

パーライト鋼の内部歪解析と引張変形挙動

古賀, 紀光

<https://hdl.handle.net/2324/1441202>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



論 文 要 旨

区 分	①・乙	氏 名	古 賀 紀 光
論文題名 パーライト鋼の内部歪解析と引張変形挙動			

論 文 内 容 の 要 旨

鉄鋼材料の一つであるパーライト鋼は、軟質なフェライト相と硬質なセメンタイト相が層状に配列したラメラ組織に加え、セメンタイトの配向が一定の領域であるコロニー、フェライトの結晶方位が一定の領域であるブロックを有しており、階層組織を形成している。従来、パーライト鋼の機械特性については、これらの階層組織のサイズによって整理がなされており、強度はラメラ間隔に、延性はブロックサイズに依存することが報告されている。しかし、近年、広範囲に結晶方位解析が可能である電子線後方散乱回折法をパーライト鋼に応用した結果、その内部に方位回転が存在していることが明らかとなり、パーライト組織内には歪が存在していることが示唆されている。このような歪は、パーライト鋼の機械特性へ影響を与えている可能性が極めて高い。そのためパーライト鋼の特性発現メカニズムを理解するためには、内部歪と階層組織の関係を明らかにしたうえで、特性に与える両因子の影響を検討する必要がある。以上のような背景を踏まえ本研究では、フェライト相およびセメンタイト相の結晶学的特徴および内部歪の特徴について、電子線後方散乱回折法を始めとした種々の解析手法により明らかとした。次いで、合金組成・熱処理条件を制御することにより内部歪量を変化させた試料を作製し、引張特性に与える内部歪の影響およびそのメカニズムについて検討した。最後に、階層組織が引張変形挙動に与える影響を明確にするため、引張変形により生じる塑性歪をデジタル画像相関法による歪解析手法によって可視化し、階層組織と歪分布の関係を明らかとした。

1章では、本研究の背景と目的について概説した。

2章では、本研究で用いた歪解析手法について概説した。

3章では、フェライト相およびセメンタイト相の結晶方位解析を行い、Wilkinson法を用いて歪の特徴を明らかとし、その起源を検討した。その結果、フェライト相とセメンタイト相は協調的に方位回転しており、パーライト組織中には異方性を有する弾性歪がコロニーを単位として不均一に分布していることがわかった。この弾性歪の起源は、フェライト相とセメンタイト相のミスフィットであった。

4章では、熱処理によって弾性歪量とラメラ間隔をそれぞれ独立して変化させた試料を作製し、弾性歪と引張特性の関係を明らかにするとともに、弾性歪が塑性変形に与える影響について考察した。その結果、ラメラの間隔や形態が異なる場合でも降伏応力は半価幅と良好な比例関係を示し、弾性歪量がパーライト鋼の降伏応力を支配する因子であることが示唆された。パーライト鋼では、弾性域において早期に降伏するコロニーが存在する一方で、巨視的な降伏応力を超えても弾性変形を維持するコロニーが存在しており、降伏はコロニー毎に不均一に生じていた。本結果より、弾性歪による降伏メカニズムとして、変形前の内部応力状態の違いに起因して、それぞれのコロニーで降伏に必要な応力が変化するモデルを考案した。

5章では、デジタル画像相関法により組織と歪分布の対応を調査するとともに、電子線後方散乱回折法を用いた結晶学的解析から三次元ラメラ配向を評価し、ラメラ配向が変形能に与える影響を明らかにした。また、せん断帯と組織、歪分布の関係について調査し、結晶学的解析よりその形成条件を検討した。その結果、パーライト鋼では引張変形に伴いコロニーを単位として不均一に塑性変形することがわかった。そして、ラメラの球状化に伴いブロック内で変形が均一に生じたことから、ラメラ配向したセメンタイトの存在が不均一変形を生み出す要因であると結論付けられた。引張軸に対して 45° にラメラが配向しているコロニーほど変形し易い傾向にあり、すべり面、すべり方向とラメラ配向が平行に近く、そのすべり面、すべり方向のシュミット因子が大きいコロニーほど変形し易いこともわかった。一方、せん断帯は、変形し難いコロニーに形成する傾向にあり、セメンタイトに堆積した転位がセメンタイトを破断することによってせん断帯は形成すると考えられる。

最後に6章ではこれまでの結果を受け、パーライト鋼の引張変形挙動・破壊挙動と各因子(弾性歪・階層組織)の関係を総括した。