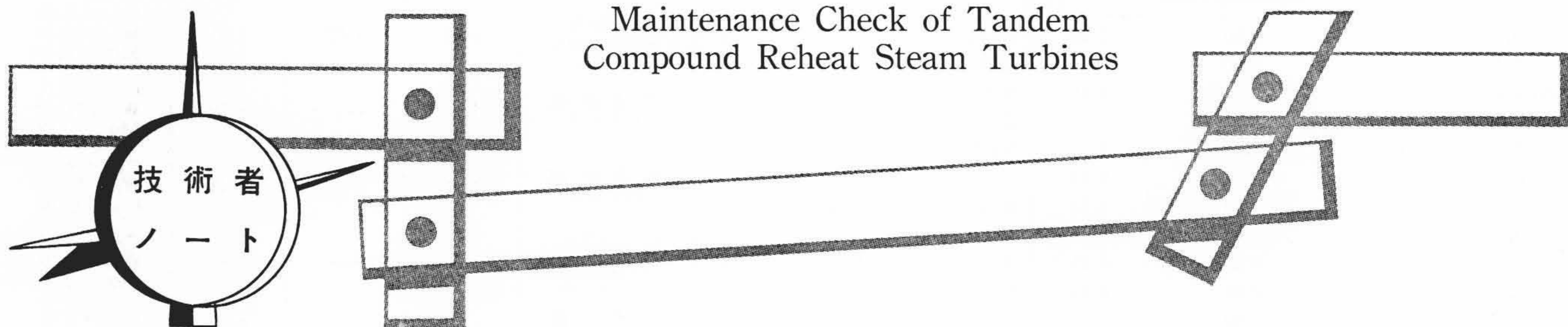


タンデムコンパウンド再熱蒸気タービンの保守点検

Maintenance Check of Tandem
Compound Reheat Steam Turbines



桑 野 幸 三*
Kōzō Kumeno

1. 緒 言

大形蒸気タービンの運転実績も次第に多くなり、機械の寿命を長くし、運転の信頼度を高めるためには、的確な管理と十分なる注意が大切である。これは蒸気条件が、 $102 \text{ kg/cm}^2\text{g}$, $538^\circ/538^\circ\text{C}$ 以上の場合に対しては特に重要で、そのためには次に述べる事項にしたがって、系統的な保守点検を周期的に行う必要がある。以下 75 MW から 175 MW 機までのタンデムコンパウンド再熱蒸気タービンについて記述する。

2. 定期的保守点検

2.1 1 日に 1 回

- (1) 起動盤のテスト弁を操作して、主塞止弁、中間阻止弁、再熱塞止弁の作動を確認すること。弁棒が「テスト位置」まで閉鎖し、自由に作動するか否かをみる。
- (2) 先行非常调速機テスト装置ハンドルによって、中間阻止弁の半開試験を行うこと。
- (3) テストレバーを操作して、空気作動の抽気逆止弁の閉鎖試験を行うこと。
- (4) テスト装置により、補助油ポンプ、ターニングギヤ油ポンプ、非常用軸受油ポンプを起動して作動を点検すること。

2.2 1 週に 1 回

- (1) 車室の圧力を運転日誌から点検すること。タービンがまだ汚れていない状態では、圧力は規定圧力の $\pm 3\%$ 以内におさまっていなければならない。最初の無抽気運転で、測定値と規定値との差がはなはだしく大きくなるのは、タービン内部の異物によるか、機械的損傷によるものと考えられる。それが抽気運転の場合は、上述の条件によるか、または

- (a) 給水加熱器の運転に間違いのある場合
- (b) その間違いのために熱サイクルに変化を生じ、抽気圧力が変動する場合

によるものと考えられる。

測定圧力と規定圧力との差が大きく、その原因が判明しない場合には、日立製作所に連絡することになる。

測定圧力が漸次上昇するのは、ボイラから運びこまれた堆積物で、蒸気の通路がうめられていることを示す。その結果、効率および出力の減少をもたらす。極端な場合には、翼車、ダイヤフラム、車室および堆力軸受に過度の荷重をかけることになる。圧力差が突然大きく生じたりするのは、機械的に損傷を起していることを示す。この場合にはタービンを停止して修理しなければならない。

* 日立製作所日立工場

- (2) 油タンク油面計の警報装置の作動を確認すること。
- (3) 加減弁が円滑に作動し、弁座が完全であるよう弁棒の頂部、およびブッシュに付着したゴミを清掃すること。
- (4) 調整機構のレバー間の接合部を掃除し、注油すること。使用油はゴム質化するのを防止するため、ライト油を使用すること。
- (5) 油漏れは常に監視し、発見次第すみやかに修理すること。
- (6) 156 MW 以上のタービンには、一般にロックアウト装置がついているので、負荷運転中に、ロックアウト装置を作動させて油噴射弁を操作し、定格回転数において非常调速機の作動を確認すること。
- (7) テスト装置を操作して、油圧式推力軸受摩耗警報ならびに遮断装置の作動を確認すること。この装置は一般に 156 MW 以上のタービンに装備されている。

2.3 1 月に 1 回

- (1) 並列運転が 1 箇月以上続く場合は、運転中に加減弁を開閉し、スティックの有無を点検すること。この場合タービンは並列にいたままでもよい。ただし負荷の増減法は日立製作所タービンの一般制限にしたがって実施する必要がある。
- (2) 軸電流を調査すること。
- (3) 次の各所での水素の有無を調べること。
 - (a) ベーパーエキストラクタ吐出側
 - (b) タービン油タンク内
 注意：調査をより完全にするため、試験用の気体のサンプルを取り出し、それを別個に試験すること。

2.4 3～6 月に 1 回

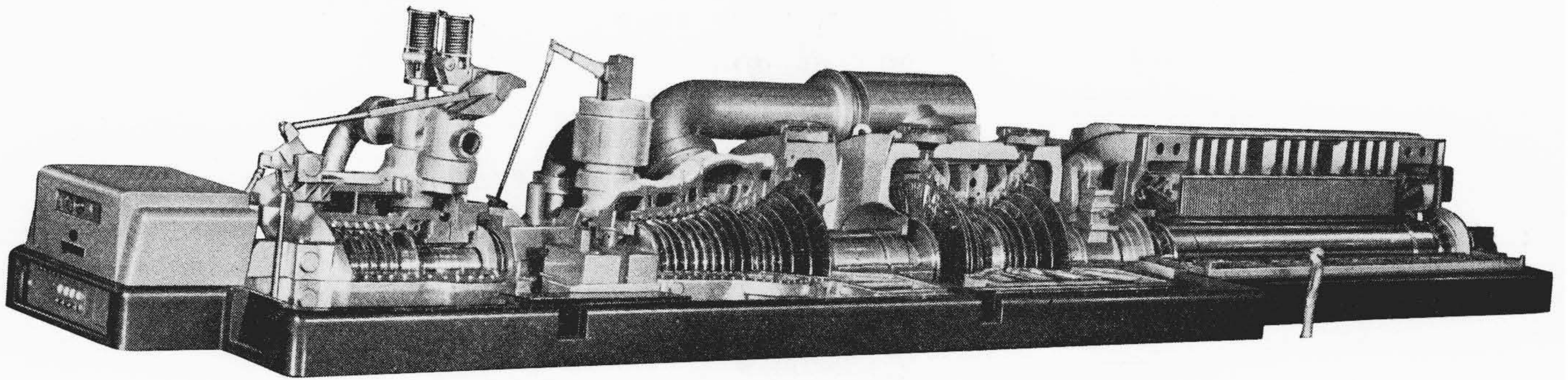
- (1) 速度を 110～111% に過速して、非常调速機の作動を確認すること。ロックアウト装置のついているタービンでは、系統からははずさずに負荷運転中にオイルトリップ試験により、非常调速機の作動を点検することができる。
- (2) 主塞止弁、加減弁および中間阻止弁の気密を試験すること。
- (3) 真空低下警報ならびに遮断装置を点検すること。
- (4) すべての油圧計、封水圧力計、衛帯蒸気圧力計を点検すること。
- (5) 応急ソレノイドの作動を確認すること。
- (6) タービン軸受台ガイドにグリースを注入すること。
- (7) ターニングギヤ用チェンガードカバー下部のコックを開いて、油を採取し油質を点検すること。
- (8) 調整装置にグリースを注入すること。

2.5 6～12 月に 1 回

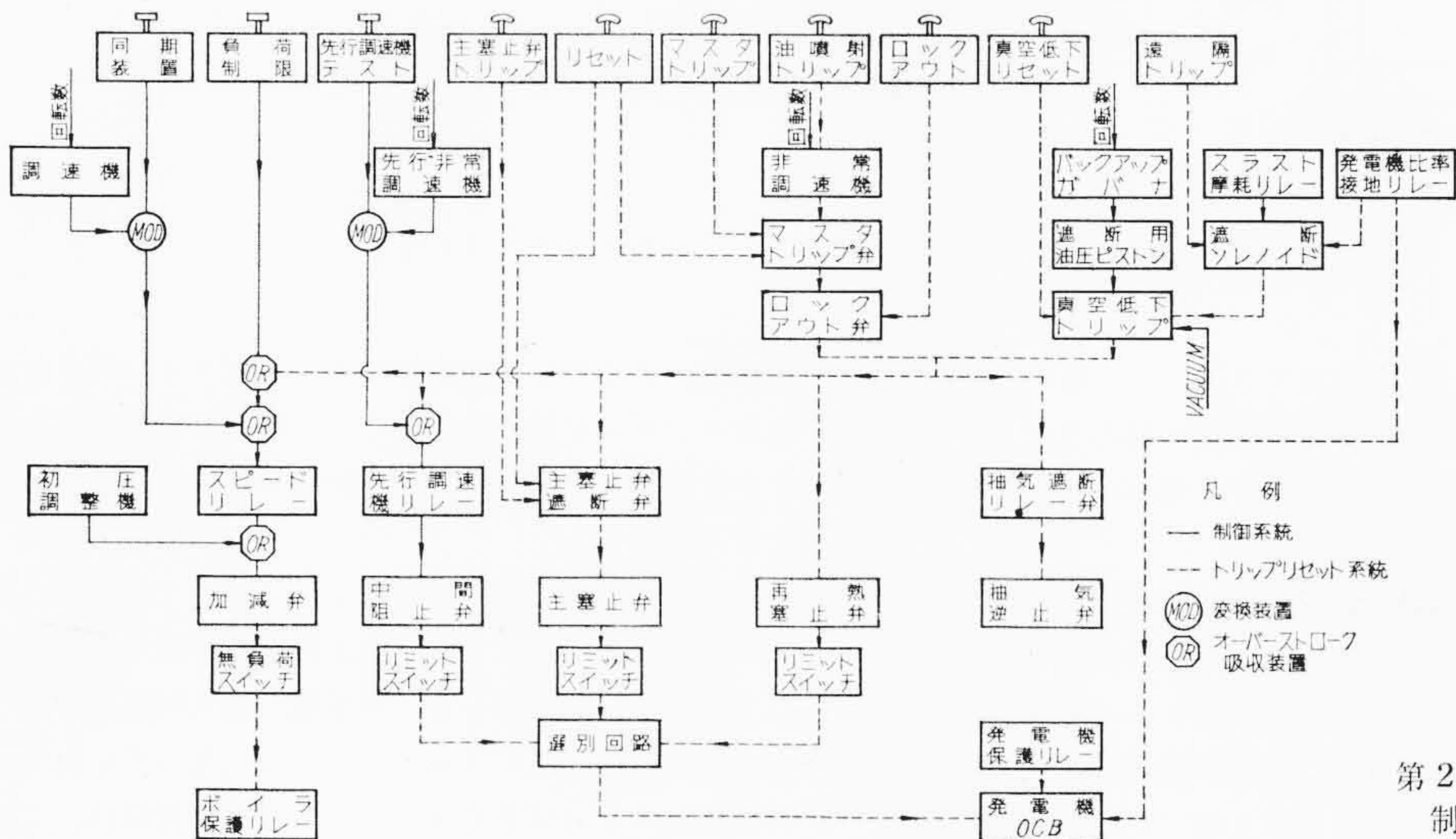
- (1) 排気室ソールプレートにグリースを注入すること。



タンデムコンパウンド再熱蒸気タービンの保守点検



第1図 175 MW タンデムコンパウンド再熱蒸気タービン発電機断面



第2図 175 MW 再熱タービンの制御系統ブロック線図

(2) カムローラ、軸受およびほかのころがり軸受を点検し、必要に応じて取換えること。

(3) タービンを109%まで過速させて、バックアップガバナーの作動を確認すること。

第1図は175MW タンデムコンパウンド再熱蒸気タービン発電機の断面を示し、その制御系統のブロック線図を第2図に示す。

3. タービン製造者へ連絡されるべき事項

タービンに下記の異常現象が起きた場合は、その原因を十分調査し、運転継続の判断がつかねるときは、すみやかに日立製作所に連絡する必要がある。

- (1) 原因不明で急に振動が増加した場合
- (2) 原因不明で急に伸び差が増加した場合
- (3) 原因不明で急に油圧が低下した場合
- (4) 原因不明の異音がするようになった場合
- (5) 原因不明で急に軸受排油温度が上昇した場合
- (6) 调速装置の動作が不安定になった場合
- (7) 原因不明で急に偏心過大となった場合
- (8) 原因不明でターニングギヤの作動が不円滑になった場合およびそのモータに過電流が流れた場合

