

## 講義概要

テーマ 焼入冷却と焼入変形シミュレーション

講師 宇都宮大学大学院 工学研究科 循環生産工学部門 准教授 奈良崎 道治 氏

纏め 日本グリース株式会社 末石 吏

### 1. はじめに

金属の焼入冷却には2つの目的がある。1つは合金の結晶の析出を防ぐ溶体化と、もう1つは鋼に硬さを与えるためである。

高強度や耐摩耗性が必要とされる鋼歯車や鋼軸などの鋼部品は、各種の加工プロセス後に焼入れ処理によって強度が高められる。焼入れにおける急冷によって表面と内部、あるいは各表面間において冷却差や冷却むらが生じるため、焼入れ後に十分な硬度が得られても、変寸や変形が発生し、同時に残留応力が発生する。そのため、部品品質の低下や熱処理後の後加工（矯正や研削仕上げ加工など）による生産コストの増加をもたらすので、焼入変形の抑制や残留応力最適化が重要な課題となっている。こういった変形を予測するための手法として、数値解析による焼入れシミュレーションが用いられているが、その解析精度には課題が残っている。

本講演ではシミュレーションの精度を高めるため講師らが行っている実験の事例を挙げながら、その成果と今後の課題をご紹介頂いた。

### 2. 講演内容

近年、鋼部品の焼入れにおける変形抑制や残留応力の最適化を目的として焼入れシミュレーションを実施することが可能となっている。しかし、その解析精度は、材料特性データの精度と焼入冷却時の熱的表面境界条件として与える熱伝達率の精度に大きく左右される。

講演では以下の事例紹介があった。

①銀棒試片を用いた冷却剤の冷却性能（JIS K 2242）を測定し、そこから求めた熱伝達率の同定。

- ・集中熱容量法
- ・逆解析法 →この手法には問題点が存在し、熱伝達率の同定が困難である

②熱伝達率の修正方法。

銀棒試片では単純な円柱形状の温度変化を測定したが、実際の部品では形状が複雑であり、部位によって冷却速度も差がある。従って部品全体を一様な冷却速度として扱うことは不可能であるため部位ごとの冷却速度と内部硬さを測定し、熱伝達率に修正を加えることが必要である。

- ・円柱形状の各部位
- ・歯車の歯先部分を単純化した形状の各部位

③焼入れシミュレーションによる焼入れ変形の解析。

数種類の形状の部品では、実際の焼入れとシミュレーションで変形の起こり方に相関が認められた。最後に今後の課題として、部品の材質、形状、冷却剤との組み合わせなど熱伝達率データの収集とデータベース化により精度を向上させると締めくくられた。

以上