

INDUCTION HEATING TECHNOLOGY

 電気興業株式会社

<https://denkikogyo.co.jp/>

高周波誘導加熱

東京都千代田区丸の内 3-3-1 新東京ビル 7 階
TEL 03-3216-9433



本カタログの無断での複製および転載を禁じます。
仕様・数値など予告なしに変更される場合があります。(2023年5月現在)

2023/05/3000

 電気興業株式会社

DKKと実現する サステナブルな熱処理加工

熱処理とは、「金属を加熱して冷却する」こと。

金属材料を加熱後、冷却することで性質を変化させる加工技術です。

特に金属の強度を上げる「焼入れ」処理は、乗り物や機械の可動部を強化するために欠かせない工程です。

電気興業（DKK）では、電気（高周波電流）の力で焼入れ、焼戻し、焼鈍し、焼嵌め等、各種熱処理加工を行う「高周波誘導加熱装置」を製作しています。

省エネ・クリーンな高周波誘導加熱技術でお客様のSDGs達成をサポートします。

社会インフラ整備への貢献

- ・自動車社会の安全性の強化
- ・安全・品質の確保

環境経営の推進

- ・カーボン・ニュートラルの推進
- ・製品の省電力化
- ・環境製品の拡充

新規事業の創出

- ・高周波技術の新規活用

DKKは3つのテーマで
SDGsを実現します



目次

- 3 高周波誘導加熱装置に生きるテクノロジー
- 5 加熱コイルテクノロジー
- 7 自動車（ガソリンエンジン・モーター）と DKK
- 9 自動車（駆動系・ステアリング部品）と DKK
- 11 建機・農機と DKK
- 13 産業機械と DKK
- 14 生産設備の革新
- 15 地球環境と DKK
- 17 DKK のグローバルネットワーク

高周波誘導加熱装置に生きるテクノロジー

高周波発振機

高効率なトランジスタ式発振機で省エネを実現

高周波誘導加熱を行うためには、特定の周波数と出力を持った高周波電力を安定してコイルに供給する「高周波発振機」が必要となります。当社は省スペース・省エネを追求したモデルから、業界トップクラスの大出力で高い周波数に対応できるモデルまで、多様な発振機を取りそろえています。

型式別紹介



■ TRSC・CTGシリーズ

高い周波数でも高出力化、デジタル化を両立した、応答速度の速いモデルです。

周波数：30～450kHz
出力：5～300kW



■ TRP・PTGシリーズ

数千kWの大出力にも対応可能、世界で3,000台以上の実績を持つモデルです。

周波数：0.3～50kHz
出力：10～3,000kW



■ VFGシリーズ

デジタル制御でコンパクト化を実現。電源効率も良く、コストを抑えたモデルです。

周波数：1～15kHz
出力：75～150kW

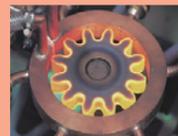
真空管式発振機との比較表

項目	内容		トランジスタ式のメリット
	トランジスタ式	真空管式	
総合効率	95%	60%	運転コスト減少
平面スペース	小 幅3.8m × 奥行0.8m = 3.04m ²	大 幅6.6m × 奥行1.5m = 9.9m ²	省スペース化 ▲6.86m ² ▲69%
始動性	瞬時	余熱時間が必要 (1分)	電源投入後、瞬時に使用可

※工場の省エネが実現できるため、各種補助金、税制優遇制度を使用することも可能です。

2周波合成焼入れを実現 (特許4121719号)

1つの加熱コイルに高い周波数と低い周波数を流して合成する技術です。例えば歯車を高周波誘導加熱する際、高い周波数は主に歯先付近を、低い周波数は主に歯底付近を流れて加熱されます。そこで2種類の周波数を合成することで、写真のように歯先と歯底で均一な加熱が可能になります。



IoT 機能

遠隔操作による、新しいメンテナンスの形

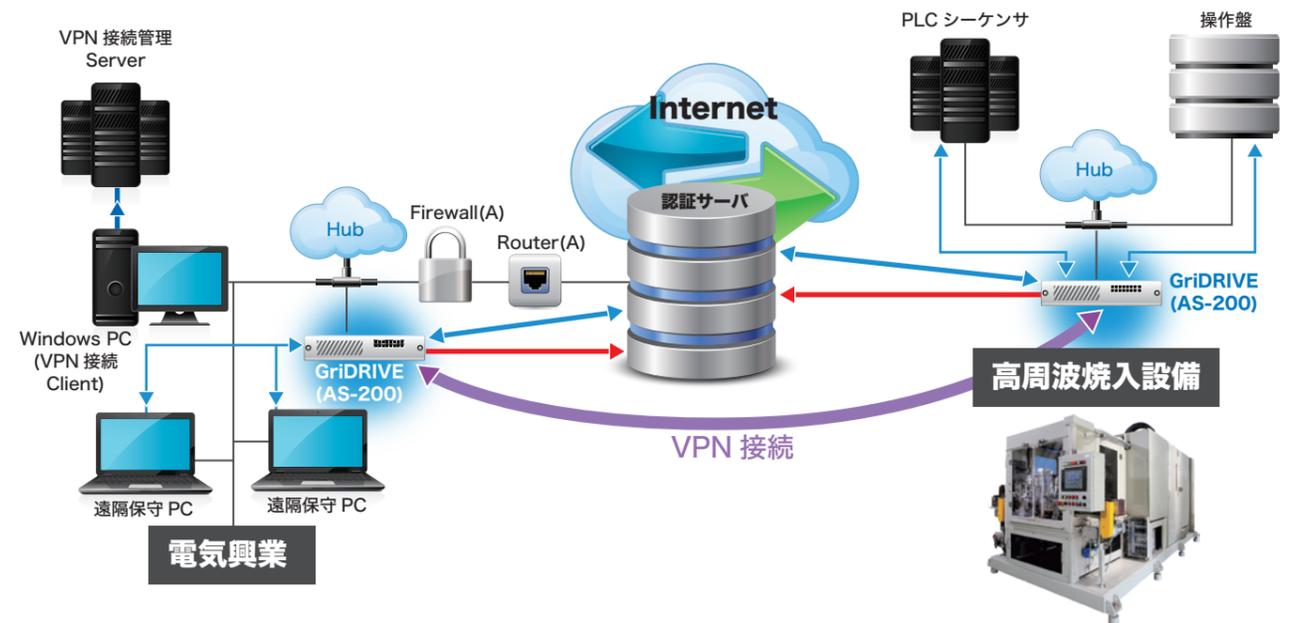
設備不具合などの際、メーカーからの技術者派遣には、時間も費用もかかってしまいます。DKKではIoT機能を活用したリモートメンテナンスシステムによりメーカー工場から設備を遠隔操作することで、問題の解決を行うことが可能です。※遠隔操作で解決可能な内容に限ります。

