

歪み矯正法を採用した 熱処理設備

下里吉計*

概要

ペアリングレースやトランスマッショングギヤーインタナル等の円筒形部品は、焼入れ時楕円になったり、円筒がテーパになったりしやすい。ここに解説するプラグ焼入れ装置は、上記の部品の型焼入れに用いられ、真円度、円筒度、平坦度を改善して後加工をなくしたり、大幅に削減することに役立っている。

1. はじめに

歪み矯正法を採用した熱処理法としては、①自動車のデファレンシャルリングギヤー等を型焼入れするプレスクエンチマシン、②スラブ等鋼板をローラで型押ししながら焼入れするローリングクエンチ装置、③のこ刃等薄物を型押し焼入れする装置、④フリー焼入れした後、熱盤で押さえながら焼戻しするプレステンバ装置、⑤円筒形状の部品に型をはめて焼入れするプラグクエンチ装置等種々ある。ここでは、⑤のプラグクエンチ装置について述べる。

2. プラグクエンチ装置

プラグクエンチ装置の代表的な構造を図1に示す。焼入炉から1個単位で取り出された処理部品は、装入装置により型のセンタに位置決めされる。上型が油圧シリンダにより下降して処理部品にセットされ、そのまま下型を押し下げて焼入油中に浸漬されると同時に、処理部品に焼入油が噴射される。焼入れ後、型が上昇し、上型部に組み込まれた引き抜き装置により処理部品は型から離

され、排出される。処理時間を短縮するため処理部品の装入と排出は同時に行われる。処理部品によっては、寸法安定性を確保するため二次焼入れされることもある。

処理時間は、処理部品の大小により当社の実績では18秒から数分であり、焼入れ装置当たりのプラグヘッド数は、1~10ヘッドである。

処理部品の型へのセンタリングミスは自動検知装置がついており、ミス品は自動リジェクトされる。操業効率を上げるために、各プラグヘッドは独立に駆動され、ミスした不良品のみをリジェクトボックスに排出する機構になっている。

3. プラグ焼入れの考え方

図2に、鋼部品を加熱焼入れするときの温度と寸法変化の関係を示す。加熱による温度上昇と共に膨張し、オーステナイト変態(AC₁点)時少し収縮し、焼入れ温度に達する。油中に急冷することにより単調に収縮し、マルテンサイト変態(MS点)が始まると再び膨張する。

焼入れ完了後、元の寸法になることは少なく、鋼種、浸炭量、焼入れ強烈度等により異なるが、一般的に浸炭鋼は焼入れ後収縮し、軸受鋼は膨張する。このため、型寸法は鋼種により変える必要

