

産学共創基礎基盤研究プログラム 平成 28 年度中間評価結果

1. 研究課題名：オーステナイト鋼への単純強圧延によるヘテロナノ構造の付与と
超高強度化の実現

2. 研究代表者：三浦 博己（豊橋技術科学大学 機械工学系 教授）

3. 研究概要

研究代表者らは、単純強圧延プロセスによる鉄鋼材料の力学特性の飛躍的向上を目標に、実験と理論計算による研究を進めている。具体的には、積層欠陥エネルギーを低減した安定オーステナイト鋼と二相ステンレス鋼を対象に、90%を超える圧延加工を施すことにより変形双晶とせん断帯で構成されるヘテロナノ組織を導入し、さらに熱処理を加えることで、引張強さ 3GPa、破断伸び 10 数%の達成を目標としている。また、ヘテロナノ組織の構造解析、同組織形成に伴う集合組織変化の調査、マルチスケール結晶塑性シミュレーションにより、優れた力学特性を発現するための指導原理の解明を進めている。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

平成 27 年度の新規溶製材で達成された力学特性は、SUS316LN で引張強さ 1.9GPa、伸び 8%、二相ステンレスで引張強さ 2.2GPa、伸び 6%と、平成 26 年度に得られた特性（引張強さ 2.5GPa、伸び 10%）に比べて劣り、当初目標には到達していない。このため、このまま研究を継続しても、期待した成果が得られるかどうか疑問視する意見もあった。一方で、組織解析と結晶塑性シミュレーションによって、変形双晶の体積率が強化のための重要な因子であることを明らかにし、また、集合組織形成の遅延と変形中に生じる双晶変形が、強度上昇に伴う延性の低下を抑制している可能性を見出すなど、ヘテロナノ組織による高強度高延性化のための指導原理の解明は進んでいる。さらに、期待した力学特性が得られていない点についても、変形双晶の寸法・体積率が異なることが組織的な要因として考えられることや、圧延温度を始めとする圧延プロセスの最適化によって改善できる可能性を見出している。したがって、これらの知見をベースに研究を進めることによって、さらなる力学特性の向上を実現し、当初の開発目標を達成することを期待したい。

研究マネジメントの面では、研究代表者によるリーダーシップの下、共同研究者間の研究打合せが高い頻度で実施され、材料創製、物理解析、数値解析の有機的な連携が図れている。また、サイトビジット、シンポジウム等の産学共創の場の活用に加え、産業界との直接対話による試料作製、成果の PR などの企業連携を 5 社と進めており、産学共創に対する研究代表者の熱意ある取り組み姿勢と実行力は高く評価できる。

4-2. 今後の研究に向けて

最終目標である引張強さ 3GPa、破断伸び 10 数%を達成するためには圧延強加工に加え析出強化を活用することが必要との結論に基づき、当初計画していたクリープ試験と衝撃試験を中止して、圧延プロセスの改善によるヘテロナノ組織の制御と時効熱処理による析出強化の活用に注力する計画に変更したことは適切である。

析出強化型ステンレス鋼を検討対象に加えるなど時効熱処理を活用して最終目標の達成を目指す一方で、単純な圧延強加工によるヘテロナノ組織を活用した強化の限界を見極めることも、基礎（学術）と応用（実用化）の双方の観点から重要である。そのためにも、研究計画を着実に実行し、理想的なヘテロナノ組織のあるべき姿とそれを形成するための合金成分および圧延条件を明らかにしていただきたい。

また、超高強度と同時に高延性を実現できることに本研究の特長がある。高強度化に伴う延性低下の抑制に対し、集合組織形成の遅延がどのようなメカニズムで関与しているのかという点についても、新指導原理の重要な部分として明確にしていきたい。

4-3. 総合評価および研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 可

汎用的な成分のステンレス鋼に単純な圧延強加工を施すことによって、延性の低下を抑制しつつ超高強度を実現し特性を飛躍的に向上させる可能性が得られている。また、特性の向上に繋がるヘテロナノ組織の形態および形成過程と、その組織を得るための成分および製造条件も明らかにされつつあり、独自性の高い新指導原理の構築が期待できる。

研究を継続し、実験と理論計算の密な連携によって、超高強度高延性が得られるメカニズムを解明するとともに、特性の飛躍的な向上を安定的に実現するための新指導原理の確立を進めていただきたい。

また、今後も継続して、研究成果の外部への発信をお願いしたい。さらに、必要なら JST の協力も得て、新コンセプトをベースにした基本特許も出願していただきたい。

以上