VPN回線によるリモートメンテナンス

制御盤内にVPN接続機能を持ったセットボックスを設置します。既存のネットワークに接続して、外部からの安全なリモート接続が可能です (IPアドレスの変更や固定IPアドレスは不要)。設備の調査や改善を遠隔地から行うことができます。

PC接続によるリモートメンテナンス

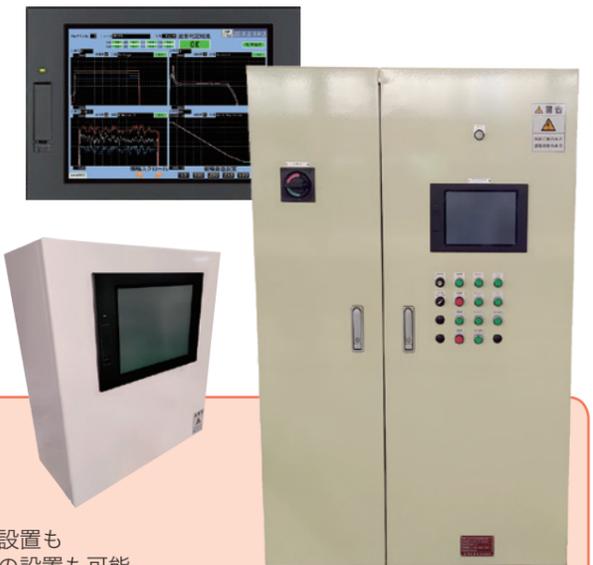
FAコンピュータ、または弊社がお送りするPCボックスを接続していただきます。指定の手順でネットワークに接続することによってリモート接続を構築し、お客様の設備をメンテナンスします。



波形監視装置 DWM (DKK Waveform Monitor)

加工中のワークの良否を波形で監視

- 加熱監視** ● 誘導加熱が確実に行われたか、良品時の波形パターンと比較して品質を監視。
- 流量監視** ● 焼入れで大事な要素である冷却を監視。流量計の値を取り込むことで、流量やタイミングを良品時の波形パターンと比較。
- 位置決め監視** ● サーボ値や変位センサの値を取り込むことで、コイルとワークの位置関係が正しいか、波形パターンを比較して監視。

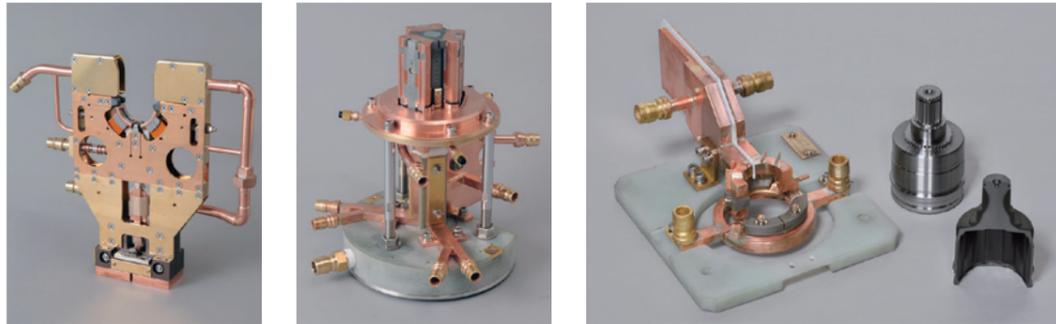


加熱コイルテクノロジー

経験と実績に基づくコイル設計・製作技術

ご要求の熱処理仕様に 対応した最適な設計と製作

高周波誘導加熱の品質は、「コイルの形状」、「コイルとワークとの位置関係」によって大きく変わるため、ワークの形状やサイズに応じた最適なコイル設計が必要です。
DKKでは一品一様のカスタム設計を行い、熟練の技能者によって製作されたコイルを使用することで、お客様のニーズに応える熱処理品質を実現します。