* 中外炉工業(株)商品開発事業本部 Y. Shimosato

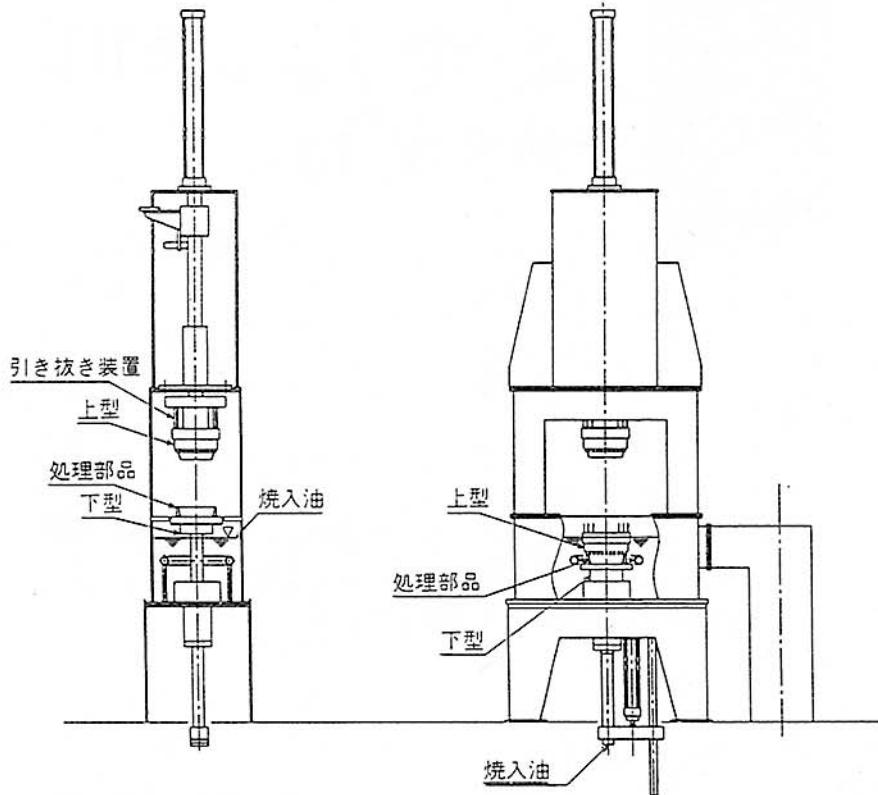


図1 プラグクエンチ装置

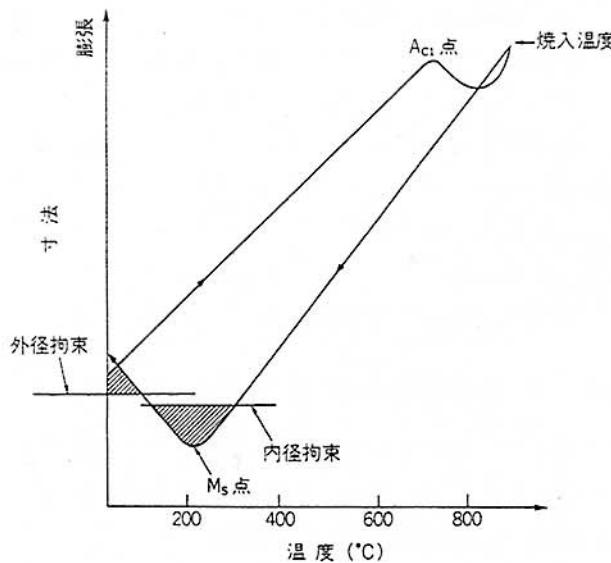


図2 鋼部品の加熱温度と寸法変化

がある。

プラグ焼入れにより得られる寸法精度は処理部品の断面係数に左右され、例えば断面係数の小さい小型のテーパローラベアリングの外輪では、ほ

ぼ型の寸法精度と等しい精度が得られるが、断面係数の大きいトランスマッショングリーブカッティングでは、型をはずしたときにスプリングバックするため、これを見込んだ型寸法にする必要がある。

プラグ型表面には、均一冷却のため焼入油を流すための溝があり、プラグの押さえ力又は型寸法は、処理部品表面にこの溝跡が残らない押さえ力又は型寸法が最大となる。

3.1 内径拘束型

プラグには、内径拘束型と外径拘束型がある。図3に内径拘束型の構造を示す。油の流れをよくするため、上型、下型とも油溝が設けており、焼入油は下型中心部下部から導入される。また、処理部品の平坦度を確保するため肩押さえがあり、焼入れ時処理部品の上面を押さえて確実に下型に沿うよう配慮されている。この肩押さえは、焼入れ完了品の型ぬき時のストップの役目も兼ねている。

