

平成 29 年度省エネルギー投資促進に向けた支援補助金（設備単位）  
における炉効率の定義及び条件等について

掲題の件について、炉効率の定義及び条件等について下記に示します。尚、内容は「平成 27 年度補正予算「中小企業等の省エネ・生産性革命投資促進事業」における低炭素工業炉の炉効率定義と同一です。

記

定義：供給熱量（Q）の対する被加熱物の保有熱（Ht）（または有効熱）の比とする。

$$\text{炉効率} : \eta f = \frac{Ht}{Q} \times 100(\%)$$

本来、炉効率の定義では分母にあたる供給熱量は総供給熱であり、入熱+循環熱として扱われるのが一般的であるが、今回の供給熱は、総供給熱ではなく燃料、電気エネルギーの投入熱量のみとする。

<計算の定義・条件>

1) 供給熱：Q

- ① 非加熱物が炉に入ってから出るまでの時間で区切った供給熱量（Q）ここで用いる供給熱は燃料の熱量、電力使用量とする。
- ② 燃料の発熱量は、低位発熱量を使用する。
- ③ 電気炉の供給熱の単位は kWh か kJ とする。
- ④ 電力使用量は二次エネルギーとして  $1\text{kWh}=3.6\text{MJ}$  を用いる。  
ただし、一次エネルギー換算は  $1\text{kWh}=9.97\text{MJ}$  として計算する。
- ⑤ 燃料と電気のエネルギー源を変えて省エネを図る場合、一次エネルギーで評価する。
- ⑥ 可燃性の雰囲気ガスは基本的に炉内で燃えることはないものとし、その発熱量は無視する。
- ⑦ 鍛造炉、溶解炉等で同一被加熱物の再加熱がある場合は、再加熱分の熱量を供給熱量に加える。
- ⑧ 熱処理炉のエネルギー使用量は、予熱・保熱時間でのエネルギー使用がある場合はその量も加えること（図.1、図.2）
- ⑨ バッチ炉であれば被加熱物の温度は被加熱物全体で一様（転炉内の溶鋼のような例）と推定できるが連続炉であれば被加熱物は複数あり、入り口から出口にかけて

各被加熱物ごとに階段状に昇温していく。そのような場合、入り口から出口にかけて炉内温度分布から各被加熱材の温度（被加熱材ごとにその内部でも厳密には分布があるがそれは一応平均化処理をすることとして）を推定計算することは許容する。

- ⑩ 連続炉の場合、①の時間については 1 つの被加熱物をとったときの、入ってから出るまでの時間となり、そのような被加熱物で炉内がまんべんなく埋め尽くされ、最も出口寄りの被加熱物が抽出されるごとに入り口から 20℃の被加熱物が新たに装入される一連のプロセスが定常的におこなわれているとする。

## 2) 被加熱物の保有熱（有効熱）：Ht

保有熱（有効熱）：Ht = 被加熱物の重量 × 比熱 × (最高温度 - 基準温度（雰囲気温度 20℃）)

- ① 製造ライン中の工業炉の場合、炉出側での製品重量が不明な場合が多く、今回の計算では被加熱物の重量は炉の装入重量とする。最終製品重量が管理値の場合、スケールロス、ドロロス、次工程ロス（クロップロス等）等のロス分の比率で割って装入重量を求める。
- ② 材料の保有熱以外は損失熱として扱い、被加熱物の最高温度での含熱量を保有熱（有効熱）とする。
- ③ エネルギー使用量は予熱・保熱のエネルギーも加味する。連続炉で長時間定常操作であって、無視できる場合は除外することができる。
- ④ 熱処理炉の場合、被加熱物の最高温度での含熱量を保有熱（有効熱）とする。（図.2 図.3）前提として厚み方向に温度が一応であること。
- ⑤ 乾燥炉の目的とする被加熱物乾燥による水分の潜熱は有効熱に含む。
- ⑥ 特にバッチ炉の場合、蓄熱損失は無視できないので、損失熱として扱う。
- ⑦ 基準温度（雰囲気温度）は実態と乖離がない場合 20℃とする。
- ⑧ 誘導加熱式熱処理炉の場合、被加熱物の重量を加熱面積（cm<sup>2</sup>）×加熱深さ（浸透深さ）（cm）×比重とする。熱量（kWh）の計算は単位面積当たりの投入熱量（kWh/cm<sup>2</sup>）×加熱面積とする。

## 3) その他

- ① 電気と燃焼を両方用いるハイブリット式工業炉  
燃焼加熱と電気加熱だけなので、この場合は投入熱量の大きい方に入れること。ただし、燃焼加熱と電気加熱どちらの方で省エネを図るかによって、判断する。  
炉効率については高い方の基準とすること。
- ② 半連続式の溶解炉の扱い