クランクシャフト焼入コイル インボード溝部一発焼入コイル CVJ軸部焼入コイル

K-kahen (径可変) 加熱コイル

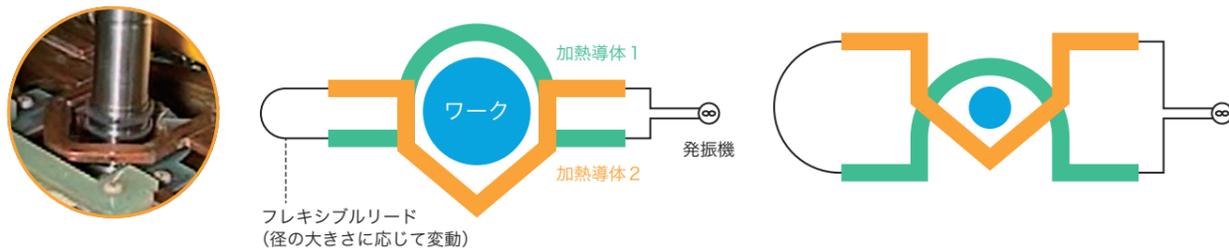
焼入れ中に径が変化する 新機構の加熱コイル

DKKではさらなる作業効率の向上を求めて、ワークの形状に合わせて径を可変できる、移動焼入れ用の加熱コイルを開発しました。
これにより、コイル台数やコイルの交換回数の削減が可能になりました。
(特許4658027号)

変径の仕組み

● ワークの径が大きい箇所の場合

● ワークの径が小さい箇所の場合



焼入れの様子

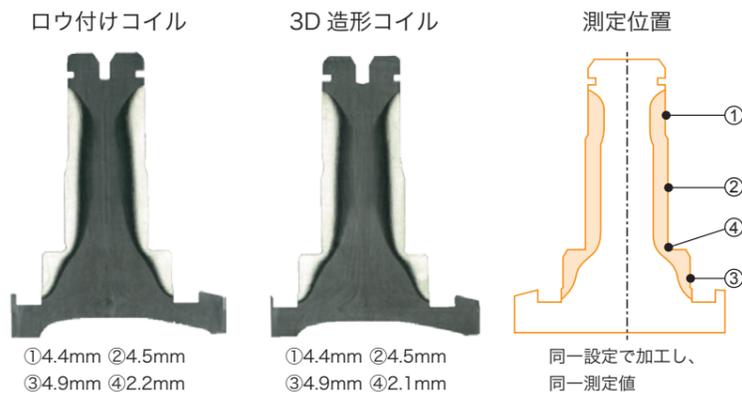


新技術 3Dプリンターによる加熱コイル製作

金属粉末を使用した 3D造形技術によるコイル

製品形状の複雑化やサイクルタイムの短縮に伴い、熱処理品質に対する要求は一層厳しくなっています。
そこで、DKKでは3Dプリンターによる加熱コイルの製作を推進しています。
3Dプリンター製コイルを採用するメリットは次の通りです。

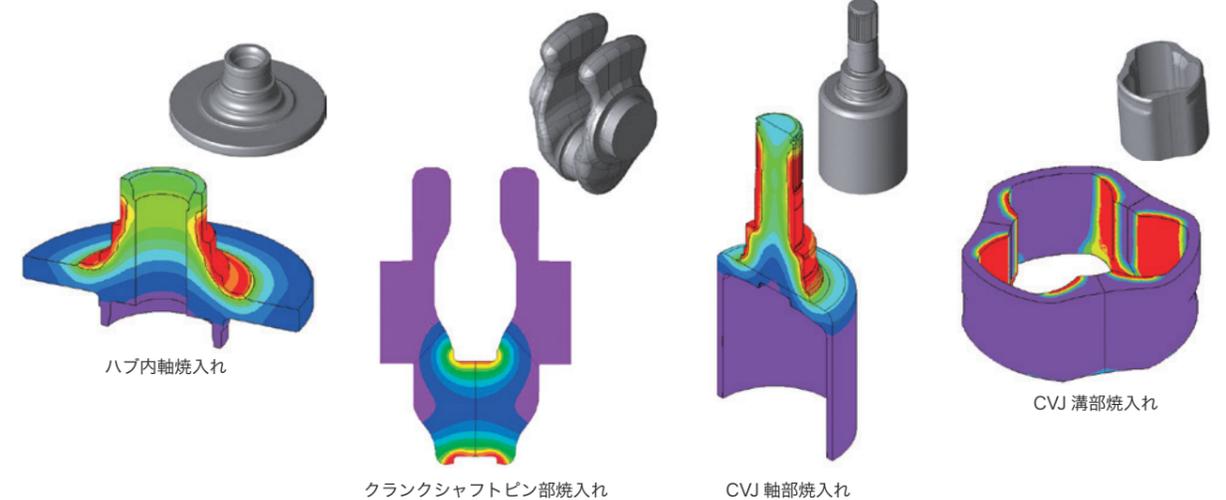
- 最適なコイル設計の追求** ● 対象ワークに合わせて、機械加工が難しい複雑形状のコイルも造形可能です。
- 再現性の高いコイル製作** ● 複雑な形状でも、個体差なく、再現性の高いコイルを製作することができます。
- 耐久性向上** ● コイル頭部にはロウ付け箇所がないため、水漏れのリスクを低減します。
- 製作納期の短縮** ● 加工工程の大半を3Dプリンターにて製作するため、製作時間が短縮されます。



加熱シミュレーション技術

シミュレーションで 最適な誘導加熱を提供

DKKでは熱処理品質・技術の向上に、加熱シミュレーションを活用しています。
これまで蓄積された豊富なデータをシミュレーションにフィードバックすることで、解析技術の向上を目指しています。
また、解析に使用したコイル形状をそのまま3Dプリンターにて製作することができ、設計から品質条件出しまで、一貫してデジタル上で対応することが可能です。