軸受鋼の場合、冷間内径とMS点内径の差が

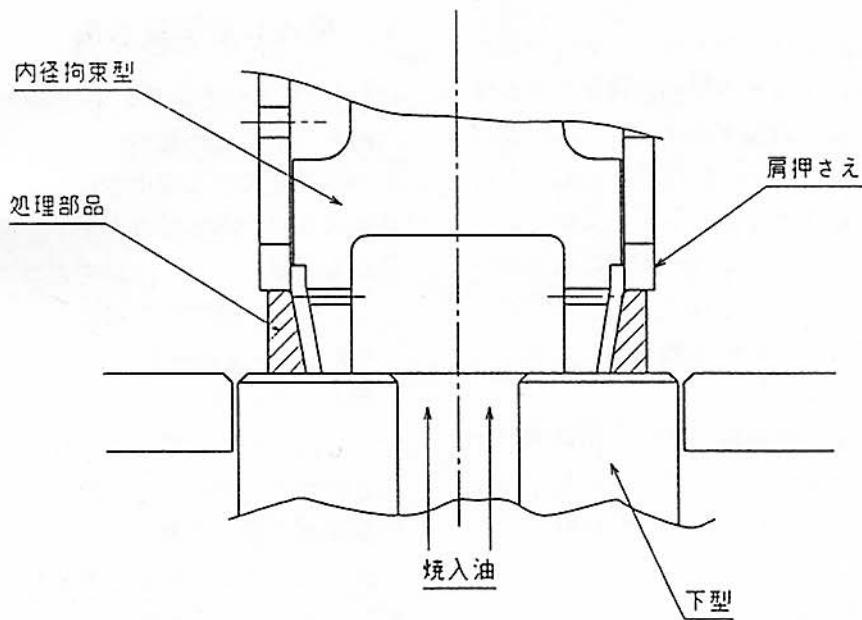


図3 内径拘束型

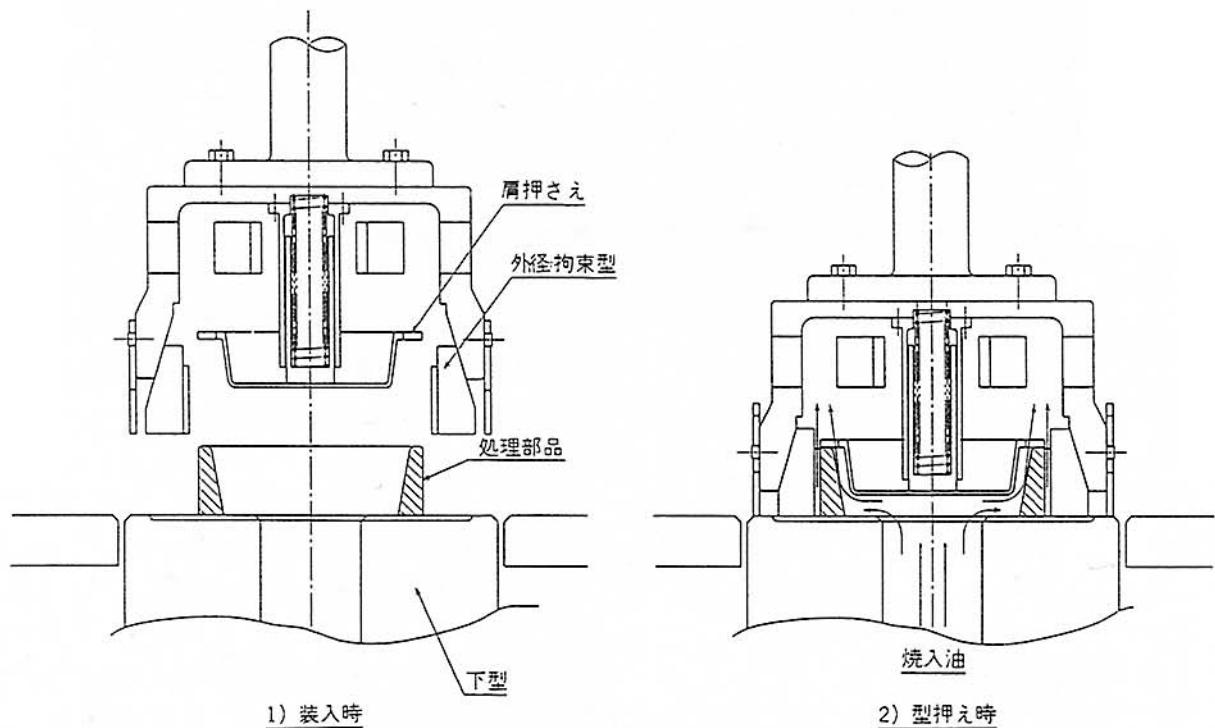


図4 外径拘束型

ほとんどなく、内径拘束型を使用できない例が多い。

3.2 外径拘束型

図4は外径拘束型の例を示す。外径拘束の場

合、熱膨張している処理部品の外側に型を置き、処理部品がMS点まで冷却されて収縮し、最小径になった時点で所要の寸法に型をセットし、マルテンサイト変態の膨張量を規制して歪みを矯正

する。

MS 点での型寸法セットのタイミングは実測により決定しており、このとき型の内径を小さくする必要がある。このため図 4 に示すように、型は 3~10 数個に分割し、テーパを利用して型の外枠を押し下げるにより寸法セットしている。