4. タービンの一般管理

適正な運転を行うには、タービンに対する管理および注意を十分行きとどかせることが大切で、そのためには次に述べる事項にしたがって、試験、検査を実施する必要がある。

4.1 真空度

運転の経済性は真空度を規定値に維持することに大きく影響され

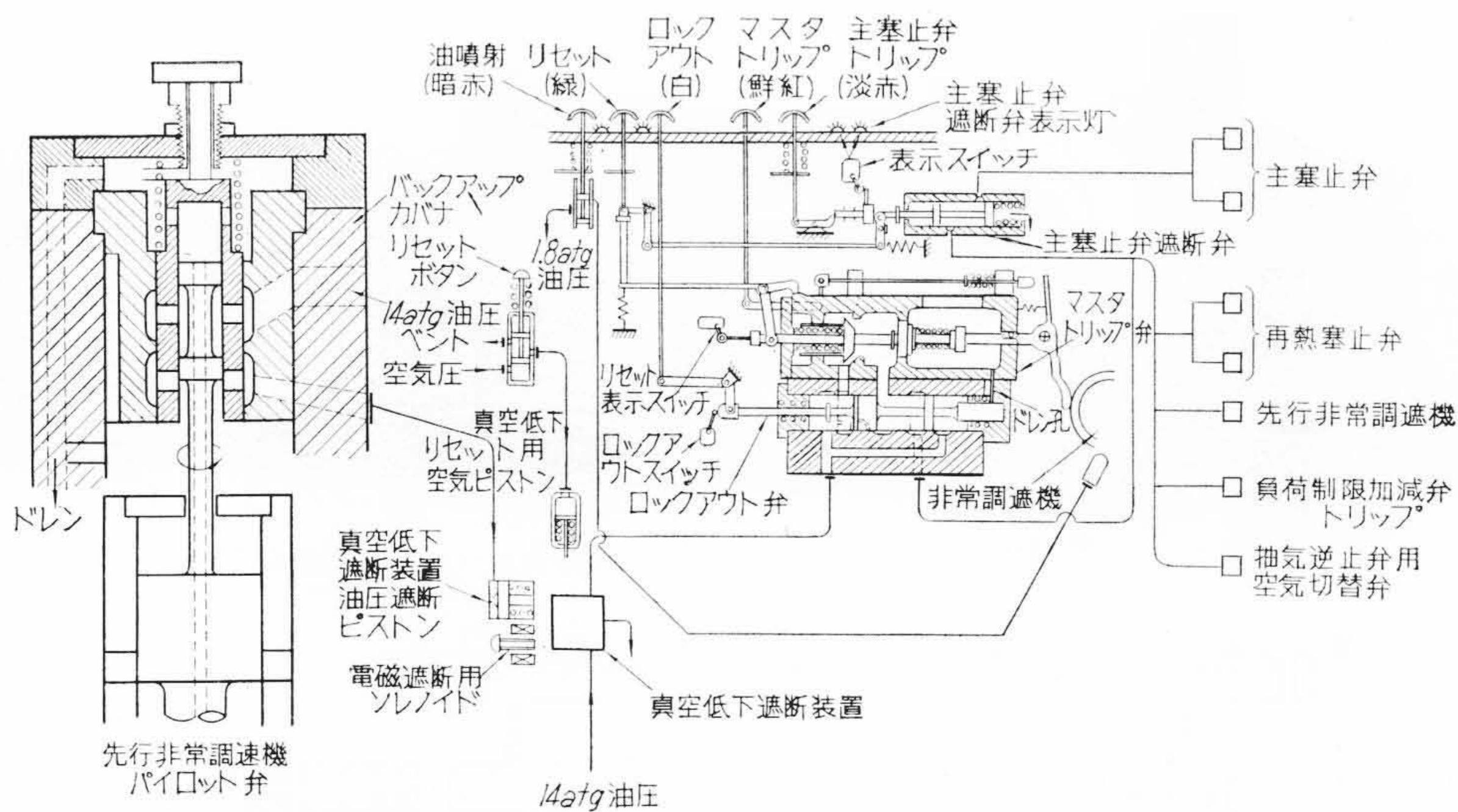
る。したがってパッキングや継手は空気漏れのないようにしなければならない。真空を保持する継手には、普通継手面や締付ボルトのネジ部に、コンパウンドオイルを塗布することによって気密を保つことができる。一度高い真空度に達すれば、その後は空気漏れに対する適切な処置および復水器の正しい保守によって、その真空度を容易に保持することができる。

4.2 非常调速機試験

タービン発電機を運転系統から離すたびに、実際に過速度運転を行って、非常调速機の試験を行う必要がある。その機構のいかなる部分でも分解あるいは調整を行ったときには、次にタービンを再起動し、増速するときに定格の110% 過速度試験を繰返すことを忘れてはならない。もしタービンがたびたび停止する場合には、この過速度試験は3箇月ごとに行えば十分である。

(1) 定格の110% 過速度試験

タービンを過速させるためには、调速機の同期装置のハンドルを、高速ストップ (High-Speed Stop) に達するまで回転し、速度を増加させる。次に過速度ピンを引上げて、定格速度の110~111%に達するまで速度を連続的に上昇させ、非常调速機をトリップさせる。その後は過速度ピンがもとの位置にもどるまで同期ハンドルを逆回転させる。タービンがトリップした時の速度を注意して読むこと。別のタコメータを使用して、少なくとも二つの読みをとることが大切で、トリップ速度、試験日付、測定者名を運転日誌に記録しておくことが肝要である。非常调速機がトリップしたとき、主塞止弁が閉鎖し、全回路が遮断されたこと、加減弁が完全に閉鎖されたこと、抽気逆止弁もまたトリップして閉鎖していること、ならびにタービンの速度が減少し、定格速度の $\frac{2}{3}$ 以下になっていることを確認する。リセットレバーはタービンが定格



第3図 応急遮断系統図 (ロックアウト弁, バックアップガバナ付)

速度の102%あるいはそれ以下になるまでリセットしないこと。さもないと、トリップフィンガーと非常调速機の偏心リングとが激しく当って、トリップフィンガーが破損する恐れがあるからである。

タービンが定格速度の110~111%に達しても、非常调速機がトリップしなかったならば、タービンを停止し、その原因を調査して修正しなければならない。いかなる場合でもタービン速度は定格の111%をこえてはならない。非常调速機が規定の速度でトリップしなかった場合は、まずタコメータが正確であるかどうかを確認することで、それを確認しないうちは、いかなる調整も行っていない。非常调速機が著しく低速でトリップした場合には、油噴射弁を点検し、噴射油が漏れいしていないかどうかを調査する。

(2) 定格速度におけるオイルトリップ試験——タービン発電機は単独無負荷運転

110% 過速度試験を行う前に、タービンが定格速度で回転している間に、非常调速機のオイルトリップ試験を行うことを推奨する。ただしこの試験は、非常调速機が作動可能な状態にあるかどうかを確認するためであって、正しいトリップ速度を決定するためのものではない。タービンが定格速度で回転している間に、非常调速機の油噴射弁により、非常调速機偏心リングへ油を噴入し、これによって主塞止弁、加減弁、中間阻止弁、再熱塞止弁、抽気逆止弁がすみやかに閉鎖するのを確認する。非常调速機のトリップフィンガーがはずれた時、表示器の指示ランプが点灯するようになっている。

(3) 定格速度におけるオイルトリップ試験——タービン発電機は並列負荷運転

(a) 軽負荷運転

タービンが6箇月間一度も過速しなかった場合には、発電機を系統に入れたまま、オイルトリップ試験を行うことができる。ただしこの試験は非常に注意深く実施する必要がある、操作に熟練を必要とする。その方法は次のとおりである。

負荷を50~30%に下げ、できる限り短時間に以下に述べる試験を実施する。油噴射弁をあけ、主塞止弁、加減弁、抽気逆止弁がすみやかに閉鎖するのを確認しながらただちに油噴射弁を閉める。その後、非常トリップのリセットレバーを引いて、応急遮断装置をリセットする。第1段落圧力計が零になっていることを確

認する。そうしたら加減弁のトリップフィンガーをかけるために起動ハンドルを閉にする。そうすれば主塞止弁はただちに開く。その後起動ハンドルをできるだけ早く回転して加減弁を開き蒸気を流入させる。

注意：上記の操作は合計2~3秒間で実施し、発電機のモータリングおよびボイラの圧力上昇を最小限にする必要がある。また主塞止弁が閉鎖すると、発電機の油入回路遮断器 (O. C. B.) を時間遅れなしにトリップするようになっていたり、ボイラの燃料系統をトリップするようになっている場合は、この操作を実施する前に、それら電気回路を切り離しておかなければならない。

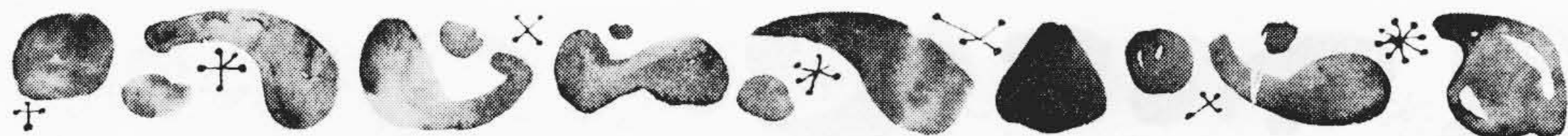
(b) 全負荷運転

ロックアウト弁およびバックアップガバナの装備されているタービンでは、並列全負荷運転中にオイルトリップ試験を実施することができる。ロックアウト弁は応急遮断装置の作動を作動外にするためのもので、並列運転中に油噴射によって非常调速機の試験をする際に、あらかじめロックアウト弁を引いておけば、運転にまったく支障を与えずにすむ。この際主塞止弁、加減弁、再熱塞止弁、中間阻止弁、抽気逆止弁は全開のままで、単に非常调速機が作動内にあることを確認することになる。したがってこの試験中に、なんらかの原因により実際にタービンが過速した場合、あるいは試験後ロックアウト弁をもどすのを忘れた場合でも、もし回転数が約112%まで上昇すれば、先行非常调速機の上部についているバックアップガバナが作動して、真空低下警報ならびに遮断装置をトリップさせるので、主塞止弁、加減弁などはただちに閉鎖する。それゆえにバックアップガバナは通常の操作では絶対に作動外におくことはできない。

