

研究成果展開事業 産学共創基礎基盤推進プログラム

「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」

中間評価結果

1. 研究課題名

10000GPa%J高強度・高延性・高靱性鋼を実現できる5%Mn組成を利用した超微細ヘテロ変態組織の生成とその機構解明

2. 研究代表者

鳥塚 史郎 (物質・材料研究機構)

3. 研究概要

研究代表者らは、低炭素・5%Mn組成をベースとし、加工熱処理法を工夫して二種類の鋼（マルテンサイト組織またはフェライト/オーステナイト二相組織を持つ）を作製し、今までよりはるかに高い強度と延性、靱性を併せ持つ新しい中 Mn 鋼を開発することに成功している。実験結果を基に、優れた力学特性発現メカニズムを解明し、中 Mn 鋼の高強度・高靱性化に向けての指導原理を構築することが本研究の目的である。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

本研究を通じて、中 Mn 鋼の優れた力学特性を立証しつつあることは高く評価できる。マルテンサイト組織を持つ鋼に対しては、オーステナイトからマルテンサイトへの変態挙動に及ぼす Mn の影響について系統的に調査し、旧オーステナイト粒径の影響および微細マルテンサイトの力学特性に関する基本知見も獲得している。また、オーステナイト域での加工温度を変化させ、オーステナイトの低温域での圧延と空冷で形成される微細マルテンサイト鋼の金属組織と力学特性の特徴を検討している。

二相鋼に対しては、空冷マルテンサイトの Intercritical Rolling により、フェライト/オーステナイト超微細組織を得ている。この鋼は従来の TRIP 鋼と比較して優れた強度-延性バランスを示し、従来レベルを凌駕する力学特性を示した点が注目される。

しかしながら、たとえば微細マルテンサイト組織形成と機械的特性の特徴の把握は、まだ網羅的で、基礎的・学術的な指導原理の提案にまでは至っていない。また、二相鋼についても、特定の条件での組織解析と力学特性の評価に留まっている。二相鋼は世界的にも注目されているので、今後は、その性能に対する正確なベンチマーク評価が必要であり、そのためには、加工熱処理条件や試験片形状などにも注意を払う必要がある。

4-2. 今後の研究に向けて

優れた力学特性の検証という観点からは研究は順調に進んでいるが、産学共創基礎基盤研究プログラムの研究課題としては、基礎学理の解明は必ずしも進んでおらず、新指導原理の提案までには道半ばである。今後は、応用研究の範囲を広げることより、むしろ中Mn鋼の組織形成や力学特性に関する基礎研究に焦点を絞り、学理を追求し、真に新指導原理の提案につながる研究成果を期待したい。

4-3. 総合評価

総合評価 A

5%Mn 鋼のポテンシャルの高さを多くの実験的研究を通して把握できた点は貴重である。また、真応力-真ひずみ曲線を実験的に求める手法を確立した点も評価できる。しかしながら、現状では網羅的なデータの蓄積に留まっている。たとえば、Mn 鋼における相変態挙動や微細組織の相安定性の問題、残留オーステナイトの形成機構の解明、真応力-真ひずみ曲線の解釈と評価、完全ぜい性体に対する Griffith 理論を局部延性に適用することの妥当性の検討など、指導原理の構築のためには、学術的に理解を深める余地が多く残っている。

同様に、二相鋼についても、優れた力学特性を検証した点は高く評価されるが、組織形成と特性の断片的な把握に留まっていて、未だ系統的な知見の獲得には至っていない。マルテンサイト鋼も二相鋼も、金属組織の学理および組織と力学特性を結び付ける学理については未解明のところが多い。さらに、「ヘテロ構造」という言葉が散見されるが、その定義と重要性も不明確である。

上述のように、今後は研究内容の絞り込みを行って、基礎研究に基づいた真の新指導原理の提案を目指していただきたいが、そのためには、現状チームでは限界があると考え。チームを越えた（理論や計算材料科学、先端解析などの分野の）専門家との議論、あるいは専門家を新たに研究チームに加えた研究体制などを検討していただきたい。

以上