原則として、処理部品と型は一対一になっているが、テーパを利用して寸法設定ができるため、大型部品に関してはある直径範囲で型を共用して自動設定している例もある。

分割型の欠点は型が不連続であり、型精度が十分でないと真円にならず、でこぼこした菊型になりやすい点である。このため型は十分な数に分割する必要がある。

3.3 サイジングプレス

これまで述べた方法では、1 個の型で 1 個の部品を処理するため生産量が限定される。1 個の型で複数個の部品を処理する方法が NTN(株)から提案されており、当社でその設備を納入している¹⁾。これは、一次冷却を焼入油中フリーで行い、MS 点付近で引き上げて二次冷却を一つの型で複数個同時に行う方法である。図 5 に、二次焼入れ部分の構造を示す。この場合、外径拘束であるが MS 点付近の最小径で型挿入するため、割型の必要がない。

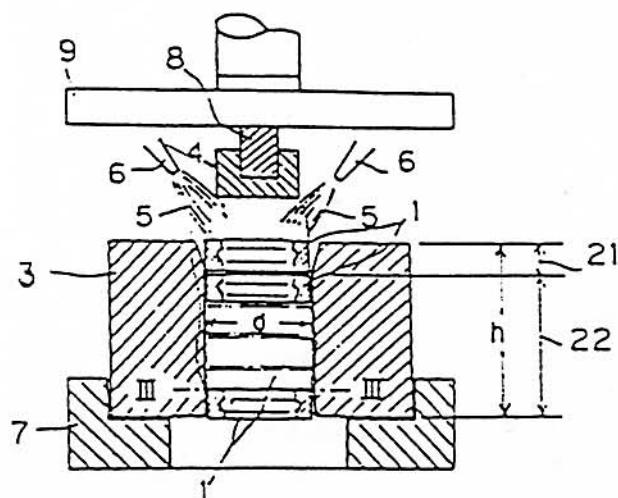


図 5 サイジングプレス

4. 焼入れ変形量の例

4.1 ギャーインタナル

図 6 にその変形量の一例を示す。本部品は自動車の自動変速機に使用されており、薄肉であるため焼入れ時楕円になりやすく、焼入れ後の内歯の研削も困難である。内径拘束のプラグクエンチにより、仕上げ加工を不要にしている。

4.2 テーパローラベアリング

図 7 のテーパローラベアリングは、自動車等に用いられており大量生産されている。ショックによる割れ防止のため浸炭鋼がよく用いられる。浸炭焼入れ工程と研削工程の間にプラグクエンチの工程を入れて真円度を改善することにより、研削取代を最少にして研削工程の生産性を 2 倍以上向上する。熱処理費用は研削費用の数分の一のため、トータル処理コスト低減に大きく貢献している。

4.3 RCT ベアリング

図 8 は、鉄道車輌の車軸の軸受として用いられるダブルトーバ型ベアリングで、浸炭焼入れされている。中央部の内径が最も小さいため型は上下二分割になっている。浸炭鋼ベアリングの場合、真円度向上のための研削は、せっかく付けた浸炭層を薄くしてしまうことになる。プラグ焼入れで真円度を向上させると研削能率が上がるだけでなく、浸炭時間も短縮できる。特に RCT ベアリン

