



Title	フェライトおよびオーステナイト合金の水素脆性に関する研究
Author(s)	日野谷, 重晴
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/34874">https://hdl.handle.net/11094/34874</a>
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、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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・(本籍)	ひのたに 日野谷 重晴
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6766 号
学位授与の日付	昭和 60 年 3 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	フェライトおよびオーステナイト合金の水素脆性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 英一 (副査) 教授 長谷田泰一郎 教授 小倉 敬二 教授 菊田 米男 教授 稔野 宗次 助教授 望月 和子

## 論文内容の要旨

フェライト合金の水素脆性に関しては既に多くの研究がなされているが、近年これが塑性変形をともないながら生じる動的な現象として理解されるようになってきた。この場合、転位による水素のトラップ効果と搬送現象が重要な役割りを果していることが指摘されているが、実用の鉄鋼材料では炭化物の析出や組織の不均一性から生じる塑性変形の局在化などの問題を含むため、その脆化現象の理解に不明な点が多い。一方、オーステナイト合金の水素脆化の研究の歴史は比較的浅く不明な点が多い。特に水素化物形成と水素脆性との関連や、時効の影響については充分理解されているとは言い難い。そこで本研究では、フェライトおよびオーステナイト合金の水素脆性に関し、詳細かつ広範囲な検討を行ない、材料の冶金学的因素や微視的な破壊挙動との関連で、その機構を解明しようとするものである。

第 1 章では、従来の研究をまとめ、不明確な点を明らかにするとともに本研究の目的を示した。第 2 章では冷間加工を加えた炭素量の異なる純鉄の水素拡散を測定し、水素のトラップ密度が炭素量によらず転位セル径の 2 乗の逆数つまり転位密度と直線関係をもつことを明らかにした。第 3 章ではセメントイト、モリブデン炭化物の析出過程と水素拡散係数を測定し、さらに水素脆性破壊との関連を検討した。その結果、マトリックスと整合性の良い微細炭化物は材料の強化につながるとともに有力な水素のトラップサイトとなることや、このトラップの水素との結合エネルギーが  $22 \sim 28 \text{ kJ/mol}$  で転位によるそれにはほぼ等しくなることを示した。また焼入焼もどしによるトラップ密度の変化が材料の強度と良い相関があることを示した。しかし水素脆性破壊は炭化物の析出状態のみならず、その分布や微視的組織に大きく依存し、平均的量であるトラップ密度では、水素脆性破壊を完全に説明しえないことを指摘した。第 4 章では低強度鋼の水素脆性の新しい評価方法を提案するとともに、フェライト・パーライト鋼

で層状に分布するパーライトはフェライトとの界面に局所的な歪集中を生じせしめるため、これに沿うき裂の成長を助長することを明らかにした。第5章、第6章ではオーステナイト合金の水素脆性を検討し、Ni量の増加による水素脆化感受性の上昇が、水素化物形成の容易さと関連することや、水素化物による割れ機構について新しいモデルを示した。また時効による不純物元素の粒界偏析との関連において炭素原子の粒界偏析が水素脆性を抑制することを明らかにした。一方、時効による $Ni_2Cr$ 規則相の形成が従来より粒界水素脆化を助長すると言われていたが、これは不純物（Pなど）の粒界偏析をともなうためであり、 $Ni_2Cr$ 析出そのものは微細双晶変形を助長して、むしろ双晶界面での割れを助長することを明らかにした。第7章では、水素脆化感受性の異なるフェライト相とオーステナイト相からなる2相ステンレス鋼において、オーステナイト相の量とともに、その分散形態が水素脆化感受性に大きな影響を与えることを明らかにした。

以上本論文において、フェライト鋼における転位組織や炭化物析出などの微視的組織と、破壊形態の微視的観察から、その破壊機構を明らかにした。またオーステナイト合金における水素化物の形成と水素脆化との関係を明らかにするとともに、P原子の粒界偏析が粒界水素脆化を助長するが炭素原子の粒界偏析がこれを抑制することを示し、これを用いて工業的に水素脆化を抑制する可能性を見い出した。

#### 論文の審査結果の要旨

鉄鋼材料の水素脆化は実用上極めて重要であると共に、その機構が基本的には十分解明されていない問題である。本論文はこれに対して純鉄を用いた基礎的実験を土台として、フェライト系、オーステナイト系およびフェライト・オーステナイト2相系の鋼の水素脆化における転位の水素トラップ、水素化物形成、炭化物の役割および合金元素・不純物の作用や粒界、相の分散組織などの冶金学的因子をそれぞれ分離、追跡し、水素脆化の本質を解明しようと試みた意欲的、総合的な研究の集成である。まず、炭素量と結晶粒径の異なる鉄の冷間加工によって転位組織と水素透過量との比較を行い、転位が水素トラップの主役であることを明らかにした。また各種炭化物の母相との整合性、分散状態のトラップ効果への影響、トラップの結合エネルギーなど基本的な事項をも明らかにした。次いでフェライト・パラライト鋼の水素割れを電子顕微鏡などによって調べ、実用上の割れ対策としてパーライトの分散形態が重要なことを示した。オーステナイト合金においてはNiと水素化物の形成の関係を求め、表面割れの新しいモデルを提案し、また粒界の水素脆化感受性と積層欠陥エネルギーの関連、炭素の粒界偏析による脆化の抑制をも提案した。焼の粒界偏析の作用についても調べた。更に近年利用の度を加えた2相ステンレス鋼の水素割れを始めて克明に観察し、フェライト部の割れ、オーステナイト部の抑制効果、また2相分布中の割れの伝播経路などの新しい知見と、分布形態の改良による水素割れ対策を示した。

以上の研究は鋼の水素脆化に関する基礎的な理解を進め、また各種実用鋼の水素割れの内容と対策を示したもので博士論文として価値あるものと認められる。