

長岡技術科学大学

上野 學

新日本製鉄(株)

○岡山 豊

1 緒言。鉄鋼の微細結晶粒超塑性の研究において、金属組織を微細化する方法には加工熱処理法とサイクル熱処理法とがある。前者についてはSherbyの一連の研究がそれであり、後者についてはGrangeが研究を行っている。本研究では、後者のサイクル熱処理を工業的に活用可能な方法にして、すなわち共析鋼の焼入マルテンサイト組織をA1直上に急速加熱・急冷するサイクル熱処理を繰返すことによりフェライト結晶粒と球状炭化物を微細化させた場合、どんな超塑性現象の挙動を示すかを追求した。そしてこの超塑性を示す共析鋼を焼入・焼戻処理を施した場合、どんな機械的特性を示すかを報告する。

2 供試材と実験方法。供試材はTable 1 に示すSK5 の組成の鋼で、3.0mm×300mm×1,000mm の球状化焼鈍した板材である。この板材より圧延方向に平行に25mm×70mm の板を切りだし、これをオーステナイト状態に加熱して球状化炭化物を固溶させ油焼入して焼入マルテンサイト組織にする。次にBaCl₂-CaCl₂ (1:1) の混合塩浴で750℃まで急速加熱(25sec)し、直ちに急冷(油冷)する。このサイクル処理をFig 1 の如く6回まで繰返した。この熱処理したものについて顕微鏡、走査型電子顕微鏡および薄膜法による透過型電顕による組織観察、硬度、炭化物粒度およびフェライト粒径等を測定した。超塑性現象の評価としてのm値(ひずみ速度感受性指数)は、ひずみ速度変換法によつて島津製のオートグラフを使用して測定した(試験温度は650℃と710℃)。m値のもつとも高い6回サイクル処理材と従来材との焼入・焼戻特性の相異を追求し、その研究結果を報告する。

Table1. Chemical composition of the steel (Ladle analysis) (wt. %)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr
SK5	0.85	0.22	0.41	0.021	0.005	0.12

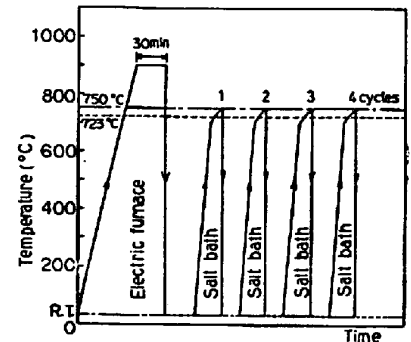


Fig1. Schematic diagram of heat treatment

Table2. Mean size of carbide and mean grain size of ferrite in raw and cycle heat-treatment materials.

Heat-treat.	Raw mat.	3 cycles mat.	6 cycles mat.
mean size of carbide (d _c)	0.8 μm (0.35)	0.5 μm (0.3)	0.39 μm (0.27)
mean grain size of ferrite (d _α)	5.7 μm (3.85)	—	2.0 μm

3 実験結果。(1) サイクル処理回数が増すにつれて、硬度が低下するとともに、炭化物の平均粒径が小さくなる。6回サイクル材ではTable 2 に示す如く、炭化物の平均粒径は0.39 μmとなり、従来材の約半分の大きさになる。また、フェライト結晶粒の平均粒径は2.0 μmとなり、従来材の約1/3になる。このような急速加熱・急冷のサイクル処理を施すと微細結晶粒組織になることが判明した。

(2) m値が0.3以上になると超塑性現象を示すといわれているが、サイクル処理の回数が増加するにつれて、Fig 2 のように最大m値が増加していく傾向を示す。また、試験温度が高い程m値の値は相対的に高い。

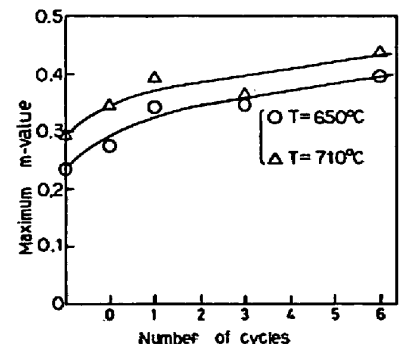


Fig2. Relation between maximum m value and heat treatment cycle

(3) 6回サイクル材は炭化物が微細化しているため、焼入温度が750℃,780℃という低い温度でも5minの保持時間でも焼きがわりHrC65の高い焼入硬度が得られるが、従来材は同じ焼入硬度を得るには800℃以上の焼入温度を必要とする。焼戻温度のじん性(衝撃値)に及ぼす影響においては、6回サイクル材は従来材に比して秀がれている。1) O.D.Sherby etc: U.S.Patent, 3,951,697, April 20, 1976.