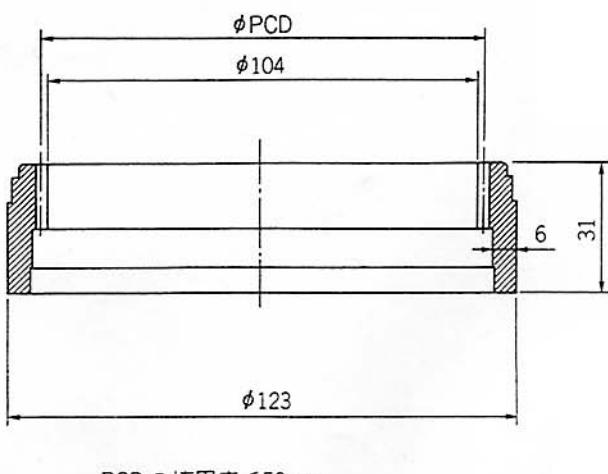
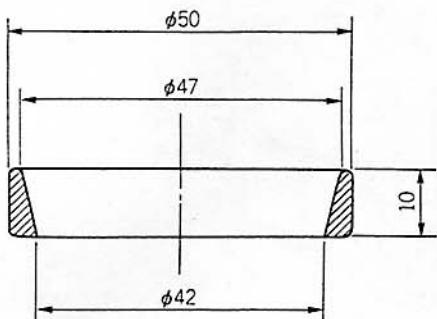
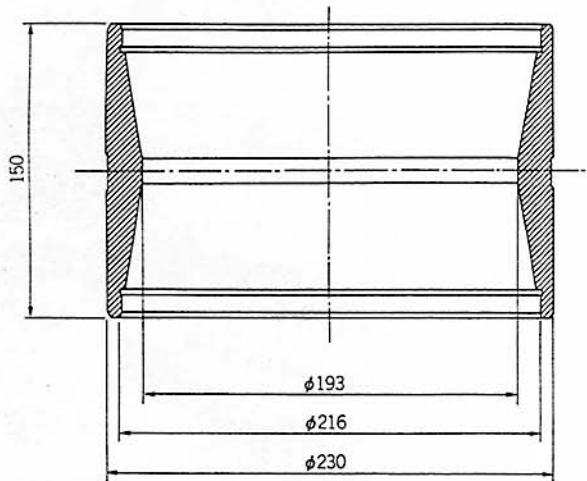


図 6 ギャーインタナル



横円度
浸炭焼入後 → プラグ焼入後
100~30 μm 10 μm 以下
図7 テーパローラベアリング



外径横円度≤0.2mm
図8 RCT ベアリング外輪

グの場合、必要な浸炭深さが深く処理時間の短縮効果が大きい。

5. PQ 設備の実施例

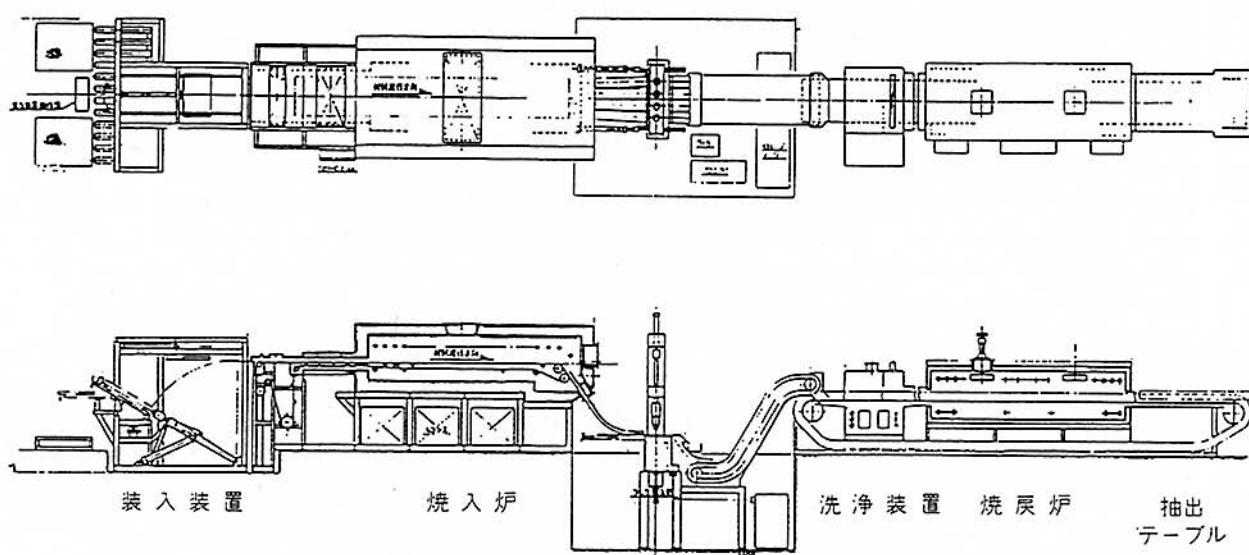
プラグクエンチ (PQ) に用いられる焼入炉は、その対象処理部品、生産量により数多くのタイプがある。ここではその代表的な炉形につき紹介する。