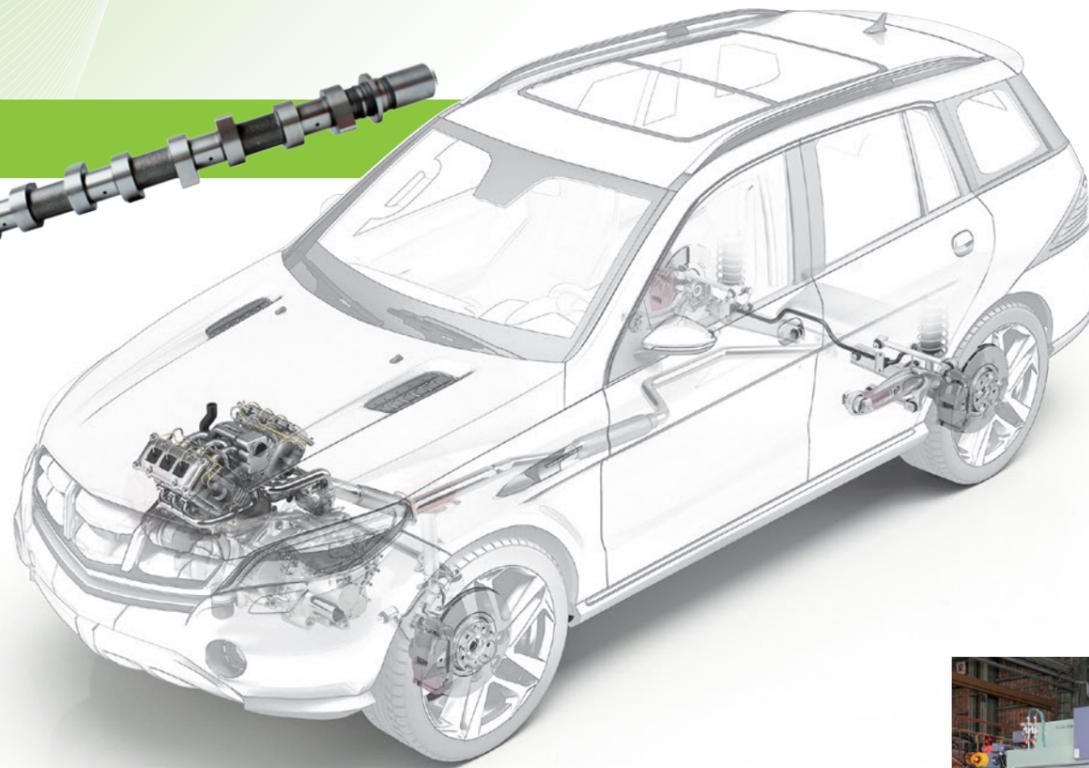
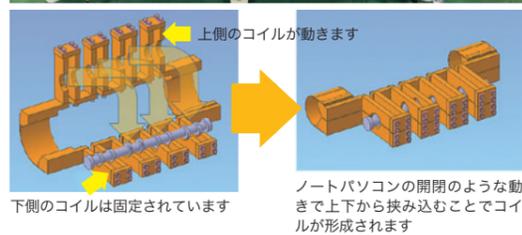
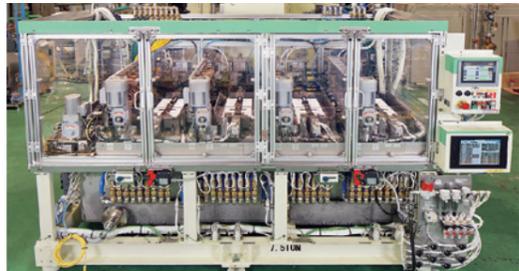
自動車 (ガソリンエンジン・モーター) と DKK

カムシャフト焼入焼戻設備

特殊形状のコイルで鋳造素材も割れなく、均一に焼入れ

● クラムシェル方式

貝殻が閉じるように加熱コイルがワークを挟み込むことで、加熱・冷却効率を向上させ、焼割れなく、品質を満足させることが可能です。また、設備が小型化されたことで、省スペース化を実現します (当社従来比約50%減)。



● 径可変方式

コイル径がワーク径の大きさに応じて自動的に変化し、最適な焼入れを実現します。また、コイル台数の削減やコイルの交換回数削減も可能です。

モーターローター焼入焼戻設備

EV・HV に欠かせないモーター部品を高周波焼入れ

定置一発方式による短時間加熱で、外径部・内径スプライン部などに低歪みな部分焼入れを行い、薄肉部でも焼入規格を満足することが可能です。



クランクシャフト焼入設備

コイルがワークに追従し、安定した焼入れ品質を確保

クランクシャフトの焼入れ箇所には、ピン部・ジャーナル部・フランジ部があります。ピン部は往復運動を回転運動に変えるため、中心軸に対して偏心して配置されています。DKKの提供する焼入設備には、偏心するピン部にコイルが追従する機構が備わっているため、すべての加工部位に安定した焼入れが可能です。また、ニーズに合わせてR焼きにも、フラット焼きにも対応します。

豊富な機械方式

● 前入れ前出し方式

機械正面から投入されたワークが、ピン部、ジャーナル部、フランジ部を加工され、機械正面に排出される方式です。二輪用から船舶用まで、小型・大型のワーク両方に対応可能です。



● 横搬送方式

片側から投入されたワークが、ピン部ステージ、ジャーナル部/フランジ部ステージにて加工され、反対側から排出される方式です。ワーク姿勢は横向きか縦向きを選択可能です。二輪用から船舶用まで、小型・大型のワーク両方に対応可能です。



● ターンテーブル方式

ターンテーブルが回転し、ワークを搬送する方式です。円形テーブルの周囲に各ステージが集約されるため、リフト&キャリ方式と比較して省スペース化を実現します (当社従来比約40%減)。二輪用や自動車用など、比較的小型のワークに適しています。



多様なワークに対応

● 自動車・トラック・バス

3気筒から8気筒まで、気筒数に応じた多様な設備の製作実績があります。また、3~8気筒すべてを1台で焼入れする設備など、ニーズに合わせてさまざまな構成をご提案します。

