

め脱磷に有利な条件を造るのが困難なこと、完全な除滓が困難なことなどから炉外脱磷の方が有利であるとの意見が述べられた。

森谷氏（日新興）からは脱磷、脱硫処理をした場合の温度降下、作業性の問題ならびに炉外処理後の目標 P % を高めとして Si, Mn の残留をはかることの方が有利ではないかとの質問が出された。脱磷、脱硫に際しての温度降下の点は脱磷処理の際 O₂ 吹き込みで温度をコントロールするので、脱硫時の温度降下だけであり、従来の方法と変わらない。作業性はダブルスラグ法とくらべれば良いのではないかとの意見であつた。目標 P を高めにすると転炉での造滓剤の量を増す必要があり、残留 Si による発熱効果が減殺され、熱的には有利にならない。またリサイクルシステムにとつても有利にならないとの答えであつた。

本討論会において、炉外脱硫に関してはかなりの技術的水準に達していることがうかがわれた。今後の方向としては、脱磷、脱 Si、脱炭などの問題も含め最適な予備処理法の開発が期待されるが、本討論会を通じていくつかのアイデアも示唆され有意義であつたと思う。

III. 鋼材品質計測

新日本製鉄(株)

座 長 吉 谷 豊

現在の鋼材の生産工程では、鑄造の後、加熱冷却を繰返し、定まった形状に加工されるため、凝固の立場からも、熱の伝達という面からも、鋼材の全体にわたって均一な性状にすることは原理的にも困難なことである。実際には、実用上問題にならない変動の範囲に、工程条件を一定に保つて、品質を管理しているのが現状である。現在の鋼材の品質管理目標は、それぞれの用途に対応し許容される範囲で、できるだけ欠陥の少ない均質な材質を保つ様管理されているが、鋼材は対象によつては、必ずしも均質である必要はないのである。今日の複合材料も、天然材料に見られる如く、将来鋼材も、硬質と軟質を組合せた材料も、非金属成分を、均質に分散させた様な材料も開発される様になる。

鋼材の品質試験の大部分は、現在破壊試験により行われているため、試験は代表試料を切出し一定形状の試験片を用いて、拡張や降伏点等の機械値、化学成分、等が計測されている。したがって、管理はサンプリングにより行われているのであり、鋼材全体にわたつては、鑄造条件を一定にしたり、鋼材全長にわたる温度分布を管理することにより、間接的に均一性を管理している。条件から外れる、鋼材の端部を切落したり、板端部をトリミングすることにより、均質な鋼材を出荷して来た。これは歩留を犠牲にして、品質を保つて来たわけで、このため鋼塊の大型化、素片の大型化により、歩留の向上はかかれて来たことは過去の技術発展に示されるところである。

鋼材の需要が多様化し、使用者技術の向上とともに、品質、価格に対する要求から、次第にサンプリングの頻度も試験項目を増加し、生産において、試験が次第に重要な要素になつて来た。これは技術進歩の必然的な傾向であり、最終的には、試験の on-line 化と言うことにな

つてくる。(計測の比較的容易な石油精製では、品質の on-line 計測が産業の中では最も進んでいる。) このことは、試験の on-line 化の技術的可能性と、市場の品質に対する要求度によつて決ってくる。こうした背景から、今回始めて、鋼材品質の on-line 計測についての討論会を取上げられたが、対象が多岐にわたること、品質と言う問題だけに、活潑な討議をすると言うより、関心のある人々が集り、一歩ふみ出したと言う段階であつた。

品質の on-line 計測は、性状を非破壊で計測することであり、技術的には非破壊検査 (N.D.I) の分野であるが、NDI はこれまでどちらかと言うと、鋼材の欠陥検出が中心であつた。品質計測への試みはかなり以前から試みられて来たが、簡易試験的要素が強かつた。非破壊でしかも出来るだけ非接触で、鋼材の品質を測るとなるとかなり難かしい制約であり、簡単にはゆかない。そもそも鋼材の引張試験法は、実用的におこなわれて来たもので降伏値、伸び、衝撃値と言つた諸量は物理的意味が充分解明されていない。計測は、物理的法則なり、物理化学的物質性状を利用して行はれるものである原理的内容の明確でない量に対しては、それと相関の高いパラメーターを操ぶと言う操作になる。鋼材の性質を左右する変数として、成分値と物理的な性状がある。成分は分析によるが、現在は発光分析、X線蛍光分析の機器分析が行はれているが、前者は on-line 化は未だ普及していないが後者はメッキ厚み計として普及している。機械値に対しては、弾性波に対する性質や電気抵抗や磁氣的性質を利用して計測される。

