) ボイラ水の性状は、ボイラの機能寿命に大きな影きよを及ぼすものであるから、ボイラ水、給水の性状を常に適正に維持しなければならない。
- (2) 給水の性状に起因するボイラの4大障害

現象	原因又は特徴	影きよ
スケール	1 ボイラ伝熱面に硬質、軟質の湯あかの付着 2 Ca、Mgの塩類に起因	1 伝熱面の過熱 2 ボイラ効率の低下 3 局部的熱応力
腐食	1 全面的腐食 電気、化学的腐食 $O_2$ 、 $CO_2$ 、油脂、塩類 2 局部的腐食 (1) 応力の加わる場所 (2) 浮遊物のつくところ	1 水管の漏えい、過熱 2 水線付近の点食溝食 3 電食の助長
アルカリ脆化	1 NaOHが多量に存在するとおこる。 2 苛性ソーダの触媒作用	1 鋼鉄を脆弱化する。 2 鋼鉄の結晶粒子に亀裂を生ずる。
キャリーオーバー	1 発生蒸気中に水滴が混入 (1) 水け立ち(プライミング) (2) あわ立ち(フォームング) 2 負荷の急変、ボイラ水のアルカリ度、溶解固形物、有機物、油脂、塩分	1 ウォーターハンマー、タービン羽根の破壊の原因

- (3) 給水中に含まれる不純物及びその影きよ

#### ア 溶解固形物

海水中に含まれる不純物が蒸溜に際して蒸溜水中に混入する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (ア) 影きよう

