

て、岡田(新日鉄)、熊田(三井造船)、吉井(日新製鋼)、市橋(日本冶金)、下平(東北大金研)の討論が行なわれた。

孔食における成長性食孔(ふたをもつものが多い)についてもそうであるが、ことにすきまにおいては、内と外との物質移動が制限されるため、内部においては金属塩化物の濃縮がおこり、塩化物の加水解離による pH 低下がこれにともなわれる。十分せまいすきま内においては、この金属塩化物濃縮は不動態を保持するための微小な溶解そのものによつてももたらされ、濃塩化物の加水解離による pH 低下は Cr, Mo がもつとも著しいからステンレス鋼にとつてすきま腐食はもつともむずかしい問題となり、その発生の認識には時間がすきまの幾何学などととも大きく影響するので厄介な問題である。

#### IV. 鉄鋼の強化組織と靱性

東京大学工学部 工博 座長 荒木 透

本討論会は金属学会第 3 総合分科会との合同シンポジウムの形で開催された。鉄鋼協会担当テーマとしては、鋼の強化組織と靱性に関するもので、3つの講演と2つの準備討論がすでに予講に印刷されているが、さらに主な討論を加えて以下にとりまとめる。

1. 討 23-マルエージ鋼の時効組織と延性、靱性-が金材研河部義邦によつて講演された。主として 18 Ni マルエージ鋼について、前  $\gamma$  粒径を種々に変えた溶体化処理を行ない、さらに時効処理温度を変えて熱処理組織の延性、靱性への影響をしらべた。300(ksi)級のマルエージ鋼では、ピーク強度を示す 475°C 時効の場合通常の強度と延性の対応がみられるが、400°C 時効では H の関与すると思われる脆性、500°C では析出物の成長によるボイドの多発による延性の低下などがみられ時効時間と強度-延性の関係が複雑な対応をする。また大きな前  $\gamma$  粒径については粒界破壊の傾向により延性が低下するが、破壊靱性値は上記の遅れ破壊的傾向の影響が 400°C の場合みられるほか、他の温度では依存性がない。強度レベルの高い鋼種ではこのような傾向が若干異なることなどを示し、著者の考え方をもとに考察を加えた。これに対し、神鋼中研細見広次がコメントを述べ、溶体化温度の上昇による伸、絞、衝撃値などの低下や特異なすだれ状破面などについて、自らの実験結果を示し、高温溶体化脆化の原因として  $\gamma$  粒径の粗大化のみでは説明しえないと思われる点を質問した。またシャルピー値が 0°C では粒度依存性があるにもかかわらず -196°C ではなくなり、亀裂発生特性と関連することを示唆した。河部は vE の 0°C, -196°C のデータを比較し意見を述べた。さらに、V ノッチ底疲れ亀裂試片のデータを示し、亀裂発生エネルギーの寄与が 0°C のときの粒度依存性の因であること、すだれ状破面の出現により  $K_{IC}$  靱性値が影響を受けないことなどを挙げ、粒界破面が認められないから前  $\gamma$  粒径の粗大化に原因がないとは言えないと述べたが、今後粒径および微細組織と破面との関連をより詳細に検討すべきことを認めた。

2. 討 24-10Ni-8Co 高降伏点高靱性鋼の強化機構と靱性-が新日鉄基礎研森川博文によつて講演された。0.1 C-10Ni-8Co-2Cr-1Mo 鋼の強化が Cr を固溶する  $Mo_2C$  の析出分散と固溶体の時効による構造変化による強化の

重量によること、靱性と Cr 量による  $Mo_2C$  の整合に重要な係りがあること、高温  $\gamma$  化による残留 MoC の溶込が靱性向上に導くことなどの興味点が示された。これに対し、河部義邦は上記の固溶体構造変化についてクラスタ形成を否定した SPEICH の意見をどう考えるか、また Cr の影響と役割りについての疑問点、高温溶体化によつて遷移温度は上らないかなどについて質問した。これに答え森川は、固溶元素のクラスタ形成については硬さや引張強さが 400°C 焼もどし時効によりピークを示し、(Mo, Cr) $_2$ C の析出強化に加算的効果を及ぼす。降伏強さの焼もどしによる増加が Fe-Ni にも出ることを根拠にした SPEICH の議論はまともを得ていないが、降伏応力の増減の内容を検討する必要は認める。Cr によつて靱性の向上することは含有 Cr/Mo 比が同一の鋼では強度と靱性の関係が同様になつていることなどから、Cr, Mo の固溶量よりは析出物への影響が主と考える。しかし SPEICH のデータと多少の食違いを認める。また、高温溶体化により遷移温度は上昇するが再焼入れによつて靱性は向上する。などの点を挙げて説明を加えた。東工大田中実はこの種鋼の焼もどし時の逆変態オーステナイトの析出と強度、靱性の関係についても今後の研究を期待する旨の希望を述べた。