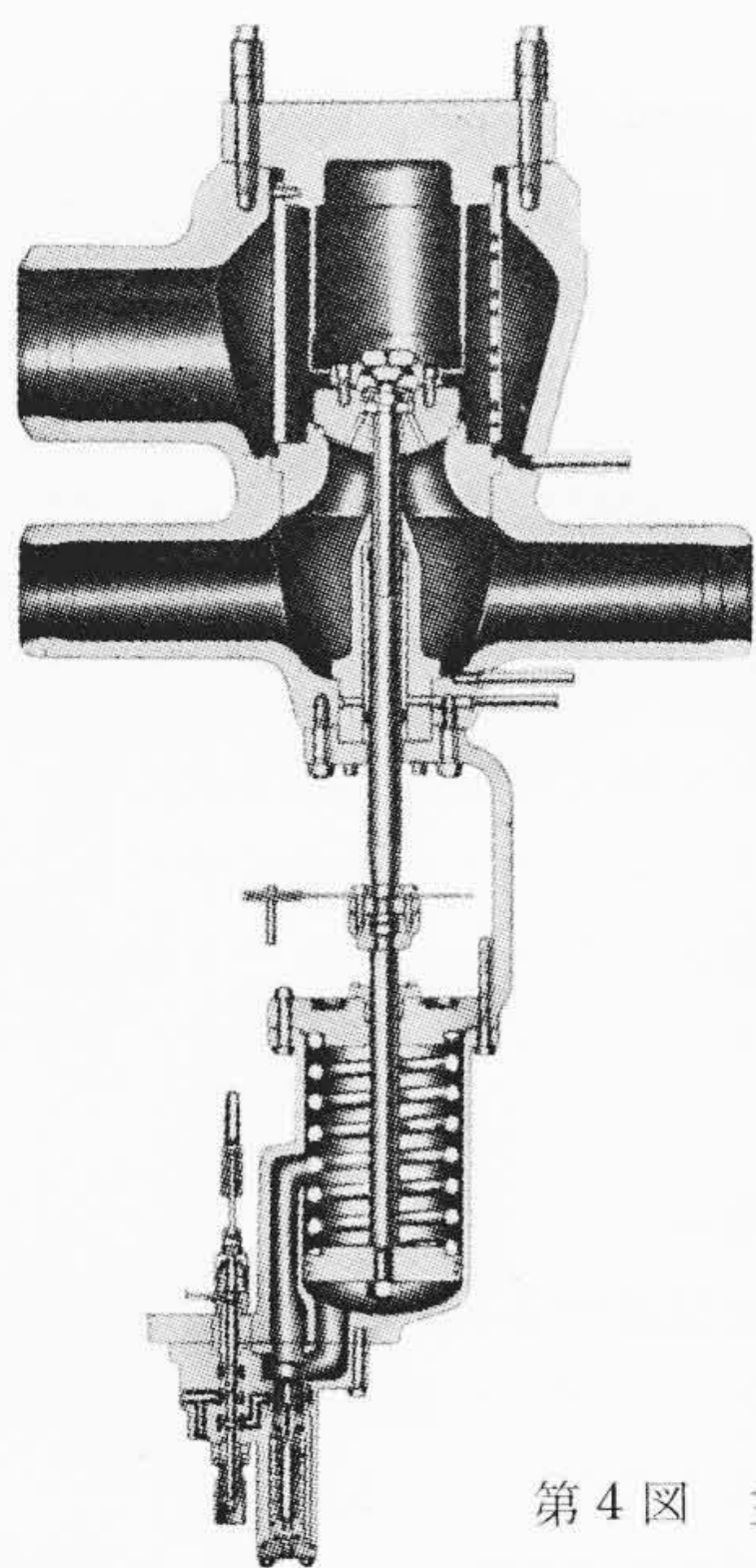
第3図はロックアウト弁、バックアップガバナの装備されている応急遮断の系統を示す。

4.3 主塞止弁気密試験

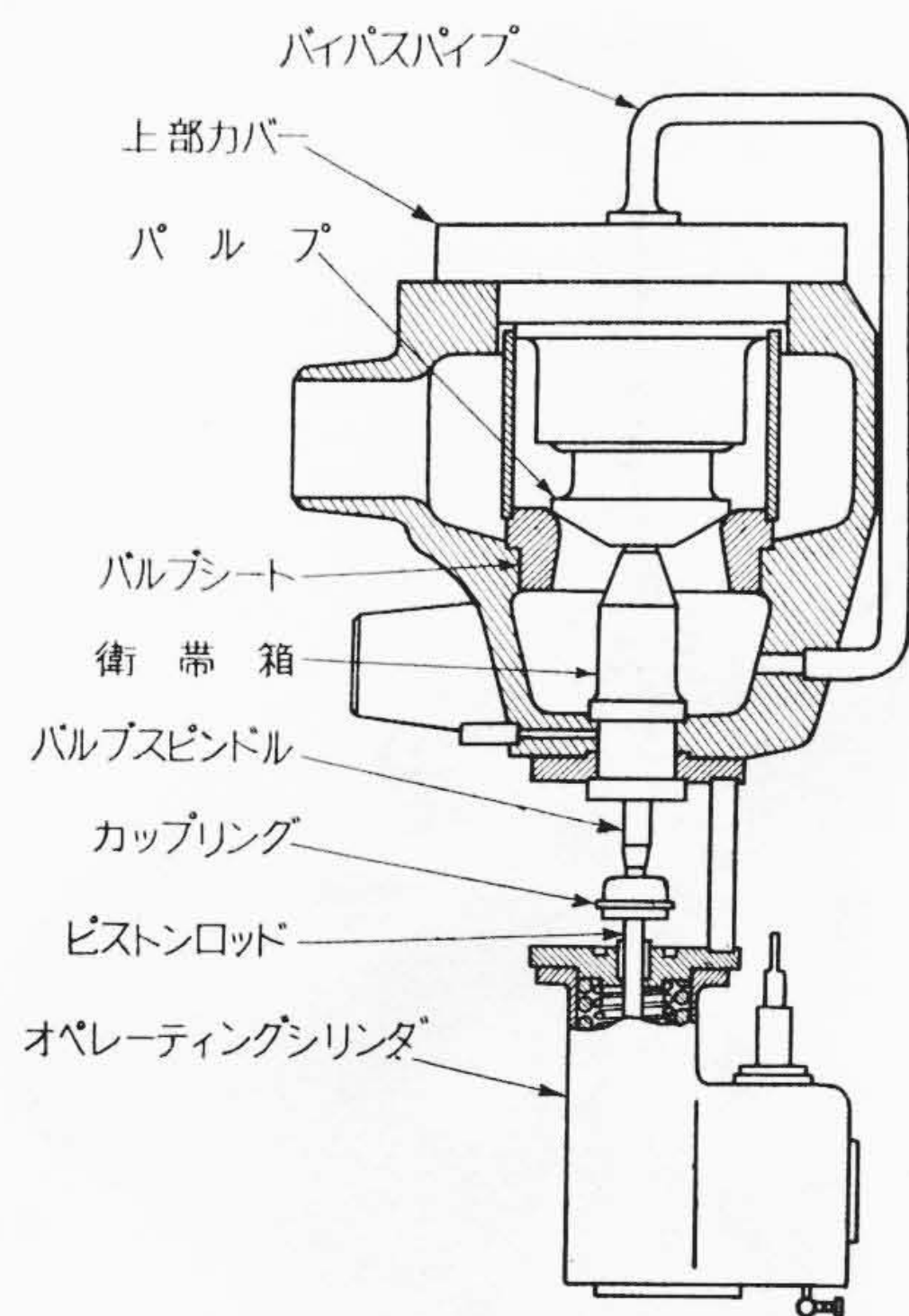
主塞止弁は運転中は常時全開しているので、蒸気の漏れを発見しにくいものゆえ、同弁が十分気密を保っているかどうかを日常注意深く点検する必要がある。この点検を行うのに最も都合のよい時期は、タービンが運転系統から離れ、停止にはいろうとするときである。タービンが调速機の制御下において全速回転しているときに、外側軸受箱に装備されているトリップレバーによって、主塞止弁のみ閉鎖させる。この際タービンが減速をはじめ、ゆっくりと定格速度の $\frac{2}{3}$ 以下になるような場合には、主塞止弁が十分気密を保ってい



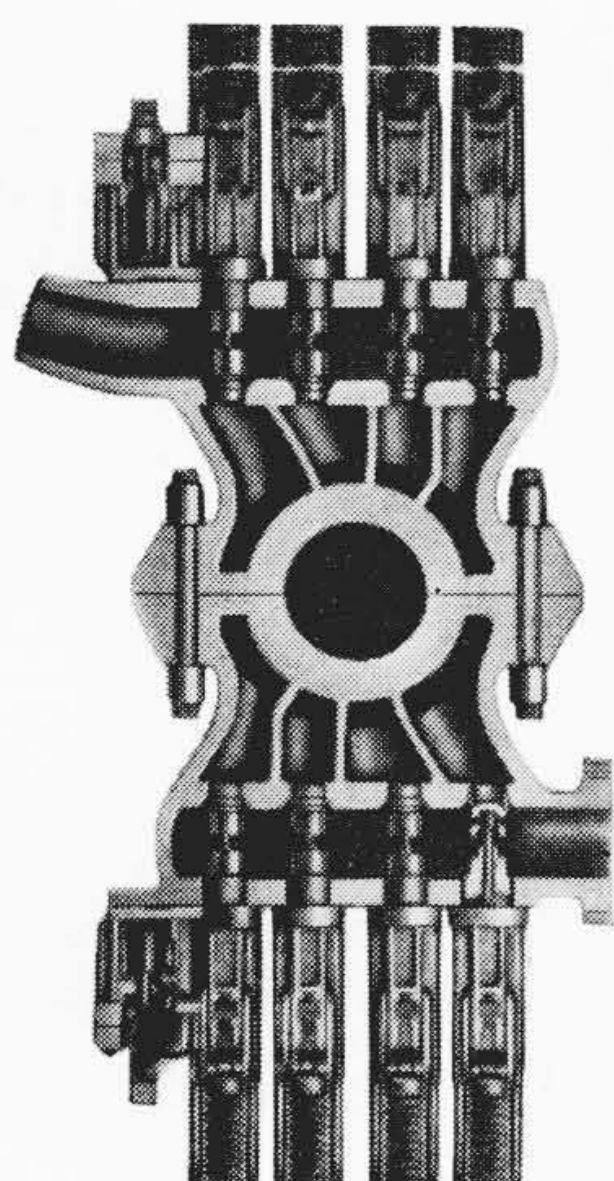
タンデムコンパウンド再熱蒸気
タービンの保守点検



第4図 主塞止弁



第6図 中間阻止弁



第5図 加減弁

ることを示している。もしタービンが上記の点検中減速しないような場合には、主塞止弁から相当漏えいしていることを示すものであるから、ただちに弁の補修を行う必要がある。

注意：タービンは上部および下部に加減弁を有し、主蒸気管が長く、主塞止弁がタービン床面より下に設置されるような構造であるため、主塞止弁と加減弁との間に相当多量の残留蒸気をもっている。したがってこのような場合には、主塞止弁を閉鎖しても、タービンが減速しはじめるまで数分間かかる。

第4図に主塞止弁の断面図を示す。

4.4 加減弁気密試験

この試験の目的は、起動ハンドルによってタービンの速度が零から定格速度まで、確実に制御しうるかどうかをみるためのもので、この速度範囲においては、すべての加減弁は十分気密を保っていることが必要である。第5図が上下に配置された加減弁の断面である。加減弁気密を点検する際は、できるだけ高い主蒸気圧力でタービンを起動することが必要で、次の順序にしたがって点検する。

- (1) 主塞止弁をリセットし、主塞止弁とタービン蒸気室間を十分暖機したら、主塞止弁下部ドレン弁を閉鎖して、主塞止弁を全開にする。
- (2) 蒸気室圧力が主塞止弁入口圧力にほとんど等しいかどうかを点検すること。

- (3) もし加減弁漏えいがあっても、タービン速度が 400～600 rpm 以下に保持される程度の漏えいならよい。

4.5 中間阻止弁気密試験

主塞止弁の場合と同様に、中間阻止弁も運転中は常に全開しているので、蒸気の漏れを発見することはむずかしい。したがって3～6箇月に1回気密試験を行う必要がある。この場合タービンは必ず運転系統から解列して、一定のスケジュールのもとに試験を実施することが大切である。