- a 湯あか (scale)、缶泥 (mud) の折出

ボイラ内壁に折出固着するものを湯あかと言い、沈でんするものをマツドという。

- b 水けだちの原因

- c 塩類の中には、ボイラ内部にさびを生ずるものがある。

## (イ) 水に溶解易い不純物

- a 重炭酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

軟質の湯あかを生成

- b 塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$

湯あかを生成

硫酸マグネシウムと化合し塩化マグネシウムとなる。

腐食性 大

- c 塩化マグネシウム  $\text{MgCl}_2$

湯あか

いちじるしい腐食性を有す

- d 塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$

水け立ちの原因

## (ウ) 水に溶解にくい不純物

- a 炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$

泥状物質、一般的な湯あか。

- b 硫酸カルシウム  $\text{CaSO}_4$

硬質の湯あかとなり伝熱を害する。

高温、高圧下では腐食性を示す。

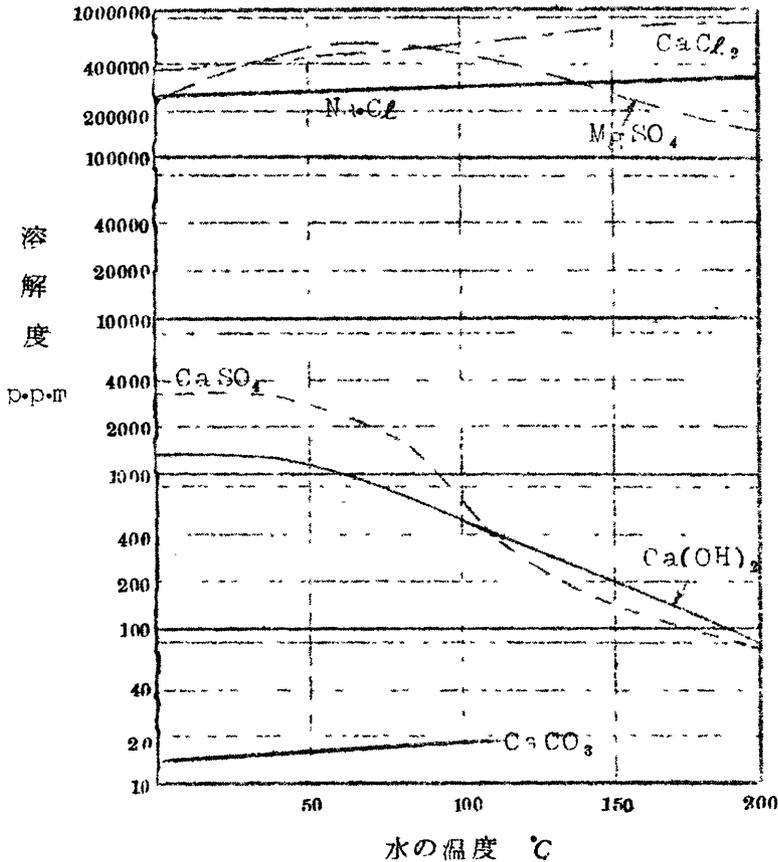
- c 炭酸マグネシウム  $\text{MgCO}_3$

湯あかを生成

泡立ちの原因となる。

- d けい酸  $\text{SiO}_2$

$\text{Ca}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Mg}$  と複雑な化合をして硬質凝着性の湯あかとなつたり、軟質の湯あかとなるが、いずれも熱伝導度<sup>レ</sup>きわめて不良。

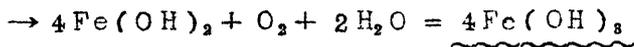
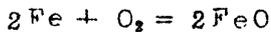


5-1 表 水の温度に対する不純物の溶解度

イ 溶解ガス

(ア) 酸素 O<sub>2</sub>

a 直接鉄を酸化させる。

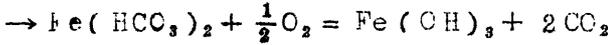
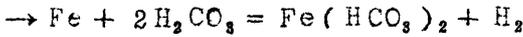
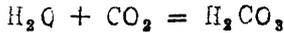


赤さび

b 電氣的な腐食を助長する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

(イ) 炭酸ガス  $\text{CO}_2$



(ウ) 窒素 N

無害

(エ) 気体の溶解度は温度に反比例し圧力に比例する。

## ウ 油脂

(ア) ボイラ内壁に付着し伝熱をそ害する。

(イ) 表面に浮遊する油脂はフオーミングの原因となる。

(ウ) 動植物性の油脂は脂肪酸を生成し、ボイラを腐食させる。

付着物	熱伝導率 ( $\text{kcal}/\text{m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$ )
(鋼)	40 ~ 60
硫酸カルシウム系のスケール	0.5 ~ 2.0
炭酸塩系のスケール	0.2 ~ 0.6
けい酸塩系のスケール	0.2 ~ 0.4
す す	0.05 ~ 0.1
油 脂	0.05 ~ 0.1

5-2表 ボイラ付着物の熱伝導率

(4) 水中の不純物の表示

ア P.P.M. (Parts per million)

水 1 ℓ (1 Kl) 中の不純物の重量を mg(g) を表わしたもの。

(他の溶液では使用しない)

## イ 硬 度

(ア) 水中に含まれる鉱物質の多少を表わす。

硬度が高いということは、スケールを生ずる成分を多く含んでいることを示す。

(イ) 表示法

水中に存在するCa、Mg塩の濃度の和をもつて表わす。

a ドイツ硬度

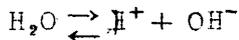
水中のカルシウム化合物をCaO(石灰)に換算して、その量が水100cc中に1mg含まれている場合、硬度1度(1° dH)という。

b P.P.m硬度

水中のCa、Mg塩の濃度を当量のCaCO<sub>3</sub>濃度に換算合計してp.p.m単位で表わす。防衛庁で用いている。

## (5) 水素イオン濃度

ア いかにか純粋な水でも僅かではあるが、一部は次のように電離する。



純水の場合25℃付近において電離するH<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>の量はおのおの $\frac{1}{10^7}$ (=10<sup>-7</sup>)モルずつで、この場合H<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>とは等量ずつ存在するから水は中性となる。

