

調質圧延のミクロ変形解析研究会を省みて

鎌田 征雄*

Preface to the Special Issue on “Progress of Analysis on Micro-plasticity and Practical Technology in Temper Rolling”

Ikuo YARITA

調質圧延 (temper rolling) を別の用語でスキンプラス圧延 (skin pass rolling) と用いる場合も多い。前者は圧延の目的を示す用語のようであり、後者は圧延の状態を示している用語のように思える。興味ある技術用語の使い方である。僅か数パーセントの軽圧下なので表層の皮部だけが変形するものとみてそのように呼称されたのだろうか？ 有限要素法で解析してみると、摩擦係数が大きい場合では確かに板厚の中心部に比べ、表層部の塑性ひずみは非常に大きく、なるほどスキンプラスという感じであるが、しかし、摩擦係数が小さい場合では、板厚の表層部と中心部の塑性ひずみはほとんど同じ値になる。こうなると、ひずみの値は小さいがスキンプラスとは言い難い。入社間もない頃に、変形状態を調べるためにフライ試薬でリュウダース帯の観察を試みたこともあったが、うまくいかなかった。

さて、薄鋼板製造の最終加工プロセスにあたる調質圧延は、1または2スタンドの圧延機により降伏点伸びの除去のみならず表面粗さや光沢度、平坦度、機械的性質を数パーセントの圧下率のもとに制御しなければならず、高い機能性が要求される。また、品質を保証することも目的とする重要なプロセスである。最近では、年間1600万トンの冷延薄鋼板が調質圧延されており、そのうちのほぼ70%は連続焼なまし設備の最終に装備されたインライン調質圧延機によるものである。連続ラインで上述の品質が一気かつ最終的に造りこまれる。他材料との競争も年々厳しさ増しており、高強度化・薄肉化のもとに表面品質や寸法・形状品質などの厳しい要求に対処している。しかしながら、意外なことに他の圧延プロセスに比べ、理論をベースというよりは経験に基づいた制御、操業が行なわれている。これは、板厚方向に不均一で弾性変形と塑性変形とが混在し

た複雑な変形状態にあるため、塑性論に基づく従来の圧延理論では十分に対応できなかったことにもあろう。最近では、弾塑性論の発展や有限要素法の進展もあり、操業への適用は未だ難しい面もあるが、調質圧延の変形解析に対し、環境は整ってきている。

平成14年4月に当時の創形創質工学会長の小豆島明先生（横浜国大）から調質圧延に関する研究会を立ち上げるように勧められた。まずは調質圧延に関する現状と課題を調査するための研究準備委員会がスタートした。このときに冷延部会から操業上の技術的課題をお聞きするとともに、研究会に対して好意的かつ協力的な意見を頂いた。力学的な見地から研究会の基本課題を ①リュウダース帯の解析、②弾塑性変形を考慮した圧延理論解析、③表面粗さの形成メカニズム、④トライボロジー挙動、⑤バックリング現象の発生メカニズム の5項目に絞り込み、創形創質工学会はもとより冷延部会、圧延理論部会のバックアップのもとに「調質圧延のミクロ変形解析研究会」として4年に及ぶ研究会が平成16年4月からスタートした。冷延部会からは実験に使用する未調質の焼なまし薄鋼板を提供して頂くとともに、秋岡真人部会長、出石智也部会長、斎数正晴部会長の3代に亘り厚い支援を頂いた。研究を進める上で、最も知りたかったことが現場、現物、現実、即ち実機における実態であり実際の技術データであった。大学や研究機関の研究であり、小規模の実験装置でどれだけのことが予測できるかという点で不安が付きまとっていた。幸いにも委員の先生方が熱心に取り組んでいただいたことで新しい知見も多く得られるとともに、残された研究課題も明確になり、成果はますますであったと思われる。調質圧延の操業技術の向上、研究開発の一助になれば幸いである。