

イントについて講演者の見解をうかがった。合金めっきをさらに高機能化するために多層めっきが、耐食性と加工性をバランスするうえで有機皮膜との組合せが、また塗膜中に遅効性の防錆剤を添加することなどが必要であることが提示された。

本討論会には 250 名以上が参加し、活発な討論が行われ、時間的に多少不足気味であった。表面処理鋼板の耐食性研究も電気化学的挙動、腐食生成物解析をベースとしたものに発展し、メカニズムを共通に議論できるようになった。表面処理皮膜設計を行ううえで、腐食メカニズム解明や腐食制御の考え方の構築はますます重要になっている。討論すべき点はまだ多いので、今後、研究をさらに充実させ、近い将来にあらためて討論する機会を持ちたいと感じるしだいである。

機械構造用高強度非調質鋼

座長 (株)神戸製鋼所鉄鋼技術研究所
井上 毅
副座長 大同特殊鋼(株)特殊鋼研究所
並木 邦夫

近年地球環境問題や CAFE 法案にともなう自動車の軽量化の要求を受け、自動車用鋼材の高強度化のニーズが強まっており、機械構造用鋼もその例外ではない。特に従来焼入れ焼きもどしにより高強度、高靱性を得ていた鋼の熱処理を省略して、圧延または鍛造ままで達成しようとする本討論会のテーマである「機械構造用高強度非調質鋼」は自動車の燃費改善という観点からも、また熱処理省略による省エネルギー、CO₂ 抑制の面からも時代のトレンドにあった鋼であるといえる。このような背景のもとに討論会が開かれ、まずユーザー側から「鍛造用非調質鋼の現状と将来」と題する依頼講演がなされ、続いて鉄鋼メーカー側から 8 件の講演があり、活発な討論がなされた。なお、メーカー側からの講演は使用時の鋼の組織によりフェライト・パーライト型とベイナイト・マルテンサイト型に大別できるので、それぞれをまとめて総合討論を行った。以下に、講演要旨と討論の概要を述べる。

(討70) (依頼講演) 鍛造用非調質鋼の現状と将来

(日産自動車(株)第二技術部 小島久義)

鍛造部品は自動車重量の 10% を占め、環境対策面からも自動車の高性能・高機能化からも高強度化、軽量化、コスト低減の要求が強い。軽量化も単に材料の高強度化だけでなく、表面処理技術などとの組合せで考えるべきであり、また高強度化にともなう切削性の悪化などに対応したトータル技術としてとらえるべきである。非調質

鋼は熱処理省略というだけでなく、中間在庫の削減、製造エネルギーの削減からも効果大きい。

従来非調質鋼は炭素鋼調質材の代替としての 780 MPa 級の V 添加鋼に代表されるものが主流であったが、衝撃特性が低く用途が限定されていたが、結晶粒微細化や 980 MPa 級ベイナイト組織非調質鋼の開発などで足回り部品などへ適用範囲を広げつつある。

さらに、自動車メーカーにおける採用例としてクランクシャフト、コンロッド、ホイールハブ、ナックルスピンドル、冷鍛リヤスピンドルについて具体的に示し、現状と将来についてまとめた。

I フェライト・パーライト型非調質鋼

(討71) フェライト・パーライト型熱間鍛造用非調質鋼強靱化の研究

(新日本製鉄(株)室蘭技術研究部 高田啓督ほか)

フェライト・パーライト組織をもつ熱間鍛造非調質鋼の強度と靱性を向上させる手段として組織の微細化方法について報告がなされた。Al 脱酸鋼で Sol. Al を調整することにより酸化物を核として MnS を微細に晶出させることができ、これがオーステナイト結晶粒の微細化と鍛造後のフェライトの核生成サイトとしての役割を持ち組織の微細化に寄与することを述べた。さらに、これらの手段を使って 800~1000 MPa 級の自動車足回り部品として十分な靱性を確保できることを示した。この発表に対し、酸化物の晶出制御手段等について討論がなされた。

(討72) 熱間鍛造用の高靱性非調質鋼と高強度非調質鋼の特性

((株)神戸製鋼所神戸製鉄所 松島義武ほか)

低炭素 Mn 鋼に S を増量添加して微細なフェライト・パーライト組織が得られる高靱性非調質鋼の開発例の紹介がなされた。微細な MnS は加熱時にオーステナイト結晶粒の成長を抑制するとともに、鍛造後の冷却時に粒内の核となり多数の初析フェライトを生成せしめパーライトコロニーの成長を抑制する。また、V を増量して疲れ限度比を高め、快削性を改善した 1000 MPa 級の高強度非調質鋼も報告された。

(討73) 中炭素非調質鋼の疲れ強さにおよぼす化学成分の影響

(大同特殊鋼(株)特殊鋼研究所 中村貞行)

