

(212) 微量元素の単独および複合処理鋼の強度について
(鉄鋼の強度に及ぼす微量添加元素の影響 - I.)

東北大学金属材料研究所
東北大学大学院

今井勇之進
○左野凱夫

1. 緒言

加工性と溶接性を考慮し更に経済性を加味した上での軟鋼の強度向上のためには、フェライトの固溶体硬化、炭化物窒化物の析出硬化、結晶粒度調整による強化、フェライト・パーライト組織の微細化による強化などの強化要因が考えられる。本研究ではこのうち最も有望と考えられる Nb, V, Ti, Zr, Mo, Cr などの炭化物形成元素の微量添加による結晶粒微細化と析出の効果とを調べ、鉄鋼の強度に及ぼす微量添加元素の影響について検討することを目的とする。

Nb 単独処理鋼の強度および析出物に関しては第 72 回大会において報告したが、ここではこれら微量元素の単独処理鋼および Nb を中心とした複合処理鋼の強度に関する実験結果について報告する。

2. 実験方法

Mn, Si など随伴元素の影響を除去するため不純物元素の混入を極力避けるように留意し、電解鉄、特殊白鉄および添加元素純金属を用いカーボン脱酸による真空溶解で次の試料を作製した。

標準炭素鋼：0.2% および 0.05% 炭素鋼

単独処理鋼：それぞれ 0.023~0.091% Nb, 0.065% V, 0.055% Ti, 0.03% Zr 処理鋼

二元素複合処理鋼：Nb+V, Nb+Ti, Nb+Zr, Nb+Mo, Nb+Cr, Ti+Zr, Ti+V, Zr+V 等
添加量の合計が 0.1 at% となるようにし、それぞれの添加割合を二種に変え、炭素量は 0.05% を目標とした。

925~1250℃に1時間オーステナイト化した後、焼準あるいは焼鈍したこれらの試料について、インストロン試験機による引張試験、硬度試験、一部についてシャルピー衝撃試験を行った。また試料のオーステナイトおよびフェライト結晶粒度をJIS法またはリニアアナリシス法によって測定し結晶粒度と強度の関係を検討した。

3. 実験結果

標準炭素鋼および単独処理鋼の結果によれば結晶粒度と降伏点の関係は図のとおりであり、Nbの添加は結晶粒度を著しく微細化すると共に約1050℃以上の高温でオーステナイト化した場合微細な NbC の析出によって著しく強度を向上させる。Ti の添加はオーステナイト化温度が高温の場合を除いてほぼ Nb と同様の細粒化強化および析出強化を示す。V は低温でオーステナイト化した後焼鈍した場合を除いて細粒化の効果はほとんどないが析出強化はかなり著しい。Zr のオーステナイト粒微細化効果はかなり著しいがその他の効果はほとんど認められなかった。二元素複合処理鋼の場合はいずれも結晶粒度がかなり小さくオーステナイト化温度の高い場合でもそのフェライト組織は針状化して微細である。Nb+V, Nb+Mo, Nb+Ti, Ti+Zr の四種は特に著しい析出強化を示し、1200℃程度の高温でオーステナイト化した後焼準した試料では降伏点 45~50 kg/mm²、引張強さ 53~62 kg/mm² という著しい高強度が得られた。

