

(221) 強化因子としての結晶粒微細化と析出について

(鉄鋼の強度に及ぼす微量添加元素の影響 — II —)

東北大学金属材料研究所 今井勇之進

東北大学大学院

○左野凱夫

1. 目的 加工性、溶接性および経済性を考慮した上での軟鋼の強度向上のためには Nb, V, Ti, Zr, Mo, Cr などの炭化物形成元素の微量添加が最も有望と考えられる。本研究は鉄鋼の強度に及ぼすこれら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。単独および三元素複合処理鋼の強度等に関しては大 72, 75 回大会において発表したが、ここでは微量元素処理鋼の強化機構を考察するために強化因子としての結晶粒微細化と析出物分散の効果を検討した結果を示し三元素複合処理鋼についても報告する。

2. 実験方法 不純物元素の混入を避けるため電解鉄、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 ----- 0.005 ~ 0.21 % C 6 種

V 単独処理鋼 ----- 0.15 % C, 0.19 % V

三元素複合処理鋼 -- 0.05 % C, 添加量合計がそれぞれ 0.1 wt% となるように Nb+V+Ti, Nb+Ti+Zr, Nb+V+Zr, Nb+Ti+Mo, Nb+V+Mo. 5 種

V 単独処理鋼は真空中 1000 °C で 15 min ~ 120 h オーステナイト化後、平均冷却速度 100 °C/min および 10 °C/min で冷却し、引張試験および硬度試験、リニアアナリシス法による結晶粒度測定、薄膜電顕観察を行った。三元素複合処理鋼および炭素鋼は 925 ~ 1200 °C で 1 h オーステナイト化後、平均冷却速度 1000 °C/min および 100 °C/min で冷却し、同様の試験、測定を行った。

3. 実験結果 1) V 単独処理鋼：オーステナイト化の時間を変えることにより、オーステナイト結晶粒度を変え冷却後のフェライト結晶粒度を変化させるが、V 炭化物 (V_4C_3 , 格子定数 $a = 4.145 \text{ \AA}$) の析出形態は同一冷却速度ではほとんど同一となる。析出物の分散状態がほぼ同一で結晶粒度の異なるこれらの試料の降伏強度と結晶粒径の関係は右図に示すとおりで、標準炭素鋼 (0.13 % C) の場合の勾配にほぼ等しい勾配を有する直線関係となる。このことはこれらの試料の強度が結晶粒度に依存する強化分と析出物による強化分の和として表現されることを示すものであり、結晶粒微細化強化と析出強化が相加的に作用することの実験的確認と云える。

2) 三元素複合処理鋼：1) の結果に従って細粒化強化と析出強化に分離して検討すると、925 °C 処理材ではいずれの号々も小さいが、オーステナイト化温度が高くなるにつれて析出強化分は次第に増大し、一方細粒化強化分は 1050 °C 以上ではほぼ一定となる。高温処理材における複合処理の効果は著しく、降伏強度で 25 ~ 32 kg/mm² の向上をもたらすがこの強化の約 60 % が析出による号々であり約 40 % が組織結晶粒の微細化による号々であることがわかった。

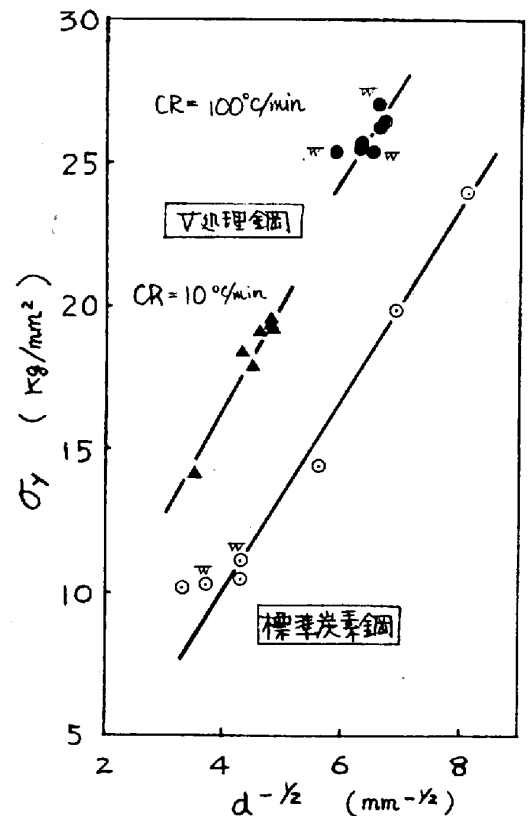


図 4 降伏強度と結晶粒径の関係