

超高強度薄鋼板の強度-延性バランスを向上させる新たなアプローチ

A new approach to improve strength-ductility balance of ultra-high strength steel sheet

特殊金属エクセル 松村 雄太、小川 恭平、細谷 佳弘

茨城大学 小貫 祐介

物質・材料研究機構 友田 陽

1. 緒言

20世紀末、超ハイテンとしてTS×El値>60000MPa%の強度・延性バランスを有するTWIP鋼が注目されたが、多量のMn添加が必須であることが実用化の壁となった。しかし、21世紀に入ってSpeerらが提唱したQuench and Partitioning (Q&P)法¹⁾によって現実的な成分系の鋼を対象とした高強度・高延性化の方向性が示されたため、第三世代AHSSとして新たな開発目標となった (Fig.3)。しかし、Q&P法は鋼板をオーステナイト(γ)単相域からMs点以下まで急冷してマルテンサイト(α')変態させた後、400°Cに短時間再加熱して α' 相から残留 γ 相に固溶Cを再分配させるため、連続熱処理ラインであってもコイルの全長全幅にわたる均一な組織制御は容易ではない。そこで本報告では、新たなアプローチとして冷間圧延による均一な加工誘起マルテンサイト相を母相として、バッチ炉でPartitioning処理を行うRolling and Partitioning (R&P)法とその効果について紹介する。

2. 開発コンセプト

本開発の基本コンセプトを①～⑨に列記する。①合金鉄での成分調整可能な商用鋼並の成分とする。②ステンレス鋼並の耐食性を具備する。③可能な限り平衡状態に近い組織形成を前提とする。④TRIP鋼またはTWIP鋼では加工誘起 α' 相の生成に伴う均一変形を重視する余り局部延性が犠牲にされるのに対し、高強度を維持しながら局部延性が持続する組織を狙う。⑤実用上、応力-ひずみ線図の理想は完全弾塑性変形と考え、高降伏強度と高い流動応力を維持しながら高延性化を図ることで、部品としての信頼性と高い衝撃特性を狙う。⑥高降伏強度を実現するため、母相は再結晶 α 相ではなく、加工誘起 α' 相として析出硬化を重畳させて強化を図る。⑦相構造は α' 相が準安定 γ 相を取り囲む組織を理想とする。⑧これによって、塑性変形過程では準安定 γ 相が α' 相に加工誘起変態することで母相 α' 相との硬度差が縮まり、 $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態に伴う体積膨張によって母相との界面に圧縮応力が作用することで微小割れの発生が制御されること期待する。⑨耐疲労特性に関しては、 γ 相中ではクラック先端の塑性域での α' 変態による亀裂伝播抵抗と、ネットワーク状 α' 相による亀裂伝播の障壁を期待する。

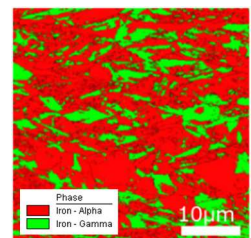


Fig.1 Phase map of developed steel

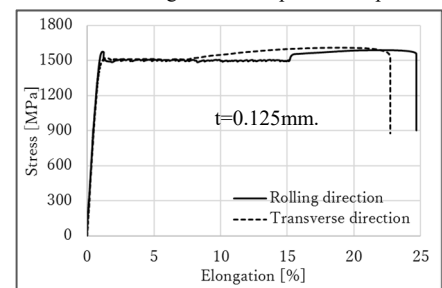


Fig.2 S-S curve of developed steel.

3. 結果

溶体化処理したMo添加準安定オーステナイト鋼を、冷間圧延で α' 相とした後、バッチ炉で安定したPartitioning処理を行うことで、開発コンセプトに合致した組織と応力-ひずみ線図が得られ (Figs.1, 2)、Q&P法¹⁾ (*) のベストバランスを凌駕した (Fig.3)。本報では開発材の実用性能に加えて組織形成の素過程を考察する。

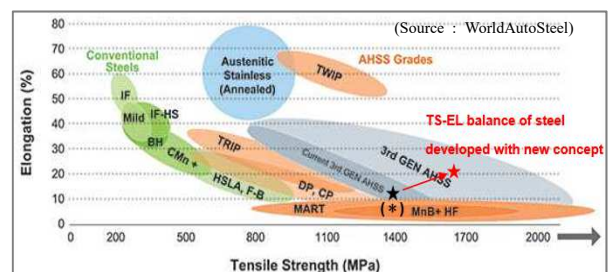


Fig. 3 TS-El balance of developed steel in comparison with Q&P HSS

4. 参考文献 1) J. G. Speer : Materials Research, Vol.8, No.4 (2005), pp.417-423.

Yuta Matsumura (Tokushu Kinzoku Excel Co., LTD., 56 Tamagawa, Tokigawa-cho, Hiki, Saitama 355-0342)