

Three Stages of Controlled Rolling

田中智夫*

Tomoo Tanaka

波戸村太根生**

Taneo Hatomura

田畑綽久**

Nobuhisa Tabata

Synopsis:

The controlled rolling consists of three stages: the first stage is for deformation in the range of $0.7 T_m$ (T_m is the melting point) and the second stage is for deformation in the range of low temper-

ほぼきまることになる。強度を仕上温度のパラメーターとして表わしたり、遷移温度を低温域での全圧下量のパラメーターとして整理する方法が用

第1段階についてであるが、高温域については加工によって再結晶が必ず起こるものと考えられている。しかし、加熱によって粗大化した γ 粒(～

ところで、実験室的ないしは現場で行われるコントロールド・ローリングの低温域圧下は、ほぼ $950^{\circ}\sim 700^{\circ}\text{C}$ の温度範囲である。歪フリーの γ が

圧下温度、圧下量、圧下前の結晶粒径、化学成分とくに再結晶遅滞効果の著しいNbの存在等の影響を受けると考えられる。本研究では、高温域

α に変態する温度は 700°C 近辺であるから、 $950^{\circ}\sim 700^{\circ}\text{C}$ の温度範囲は γ 域に属すると思われる。

しかし、変態前の γ が歪む場合は変態占がト

での圧下についてはとくに上記項目について調べた。第2段階(低温 γ 域圧下)と第3段階($(\gamma+\alpha)$ 域圧下)の区別は最も困難を伴うものである。

THE UNITED STATES OF AMERICA: DEPARTMENT OF COMMERCE, BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS, WASHINGTON, D.C. 20540

2.2 低温域圧下

γ および $(\gamma+\alpha)$ 域圧下の影響をみるためには、 Ar_3 温度を測定する必要がある。そのために以下

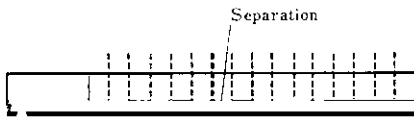
合組織は発達しない。したがって2パス圧下法から推定される変態点は歪誘起 Ar_3 である。

以上の2つの方法を用いて静的 Ar_3 と歪誘起 Ar_3 を求めた。いずれの場合も圧延終了時の板

し、1150°~950°C の温度範囲で3パス、50%の

はNb材のみである。

さらにSM材、Nb材の両鋼種を用いた1150°C



が存在する。この臨界圧下率 $R_{crit.}$ は圧下温度の低下とともに高圧下率側に移行する。

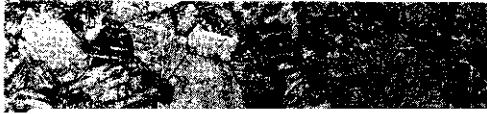
Fig. 4 は SM 材、Nh 材の圧下温度と $R_{crit.}$ ある

る。析出処理によって固溶 Nb の一部が析出する。全 Nb 量は 350ppm であるが、1150°C 加熱時には 45ppm が析出 Nb となっている。30min