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$$

H<sup>+</sup>が増すと酸性を呈し

OH<sup>-</sup>が増すとアルカリ性を呈する。

しかるに、いずれの場合でも同温度のもとでは、おのおののイオン積は一定であつて

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ ----- 一定}$$

以上のことから水中の[H<sup>+</sup>]がわかれば[OH<sup>-</sup>]の値もわかる。

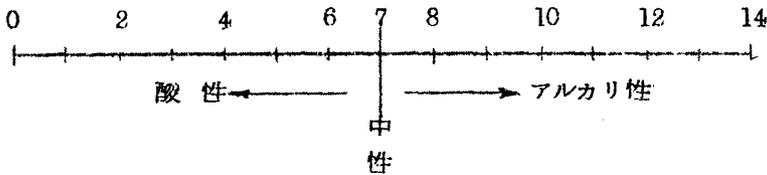
# HP 『海軍砲術学校』 公開史料

イ 水素イオンの濃度を示すのに次式のようにモル濃度による  $[H^+]$  の逆数の対数を用い  $pH$  (ペーハー) と呼称している。

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

25℃における中性の水の場合

$$pH = \log \frac{1}{10^{-7}} = 7$$



- ウ pHが過低 → 酸性強 → ボイラ腐食、スケール折出  
pHが過高 → アルカリ性強 → 気水共発、アルカリ脆化  
ボイラにとつて適当な pH値は 10.5 ~ 11.0 である。

## (6) アルカリ度

水のアルカリを中和するのに必要な酸消費量を  $CaCO_3$  換算 ppm によつて示される。

### ア Pアルカリ度

- (ア) フェノールフタレンを指示薬として測定する。
- (イ) pH 8.3 以上の水のアルカリ度が測定可能である。
- (ウ) 自然水には普通 Pアルカリは存在しない。
- (エ) Pアルカリに表われるアルカリを活性アルカリという。

### イ Mアルカリ度

- (ア) メチルオレンジを指示薬として測定する。
- (イ) pH 4.3 以上の水のアルカリ度が測定可能
- (ウ) M値は水に一時硬度を与えるもので、煮沸するとスケール成分を沈でんし、この際炭酸ガスを放出する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

(6) Mアルカリに表われるアルカリを全アルカリと言う。

## (7) りん酸根濃度

水中に適量なりん酸根 ( $PO_4^{3-}$ ) が存在すると、残留硬度の除去、(硬質スケール防止) アルカリ脆化の防止、腐食の防止等の作用をする。

りん酸根濃度は、試験水に希硫酸を加えさらに亜硫酸ナトリウム、炭酸ナトリウムの混合液を添加し、その変色を標準液(着色)と比較してP.P.Mで表わす。

## (8) 給水、ホイラ水の制限値

### 制限値

給水及びボイラ水性状標準値		20	20~30	30~50
区分	項目	圧力 以下	%	%
給 水	PH (25℃)	7以上	7以上	8~9
	硬度 $CaCO_3$ (ppm)	10以下	5以下	0
	油脂	0に近く保つ	0に近く保つ	0に近く保つ
	溶存酸素 $O_2$ (ppm)	0.5以下	0.1以下	0.03以下
ボ イ ラ 水	PH (25℃)	10.5~11.0	10.5~11.0	10.5~11.0
	Mアルカリ度 $CaCO_3$ (ppm)	500以下	300以下	200以下
	Pアルカリ度 $CaCO_3$ (ppm)	350以下	200以下	150以下
	全固形物 (ppm)	2000以下	1500以下	1000以下
	塩素イオン $Cl^-$ (ppm)	400以下	200以下	100以下
	りん酸イオン $PO_4^{3-}$ (g) (ppm)	20~40	20~40	20~40
	シリカ $SiO_2$ (ppm)	150以下	100以下	50以下
	亜硫酸イオン $SO_3^{2-}$ (ppm)	10~20	10~20	10~20

5-3表

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (9) 給水、ボイラ水の処理

### ア ボイラ外部処理

#### (7) 造水装置

ことごとく、高度の高い蒸溜水を採取する。

#### (8) 密閉給水装置

給水中の脱気作用

#### (9) 検水タンク

重油加熱器のドレン等のように、油分混入の可能性のうるところに設ける。(油分混入の早期発見及び除去)