● 自動車以外

建機・農機・船舶・発電機・二輪車等に用いられるクランクシャフトの加工実績もあります。

自動車（駆動系・ステアリング部品）と DKK

ハブユニット焼入焼戻設備

複雑な形状のワークでも
高品質で歪みの少ない
高速焼入れを実現



径差が大きく、溝のあるワークや薄肉のワークなども、熱処理品質を満足することが可能です。焼戻しは通常の高周波焼戻技術のほかに、Denko-CARRIER HEATER (P.16参照) での焼戻技術があるため、ご要望に応じた方式を選定します。

豊富な機械方式



横搬送方式



ターンテーブル方式

CVJ 焼入焼戻設備

短軸から長軸まで、多様なタイプに対応

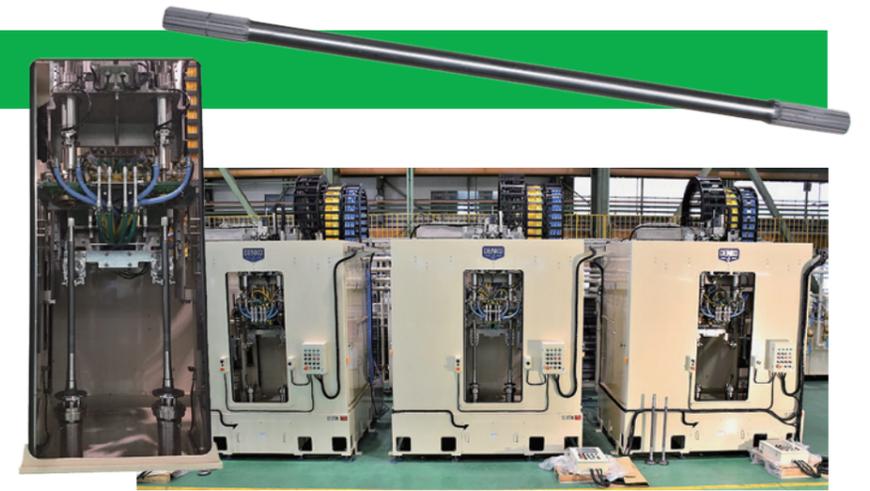
等速ジョイント (CVJ) の代表機種 (トリポットジョイント・ボールジョイント) の短軸から長軸、内径スプライン、軸なしワークなど、あらゆる CVJ のワークに対応します。また、処理タクト短縮のため、溝部と軸部の同一位置での加熱も可能です。



シャフト焼入設備

ドライブシャフトや
アクスルシャフトをはじめ、
多様な長物ワークに対応

サイクルタイム短縮のため、2本同時加工による高精度の移動焼入れを実現しています。また、コイル移動方式により、高さを抑えた設備になっています。歪み抑え機構を付けることも可能です。



ラックシャフト焼入焼戻設備

ニーズに合わせて
多様な方式をご提案

● 直接通電加熱方式

ラックの歯面・背面部に直接高周波電流を流す方式で焼入れを行います。必要部位のみ焼入れするため、低歪みの加工が可能です。長年に亘り多数の実績があります。

● 誘導加熱方式

歯面背面全周を移動焼入れし、加熱時に前後左右にワークを矯正する機構を設けることで、任意の歪み調整を実現します。また、ボールねじタイプのラックシャフトでは、加熱時の酸化防止を目的に、窒素ガス中での雰囲気焼入れも可能です。熱処理仕様の異なる歯面部とボールねじ部を一工程で移動焼入れする、二周波合成焼入れにも対応します。



● 溝部焼入れ

高精度の位相決め機能により、トリポットジョイントの焼入れに対応します。また、焼入仕様に合わせ、移動焼入れもしくは定置一発焼入れを選定します。



● 軸部焼入れ

軸の段差部分の焼入れ深さを確保して、焼入品質を満足します。



建機・農機と DKK

DKK の高周波誘導加熱装置は、建機や農機のエンジン、駆動系、履帯などの部品の焼入れにも使用されます。その中から、代表的な設備をいくつかご紹介します。

大型建機用アクスルチューブ焼入焼戻設備

建設機械用の駆動系部品を焼入れ焼戻し

大型の建設機械車両の動力軸部品であるアクスルチューブを回転させながら、加熱コイルを移動させて焼入れ焼戻しを行います。熱処理の箇所は最大外径φ400mm、焼入れ範囲は1,200mmで、ワーク最大重量は1,500kgになります。



