

(205) Ni-Al 時効硬化鋼におよぼす Mo および V の影響

日本特殊鋼

工博 澤 繁 樹
西村 富隆, 新山 善之

1. 緒 言

Ni-Al 時効硬化鋼における時効硬化は CsCl 型の結晶構造を有する NiAl (α') 相の析出により生ずることが確認されており、また Ni, Al, Ti 量の時効硬化におよぼす影響なども研究されている。本報告では Ni-Al 時効硬化鋼に関する研究の一環として 4% Ni-1.3% Al を基本成分として、これに Mo, V を添加した場合の諸性質におよぼす影響について調査した結果を報告する。

2. 供試材と実験方法

供試鋼は 4% Ni-1.3% Al (P21) 鋼を基本組成として、これに 0.25% の Mo, V をそれぞれ単独添加した PL21A, PL21B, Mo と V を 0.25% 複合添加した PL21C 鋼の 4 種類である。まず、これら 4 鋼種について焼入、焼もどし硬さを調べ、さらに熱膨脹曲線を描き種々検討した。また、1000℃より油冷後、700℃で 2 時間の焼もどしを行ない、炭化物を基地中より完全に析出させると同時に NiAl を固溶させた状態で 450, 500, 550, 600℃の各温度でそれぞれ 1~100 時間時効したときの硬さ、シャルピー衝撃値、引張特性、電気抵抗、析出物、ミクロ組織などの変化について調査した。

3. 実験結果

焼入硬さは全鋼種とも 900~1050℃において最高となり、この温度範囲では一定値を示す。1000℃焼入の場合には焼もどし温度に対する硬化は 550℃において最高となる。焼入状態での熱膨脹曲線は 360~470℃で収縮し、700℃で焼もどした試料では 250~500℃において異常膨脹が認められる。加熱変態は 10~870℃に生じており、670℃近傍に NiAl の固溶によると推定される若干の膨脹が認められる。また Ms 点は 360℃に、Mf 点は 235℃に生じ、Mo, V の添加による影響は認められない。時効硬さは 4 鋼種とも 450~500℃では時間とともに硬化するが、550℃では 10 時間で最高硬さを示し、600℃になると最高硬さは短時間側に移行する。また時効硬さは Mo, V を添加した鋼の方が高い。図 1 は 4 鋼種の時効硬さとシャルピー衝撃値の関係を示したもので、P21 と含 Mo 鋼 PL21A を比較すると、HRC 25 以上の硬さ領域では後者の衝撃値は高い。含 V 鋼 PL21B は HRC 34 以下で PL21-A より高い衝撃値を示すが、これより高硬度側では差はみられない。Mo, V を複合添加した PL21C は単独添加した鋼より若干高い値を示すが、その挙動は PL21B 鋼に類似している。引張強さは Mo, V 添加鋼の方が高い値を示すが、伸びと絞りとは逆に小さくなる傾向がある。電気抵抗の値は硬化とともに低下し過時効の段階では NiAl 粒の凝集粗大化にもとづく増大がある。電解抽出残渣の X 線回折の結果によると全鋼種の時効状態において NiAl, $M_{23}C_6$, M_6C が認められ、含 V 鋼では他に V_4C_3 が存在する。ただし NiAl は過時効状態で検出された。ミクロ組織は時効硬化とともにフェライトが成長する傾向があり、過時効状態では粒状化した析出物がみられる。また含 V 鋼においては粒界に V_4C_3 炭化物がみられる。

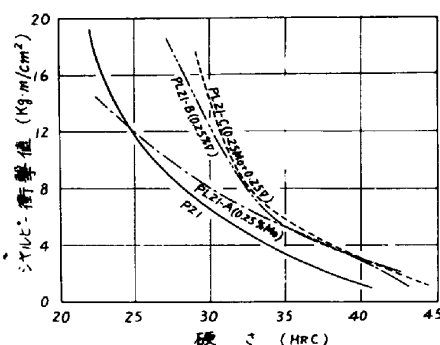


図 1 硬さとシャルピー衝撃値との関係

4. 結 言

Ni-Al 時効硬化鋼に Mo, V を添加すると靱性は向上し、その効果は Mo より V の方が大きい。これらの元素の添加により硬さ、引張強さが高くなるが、展延性を低下される傾向がある。電気抵抗は時効硬化とともに減少するが、過時効段階では増大する。析出硬化に参与する NiAl は過時効状態で検出された。