### イ ボイラ内処理

#### (7) ボイラ水のブロー

##### a 水面ブロー

(a) 水面浮遊物・油分等の除去

(b) 不純物の濃度低減

##### b 水底ブロー

(a) 沈でん物の除去

(b) 不純物の濃度低減

c 汽醸中のブローは水面ブローによるのを原則とする。

#### (8) 浄缶剤の添加

##### a 効能

(a) スケールの析出防止及び硬質スケールの軟質化

(b) 適度のアルカリ性を与える。

(c) 金属表面に耐食性のりん酸鉄被膜をつくる。

##### b 種類

(a) 苛性ソーダ ( $\text{NaOH}$ )

アルカリ度保持、防食皮膜形成

(b) 第3りん酸ソーダ ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )

・ スケール生成成分を軟質泥土状として沈でん又は溶解度の大きなものに変化させる。

・ 鉄と化合してりん酸鉄の被膜をつくる。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (c) 第1リン酸ソーダ ( $\text{Na}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )

- ・ 苛性ソーダと結合してボイラ水を軟化する。
- ・ 苛性ソーダアルカリ度を減じ、アルカリ脆化を防止

## 2 ボイラの諸試験

### (1) 目的

機関の効力及び安全を保持するため、ボイラの状態を調査する。

### (2) 試験の種類及び実施時間

		試 験 の 時 間	
ボイラ水 圧試験	定 期	第1回	しゅん工引渡し後4年(特別修理の時期)
		第2回 以降	前回試験後2年。ただし、特別修理のある年度は特別修理の時期
	臨 時		定期のボイラ水圧試験以外で必要を認めた場合
ボイラ管 切開試験	定 期		特別修理の時期
	臨 時		定期のボイラ管切開試験以外で必要を認めた場合
ボイラ安 全弁試験	定 期		しゅん工引渡し後2年ごと。ただし、特別修理のある年度は特別修理の時期
	臨 時		定期のボイラ安全弁試験以外で必要を認めた場合
記 事	(1) 特別修理以外におけるボイラ水圧試験及びボイラ安全弁試験は、役務及び行動のつごうにより3か月以内の繰上げ又は延期して施行することができる。 (2) 再使用のためとう載したボイラの第1回ボイラ水圧試験は、とう載後2年とする。 (3) 補助ボイラ及び温水ボイラのボイラ水圧試験及びボイラ安全弁試験は、この表に準ずる。		

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (3) ボイラ水圧試験

### ア 試験圧力

- (ア) 当該艦船の取扱説明書又は図面等に記載の試験圧
- (イ) 試験圧について特に指示する場合は、指示された試験圧
- (ウ) その他のものは次の表の試験圧

試験を施行すべき部分		試験圧
本体及び 過熱器	7%未満の場合	$2A'$
	7%以上の場合	$1.5A + 3.5$
節炭器	$(A' + 5)$ が30%未満の場合	$2 \times (A' + 5)$
	$(A' + 5)$ が30%以上の場合	$1.5 \times (A' + 5) + 15$
記 事	$A'$ = ボイラ本体設計圧 ただし、設計圧不明のものはドラム付安全弁（第1弁）の調整圧とする。	

5-5表

### イ 試験の要領

- (ア) 加圧前にできるだけ空気を抜いて満水する。
- (イ) 加圧前、各部の状態を調査して、加圧によつて膨出、圧縮及び変形を生じやすい部分を調査計測する。
- (ウ) 徐々に加圧して使用圧に達したとき、各部の状態を調査計測する。
- (エ) 規定の試験圧に達したとき5~15分間その圧力を保持して、各部の状態を調査計測する。
- (オ) 徐々に圧力を降下して0になつたとき、各部の状態を調査計測する。
- (カ) 各ドラム内外部の状態を調査して、腐食の程度を計測する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (4) ボイラ管切開試験

ボイラ管のうち最も衰耗の可能性のある管を摘出し、切開して肉厚を計測して使用の可否を判定する。

### ア 摘出要領

「機関部定期試験実施に関する達」(海自達 21 号 40.3.10)参照

### イ 切開試験の結果再用可否の標準

(ア) 最薄部の厚さが 60% 以上

(イ) 過熱管は 90% 以上

## (5) ボイラ安全弁試験

### ア 調整圧力

(ア) 当該艦艇の取扱説明書又は図面等に記載の圧力

(イ) その他のもの第 2 章 第 1 節 (98 ページ) の表参照

## 3 ボイラの保存整備

(水上艦艇保存整備実施標準抜粋)