大型部品汎用焼入設備

長さ5m、外径φ800mmの大型ワークの焼入れ

長さ5mのシャフトや、外径φ800mmのスプロケットなど、多様な大型部品を焼入れすることが可能です。



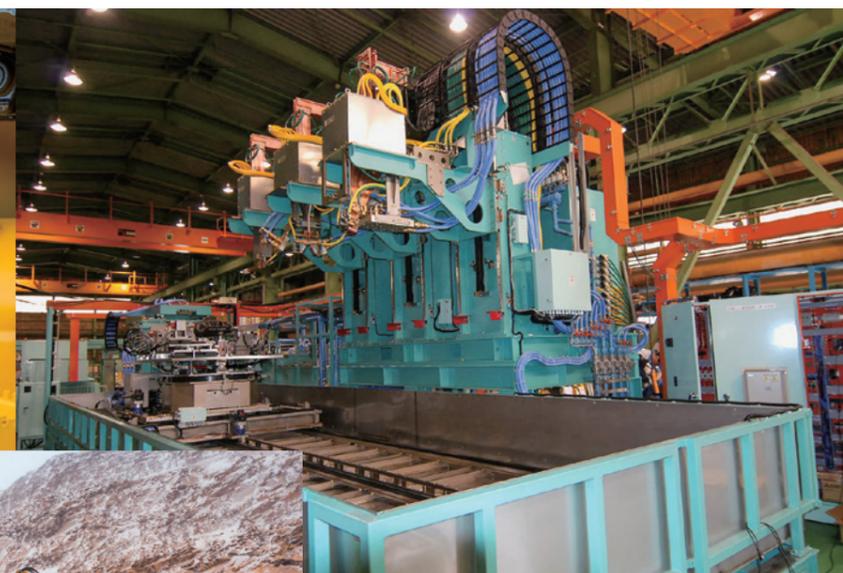
写真はガントリークレーンの走行車輪(外径500mm、高さ100mm)の焼入れ



超大型建機用履帯焼入設備

1設備で踏面・ツメ・穴部の3カ所を連続加工

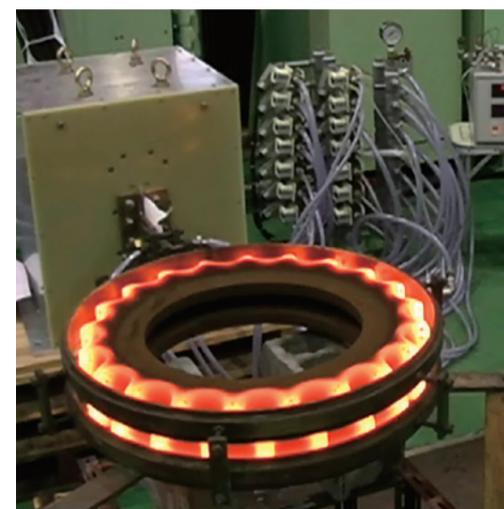
大型ショベルカーなどの履帯部品の焼入れ(幅800mm・奥行540mm・高さ280mm、重量260kg)を行います。ワークを横送りしながら①踏面、②ツメ(走行時に地面を掴む部分)、③穴部(ピンを通して履帯を連結する部分)の3カ所を焼入れします。



建機用スプロケット焼入設備

履帯用の大型スプロケットを定置一発焼入れ

建設機械の履帯に動力を伝えるスプロケット(歯車部品)を焼入れします。高出力な発振機を使用することで、大型部品の定置一発での焼入れを実現します。



写真は外径700mm、重量200kgのスプロケットの焼入れ



産業機械と DKK

DKK の高周波誘導加熱装置は、産業機械分野にてボールねじや直動部品、大型リングなどの焼入れ、焼鈍し、塗装乾燥、線材・鋼板加熱などに幅広く使用されます。その中から、代表的な設備をいくつかご紹介します。

ボールねじ焼入設備

長さ5,000mmの
ボールねじを加工

横型のコイル移動焼入方式により、機械の全長を抑えた設備です。
ご要望のワーク径、長さに合わせて、設備を設計製作します。



写真は外径φ50mm、長さ5,000mmの
ボールねじの焼入れ

大型リングシームレス焼入設備

風力発電機用の大型リング
を継ぎ目なしに焼入れ

大型リングの移動焼入れを行う際、従来の方法（なめ焼入れ）では、
焼入開始地点と終了地点の間に継ぎ目が発生していました。
DKK では同時に2台のコイルを用いて、反対方向に移動焼入れを行うことで、
継ぎ目なしの焼入れ（シームレス焼入れ）を実現しました。
焼入開始地点と終了地点で2台のコイルを互いに接近させることで、焼入層の
切れ目をなくすることが可能です。
(特許5903455号、特許6146916号、特許6403960号、特許6671830号)



最大外径3,000mmのリングを焼入れ可能

生産設備の革新

DENKO-CUBO

小型・汎用タイプの高周波焼入設備

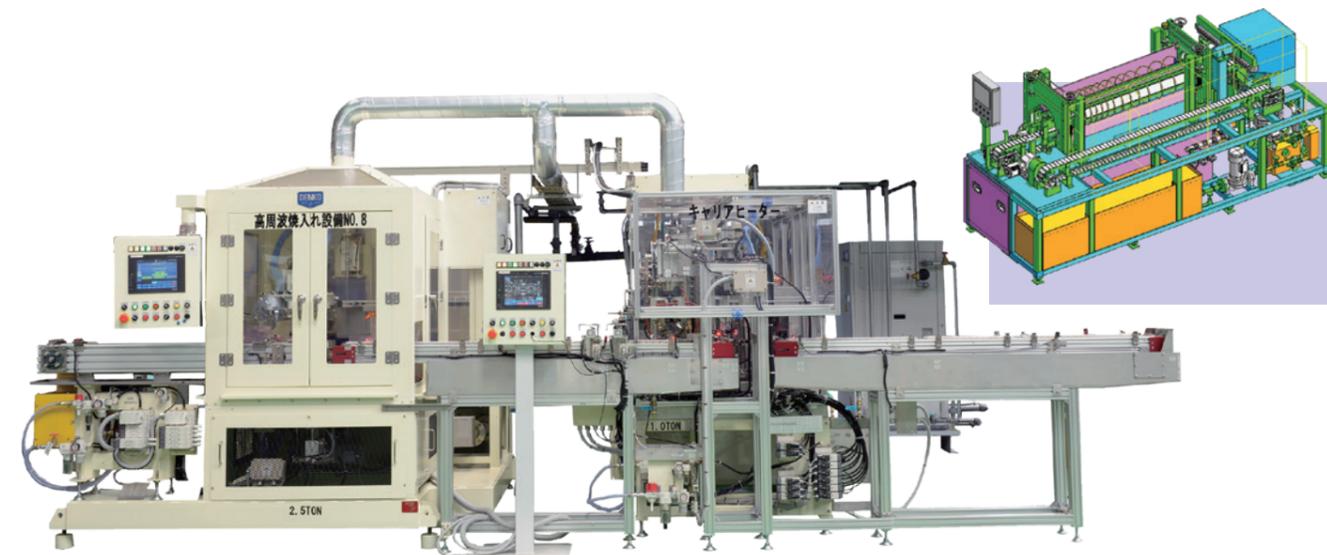
発振機・制御盤・機械・水槽を1つの筐体にまとめた
ことで、コンパクト化を実現した設備です。
4tトラック1台での運送が可能で、コンテナにも
収まるため、国内のみならず、海外への
輸出も多数実績があります。
また、立ち上げ作業も短時間で
可能です。



