



Title	ばね鋼のオースフォーミングに関する研究
Author(s)	綾田, 倫彦
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41360
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	綾 田 倫 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 7 0 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科材料物性工学専攻
学 位 論 文 名	ばね鋼のオースフォーミングに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 齋藤 好弘 (副査) 教 授 白井 泰治 教 授 南埜 宜俊

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ばねの軽量化を目的とした独自塑性加工法の開発と加工熱処理によるばね材料の強靱化、特にオースフォーミングによる組織と機械的性質の改善効果に関してまとめたものである。

第 1 章では、本研究の背景および目的について述べている。

第 2 章では、板ばねの軽量化の手法の一つであるテーパリーフの圧延による製造技術の開発についてまとめている。変形特性の高精度予測式を見出し、板幅方向の第一パス圧延と板厚方向の第二パス圧延を組み合わせることにより、高精度の板ばねを高効率で製造できることを明らかにしている。

第 3 章では、このテーパリーフ圧延へのオースフォーミングの適用を試みている。Mn-Cr 系ばね鋼 SUP 9 は、V の添加によりオーステナイトの再結晶が抑制され、焼き入れ後のマルテンサイト組織が微細化され、焼き戻し後の靱性と疲労強度が著しく改善されることを明らかにしている。

第 4 章では、コイルばねの素線へのオースフォーミングとしてオースドロ잉法を開発し、この方法で得られたオースフォームマルテンサイトを用いると、従来のオイルテンパー線以上の高耐久性・高耐へたり性を有するばねが製造できることを明らかにしている。また、加工促進変態によるベイナイト生成がこのプロセスの弱点となることを明らかにしている。

第 5 章では、第 4 章を受けて、加工促進変態によるベイナイト生成を逆にとり、加工後も等温保持を行って組織を積極的にベイナイトにするオースフォームドベイナイト材の可能性を追求している。Si-Mn 系ばね鋼 SUP 7 を用いた加工熱処理シミュレーションより、過冷オーステナイト域加工後、等温保持で得られたオースフォームドベイナイト材は、従来のオイルテンパー線以上の高強度を示すことを明らかにしている。

第 6 章では、第 5 章を受けて、残留オーステナイト量の少ない Mn-Cr-B 系ばね鋼 SUP11 A を用いた加工熱処理シミュレーションより、オースフォームドベイナイト材の材質を調査している。その結果、Si 含有量の多い SUP 7 と同様に、オースフォームドベイナイトによる強化の効果を明らかにしている。以上より、ベイナイトそのものの強度がオースフォーミングにより向上することを明らかにしている。

第 7 章では、オースフォームドベイナイト組織を有するばね線を引抜き加工により作製し、その機械的性質を明らかにしている。オースフォームドベイナイト線は、残留オーステナイトの加工誘起変態を利用することにより、従来のオイルテンパー線と同等レベル以上の優れた耐久性を有することを明らかにしている。以上より、従来の焼き入れ・

焼戻し工程とは別に、焼戻しを省略した新製造プロセスの可能性を明らかにしている。

第8章では、以上の得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

地球環境保全のため自動車の低燃費化が求められ、その対策としての自動車の軽量化のため、その構成部品であるばね材の軽量化が求められているが、剛性を維持したまま軽量化する必要があるため、ばね材の高強度化が不可欠である。本論文は自動車用板ばね及びコイルばねの素材の製造プロセスに変態直前のオーステナイトを加工するオースフォーミングを導入し、ばねの高強度化に成功すると共にその強化機構を解明したものである。その主な成果は次のとおりである。

- (1) V添加 Mn-Cr 系中炭素ばね鋼の安定オーステナイト域におけるモディファイドオースフォーミングは、動的再結晶によりオーステナイト結晶粒を微細化し、焼き入れ後のマルテンサイト組織を微細化することによって、焼き戻し後の靱性と疲労強度を著しく改善することを明らかにすると共に、これをテーパリーフスプリングの製造工程に適用して、その高強度化と軽量化を実現している。
- (2) コイルばね用素線の高強度化を図るため、引き抜き加工により過冷オーステナイトのオースフォーミングを行うオースドロ잉法を考案し、Si-Cr 系中炭素ばね鋼に適用して、表面にベーナイトが生成する現象を見出し、その原因を明らかにすると共に、断面全体がオースフォームマルテンサイトになる場合に、ねじり強度、疲労強度、耐クリープ性が著しく改善されることを明らかにし、その条件を見出している。
- (3) 中炭素ばね鋼では一般にオースフォーミングによりベーナイト変態が促進されること、オースフォーミングを受けた下部ベーナイト（オースフォームドベイナイト）は組織が微細化され、硬度が通常の焼き入れ・焼き戻し材より高くなることを明らかにし、オースフォームドベーナイトのばね素材として可能性を明らかにしている。
- (4) 下部ベーナイト域でのオースドロ잉・等温保持により、オースフォームドベーナイト組織を有する Si-Cr 系中炭素鋼ばね用素線を実際に製造し、オースドロ잉によりベーナイト組織が微細化すると共に、残留オーステナイトが増加するため、ショットピーニング後の表面近傍の硬さと圧縮残留応力が高くなり、ねじり強度と疲労強度が通常の焼き入れ・焼き戻し材より改善されることを実証している。

以上のように、本論文は板ばね及びコイルばねの素材となる中炭素ばね鋼の組織と機械的性質に対するオースフォーミングの効果を金属組織学的に解明し、極めて有用な多くの知見を得ると共に、それを実際の製造プロセスに適用し、ばねの高強度化を実現しており、材料学と材料加工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。