### (1) 日 誌

#### ア 汽じょう甲のボイラ

(ア) ボイラ水の性状検査 --- 毎日 2 回アルカリ度、りん酸根及び塩分を計測

(イ) ボイラ消火後

#### a 水面アロー

消火後 30 分～1 時間経過後

#### b 水底アロー

消火後 3～4 時間経過後

イ 給水諸管系の腐食、漏えいの有無

ウ 自動給水調整装置の作動部分の汚れ及び漏れの有無を検する。

#### エ 重油燃焼装置

(ア) 重油こし器の掃じ --- 毎日若しくは毎 4 時間

(イ) 自動燃焼装置 --- 空気管系にドレン等の滞溜の有無

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (2) 週 間

- ア 主要弁の閉塞手入 - 固着防止
- イ 休止中のボイラ、給水タンク及び予備水タンク内の水の性状
- ウ ドラムのマンホールのナットの緊締度

## (3) 使用のつど

- ア 遠隔水面計の作動
- イ 炉内及び煙路の検査
  - (ア) ボイラ管、水壁管のゆがみ、膨出、垂下及びすす付着の状態
  - (イ) 耐火材のほう壊、き裂、膨出及び目塗りの状態
  - (ウ) 鑑煙装置、空気ドア及び空気ケーシング

## (4) 3 か 月

- ア ボイラ足の滑動部の状態
- イ 送風機の羽根の状態

## (5) 6 か 月

- ア 空気予熱器の内外腐食の状態
- イ ボイラケーシング及び煙路の腐食及び漏えい等の状態
- ウ ボイラ内及び煙突内筒の腐食の状態
- エ ボイラ安全弁、開放検査、手入、調整
- オ 弁、コック類
- カ 主、補給水ポンプ開放検査
- キ 重油噴射ポンプ開放検査
- ク その他

## (6) 1 か 年

- ア 給水加熱器（表面式）及び重油加熱器の漏えいの有無、汚れの程度、要すれば水圧試験
- イ 重油管系及び空気抜き等の漏えい及び空気抜き管の腐食の状態

## (7) 外部掃じ

ア 炉内及びガスの通路側のすす、さびを除去する作業

### イ 掃じ法

#### (ア) 汽釀中

航海中はおおむね4時間ごと、  
停泊中は1日1回及び消火前  
すす吹掃じを実施

(イ) 使用時数400時間ごとにボイラを開放して掃じを行なう。

(ウ) (イ)項の作業時に検査すべき個所

- a 蒸発管、過熱管及び水壁管の腐食の状態
- b そらせ板、フィン、節炭器及び空気予熱器
- c ボイラケーシング

## (8) 内部掃じ

ア ドラム内、ボイラ管の内側のスケール、さび、マツド等を除去する作業

イ 使用時数1000時間ごとに実施

### ウ 掃じ法

#### (ア) 手掃じ

チューブクリーナー、又はワイヤブラシを使つて内部のスケール等を落す。

(イ) 酸洗い、ソーダ煮沸

大修理をしたボイラ又は手掃じでは除去できないような硬質スケールを除去する必要のある場合に実施される。

#### a 酸洗い

塩酸等を洗浄液として、ボイラ内を循環させ、短時間にスケール等を溶解させる方法であるが、専門的技術と特別の装置、器材を要し、その取扱いに失敗した場合、ボイラを腐食させるばかりでなく人員に対しても危害を及ぼすものであるので、乗員によつて実施してはならない。