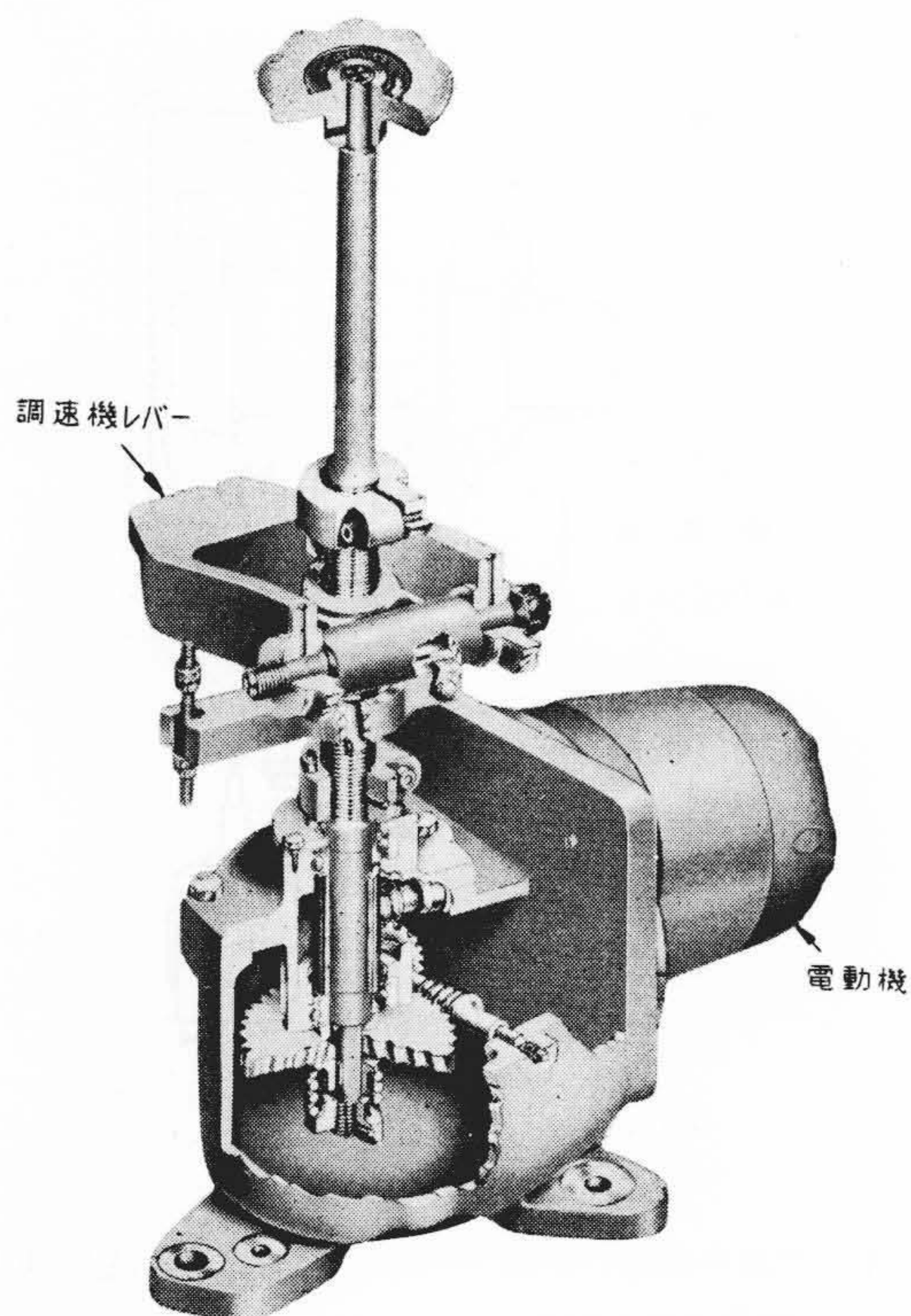
- (1) タービンを運転系統から解列する。
- (2) 起動ハンドル(負荷制限器用)によって、タービン速度を定格の約 $\frac{1}{2}$ におとす。
- (3) ジャッキ装置によって中間阻止弁を全閉にする。
- (4) ゆっくり起動ハンドルを開いて、再熱器の圧力を上昇させる。
- (5) 加減弁が開くので、タービン速度は上昇する。
- (6) タービンが定格速度に達する前に、再熱器圧力を安全弁セット圧力の少し下まで上昇させることができるかどうかに注意する。もしできた場合には、中間阻止弁は十分気密を保持していると判定してよい。

注意：この試験で一番問題になるのは、高圧タービン部の過熱である。したがって蒸気温度の変化率については、日立製作所製タービンの一般制限によって実施しなければならない。特に好ましからざる熱応力を生ぜしめる過大な加熱度合は、避けるよう注意を払うことが大切である。また高圧タービンの排気温度を十分注意し、回転損失のため過大になっていないかどうかを点検する必要がある。

第6図が中間阻止弁を示す断面図である。

- (7) 起動ハンドルをふたたび閉鎖することによって、タービン速度ならびに再熱器圧力を降下させる。
- (8) ジャッキ装置を作動外の位置まで開いて、中間阻止弁をふたたび全開にする。
- (9) もし調速機運転にはいる場合は、起動ハンドルを作動外まで開く。

(6)項で述べたように、定格速度に達する前に再熱器応力を安全弁セット圧力より少し下のところまで、上昇しえなかった場合



第7図 調速機同期ハンドル装置断面 (モータ駆動)

は、中間阻止弁は気密が悪いのであるからただちに修理しなければならない。なお上述の試験で、高圧タービン排気温度が異常に上昇するような場合には、ただちに試験をやめて、タービンを停止させ、中間阻止弁は水圧試験によって気密を点検することになる。

4.6 真空低下警報ならびに遮断試験

この点検を行うのに最もよい時期は、タービンが停止にはいったときで、起動ハンドルを回転させて加減弁を全閉にし、タービン速度が減速しはじめ、約 2,000 rpm に降下したら、真空破壊器を開けて復水器に空気を入れ真空を破壊する。ここで真空が下り約 600mmHg で警報を発し、500 mm Hg で主塞止弁が閉鎖するかどうかを調査する。

4.7 加減弁スティッキングの点検

タービンを並列運転に入れたまま、すべての加減弁を閉鎖してこの試験を実施する。

- (1) 一定率のもとに最低連続負荷まで下げ、ここでしばらく運転する。ボイラの運転が安定するのを待つ。
- (2) ガバナモータによって、急速に負荷を降下させ無負荷にする。
- (3) 各加減弁が全閉した時、ローラとカムとの関係を調査する。
- (4) すべての加減弁が全閉すると、並列運転のためモータリングによって、低圧排気室温度が上昇するので、2～3秒以内にただちに負荷をかける。
- (5) あとはホットスタートの負荷率によって、負荷をかけていく。

注意：負荷ならびに蒸気温度の変化率については、日立製作所製タービンの一般制限にしたがって実施し、ボイラ過熱器出口および再熱器出口温度は、負荷降下とともに、一定率にて降下させることが重要である。

5. 手動操作による自然潤滑箇所

主潤滑系統によって強制潤滑される部分以外に、自然潤滑を必要とする種々の箇所がある。

5.1 グリースガン潤滑

下記の部分には、普通低温用標準グリースガンが装備され、ボールベアリンググリースが供給されるようになっている。

(1) 前側軸受箱ならびに中間軸受箱

これらはタービン軸方向にガイドされていて、タービンの熱膨脹とともにベースプレート上を自由にすべるようになっている。このすべる軸受箱とそのベースプレートおよびガイドは、多数装備されているグリースニップルによって、グリースガンを用いて潤滑される。

(2) 調速装置用レバー

特に大きな力を伝達するレバーや連結棒は、これらの動接手のところにグリースニップルを設けてあるので、グリースガンを用いて潤滑しうようになっている。

(3) 起動ならびに負荷制限用ハンドルのモータ駆動減速装置

ウォーム駆動装置とバネ利用の摩擦クラッチを用いており、タービンメーカーでこの中にグリースを充てんして発送するもので、この歯車箱の上にはグリースニップルが装備されているので、グリースガンを用いて潤滑される。第7図は同上部の断面を示す。

(4) 調速トルク軸用軸受

ころがり軸受とグリースニップルを設けてあるので、グリースガンを用いて潤滑しう。

(5) 排気室

復水タービンの排気室は、ソールプレートにキーガイドがあるので、排気室は熱膨脹とともに自由に動く。この動きは非常に小さく、装備されているグリースニップルからタービン定検時グリースを供給するだけでよい。

(9) 電動機

ある種類の電動機はボールベアリングを備えていて、グリース充てん器具によって潤滑されるようになっている。

5.2 高温グリース潤滑

高温で運転される弁操作機構中のカムローラ軸受や、ほかのころがり軸受は年に1度は検査し、必要に応じてモリコートをつめるようにする。

5.3 グリースを充てんしておく機器

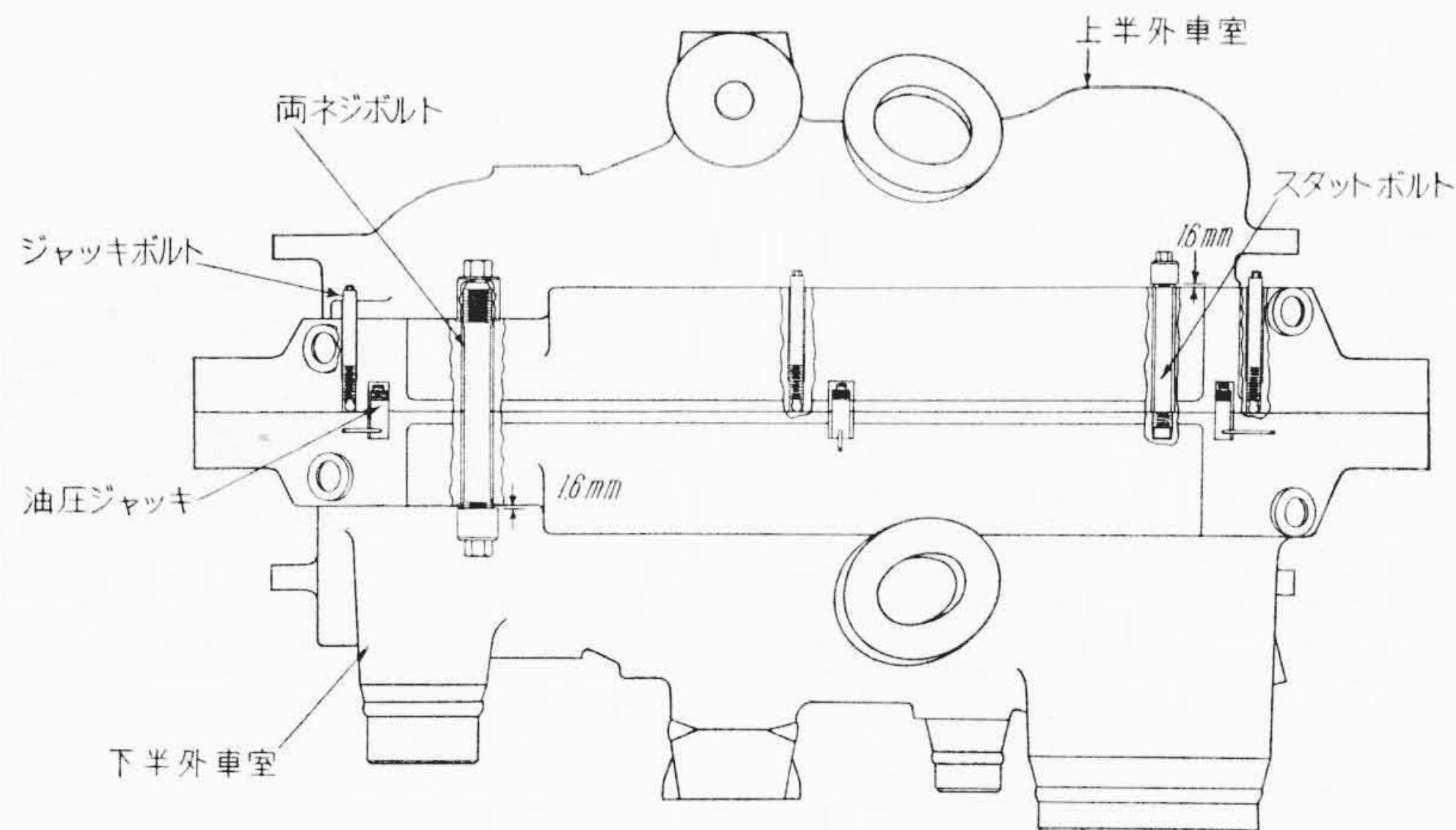
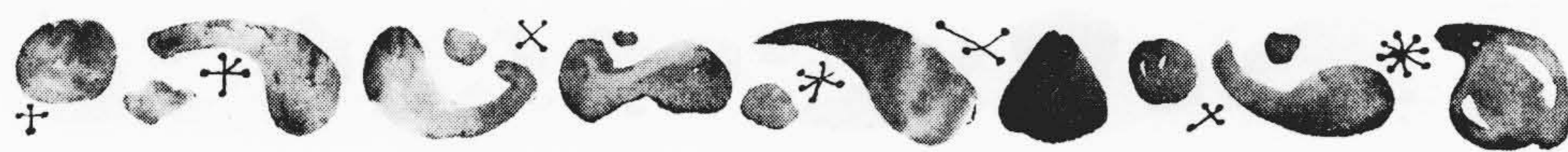
この機器は、製造工場であらかじめグリースを完全に封入してあるため、定期的に潤滑する必要はない。たとえばモータ駆動調速機同期ハンドル装置および先行非常調速機テストハンドル装置は、おのおの完全にグリースが封入されており、グリースつめなおしは分解のときにのみ必要でる。また内蔵する摩擦クラッチを再調節するとき、グリースをいくらか取除いたら、その分だけグリースをつめる必要がある。

