

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 常識を破る鉄鋼材料の疲労特性：疲労き裂研究の新機軸

九州大学・大学院工学研究院・教授 つぎき かねあき
津崎 兼彰

研究課題番号：16H06365 研究者番号：40179990

研究分野：構造・機能材料

キーワード：疲労変形、疲労き裂停留、ひずみ時効、マルテンサイト変態、鉄鋼材料

【研究の背景・目的】

物質研究と異なり、材料研究は工学であり「使われてこそ」です。このために「出口」を意識した研究が必要です。その上で基礎研究としての「科学」の要素をしっかりと含む必要があります。「出口」と「科学」の両輪がしっかりとこそ、産業社会にも受け入れられ且つ次代の若者の共感も得られます。本研究では、そのような「夢のある鉄鋼材料の基礎研究」を機械工学と材料科学の専門家がスクラムを組んで遂行します。

出口を見据えた夢のある基礎研究領域として、部材や部品の設計強度を決定する金属疲労に注目して、「疲労き裂研究の新領域」を拓きます。そのために、我々が独自に見出した常識を破る現象である(1)析出強化型アルミ合金での疲労限の出現と(2)鉄鋼での低サイクル疲労の長寿命化の二つを研究シーズとして、そのメカニズムを徹底解明します。そして疲労き裂は、発生はするけれども、その後に進展拡大しない、またはき裂の進展速度を小さくするメカニズムを見出します。すなわち疲労破壊しにくい材料の指導原理を獲得します。それによって、(a)高い疲労限を持つオーステナイト系ステンレス鋼や(b)水素環境下でも疲労特性が劣化しない鉄鋼など、従来常識を打ち破る新規の鉄鋼材料を創製します。

これらのメカニズム解明には、固体金属中で起こる原子の拡散、結晶構造の変化など(図1)を積極的に取り込んだ新しい材料強度学や固体力学の体系が必要です。疲労き裂研究の新機軸を展開することで新しい学問体系の土台を築くことにも寄与します。

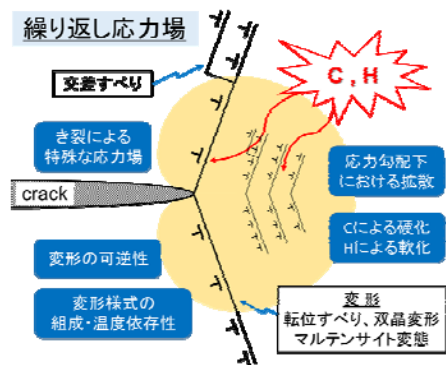


図1 本研究で対象とする疲労き裂先端の描像

【研究の方法】

第一ステージ(H28,29年度)では、独自に見出した(1)析出強化型アルミ合金での疲労限の出現と(2)鉄鋼での低サイクル疲労の長寿命化について、メカニズムの解明を行います。メカニズム解明にあたっては、き裂先端という特殊な応力場での原子拡散、転位運動ならびにマルテンサイト変態挙動についての十分な観察と討論を行います。

第二ステージ(H30-32年度)では、応用と基礎の二本立ての取り組みを行います。応用としては、前半に得られた知見を基に、画期的な疲労特性を持つ新規の鉄鋼材料の創製に挑戦します。基礎では、き裂先端での材質変化を積極的に取り込んだ疲労研究を機械工学と材料科学のタグで遂行し、新しい学問体系の土台を築きます。

【期待される成果と意義】

新しい学問体系の土台を築くとともに、(a)高い疲労限を持つオーステナイト系ステンレス鋼や(b)水素環境下でも疲労強度が低下しない鉄鋼材料の創製に挑戦します。疲労限を持つと無限寿命設計が可能となり、これは機械システム的设计と品質管理に大きく貢献します。原子拡散によるひずみ時効現象が疲労限出現の原因であれば、使用温度によっては疲労限が消失するわけで、このメカニズムの理解によって事故を未然に防ぐことが出来るようになります。また「耐水素鋼」は水素社会実現に不可欠な水素ステーションの普及拡大に大きく貢献します。耐熱鋼や耐食鋼は存在しますが、「耐水素鋼」や「耐疲労鋼」は従来存在せず、新機軸の研究です。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Yun-Byum Ju, Motomichi Koyama, Takahiro Sawaguchi, Kaneaki Tsuzaki, Hiroshi Noguchi : "In situ microscopic observations of low-cycle fatigue-crack propagation in high-Mn austenitic alloys with deformation-induced ϵ -martensitic transformation" *Acta Materialia*, 112 (2016), pp. 326-336.

【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 151,000千円

【ホームページ等】

<http://www.mech.kyushu-u.ac.jp/~force/>