## b ソーダ煮沸

ボイラ水に苛性ソーダ、第3りん酸ソーダを混じりボイラを1～2昼夜継続して徐々に汽じょうし内部を掃じする方法である。

## (9) ボイラ保護法

ボイラは休止中でも保護法が適当でないと、ボイラ内外面が腐食し寿命を縮めるのでむしろ使用中よりも注意を要するものである。

ボイラ休止中は、特に必要があつて使用水準としておくとき以外は満水又は乾燥保護法を実施すべきである。

### ア 満水保護法

(ア) 比較的短期間休止保護する場合に実施

(イ) ドラム、ヘツダ等に空気のないように完全に満水し、さらに2～3撃となるまで圧入する。

(ロ) 満水保護中は定期的(1週1回)ボイラ水の性状を試験し、必要に応じて浄缶剤を補給し規定濃度を維持する。

pH 12、Pアルカリ度 300～400 ppm

Mアルカリ度 400～500 ppm

りん酸イオン 30～50 ppm

(ハ) 2～3昼夜の保護の場合は、過熱器には満水せず、ドレンを十分排除する。

### イ 乾燥保護法

ボイラを長期間にわたつて休止する場合、内部をからにして十分乾燥させた状態で保護する方法で、加温乾燥保護法、普通密閉乾燥保護法及び吸湿剤密閉乾燥保護法がある。

(ア) 加温乾燥保護法

ボイラを開放し、毎日炉内に火を入れ、ボイラ全体を外気温度以上に保持する。

(イ) 普通密閉乾燥保護法

十分にボイラ内を乾燥させ、よくおこつた木炭又はコークスをこんろに入れて下部マンホールからドラム内に入れ、火力の強いうちに密閉する。この方法を用いたときは2か月以内にボイラ内を検査する。

## (ウ) 吸湿剤密閉乾燥保護法

十分にボイラ内を乾燥させたのち、生石灰又は塩化カルシウムを数個の浅い鉄製ぼんにのせボイラ内部適宜の場所に配し、さらに前(イ)項の処置をとる。この方法を用いたときは3か月に1回、ボイラ内部を調べ吸湿剤の変質したものを取りかえる。

## 第3節 タービン及び関連装置の整備

### 1 保存整備（水上艦船保存整備実施標準による）

#### (1) 日 施

##### ア タービン回転子

停泊中毎日1回潤滑油を送油し、回転子のたわみ及び軸受の固着を防止するため、回転装置でプロペラ軸を同一方向に1/4回転させて回転手入をする。

##### イ 潤滑油装置

###### ㍿ 潤滑油ポンプ

タービンの回転手入に伴つて潤滑油ポンプを運転し管系に送給する。

###### ㍿ 潤滑油ドレンタンク

潤滑油中の含有水分の有無を検する。

###### ㍿ 潤滑油の清浄

##### ウ 補機用タービン原動機

㍿ 手動で2回転以上回転させる。

㍿ ドレンの排除

㍿ さびの発生の有無を検する。

#### (2) 週 間

##### ア 操縦弁、ノズル弁及び安全弁

㍿ キー、割ピンの状態を確かめる。

㍿ 弁の固着を防止するための開閉手入れをする。

##### イ 自動かん脱装置

##### ウ バツキン蒸気自動制御装置

㍿ 作動装置の漏えいの有無、さびの防止

##### エ 潤滑油こし器

こし網及び内部を清掃する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (3) 月間又は100時間

### ア 潤滑油の清浄（停泊中）

- (ア) 潤滑油ドレンタンク内の潤滑油を、油すましタンクに送油し加熱清浄する。
- (イ) 潤滑油ドレンタンク内の沈でん物の有無を検し内部を清浄する。

## (4) 3か月

### ア 羽根、シュラウド

- (ア) 検査口から最終羽根列のすり傷、き裂及び折損の有無を検する。
- (イ) き裂、折損を発見した場合には、その原因を調査し、その状態及び程度により車室上半部を掲げて修理する。

### イ 減速装置

- (ア) 歯面の腐食、すり傷、さび及び歯車ケーシング内各部の状態を検する。
  - a 歯車にまくれのあるものは油と石で手直しをする。
  - b 歯面のさびは布でふきとる。

### (イ) 油噴射器分解清掃

### ウ 各防食片の点検

半分以上消耗した防食片は換装する。

### (ア) 復水器

### (イ) 中間軸受冷却水側

### (ウ) 油冷却器

### エ 補機用タービン

非常しや断装置、调速装置、及び調圧装置等の検査調整、作動試験を行なう。

## (5) 6か月

### ア 軸の下降度

- (ア) ブリッジゲージ又はマイクロメーター等によつて軸の下降度を調査し記録する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