on-line 計測にするためには、非破壊、非接触での計測が求められるので、原理的に放射線、電磁気、弾性波が有効である。今回は X線蛍光を用いたものと電磁氣的なものが、各々 2 論文提出された。住友金属白岩等は、分析の on-line 化の可能性から、どの原理が有効かを検討し、鋼管の異材検出の目的に、Cr や Mn の分析から材質を判別するものとし、X線蛍光分析を採用した事例についての発表があつた。また、東洋鋼板、藤井から、TFS の Cr 膜原の計測に蛍光 X線が実用化した発表があつた。最近 X線発生装置が、連続使用可能なコンパクトなものが出来たことと、感度の高い半導体検出電子が出て来たこと、コンピューターの利用によるスペクトルスコーピーの精度向上などから、蛍光 X線の on-line での活用の途が開かれてきた。今回は発表はなかつたが、発光分析も、レーザー発光が利用出来ること、光電素子の進歩で、分析の連続化の可能性が近くなつている。住金の場合、かなり環境条件の悪い熱間圧延のライン上での試みであり、今後の発展が期待される。蛍光 X線により結晶粒度の計測、残留応力の計測の可能性もあり、この技術の今後の発展は注目される。

エレクトロニクスの進歩で、電磁氣的的方式は経済的にも実用化の可能性を持つているが、間接的な尺度であるので、万能ではない。日本鋼管森らは、原則的な面から電磁氣的な計測からの機械値の計測の問題を渦流法を中心に述べられた。単一の電磁的な値からでは機械値の推定が困難で、温度とか、成分値と併用して求めることの必要性を示している。電気鉄板の鉄損は、品質の重要な値であるため、この on-line 化は、最も進んでおり、

吾が国でも十数台稼動しているが、新日鉄福島からこの装置の概要と、この原理を、ブリキの硬度計への活用が紹介された。硬度の場合成分により検量線が影響するが相対的に、コイル内では、硬度の対応は良く一致しており、連続焼鈍の管理に充分活用し得ることを示した。これ等の方法は、相対値になるので使い方が問題で、利用の仕方を工夫する必要がある。

この種のシンポジウムは、英国鉄鋼協会以前取上げられており、ヨーロッパで研究が活発である。BSC, Corby で住金の発表と同様な目的で、蛍光分析の on-line 化を実用化している。今回弾性波の利用について発表はなかつたが、弾性波はヤング率等の機械値の測定に有効であり、on-line 化の可能性をもつた分野でもある。連続鉄損測定の実用化を吾が国が先がけて来たことが、今日の吾が国の電磁鋼板の品質水準を高めて来た一つの要因であることは、あまり知られていないが、改善の糸口には求められる対象の正しい把握であり、これには妥当な計測法の開発がともなわれねばならない。わが国の品質水準を世界的なものに維持して行くためには、各国より先んじた品質の評価法を保持している必要のあることは明らかである。唯この種の開発には、材質研究者、品質管理者と、計測技術者との密接な対話が大切であり、実用化にあたっては、工場側の熱意協力が key でもある。その面で、この様な討論会の今後の発展を希望したい。

IV. 準安定オーステナイト鋼における TRIP 現象に関連した諸問題

京都大学工学部

座 長 田村 今男

日本鉄鋼協会第 95 回講演大会第 2 日 (昭和 53 年 4 月 5 日) の午後 1 時より 5 時 30 分まで第 9 会場で、『準安定オーステナイト鋼における TRIP 現象に関連した諸問題』というテーマで討論会が開催された。田村今男 (京都大学工学部) が座長をつとめた。100 名を超える参加者があり、活発な討論が行なわれ、きわめて盛会であつた。