5.4 油溜による潤滑

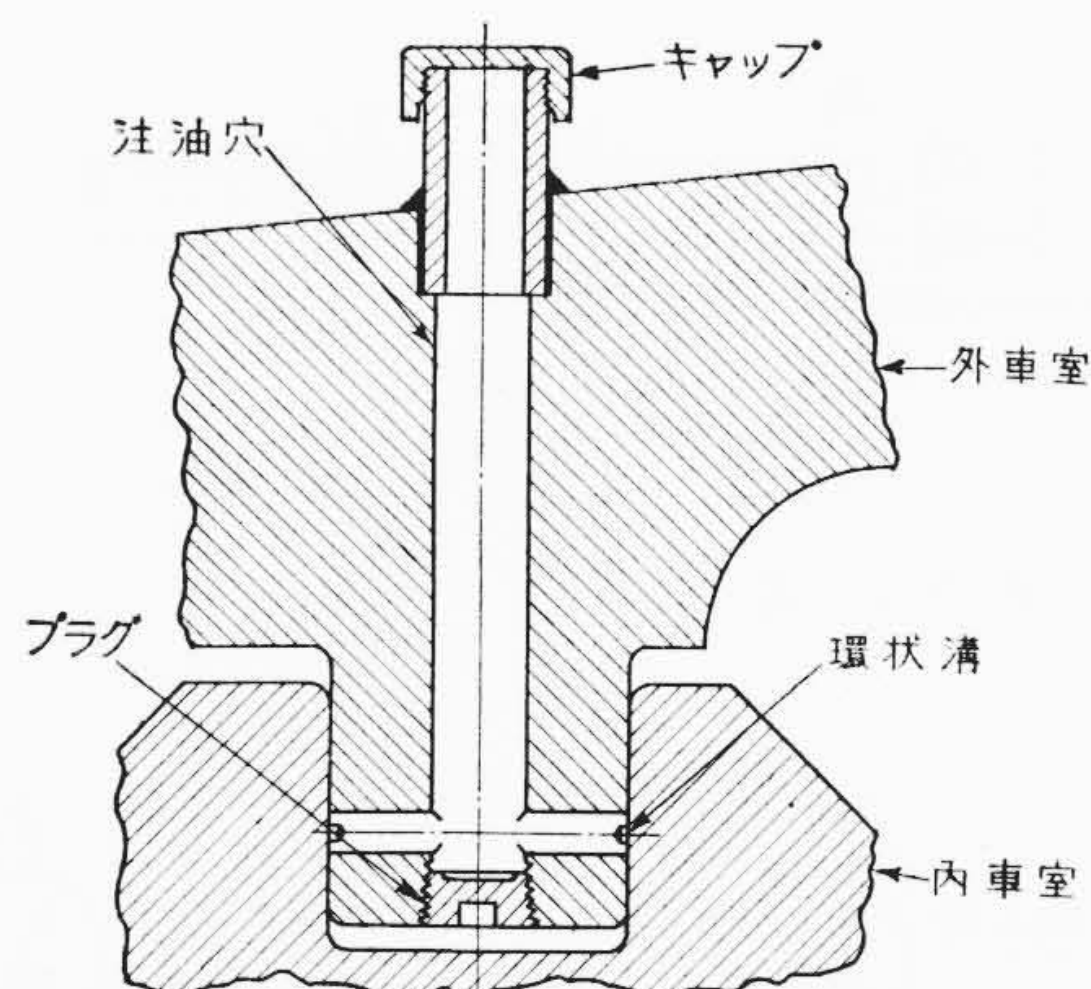
油溜の油面はオーバフロープラグあるいは油面計で、規定油面に維持しなければならない。

(1) ターニング歯車チェーン駆動部

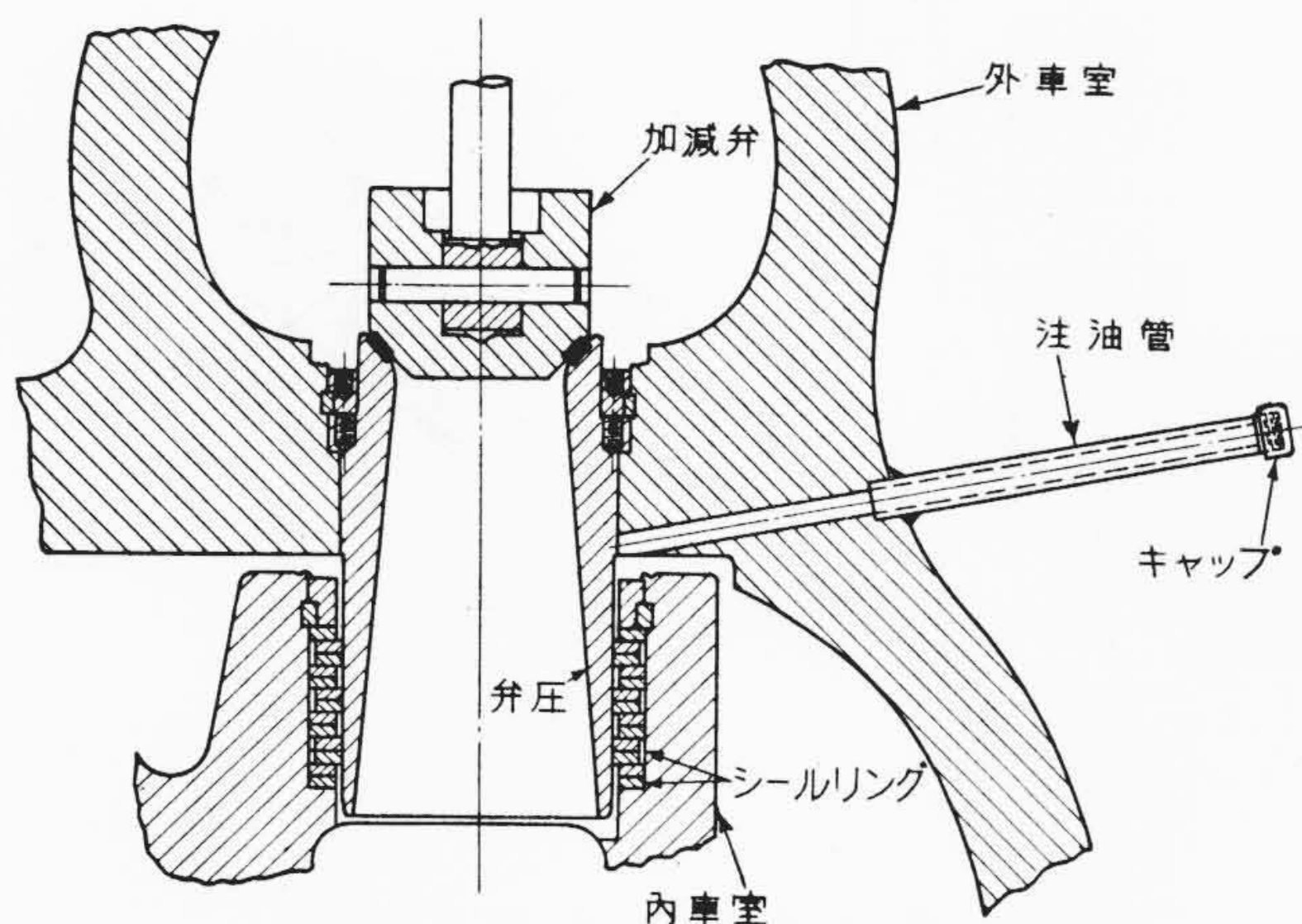
チェーンガード内の油面を、側面についているオーバフロープラグあるいは油面計によって点検すること。チェーンガード頂部についている上部プラグ穴に油を入れて常に規定油面になるように注意すること。



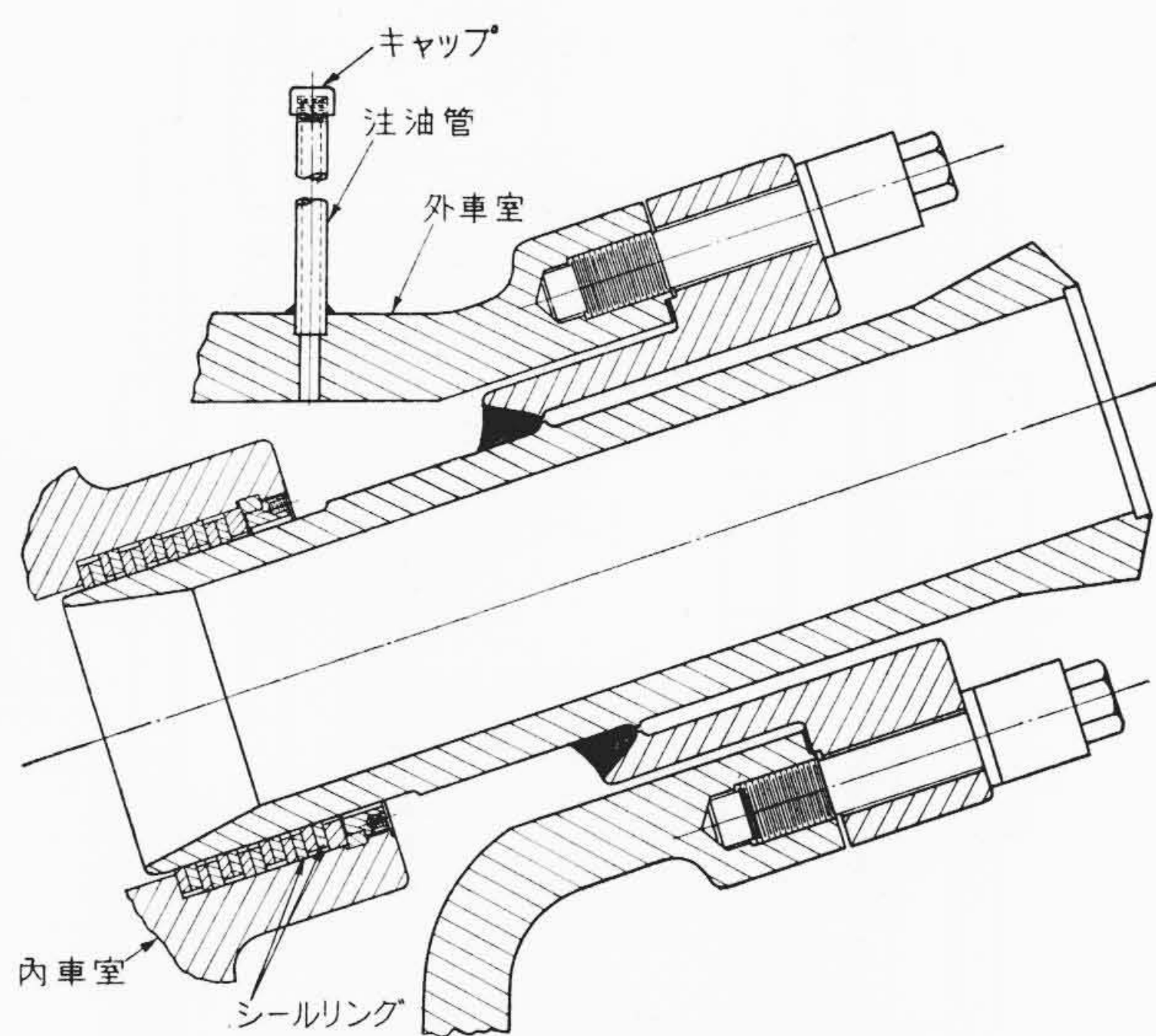
第8図 油圧ジャッキを使用して高圧車室を分離する方法



第9図 内外車室かん合部



第10図 弁座熱膨脹継手



第11図 高圧部熱膨脹継手

(2) ペーパーエキストラクターの歯車箱

オーバフローコックあるいは油面計を設けてあり、歯車箱内の油面を点検すること。不足の時は上部充てんプラグ穴に油を注入すること。

(3) 補助油ポンプ用立形電動機

上下軸受部はころがり軸受への給油だめを有し、この油だめ部には油面計、給油プラグおよびドレンプラグを設けてある。定期的に油面を点検して常に規定油量を保持し、過剰な給油を行ってはならない。必要に応じて油を補給しまたは取り替えること。