溶解炉について、連続式がないが、シャフト炉式の溶解炉の場合、一サイクル（立ち上げから炉休止）が長くなるが、扱いとしてはバッチ式溶解炉とする。

## ■ 熱処理 Heat Treatment

### ● 標準熱処理パターン Standard Heat Treatment Process

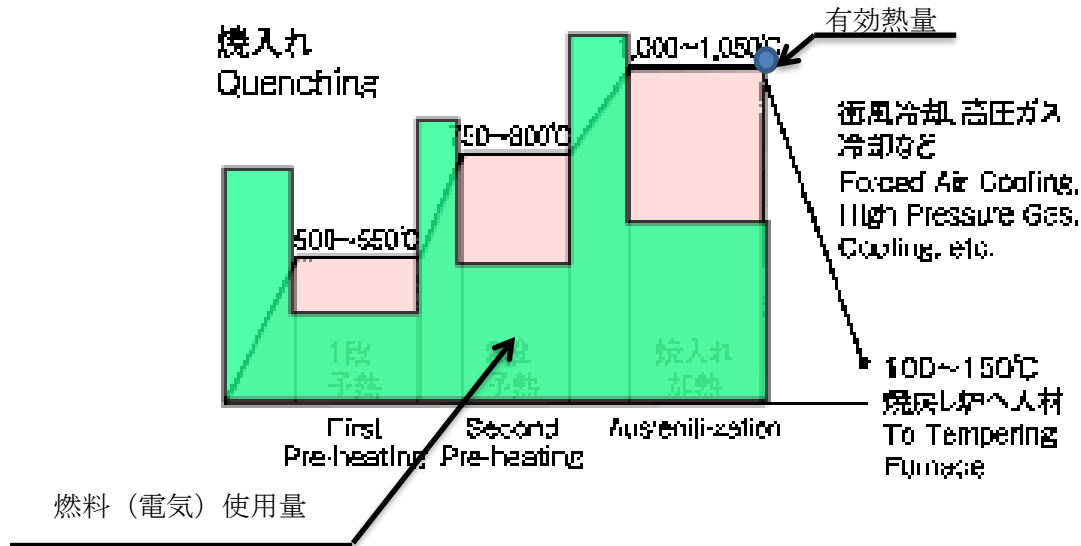


図.1 標準熱処理温度曲線/燃料 (電気) 投入パターン例

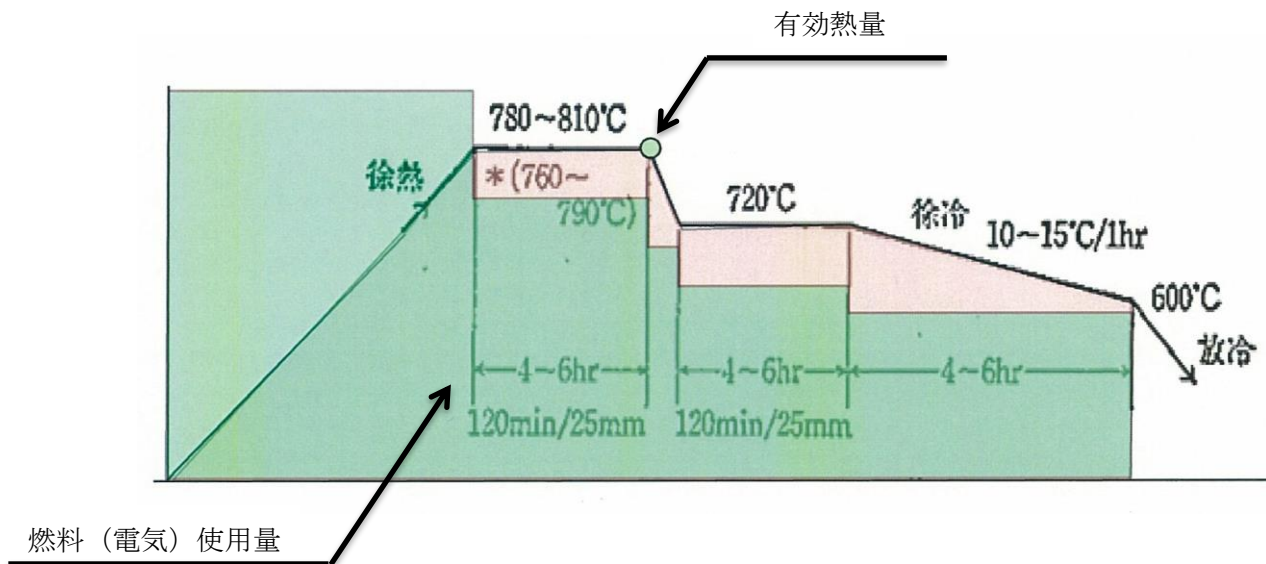


図.2 軸受鋼の焼きなまし曲線/燃料 (電気) 投入パターン例