Denko-CARRIER HEATER

高周波誘導加熱で電気炉と
同等の焼戻し品質を実現

電気炉に比べて省エネルギー・省スペース・低コスト・短処理時間であり、
CO₂排出量の少ない設備です。また、電気炉と同等の焼戻し効果が
得られます。
焼入設備に接続し、焼入れから焼戻し工程までを自動化できるほか、
工場内のライン変更時にも移動が容易です。



導入事例：高周波焼入設備（左）と Denko-CARRIER HEATER（右）

地球環境と DKK

過熱水蒸気発生装置

高周波誘導加熱を利用した過熱水蒸気による、食品ロス削減（賞味期限延長）と食品残渣のリサイクル化（再利用）

過熱水蒸気とは

100℃で蒸発した飽和水蒸気を、更に高温加熱することで発生する、無色透明の水蒸気です。スチームオーブンレンジなど、家電製品でも使用されている技術です。

過熱水蒸気発生メカニズム

100℃以上の水蒸気を CO₂ 直接排出口の高周波誘導加熱で生成します。



主な使用用途

- 調理 ●殺菌・滅菌処理 ●酸化防止（抗酸化）処理 ●乾燥処理

- ① 食品の賞味期間延長による食品ロス削減へ（実証例：コーヒー豆の過熱水蒸気焙煎）
- ② 食品残渣の乾燥によるリサイクル化へ（実証例：ドリップ済みコーヒー滓の過熱水蒸気乾燥）

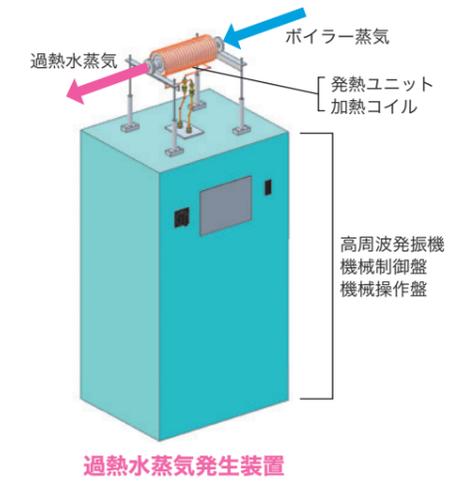
設備構成



設備仕様

蒸気供給量	~160kg/h	~450kg/h
発振機型式	PTG-20-30	PTG-20-100
周波数	20kHz	
発振出力	30kW	100kW
供給電源容量	3φ 200V/400V 50kVA	3φ 400V 150VA
装置サイズ (W×L×H)	1,000×800×1,820mm	

※蒸気供給量：450~ kg/h は要相談



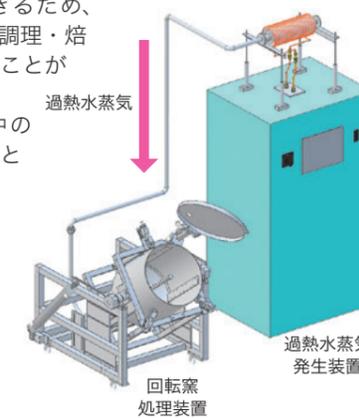
過熱水蒸気発生装置

使用例 1 回転窯方式



加工例 コーヒー豆の焙煎

過熱水蒸気を窯の内部に投入して、加工物を回転させながら加熱します。加工時間を設定できるため、過熱水蒸気の照射（調理・焙煎）時間を調整することが可能です。また、現在ご使用中の窯にも取り付けることができます。

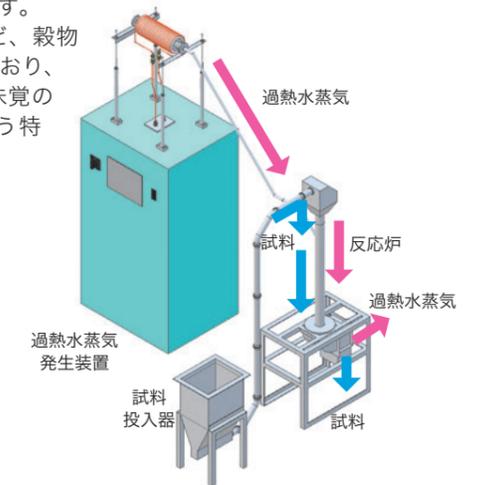


使用例 2 落下分離方式



加工例 蕎麦の実

過熱水蒸気と加工物（主に粒体）を装置上部から投入して、落下させながら加工します。お米やそばの実など、穀物の殺菌処理に向いており、短時間処理のため味覚の変化が少ないという特徴があります。

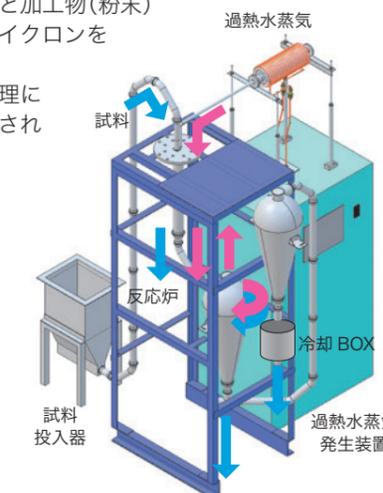


使用例 3 サイクロン方式



加工例 米ぬか

過熱水蒸気と加工物（主に粉末）を装置上部から投入して、落下させながら加工します。加工後の過熱水蒸気と加工物（粉末）の分離回収には、サイクロンを使用します。米ぬかなどの殺菌処理に利用可能で、商品化された実績があります。