5.5 潤滑油およびグリースを直接注入する箇所

作動機構のある部分は、不定期的に直接手で行う潤滑を必要とする。

- (1) スイッチおよび空気弁装置のラックとピニオン
- (2) 起動および負荷制限器用ハンドルの掛け金部
- (3) 调速機同期ハンドルのネジ部
- (4) 先行非常调速機テストハンドルのネジ部
- (5) 作動機構中のころがり接手

ガバナモータおよび先行非常调速機モータなど小馬力のモータは製造工場において、グリースを密封してあるので必要に応じてグリース潤滑をすること。

6. タービン分解組立

6.1 高圧車室

タービン定常運転中に、酸化物や堆積物が水平継手面に堆積し

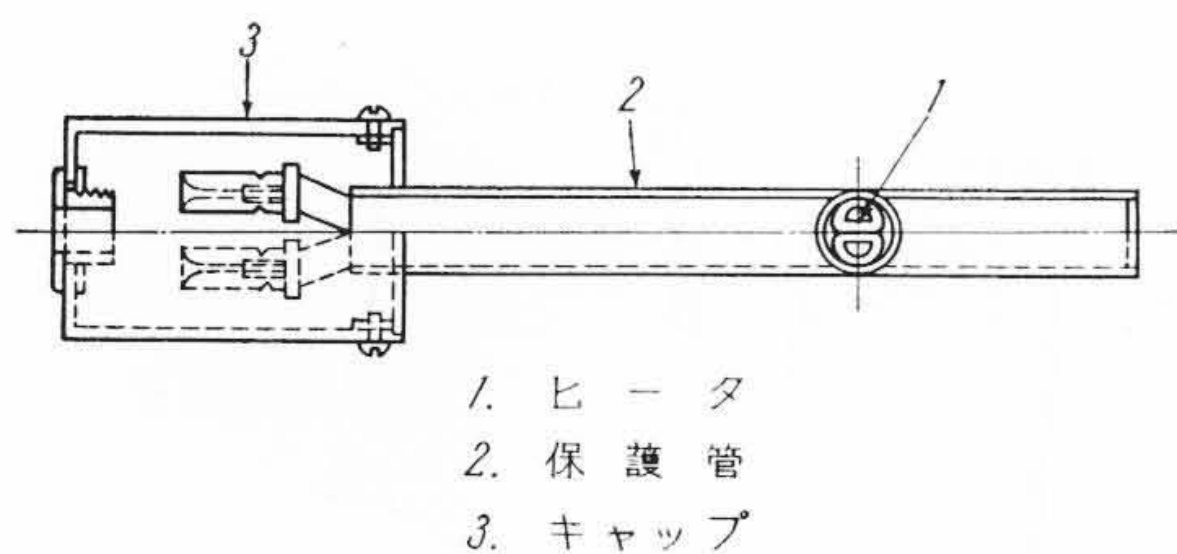
やすい。これらの継手面を分解するに必要な力は、上半車室の重量をつりあげるに必要な力より、かなり大きいものである。油圧ジャッキを使用している場合には、車室を均一にスムーズにつりあげることができて便利である。この油圧ジャッキを使用する場合には、次の順序にしたがって実施することになる。

- (1) 各軸端の近いところで、車室の両側に1個ずつ合計4個のボルトを除くほかのすべての継手ボルトを取りはずす。植込ボルトのナットを約1.6mmゆるめる。
- (2) すべての油圧ジャッキを設置して、車室が分離し、上半部が一樣に約1.6mmあがるまでおのおのに均一な力を加える。4個のボルトは上向き方向へのストッパの役目をする。
- (3) 起重機を使用して、ジャッキ油圧がパッキンの漏えいかほかの原因によって降下した場合に、下向き方向へのストッパとして作用するように、つりあげ用のロープのゆるみを除きながら、車室の上向きの動きにしたがうようにする。
- (4) 連続的に4個のボルトのナットをゆるめ、油圧ジャッキで車室を上限まで持ちあげ、起重機のロープで車室の動きに追従させることによって、以下同じような方法で車室をさらに上げる。油圧ジャッキの最大行程まで車室をあげれば、内部車室固定部はスムーズに取りはずすことができる。

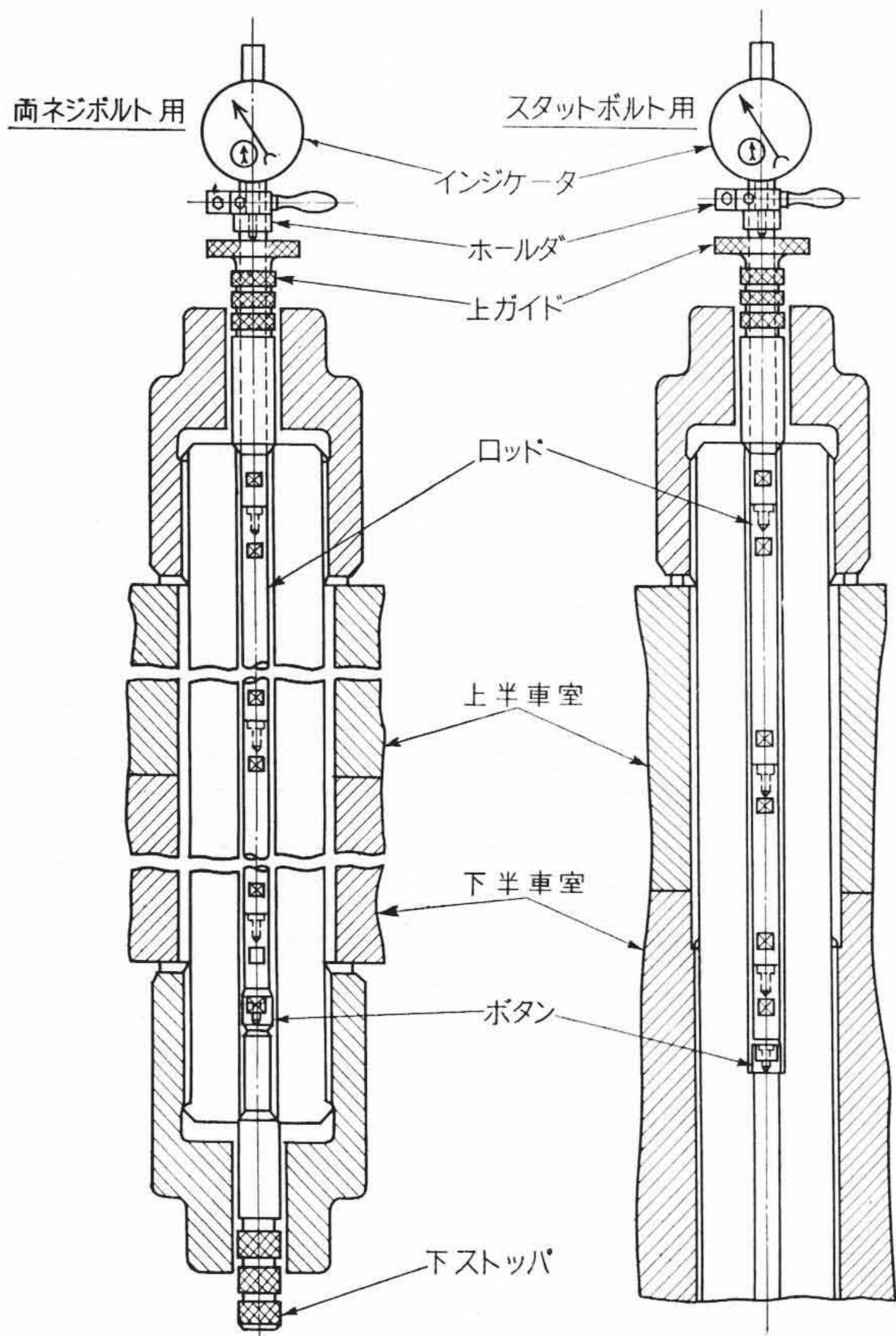
第8図に油圧ジャッキを使用して高圧車室を分離する方法を示す。

6.2 内外車室かん合部の潤滑法

外車室の分解を容易にするために、内外車室かん合部に浸透油を



第12図 電気ボルトヒータ



第13図 ボルト伸び測定要領

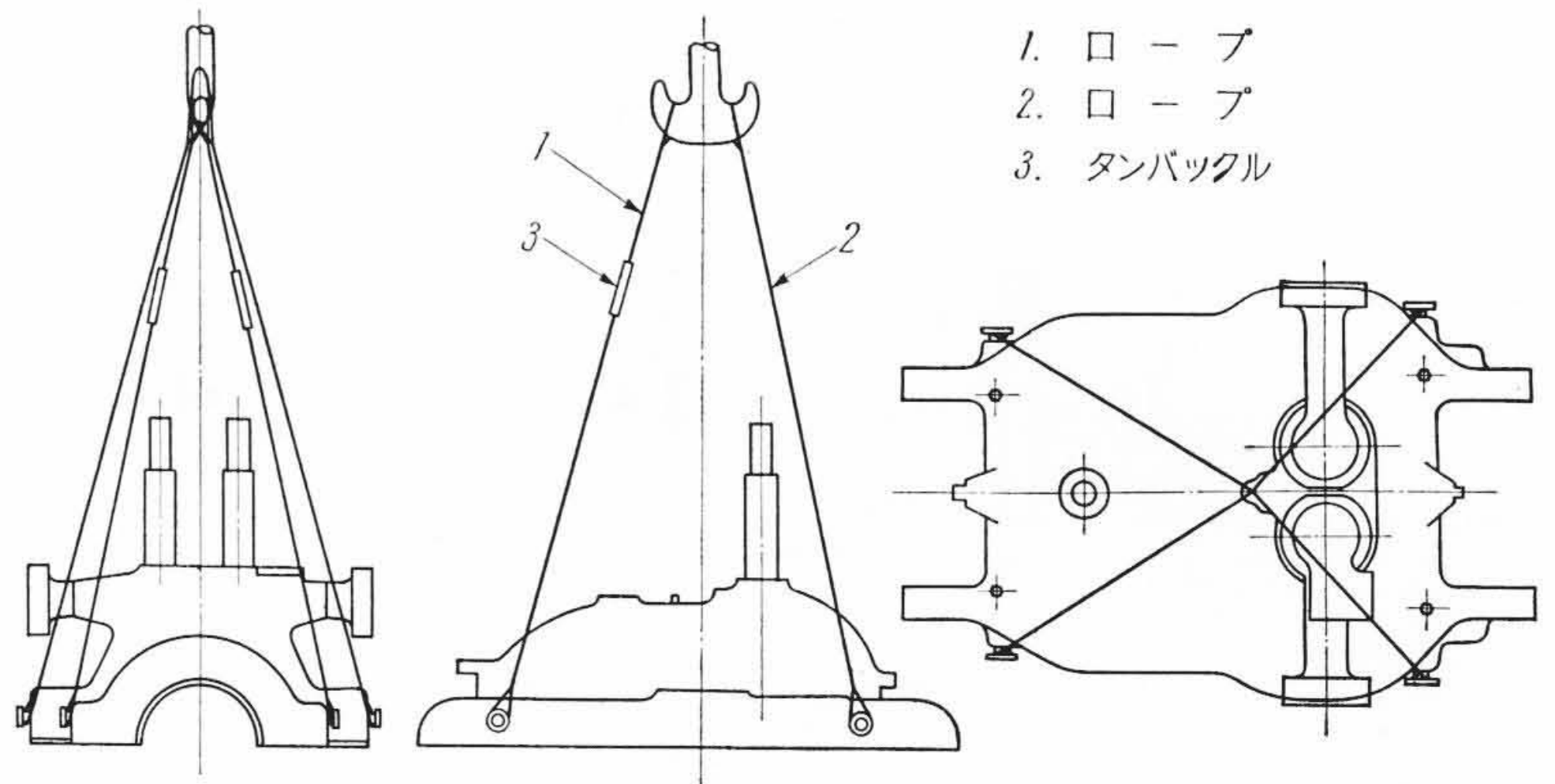
注入する装置が数箇所についている。第9図は内外車室の代表的なかん合部を示す。外車室の上半部には、車室の外側から内車室とのかん合部へ注油する穴があり、浸透油は外車室を分解する数時間前に注入し、外車室の移動を容易ならしめる。浸透油にはケロシンを使用する。注入された油は上部車室に切っある環状みぞに沿って浸透する。圧力をかけて注油する必要はなく、また排油栓もない。