5.1 メッシュベルト形 PQ 設備

図9・写真1はメッシュベルト形 PQ 設備の例である。処理部品をベルト上、幅方向に複数個整

列装入し、炉抽出端に設けられたショートにより、一列ずつ複数個同時に取り出して焼入れする。

厳密にはベルト面の凹凸により、ショートを落下するタイミングがずれるため各列の焼入れ機は、その列の処理部品の落下信号により単独運転される。ベルトで処理部品を搬送するために部品



処理材寸法: φ47~φ76×10~18H

$$\text{処理量: } \frac{3600\text{秒/h}}{22\text{秒/コ・列}} \times 4\text{列} = 655\text{コ/h}$$

図9 メッシュベルト形 PQ 設備

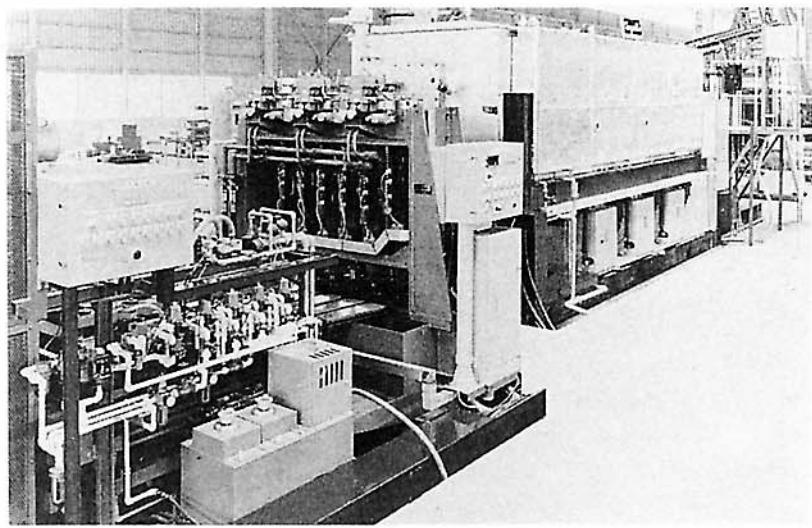


写真1 メッシュベルト形 PQ 設備

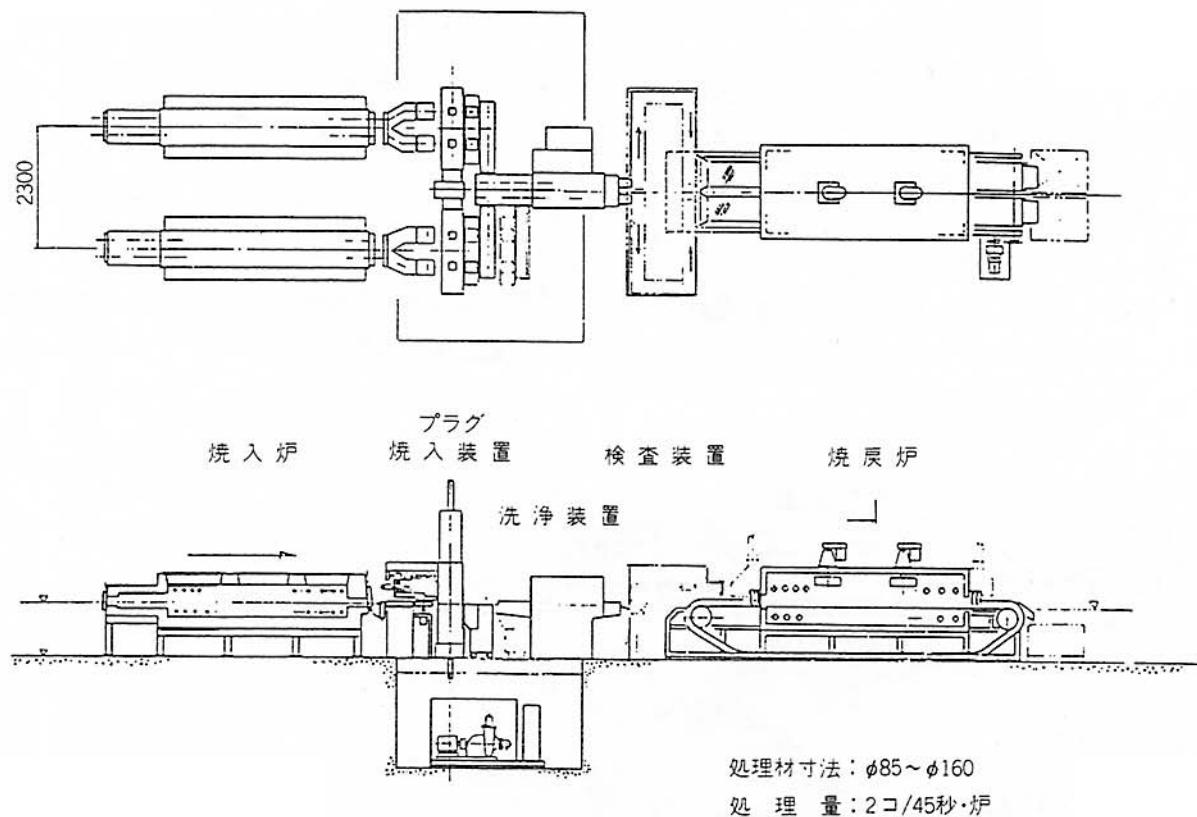


図10 ローラハース形 PQ 設備

間相互のずれがなく、多列処理が可能で大量生産に適し、10列までの実績がある。ショートで落下させて取り出すため、大きな部品では打痕が問題になる。ペアリング外輪で外径180 mm ぐらいが限界である。

5.2 ローラハース形 PQ 設備

図10はローラハース形 PQ 設備である。処理部品は炉内に設けられたハースローラ上を直接搬送される。メッシュベルト形炉と比較するとショートがないため、打痕の心配がなく搬送が確実で、