(イ) 要すれば、炭素パッキン、ラビリンスパッキン及びタービン羽根先の状態を検する。

(ウ) 軸の下降度が多い場合は原因を調査し、メタル調整又は換装のうえすり合わせする。

## イ 操縦弁及びノズル弁、車室付属諸弁状態検査

### ウ スラスト軸受

(ア) すきまを計測する。

a 軸移動金物によつてスラストカラーを後(前)側パットに一杯押しつけてすきまを計測する。

b すきまは、ヒボットと枕受金の間で計測する。

(イ) 各部の摩耗の状況及び焼き付きの有無を検する。

## エ パッキン蒸気自動制御装置各構成部

(ア) 弁、弁座及び付属管系の状態

(イ) 差動ピストン、サーボモーター、ペロー、ばね及びてこ装置の状態

## オ 主復水器真空部

(ア) 真空漏えい試験を行なう。(機関部定期試験実施に関する達によれば1年1回)

実施要領 後述

(イ) 管の内外面、管のパッキン押え又は拡管部、管板及び控え等の状態検査

## カ 潤滑油ポンプ

歯車又はねじ部の腐食、すり傷及び軸受部摩耗の有無並びに各部のすきまを検する。

## キ 補機用タービン

(ア) 車室内部及び炭素パッキン

(イ) 諸弁及びコック類

(ウ) 減速歯車、軸受及びスラスト軸受検査

(エ) 付属潤滑油ポンプ及び同付属装置分解検査

(6) 1 か年

ア 隔壁弁、中間弁及び密閉排気弁  
状態検査、要すればすり合わせ。

イ 軸系

(ア) 軸受

a ホワイトメタル部のすり傷、摩耗の程度及び油だまりの状態を検査

b 中間軸受の自己潤滑装置の状態

(イ) 軸及び軸継手

軸及び軸継手用ボルトナットの状態を検する。

ウ 潤滑油装置

(ア) 油冷却器

冷却水側水圧試験

(イ) 潤滑油管系及び油ドレンタンク

漏えい個所調査及び清掃

(7) 入きよ時

ア 船尾管

(ア) 船尾管パッキンの腐食及び摩耗状況

(イ) 軸のすり傷

(ウ) 軸受と船尾軸とのすきま計測(5-6表参照)

イ 船尾軸

(ア) 軸及び軸受部ブッシュの腐食、摩耗状況

(イ) 整流おおいの状況

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## ウ プロペラ軸及び張り出し軸受の状況

軸直径 (mm)	す き ま (mm)			
	製 造 時		換装を要する寸法	
	リグナムバイタ	ホワイトメタル	リグナムバイタ	ホワイトメタル
200	0.98	0.70	2.70	2.30
220	1.06	0.76	2.90	2.48
250	1.16	0.85	3.20	2.75
280	1.26	0.96	3.50	3.00
300	1.32	1.00	3.70	3.20
320	1.40	1.06	3.90	3.20
350	1.50	1.12	4.20	3.20
380	1.60		4.50	
400	1.66		4.70	
420	1.74		4.90	
450	1.84		5.00	
480	1.92		5.00	
500	2.08		5.00	