3. 討 25-5% Ni 0.5% Mo 鋼の焼もどしマルテンサイトとベイナイトの組織と靱性-は川鉄技研鎌田晃郎により講演された。C=0.14 および 0.28% の 2 レベルの 5%Ni-Mo 鋼について、 $\gamma$  粒度と C 量の変態生成物の微視組織と靱性に及ぼす影響を、主として電顕による観察により研究し、マルテンサイトのパケット構造、ベイナイトの微視組織形態が 2 つの炭素レベル間でかなり異なり、 $\gamma$  粒の粗、細による差異もマルテンサイト、ベイナイトでそれぞれ特徴的な傾向がみられることなどの詳細な報告があつた。また、これら微視組織と破面および靱性(遷移温度)との関係を前年討論された「有効結晶粒」の概念であるといふ説明できるが、靱性の下部ベイナイトとマルテンサイトとの差や焼もどし温度の影響などをこの考えのみでは定量的に説明しがたく、炭化物の形態と挙動に着目して解釈すべきことを述べた。金材技研中島宏興は質問に立ち、炭素量が増加した場合ベイナイトの炭化物の数は増加したかを聞き、鎌田は 5Ni-0.5Mo 鋼において C を 0.14 から 0.3% に増すことにより上部ベイナイト同志あるいは下部ベイナイト同志と比較すると炭化物の数は明らかに増加すると答えた。この問題に関連して次のように準備討論が行なわれた。

4. 討 26-中炭素低合金鋼のベイナイトの靱性に及ぼす炭化物の影響-が中島によつて述べられた。鋼変態組織の靱性への冶金的要因として強さ、粒度、炭化物の形態を挙げ、遷移温度よりみた靱性に対する低合金鋼の 0.25~0.44% の C, 2.6% までの Ni の影響を変態温度および強度硬度レベルによつて整理して検討し、炭化物の大きさと板状-塊状などの形状と分布が靱性に対して大きな要因であることを実験結果により示した。ここで述べられた Cr Mo 鋼に対する Ni の添加による析出炭化物の大きさの増加に由来する靱性の劣下は一般の通念と異なり、また劈開破面単位がほとんど変化しないことと合せて興味ある事実である。中間段階変態組織の性

質についてのコメントとしてつぎの準備討論が行なわれた。

5. 討 27-フェライト・ベイナイト混合組織の形成とその機械的性質-を川鉄技研田中智夫が述べた。極低炭素の焼入性の低い鋼種での中間段階変態に関するもので、焼入れ組織はその鋼が  $M_s \geq 460^\circ\text{C}$  の場合  $50 \text{ kg/mm}^2$  ていどの一定強度水準の微細な異形フェライトとベイナイトの混合組織を呈する。組織の微細化の様相、強度と均一伸び（延性）との関係を論じ、靱性のバランスがよい可能性を示唆し、微細な変態組織生成の機構について見解を述べた。京大田村今男は二相混合組織の強さについてのパラメータ  $C = (\text{強い相の } \sigma_{0.2}) / (\text{弱い相の } \sigma_{0.2})$  について  $C=2$  以下では混合（直線）則から離れるという田中の意見について、3以上としてよいように思うと述べ、また結晶粒径との量的関係、均一伸びと

混合体積比との関係などについての田中の説明について意見を述べた。これに対して田中は実験結果についてつぎのように答えている。鋼は  $0.04\text{C}-1.6\text{Mn}$  および  $0.04\text{C}-1.6\text{Mn}-0.2\text{Cr}$  の成分で (ベイナイト)/(フェライト) のC値はともに2.0のものを  $\gamma + \alpha$  二相混合域焼入れにより作り混合則をたしかめた。ベイナイト 20% 以下の時はフェライトによつて  $\sigma_{0.2}$  がきまり偏倚が大きい。これ以上の比率ではフェライト粒間のすべりの伝ばに介在ベイナイトが寄与して混合則に近づき、petch の関係の  $k_y$  値はベイナイトが粒界に存在するため見かけ上大きくなる。また均一伸びについては、フェライトはベイナイトの混合により変形を拘束され、加工硬化したフェライトと似た挙動をするため低下するという見解を述べた。この種の変態組織については従来発表が少なくなお今後の解明が待たれる。