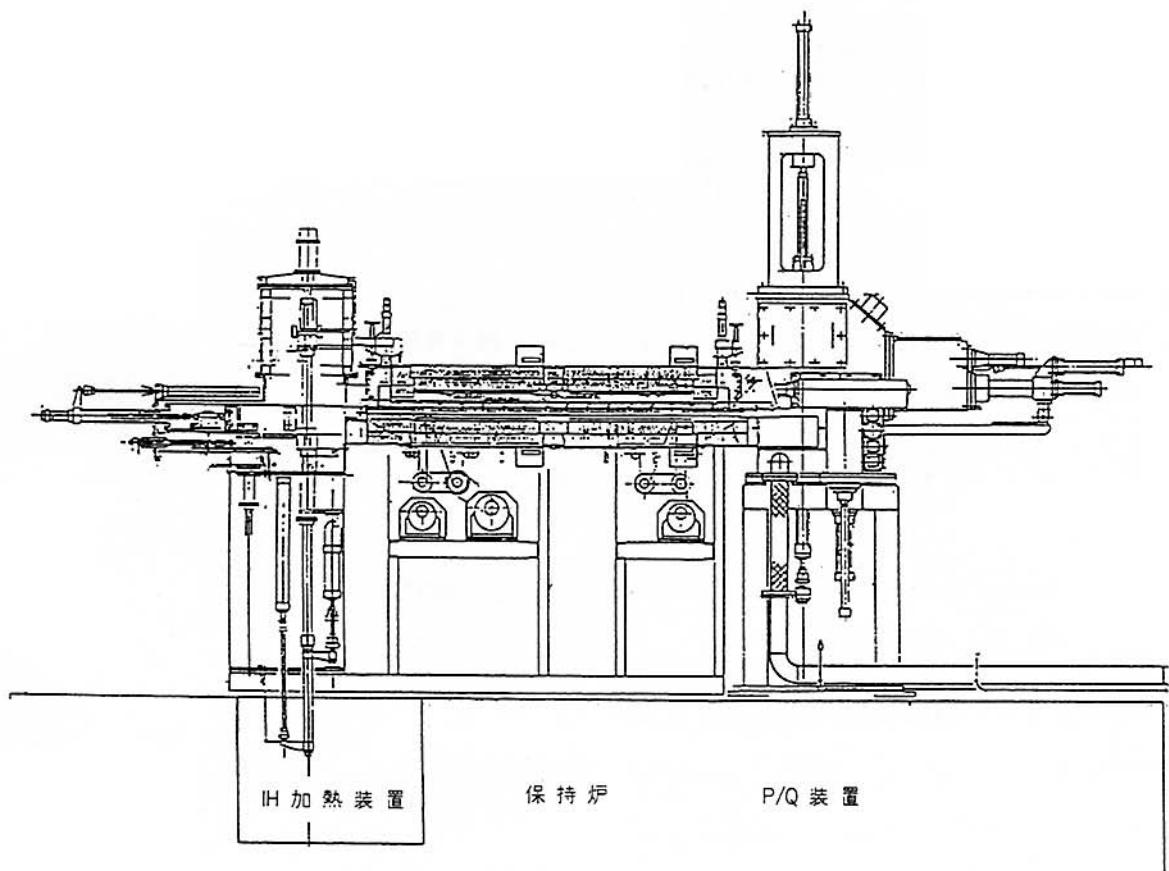


図11 誘導加熱 + ローラハース形 PQ 設備

直径45 mm～600 mm の部品の処理実績がある。反面、炉内での搬送不揃いの恐れがあるため装入列数は3列までに限っている。

メッシュベルト炉のように搬送手段が炉に入りせず、処理部品のみを加熱すればよく熱効率も高い。検査装置は焼入れの良否を判定しており、センタリングミス検知とのダブルチェックを行っている。焼戻炉はバラ積みのため処理容量が大きく、図の例では焼入炉2基に対し、焼戻炉1基の構成になっている。

5.3 誘導加熱 + ローラハース形 PQ 設備

図11は、誘導加熱を利用した例で均熱のためローラハース形の保持炉を組み合わせている。急速加熱できるため設備が小型化でき処理時間も短い。

また、この図の例では、設備全体をガストイトにし、N₂シールすることにより処理部品の光輝

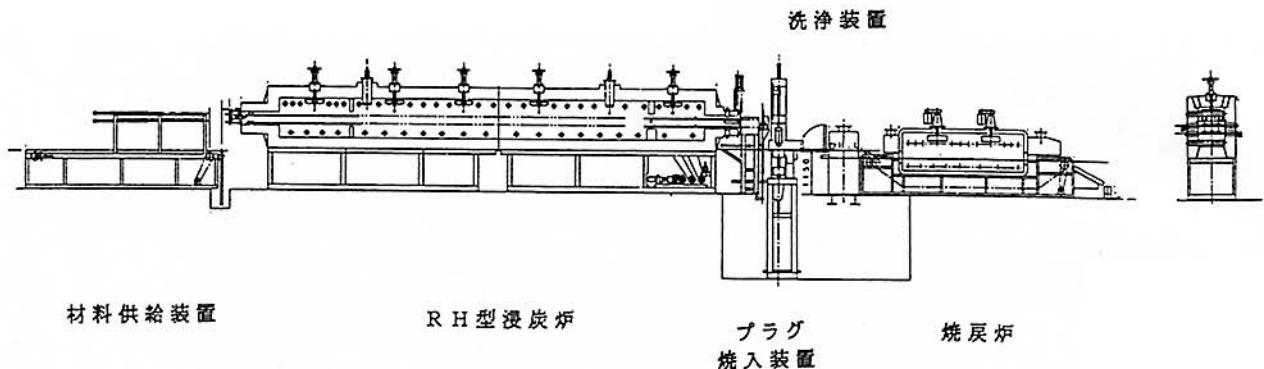
性を確保している。

5.4 ローラハース形浸炭 + PQ 設備

図12は、浸炭炉に直接 PQ 装置を組み合わせた例で、長い浸炭時間に対応するため炉内にハースローラを2段に設置し、3列×2段に処理部品を収容している。PQ 装置へは上、下段交互に3個ずつ供給する。一次焼入れ、洗浄、再加熱の工程が省略でき、省エネルギーに大きく貢献する。

6. おわりに

今回紹介したプラグ焼入れ設備は、ペアリングや薄物歯車の処理に多く用いられている。近年、地球環境保全の問題から自動車を始めとする各種機械装置の軽量化のニーズはますます高まってゆくものと考えられる。熱処理部品にあっては、軽量化に伴い焼入れ歪みの問題がよりいっそうクローズアップされる。本設備は、この問題の有力な



处理数 : 200ヶ/h (MAX) 100~140φ 齒車、3列X2段
 处理量 : 200ヶ/h X 0.3 kg/ヶ = 60 kg/h (MAX)
 浸炭深さ : 0.6 mm (HmV 513)

図12 ローラハース形浸炭+PQ設備

解決手段であり、より幅の広い部品への応用が期待される。