5-6表 船尾管及びシャフトブラケット軸受すきま標準

## エ プロペラ

(ア) 羽根のみがき手入れ

(イ) 欠損又はき裂若しくは変形の程度により修理、要すれば予備品と換装

(ウ) 特に羽根根元における浸食の状態を検査記録して、前回入きよ時のものと比較し、増進の有無を検する。

## ウ 艦底諸弁及びシーチェスト

(ア) 海水管系諸弁で、入きよ時以外には手入れを行ない得ない弁及び弁座の腐食、き裂及び老朽の状態を検する。

(イ) 弁及び弁座をすり合わせする。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

- (ウ) こうしの腐食の状態及び取り付けボルトナツトの状態
- (エ) 防食片は換装する。

## 2 機関部定期試験（ボイラを除く）

### (1) 種類

- ア 復水器管定期切開試験
- イ 蒸気漏えい試験
- ウ 復水器真空漏えい試験

### (2) 復水器管定期切開試験

#### ア 試験の時期

特別修理時期又はその他必要と認めた場合

#### イ 実施要領

- (ア) 切開試験を行なう復水器の選定  
装備数の半数
- (イ) 上部、中部及び下部のそれぞれの管列の各両端部及び中央部から1本以上

### (3) 蒸気漏えい試験

#### ア 試験の目的

艦船における機関の効力を保持するため、主及び補助蒸気管系について、蒸気漏えいの状態を調査

#### イ 試験の時期

- (ア) 原則として6か月に1回
- (イ) 主要の主及び補助蒸気管の改造若しくは修理を実施したとき。

#### ウ 試験の種類

- (ア) 蒸気漏えい部調査
- (イ) 蒸気圧下降度試験

#### エ 実施要領

##### (ア) 区分

- a 主蒸気管系、補助蒸気管系（緩熱蒸気管系を含む）に区分。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

b 要すれば、さらにこれを左右、前部及び後部又は機械室、ボイラ室及び補機室等に細区分。

(イ) 蒸気漏えい部調査

蒸気管系の漏えいの状況を視認検査し、弁、コック、継手ごとに漏えいの程度を記録する。

主(補助)蒸気管蒸気漏えい部調査成績表

室名

年 月 日 実施

項目 名称	漏えいの程度及び粉量			備 考
弁				
コック				
継 手				
その他				
計				

- 注：1 主蒸気管と補助蒸気管並びに各室ごとに別紙とする。
- 2 特に漏えいのはなはだしいものについては、備考欄に漏えい個所を記入する。
- 3 漏えいの程度は次による。
- A…噴出音を発して漏えいするもの。
  - B…わずかに噴出音を伴つて漏えいするもの。
  - C…しづく及びあわ状に漏えいするもの。
- 4 内部漏えいの顕著なものについては、備考欄に名称及び状況を記載する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## (3) 蒸気圧下降度試験

- a 主(補)蒸気管を暖管し、通気して管内を使用圧力としたのち、主(補)止弁を締め切り、管系内の圧力下降の度合を計測記録する。
- b 細区分して実施する場合には、主(補)助蒸気管系の隔壁弁、しや断弁、中間弁及び交通弁等のうち該当するものを締め切つた後、蒸気漏えい試験を実施する。

## (4) 復水器真空漏えい試験

### ア 試験の種類

#### (ア) 真空漏えい部調査

- a 真空保持による試験
- b 水張又は気圧による試験

#### (イ) 真空下降度試験

### イ 試験の時期

#### (ア) 原則として1年1回

#### (イ) 復水器又は真空関連機器の修理を実施し、試験の必要を認めた場合

### ウ 実施要領

#### (ア) 区分

各復水器(関連装置を含む)ごとに行なう。

#### (イ) 真空漏えい部調査

- a 復水器海水側を排水し、マンホールを開放する。
- b 真空下降度試験
  - (a) 空気エセクタ、復水ポンプ及びパツキン蒸気に関連のない諸弁コック等を確実に閉鎖する。
  - (b) 必要最低圧のパツキン蒸気を通し、復水ポンプ及び空気エセクタを起動する。
  - (c) 真空を500mmHg以上保持して、細管端部・管板控え取付部盲せん・継手真空関連機器の諸弁・コック・継手パツキン箱等の内外部を石けん水・ろうそくの炎又は聴音棒等を用いて真空漏えいの状態を調査する。

# HP『海軍砲術学校』公開史料

## c 水張又は気圧による試験

- (a) 復水器の排気側に細管最上部が浸されるまでに充水して試験を行なう。
- (b) 気圧による試験のときは、水張後タービン軸部に空気の漏えいを防止するようパッキンを取り付け適当なドレン弁等より圧縮空気を送り圧力(約1.5 髷)を加える。

## (ウ) 真空下降度試験

- a 漏えい部調査後真空を一髷に上げる。
- b パッキン蒸気を所要圧力に保持し、空気エセクタを停止して、その直後から真空が約 200mmHg になるまでの間の真空下降の度合を計測する。