6.3 熱膨張継手部の潤滑法

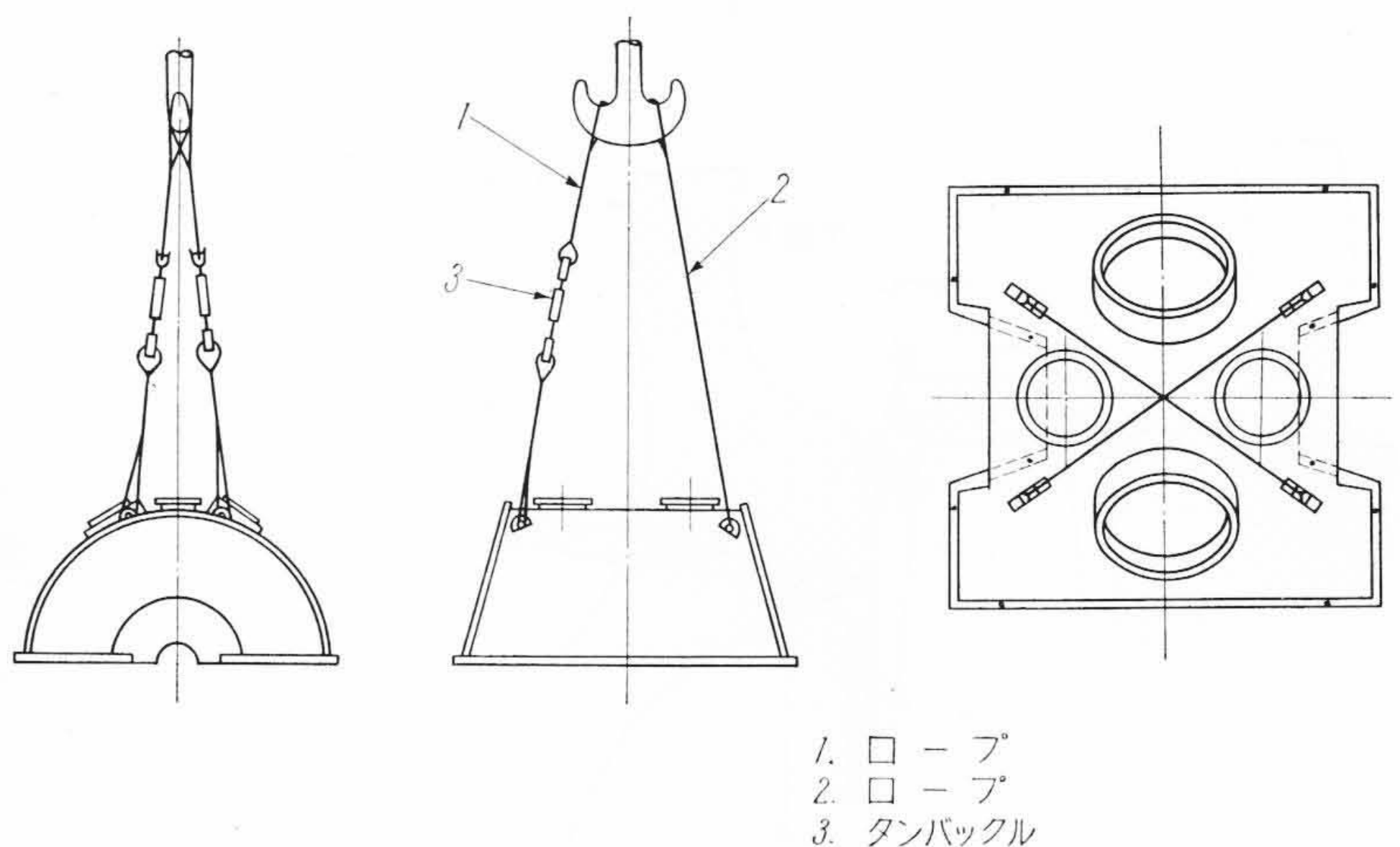
第10図は弁座の熱膨張継手の一例を示し、第11図は抽気管に適用される高圧部熱膨張継手の代表的構造を示す。いずれの場合にも弁座あるいはパイプスリーブにステライトが肉盛熔接され、かつシーリングリングが焼入されている場合は、分解中に浸透油で潤滑する必要はないが、そうっていないものには注入装置がついていて、上述のような潤滑を実施する。シーリングリングを取替えるときは、外側リングは車室に容易にはめ合うようドライアイスで収縮させ、リングが暖かくなったときにリング同志で互に固着することを避けるために、リング間にセロファンか薄紙をそう入して組立てる。

6.4 高温ボルト焼締め法

一般に直径2インチ以上の高温ボルトは焼締めされるようになって



第14図 高圧外車室吊揚要領



第15図 低圧車室吊揚要領

ている。第12図に示されるような電気ボルトヒータを用いて、あらかじめボルトを加熱して熱膨張させ、次の順序にしたがって焼締めを行う。

(1) 最初冷間でナットを軽く締めつけて、ボルト伸び測定具によってダイヤルインジケータを零にあわせておく。第13図がボルト伸び測定具である。

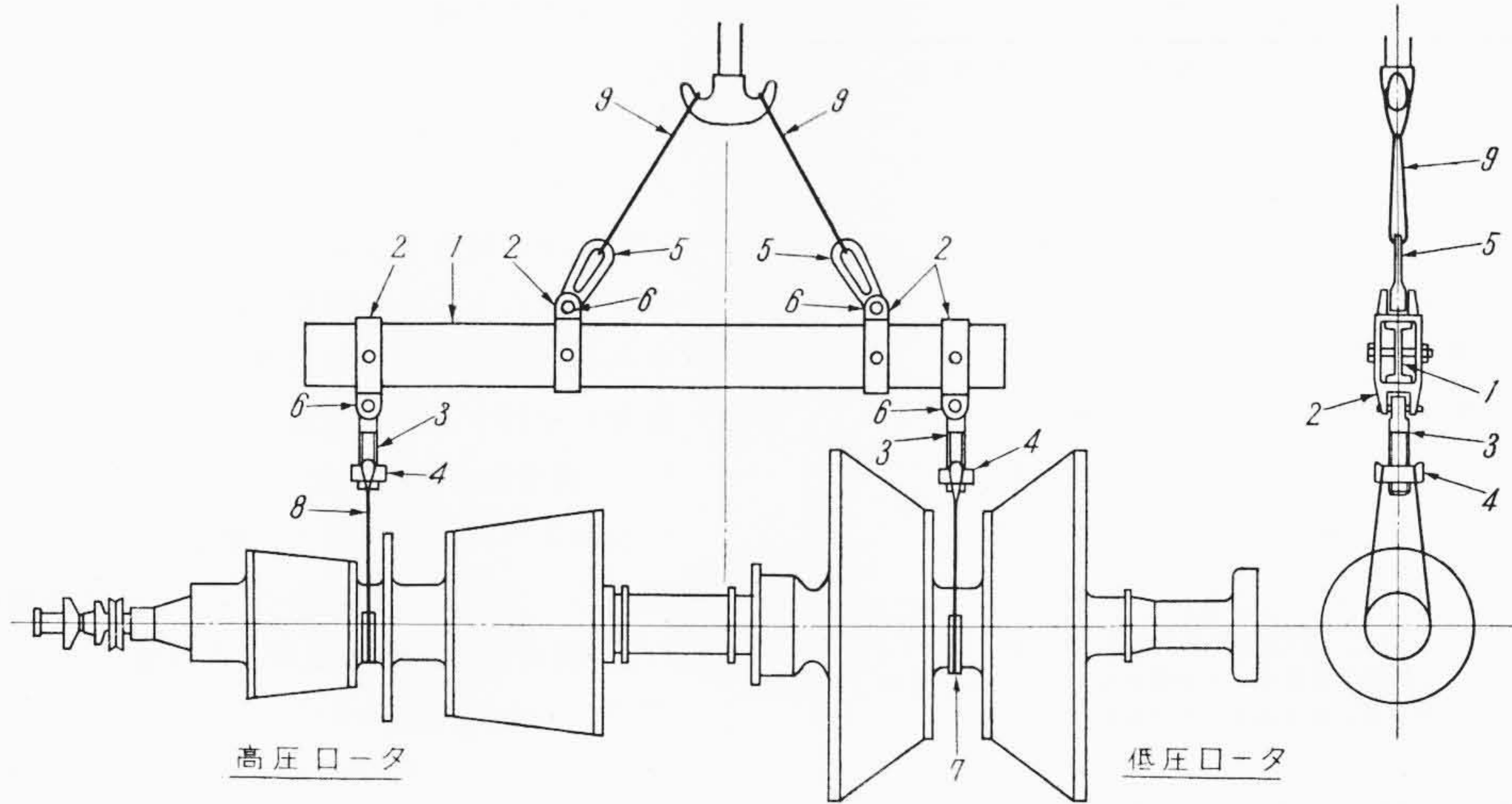
(2) ボルトヒータによってボルトを加熱し、ナットを規定の量だけ（この量は各種タービンについて取扱説明書の中に明記されている）さらに回転させて締付ける。なおヒータがボルトの内面に接触しないように注意すること。もし接するとボルトが局部加熱されるので望ましくない。ヒータは所定の長さのものを使用し、露出部をアスベストなどでおおうようなことは絶対避けなければならない。

(3) ボルトが常温になってから、このボルト伸び測定具を用いてボルトの伸びを測定する。このときボルトの伸びが規定値以下または以上の場合は、繰返しボルトヒータを用いて加熱し、規定の伸びがえられるように締めなおす。ボルトの伸び量は通常ボルトに $25 \text{ kg/mm}^2 \sim 32 \text{ kg/mm}^2$ の応力を生ずるような量である。第13図に示すものは両ネジボルトと植込みボルトに対する伸び測定具の使用法を示したものである。

(4) タービン車室水平継手ボルトの締付け順序は、左右対称に同時にタービン前側より発電機側に向って締付けを行うようにする。主塞止弁および中間阻止弁のボルトも上記と同様な原則にしたがって、対称位置のボルトを大きいボルトから同時に締付ける。

