

(227) 焼鈍した低炭素鋳鋼の降伏強度 に及ぼす Mn の影響について

(株)小松製作所技術研究所 田口一男

○増田喜久男 工藤靖

1 緒言 最近鋳鋼品と鋼板を溶接して一体としたいわゆる Cast-Weld Construction が用いられるが、溶接性の良い低炭素鋳鋼たとえば SC46 の降伏強度はせいぜい 30 kg/mm² 程度にすぎず鋼板より低いため使用中変形をおこしやすい。そこで焼鈍のまま 38 kg/mm² 程度の降伏強度をもつ溶接用鋳鋼を得る目的でこの実験を行った。焼鈍した低炭素鋳鋼において Mn は空価で伸び、絞り、塑性を劣化させずに強度を上げる最も有効な元素の一つである。本報告は降伏強度に及ぼす Mn の影響について検討した。その結果をフェライト結晶粒微細化強化、固溶体強化、その他の因子から解析することを試みた。

2 実験方法 試料は 1 ヒート 26 kg を高周波溶解し、170×70×130 の CO₂ 鋳型に 1600°C で鋳込んだ。その後 880°C ~ 950°C で焼鈍し、12 中の丸棒引張試験片に加工して、10 セオートグラフで引張試験を行った。また切断法により結晶粒度を、マイクロビッカース硬度計でスライト硬度を測定した。

3 結果 C = 0.2%, Si = 0.5% とし、Mn のみを 0.3 ~ 2.6% と変化させたときの降伏強度の変化を図 1 における実線 AB で示す。図 1 から降伏強度の Mn 量依存性は次の 3 つに分けられる。

(1) Mn ≤ 1.5% Mn 量増加による降伏強度上昇率は大きい。基準 Mn 量に対する Mn 増加量を (Δ%Mn) とし、それに対する降伏強度上昇量を Δσ_y^{Mn} とすると次の実験式が成立する。

$$\Delta \sigma_y^{Mn} \text{ (kg/mm}^2\text{)} = 10.0 (\Delta \% Mn)$$

(2) 1.5 < Mn ≤ 2.5 上昇率は小さくなり、実験式で示すと

$$\Delta \sigma_y^{Mn} \text{ (kg/mm}^2\text{)} = 2.3 (\Delta \% Mn)$$

(3) Mn > 2.5 明瞭な降伏点はあらわれなくなり、Mn 増加による耐力増加は著る(い)。

以上の結果を結晶粒微細化強化、固溶体強化、その他の因子から考察する。

(i) 結晶粒微細化強化 結晶粒微細化による降伏強度上昇については周知の Hall-Petch の式がある。

$$\sigma_y = \sigma_0 + k_y d^{-1/2}$$

焼鈍温度をかえスライト粒径を変化させ k_y を求めると 2.0 となり鍛伸材における他の研究者の結果と良く一致する。また図 2 は Mn 量の増加による著しい結晶粒微細化を示す。図 1 の実線 AB と AC の差は A 点を基準としたときの結晶粒の微細化による強化分である。

(ii) 固溶体強化 Mn の固溶体強化を次のようにして推定した。C, Mn 組成を固定し Si を 0.3 ~ 1.2% に変化させた。その結果 Si は結晶粒微細化作用がほとんどなかった。それゆえビッカースかたさの変化は固溶体強化によるものと考えられるので、ビッカースかたさと降伏点の相関関係を求めた。この関係を用いて Mn 単独変化によるスライトビッカースかたさの変化を降伏点上昇量に換算した。図 1 における実線 AC と AD の差は Mn による固溶体強化分を示す。

(iii) その他の因子 図 1 における実線 AD と基準線 AA' の差は (i)(ii) のいずれにても説明できない強化分を示す。この強化作用は主として鑄造組織を反映したパーライトコロニーの量と分布状態の変化によるものと考えられる。

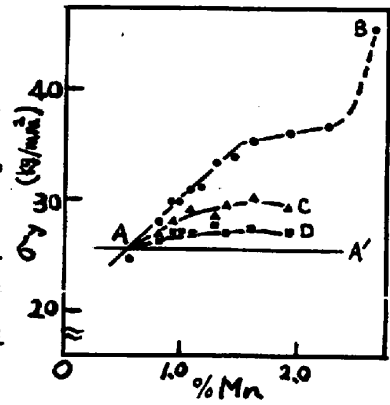


図 1 Mn 量と降伏強度の関係

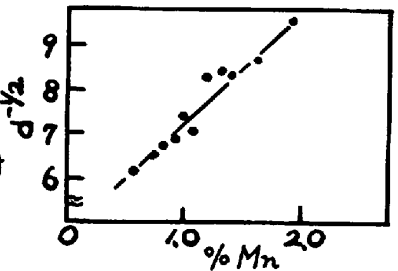


図 2 Mn 量と結晶粒度の関係

4 まとめ Mn による降伏点上昇は主に結晶粒微細化作用による。