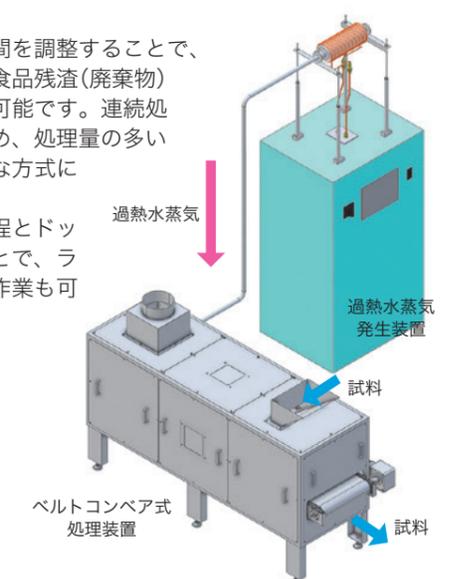


使用例 4 ベルトコンベア方式



加工例 野菜

加工物を機内に投入して、コンベアで搬送しながら過熱水蒸気を照射します。温度と加工時間を調整することで、食材の調理や食品残渣（廃棄物）の乾燥処理が可能です。連続処理ができるため、処理量の多い加工物に最適な方式になります。また、前後工程とドッキングすることで、ラインで一貫作業も可能です。



DKK のグローバルネットワーク

当社では定期的なメンテナンスにより装置の状態を万全に保つとともに、万が一に備えて迅速に対応できるように、海外4カ国に5カ所の生産・メンテナンス会社を設立し、他にも熱処理加工会社および提携会社を有しています。



DACPOL Co., Ltd. (業務提携)

設備メンテナンス、コイル事業
Pulawska34
05-500 Piaseczno/WARSAW
Poland
TEL : +48-22-703-51-00
FAX : +48-22-703-51-01

韓国電気興業株式会社 (生産拠点)

設備製作・メンテナンス
韓国仁川広域市南洞区南洞東路33-18
TEL : +82-32-713-8850
FAX : +82-505-070-8850

電気興業(常州)熱処理設備有限公司 (生産拠点)

設備製作・メンテナンス、コイル事業
No.7 Lvshu 2nd Road, Xuejia town, Xinbei District,
Chang-zhou City, Jiangsu, China
TEL : +86-519-8512-5233

DKK (THAILAND) Co., Ltd. (メンテナンス拠点)

設備メンテナンス、コイル事業
28 Soi Sukhumvit 64, Phra Khanong Tai, Phra Khanong,
Bangkok (10260) Thailand
TEL : +66-23-319-860

DKK MANUFACTURING (THAILAND) Co., Ltd. (生産拠点)

設備製作・メンテナンス、コイル事業
90 Moo 3, Banchang Sub-District, U-Thai District,
Phra Nakhon Si Ayutthaya Province (13210) Thailand
TEL : +66-35-746-830

■ 営業拠点

本社 営業統括部 高周波営業部

〒100-0005
東京都千代田区丸の内三丁目3番1号
新東京ビル7階
TEL : 03-3216-9433

刈谷営業事務所

〒448-0804
愛知県刈谷市半城土町大組15
TEL : 0566-27-0750
FAX : 0566-27-3903

大阪営業事務所

〒564-0051
大阪府吹田市豊津町2-30 江坂ナックビル
TEL : 06-6378-0162
FAX : 06-6378-0163

■ 生産拠点

厚木工場 高周波統括部

〒243-0303
神奈川県愛甲郡愛川町中津4052番地の1
TEL : 046-285-1411 (代表)
FAX : 046-285-2298

■ 熱処理加工拠点

デンコーテクノヒート株式会社

刈谷工場 (本社)

〒448-0804
愛知県刈谷市半城土町大組15番地
TEL : 0566-21-0681 (代表)

厚木工場

〒243-0303
神奈川県愛甲郡愛川町中津4052番地1
TEL : 046-286-8175 (代表)
FAX : 046-286-1065

浜松工場

〒430-081
静岡県浜松市南区都盛町170番地
TEL : 053-441-8451 (代表)
FAX : 053-441-8896

鈴鹿工場

〒513-0803
三重県鈴鹿市三日月町1820番地39
TEL : 059-382-1829 (代表)
FAX : 059-382-1419

滋賀工場

〒528-0062
滋賀県甲賀市水口町さつきが丘10番
TEL : 0748-63-3831 (代表)
FAX : 0748-63-3833

DKK of America, Inc. (メンテナンス拠点)

設備メンテナンス、コイル事業
6345 South Inwood Drive Columbus IN 47201, U.S.A.
TEL : +1-812-342-1700
FAX : +1-812-342-1600

DTHM, S.A. DE C.V. (メンテナンス拠点、熱処理加工拠点)

レオン工場：熱処理受託加工
William Thomson 103 int.A Col.
Parque Industria Leon-Bajio,
C.P.37680 Leon, Guanajuato, Mexico
TEL : +52-477-689-1279

アバソロ工場：熱処理受託加工、コイル事業
Calle Jose Maria Pascual No.202, Parque Industrial
Marabis, Abasolo, Guanajuato Cp. 36970 Mexico

熱処理受託加工の拠点も

高周波工業、デンコーテクノヒート、DTHM では
当社の誘導加熱装置で熱処理受託加工を行っております。