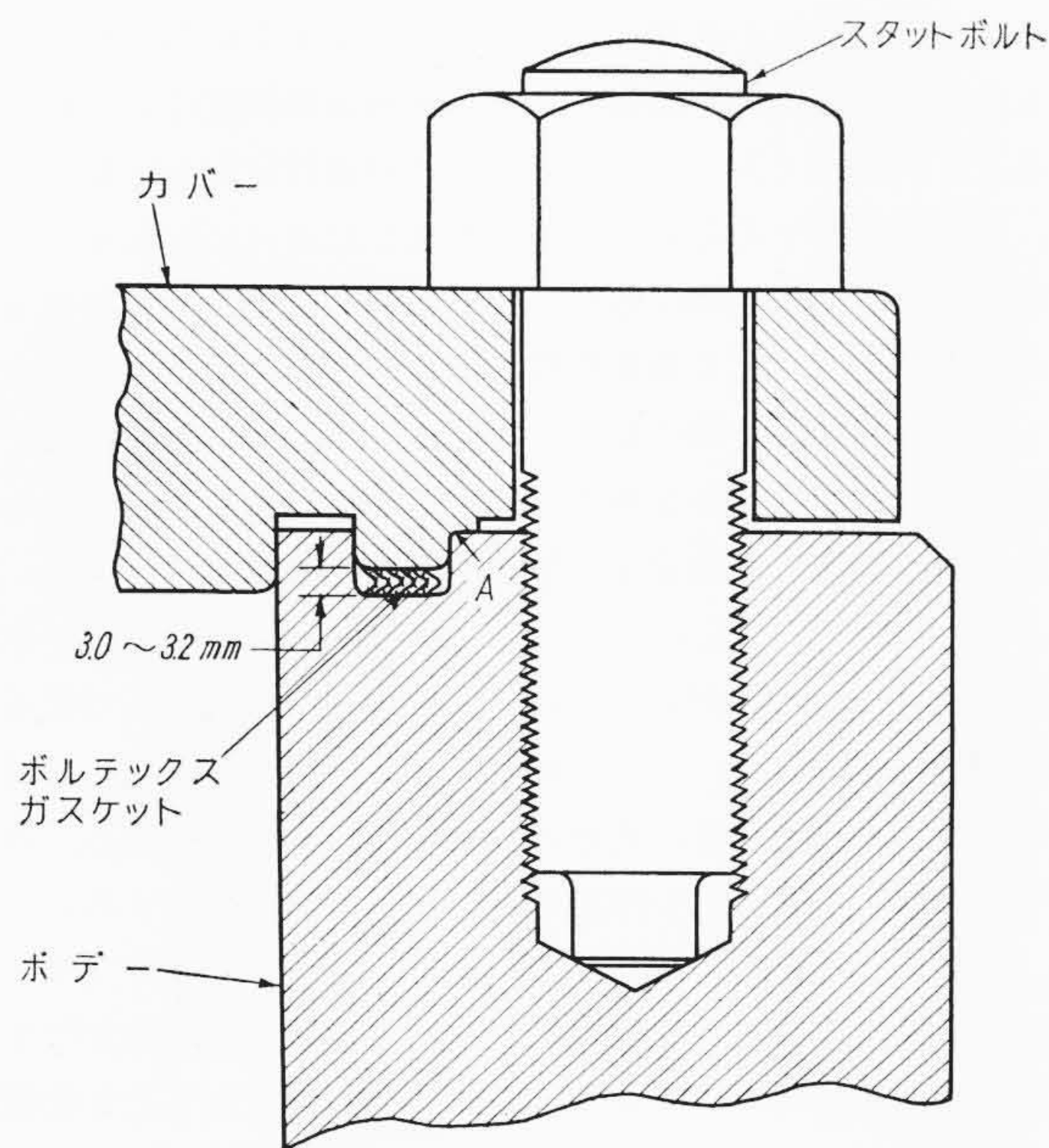


タンデムコンパウンド再熱蒸気タービンの保守点検

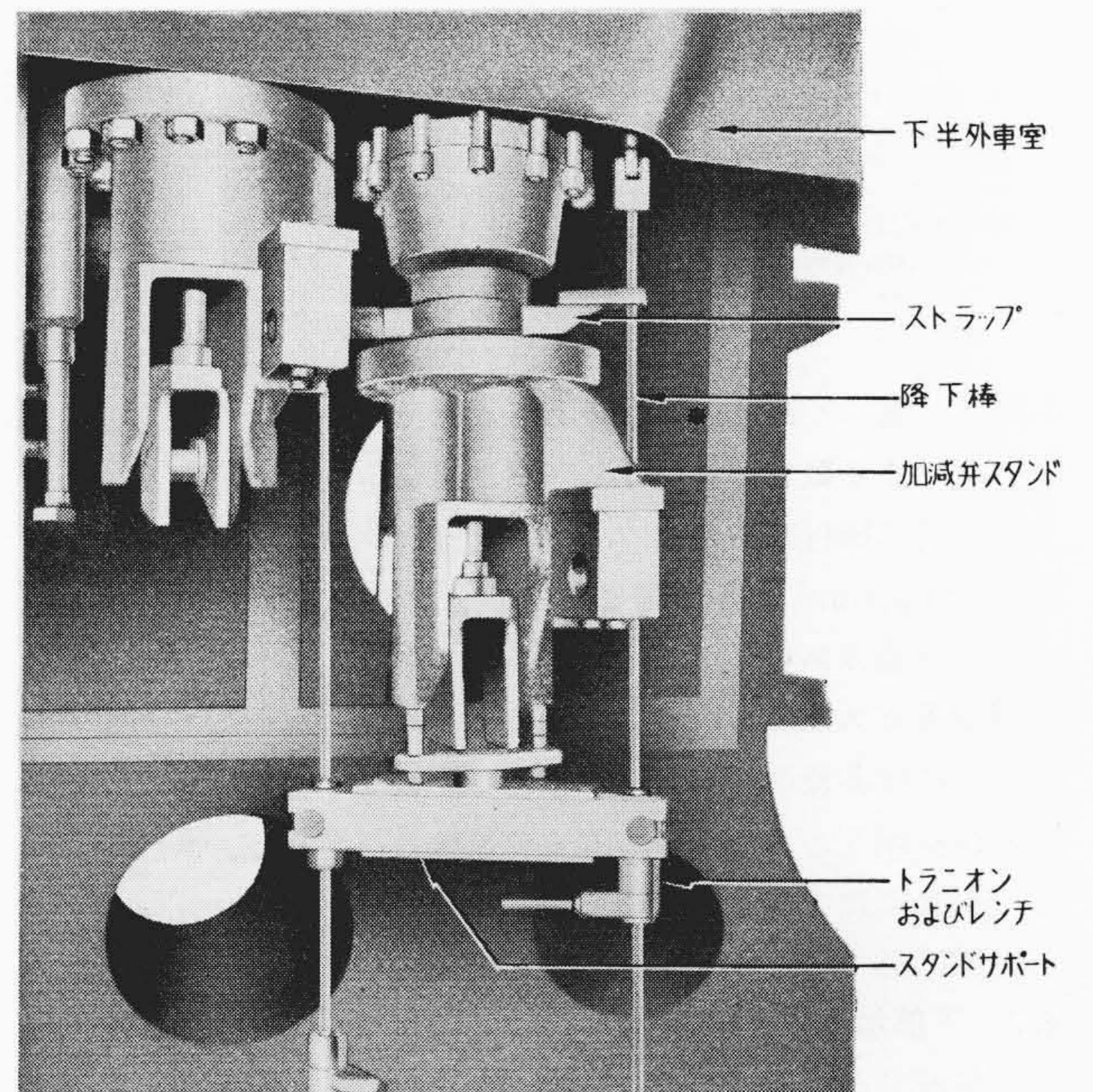


- | | |
|---------|-----------|
| 1 吊揚ピン | 6 ピン |
| 2 スインプル | 7 低圧側ロープ |
| 3 吊ボルト | 8 高圧側ロープ |
| 4 調整ナット | 9 フック掛ロープ |
| 5 シャックル | |

第16図 高低圧ロータ直結の吊揚要領



第17図 ボルテックスガスケット装備要領



第18図 下部加減弁分解装置

6.5 車室およびロータつり揚要領

第14図および第15図は高圧外車室および低圧車室のつり揚要領を示す。まず車室の水平継手締付ボルトを取りはずし、図示のように案内ボルトをたて、ワイヤロープを上半車室に確実にあてて徐々につりあげる。車室は常に水平状態を保ちつつ安全なつり揚作業を実施しうるように、案内ボルトと車室フランジの孔との間隙は小さくなっている。第16図は高低圧ロータ直結のままのつり揚要領を示したもので、軸受本体水平継手面に案内柱をと取付け、つり揚金具により徐々に水平を保ちながらつりあげる。この種のロータは高低圧ロータを一度直結すると、ふたたび分解することは原則として行わないことになっている。したがってそのつり揚も一体として行う。ワイヤロープは必ず指定のものを使用し、またロープをあてるロータの位置は図面指定にしたがい、それ以外のところはつらない

ように注意する必要がある。

6.6 ボルテックスガスケットの装備法

タービン各所に金属とアスベストをら旋状に巻いたボルテックスガスケットが使用されているが、そのフランジ面は特殊な形状になっていて、ガスケットがフランジ面からはみ出ることのないような構造になっている。ガスケットの厚さを3.0~3.2mmに圧縮することによって十分な気密を保ちうるようになっている。第17図にその断面図を示すが、A部が接触したときにちょうどガスケットの厚さが3.0~3.2mmとなって、気密を保つに十分な圧着力がかかるようになっている。したがってボルトを締めるときは、A部がしっかり締付けられるところまで完全に締付ける必要がある。こうすればガスケットには最適の圧力がかかりまた同時に完全に心を出すことができる。



第1表 油の温度管理基準

性 状	適 用	強制給油潤滑式
		陸 用 タ ー ビ ン
起 動 前 の 最 大 粘 度 c.s.t. (R.W.)		170 (700)
起 動 前 の 最 低 油 温 °C		10
運 転 中 の 油 タ ン ク 最 低 温 度 °C		55
運 転 中 の 軸 受 給 油 温 度 °C		40~50
軸 受 排 油 温 度 °C	常 用	60~70
	警 報	75 以下
	最 大	80 以下

強制給油潤滑式の陸用タービンでは、30℃において粘度 85~100 c.s.t. (360~420 R.W.)以下の油は、軸受に満足すべき状態を与える。しかし排油温度が適当に上昇しないと、やや高い軸受損失を生ずる結果となる。

第2表 タービン油の一般性状

性 状		適 用 試験法	強制給油潤滑式
			陸 用 タ ー ビ ン
粘 度 c.s.t. (R.W.)	30℃	J I S K 2283	40~52 (170~210)
	50℃		18~22 (80~95)
	80℃		7~9 (45~50)
引 火 点 °C		J I S K 2278	180 以上
中 和 価 KOH mg/G		J I S K 2501	0.2 以下
さびどめ性能 24h		J I S K 2510	合 格
酸化安定度 KOH mg/G (1,000h後の全酸価)		J I S K 2515	0.4 以下

(1) 注意：A部が接触するまで締付けるのが困難な場合には、そのまま数分間放置して、ガスケットがクリープするのを待てば容易に締付けられる。ボルトは上述のように標準締付応力 25~32 kg/mm² になるように締付ける。

(2) 予備ガスケット

通常各ガスケットに対し予備品を納入してある。このガスケットの寸法は非標準となっているので、追加予備品は必ず日立製作所に注文願うことになる。ガスケットの交換費は、もれ出した場合の損失に比て非常にわずかなものであるから、フランジをはずした際は必ず新しいガスケットと交換することを推奨する。

6.7 下部加減弁分解装置

下部加減弁を分解する場合には、第18図に示す装置を使用する。まず加減弁のパネカバー、スタットボルトおよびパネを取りはずして、この分解装置を組立てラチェットスパナを回して加減弁スタンドを十分下にさげて分解する。

7. 潤 滑 油

7.1 運転上の注意

新しいタービンを最初に運転するときには、潤滑装置が完全に清浄であるかどうか、また機器の運転に対し十分な新しい油の供給が

あるかどうかを確認できるまで、運転者は機器の起動を行うべきではない。

(1) 軸受への給油および排油の温度、圧力が規定値以内にあるかどうか。

(2) 油の純度を水漏れ、ドレンのスラッジなどを検査することにより確める。その際標本新油の性状および油販売者によって示される汚油取替え判定基準によって確認する。第1表に示す油の温度を保持するよう注意する。

7.2 潤滑油の一般性状

添加剤入りタービン油で、第2表に示す諸規定に合格したものを推奨する。また個々の性状については7.3項を参照下さい。

7.3 潤滑油の選択と使用上の注意

潤滑油の性状試験の条件には、実用上の諸条件を十分に織込むことはむずかしく、その結果は実用結果と完全に平行するものとはいえないが、これによって油の性状を知り長所を十分いかすようにすることが大切である。第2表は添加剤入りタービン油が当然もたなければならない一般性状を規定したにすぎず、さらにタービンの仕様、運転条件によっては第2表以外にも適切な試験をあわせ行い、使用目的に適合しているかどうか確める必要がある。

7.4 潤滑油管理

運転にはいったタービン油の管理上配慮を要するのは、油温度管理、水分ならびにじんあいなど異物の除去、および劣化の判定などである。水分のほか異物混入の害は、いままでいろいろ公表されているので省略するが、運転中これらを油清浄装置により絶えず除去することが大切である。また油の劣化の進行状況を定期的に検査して、監視、判断する必要がある。劣化したタービン油をそのまま連続使用すれば、劣化物は劣化の促進触媒としてさらに劣化を促進させる。劣化生成物たる腐食性酸およびスラッジなどは事故を起しがちであり、適切な時期に交換しなければならない。劣化油と新油との混合は、新油の性能を帳消しにする危険があるので避けなければならない。油劣化の判定は、添加剤入りタービン油の場合、界面張力よりも全酸化の判定によることを推奨する。これはさび止め剤の特性上はじめから界面張力の低いものがあるか全酸らである。化が0.4 KOH mg/G 以上になった場合、また次期点検以前にこの値に達する恐れがある場合は、新油と取換えることを推奨する。以上タービン油の選択と使用上の注意を述べたが、結局推奨するタービン油は、添加剤入り多重抑制油であるが、必ずこれだけでなくはならないというのではなく、より経費が少なく、より良い運転を行うためには油の選択と運転保守により深い注意が必要であることを強調したのである。

8. 結 言

戦後急速に建設され、最近に至ってタービンの運転台数も次第に増加してきたが、これからはそれら新鋭タービンをいかにして寿命を長くさせ、かつ適正な運転を維持していくかの時期にはいつている。そのための保守点検も日進月歩の勢いで改良されてきたが、本文は最も新しい方法として日立製作所が推奨している概要を記述したものである。