まず座長の田村が〔討11〕TRIP 現象とはどのような現象であるかについて解説し、その応用の方向について概説した。そしてこの討論会において発表される論文の位置づけを行つた。

小野寺秀博 (京都大学大学院)〔討12〕は準安定オーステナイトが加工によつてマルテンサイト変態をおこす場合の応力とひずみの寄与について述べた。応力の寄与として Patel & Cohen の機械的駆動力を是認し、その駆動力が化学的駆動力 (化学自由エネルギー差) と対等の寄与をするものと仮定して応力増加によるマルテンサイト体積率の増加、すなわち変態の進行を示す式を導出しそれを用いて引張応力と圧縮応力による変態量の相異を計算し、実験値とかなりよく一致することを示した。次にオーステナイトが塑性変形をおこした後変態する場合は、局所的な集中応力によつて変態がおこることを例を挙げて示した。たとえば焼鈍双晶に変形双晶が衝突した部分でマルテンサイトが生成され、そのマルテンサイト

のバリエーションはその衝突した変形双晶のシア方向に対する stress coupling factor の正で大きい方位のものであつた。この場合の変態シアーとしては晶癖面上の全変態シアーをとっている。

これに対し森勉 (東京工業大学) は Cu-Fe 合金における析出オーステナイト粒子の変態を例にとり、マルテンサイト変態が 2 段のシアーでおこると考え、第 1 段のシアーに対して応力が寄与すると考えた方が妥当である事をコメントした。小野寺はそのような考え方もあるが応力が晶癖面での全せん断を助けると考えた方が stress coupling factor の大きさから考えると妥当であつた事を説明した。清水謙一 (大阪大学産研) は熱弾性型マルテンサイトの変態においても応力は晶癖面上の変態の全変形を助けると考えた方がうまく説明できることを述べた。この問題については今後の研究に待たねばならない。岡宗雄 (鳥取大学工学部) は小野寺の実験では OLSON & COHEN のエンブリオ形成説を否定するものでない事を述べた。

成谷哲 (川崎製鉄技研)〔討13〕はマルテンサイトを生成しながら変形するオーステナイト系ステンレス鋼の加工硬化について述べ、マルテンサイトはほとんど変形に寄与せず単に変形の障害となるものであり、主としてオーステナイトが変形しその中の転位密度が増加することが加工硬化の主因であることを示した。さらに変形モデルは応力一定モデルに近いことを述べた。

これに対し、牧正志 (京都大学工学部) は彼自身の研究結果を示し、炭素量の高い (約 0.4% C) マルテンサイトが生成するときは低炭素のものに比してマルテンサイト生成量が少なくとも大きな加工硬化を示し、低炭素のものよりもきわめて伸びが大きい。この結果からすれば生成するマルテンサイトの強さも加工硬化にかなり寄与していると考えられ、混合則またはそれを改良したような考え方の方が妥当ではないか、また、マルテンサイトも変形していると考えた方がよいので歪一定モデルと応力一定モデルの中間と考へた方がよいのではないかと指摘があつた。成谷はこの意見に対しもちろんマルテンサイトが全然変形しないと云っているのではなく、もともとマルテンサイトの転位密度が高いので転位密度の上昇が観察されない。また応力一定モデルに近いというだけでも歪一定モデルとの中間であると考えている事を述べた。

星野和夫 (日新製鋼周南)〔討14〕はマルテンサイトを生成しながら変形するオーステナイト系ステンレス鋼の加工硬化について、LUDWIGSON らの式の欠点を指摘し、これを改良した新しい加工硬化式を提案すると共に種々な材料因子を実験によつて決定した。すなわち LUDWIGSON らの式の最大の欠点はひずみ一定モデルに立却している点であるので、これを応力一定モデルとの中間モデルを用いて新しい式を導出し、実験によつて新しく求められた種々な材料因子を用いて計算すると、実際のステンレス鋼の加工硬化とよく一致することを示した。

これに対し友田陽 (茨城大学工学部) は星野の提案した改良された式は LUDWIGSON の式よりも合理的で受け入れやすいが、欲を言へば $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態の変態歪をも取り入れた式になれば一層好ましい事を述べ、そのためには