

Title	伸線加工による高炭素鋼線の高強度化手法の開発
Author(s)	堀, 忠邦
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/53967">https://doi.org/10.18910/53967</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 堀 忠 邦 )

論文題名

伸線加工による高炭素鋼線の高強度化手法の開発

## 論文内容の要旨

本論文は、地球環境問題の観点から高炭素鋼線に対して要求される高強度化について、ひずみ時効と不均一変形に着目し、実験および有限要素解析を用いて、伸線加工の加工条件の影響を調査した。その上で、極低温・均一変形伸線を提案し、その有効性を確認した。本論文で得られた成果は以下の通りである。

第1章では、高炭素鋼線の高強度化機構、伸線加工についての従来の知見をまとめるとともに、伸線加工で高強度化を行う際の問題点と限界について考察し、本研究の背景と目的について言及した。

第2章では、高炭素鋼線の伸線加工において均一変形が実現される伸線加工条件を有限要素解析により調査した。その結果、アプローチ角度の小さいダイスを使用して形状比が大きな条件で伸線加工を行うことが有効であることを見出した。

第3章においては、伸線加工中の発熱を抑制しつつ、均一変形伸線を両立させるために、伸線前線材を極低温に冷却したのちに、低角度ダイスを用いて断面減少率の大きな伸線加工を行う手法を提案した。まず、極低温伸線での潤滑剤の検討を行った。粉末潤滑剤、エマルジョン型液体潤滑剤および無潤滑で比較を行った結果、引抜き力の点で粉末潤滑剤が最も有効であることを見出した。

第4章では、前章までで得られた結果を踏まえ、実際に極低温・均一変形伸線を実施し、引張強度・延性・靱性に及ぼす影響を実験的に調査した。その結果、極低温・均一変形伸線を行った場合、延性が低下する限界加工度が向上することが明らかとなった。

第5章では、腐食により強度低下が生じるNiめっき鋼線に対して、めっき厚さと伸線条件が耐食性におよぼす影響を調査した。その結果、めっき厚さが10 $\mu$ m以下の場合には、断面減少率10%程度の伸線加工によってピンホールが閉塞して耐食性が改善されること、一方15 $\mu$ m以上の場合には伸線加工を行わずとも良好な耐食性を示すことが明らかとなった。そして、めっき厚さを30 $\mu$ mとし、さらにめっき後に10%の伸線加工を行うことで塩水噴霧試験120時間後でも発錆しない耐食性に優れたNiめっき鋼線が得られることを実証した。

最後に第6章として、本論文の総括を行い本研究で明らかになった事象についてまとめるとともに、実操業における課題の抽出および更なる高強度化手法の案について整理した。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 堀 忠 邦 )		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授 宇都宮 裕
	副 査	教 授 竹内 榮一
	副 査	教 授 安田 弘行
	副 査	准教授 松本 良
<b>論文審査の結果の要旨</b>		
<p>本論文は、地球環境問題の観点から高炭素鋼線に対して要求される高強度化について、ひずみ時効と不均一変形に着目し、実験および有限要素解析を用いて、伸線加工の加工条件の影響を調査したものである。その上で、極低温・不均一変形伸線法を開発し有効性を示したものであり、以下の6章から構成されている。</p> <p>第1章では、高炭素鋼線の高強度化機構、伸線加工についての従来知見をまとめるとともに、伸線加工で高強度化を行う際の問題点と限界について考察し、本研究の背景と目的および意義を述べている。</p> <p>第2章では、高炭素鋼線の伸線加工において均一変形が実現される伸線加工条件を有限要素解析により調査している。その結果、低摩擦条件では低角度ダイスを使用して形状比が大きな条件で伸線加工を行うことが均一変形に有効であることを見出している。</p> <p>第3章では、伸線加工中の発熱を抑制しつつ、均一変形を実現するために、伸線前線材を極低温に冷却したのちに、低角度ダイスを用いて断面減少率の大きな伸線加工を行う手法、すなわち極低温・不均一変形伸線法を提案している。そして、その場合の潤滑剤について検討を行い、粉末潤滑剤が好適であることを見出している。</p> <p>第4章では、前章までに得られた結果を踏まえ、伸線実験を実施し、加工材の引張強度・延性・靱性に及ぼす影響を実験的に調査している。そして、極低温・不均一変形伸線を行った場合、強度および延性が低下し始める限界加工度が向上することを見出している。</p> <p>第5章では、腐食により強度低下が生じるNiめっき鋼線に対して、めっき厚さと伸線条件が耐食性におよぼす影響を調査している。その結果、めっき厚さが10<math>\mu</math>m以下の場合には、断面減少率10%程度の伸線加工によってピンホールが閉塞して耐食性が改善されること、一方、めっき厚さが15<math>\mu</math>m以上の場合には伸線加工を行わずとも良好な耐食性を示すことを明らかにしている。そして、めっき厚さを30<math>\mu</math>mとし、さらに10%の伸線加工を行うことで塩水噴霧試験120時間後でも発錆しない極めて耐食性に優れたNiめっき鋼線が得られることを見出している。</p> <p>第6章では、本論文で得られた知見を総括している。</p> <p>以上のように、本論文は高炭素鋼線の伸線加工における高強度化の阻害要因が、ひずみ時効と不均一変形であることを解明し、極低温・不均一変形伸線法を提案して、その有効性を実証したものである。これらの成果は、材料加工学の発展に寄与するとともに、土木・建築材料や自動車材料として多用される高炭素鋼線のさらなる高強度化に大きく貢献するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>		