含 V-0.35~0.50% C 系非調質鋼の疲れ強さに及ぼす主要元素および S, Pb 等の快削元素の影響を調べ、疲れ強さと被削性に富む最適組成を検討した。快削元素を含まない場合、硬さの増加にともない疲れ限度も上昇するが、快削鋼においてはその介在物が起点となるため、Mn や Cr 量の増加によるマトリックスの靱性改善が有効である。これに対して、介在物の影響度と基地組織および結晶粒度等の相関について討論がなされた。

(討74) 高強度非調質鋼の疲労特性に及ぼす合金元素と

加工熱処理条件の影響

(愛知製鋼(株)研究開発部 野村一衛ほか)

疲れ強さを中心に高強度化のための種々の要因を検討した。0.3% までの V 添加は耐久比を向上させること、MnS も組織の微細化を通して効果的であること、さらに未再結晶圧延材は再結晶圧延材に比べて初析フェライトが微細化するため耐久比が上昇することなどが示された。この発表に対し、成分系が異なった場合の各要因の効果について討議がなされた。

(討76) フェライト・パーライト型およびベイナイト型熱鍛非調質鋼の強度・靱性に及ぼす組織因子の影響

(トア・スチール(株)仙台製造所 佐藤謙二ほか)

熱鍛シミュレーションの結果、フェライト・パーライト鋼は加熱温度の上昇にともないパーライト粒径が粗大化し破壊靱性が低下するが、Ti 添加により微細化が可能であること、ベイナイト鋼ではフェライト・パーライト鋼にくらべ優れた靱性を示すとともに高温加熱においても靱性値は低下せず、これはベイナイト部の低炭素化によることなどが報告された。この発表に対し、ベイナイト鋼の靱性向上要因について討論があった。

(フェライト・パーライト型 総合討論)

上記のフェライト・パーライトを主体組織とするタイプの非調質鋼に関する発表を総括的に討論が行われた。組織微細化の基本手法である MnS の活用に関し、その晶出機構、機械的性質の異方性への影響、さらに初析フェライト量の差による疲れ強さおよび靱性への効果の相違、S の増量添加が靱性向上に効く場合と効かない場合の相反するデータに対する考え方などの討論がなされた。また、耐久限度比に及ぼす組織の影響についても議論がなされたが、最後に性能と製造性とがともに優れた高強度・高靱性非調質への要望が自動車メーカー側から出された。

II ベイナイト・マルテンサイト型非調質鋼

(討75) 高強度熱間鍛造用非調質鋼の開発

(NKK 鉄鋼研究所 石崎哲行ほか)

900 MPa 級またはそれ以上の高強度非調質鋼について、高強度化にともない被削性がより重要となるとの観

点から発表がなされた。各種の非調質鋼を従来の調質鋼と比較した場合、低炭素ベイナイト鋼の穴あけ加工を除いて一般に非調質鋼の方が被削性に優れていることを示し、この理由についても組織要因、構成刃先の特性などから考察した。

(討77) ベイナイト鋼の組織と機械的性質に及ぼす合金元素および焼きもどしの影響

(愛知製鋼(株)研究開発部 岩間直樹ほか)

空冷でベイナイト組織となる鋼種におけるベイナイト組織微細構造、特に島状マルテンサイトの大きさにおよぼす合金元素の効果を調べ、Mn 鋼では粗大であり、Mo や V の添加により微細化されること、またこの微細化により延性が改善されることを示している。さらに、Mo や V を含むベイナイト鋼を焼きもどした時には 500°C 付近で 2 次硬化現象が認められることを示し、非調質鋼の特性改善への適用の可能性を示唆している。

(討78) 低炭素・低合金高強度高靱性非調質鋼の機械的性質とマイクロ組織の関係

((株)神戸製鋼所鉄鋼技術研究所 勝亦正昭ほか)

1 000 MPa 級以上の高強度非調質鋼の開発を目的として、強度・靱性バランスの観点から C 量および合金組成を検討した結果、0.05~0.18% C の範囲で合金元素を組み合わせ、ベイナイトまたはマルテンサイト組織とすることにより可能であることを示した。さらにマイクロ組織と靱性の関係について調べ、特に低炭素・低合金鋼を水冷した組織は幅 1 μm 以下の狭いラスと、ラス間に C が濃縮してできるフィルム状残留 γ からなり、これがき裂伝播の抵抗となり靱性向上に寄与していることを述べた。

(ベイナイト・マルテンサイト型総合討論)

ベイナイト、マルテンサイト組織を主体とする非調質鋼は靱性確保のため一般に低炭素鋼が使われるが、強度と焼入性の観点から種々の合金元素が添加されており、これらの役割、考え方についての議論がなされた。またこれらの鋼の疲労特性と組織要因の関係や、部品製造時に問題となる焼入れによる材料変形などについても討論が行われた。