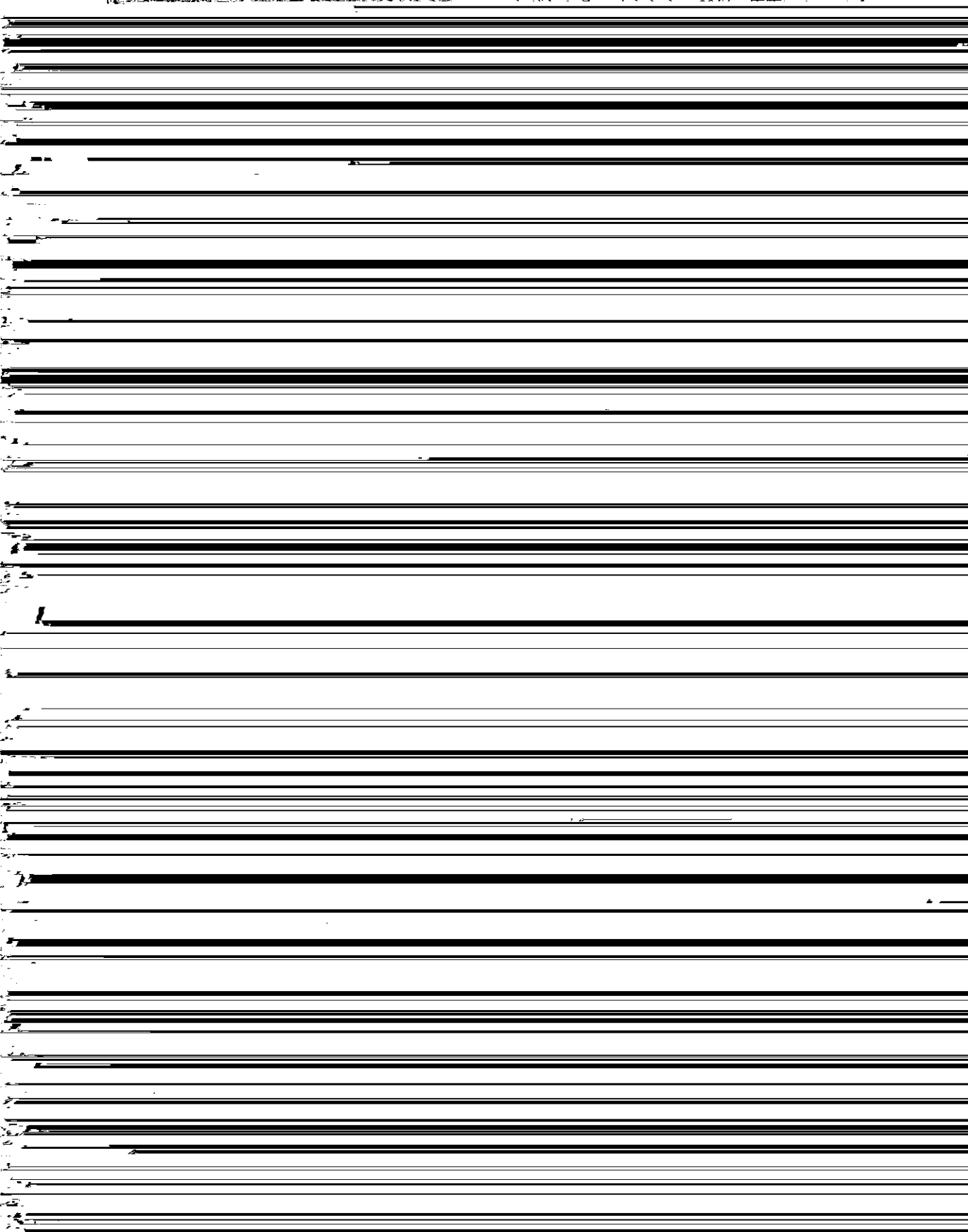
ある。SM 材では再結晶におよぼす初期粒径、圧下温度の影響は顕著ではない。それでも初期粒径が大きいと R_{eff} の増加すること、圧下温度の低

(図 4) 示す場合の析出 Nb 量は 1100°C で 100ppm

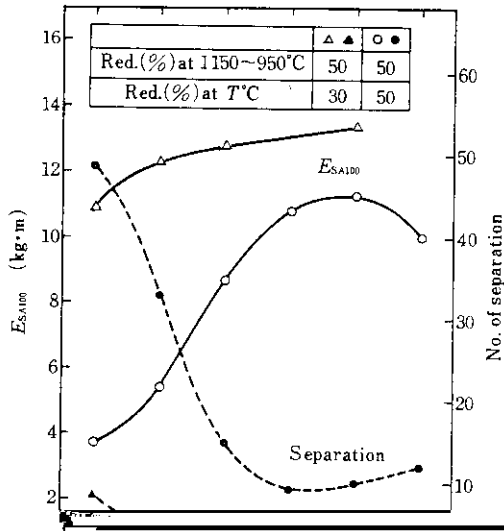
であり、再結晶後の平均粒径は 1.5μm 程度である。



材と Nb 材の間に差がなく同一である。すなわち Nb の存在は再結晶速度に著しい影響を与えるが、再結晶した粒径に対する影響は僅少である。



Reduction (%)		Rolling temperature (°C)					
		650	700	750	800	850	900
1150° ↓ 950°C	950° ↓ 650°C						



として、あるいは γ/α 境界層に沿って、あるいはマトリックス中に Nb, V の析出が急速に起こるものと考えられる。

4. 検 討

4.1 高温域圧下

950°C 以上の高温域での再結晶挙動に関するこれまでの研究は十分ではない。漠然とではあるが、再結晶が無条件に進行するものと考えられている。このことは Nb を含まない SM 材についてはだいたいにおいて正しい。しかし本実験が示す

の時、粗大粒はほとんど生成しないが、圧下温度の低下とともに粗大粒生成のチャンスは増大の傾向を示す。これは圧下温度の低下とともに再結

晶セパレーション数は少なく、吸収エネルギーは高い。これに反して、 $(\gamma+\alpha)$ 域圧下では降伏応力は高く、析出 Nb, V は多く、またセパレーショ

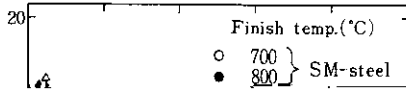
る (Fig. 4 参照)。

したがって、スラブの圧延においては10%/パス以上の圧下率での圧延が好ましい。最初の1, 2パスは特に留意して10%/パス以上を付与することが必要である。

低温圧下が γ 域から $(\gamma+\alpha)$ 域までまたがる場合、従来のように強度、靱性を仕上温度、あるいは低温域での全圧下量のパラメーターとして表現するのは正しい方法ではないことがわかる。以下では低温圧下の影響が $(\gamma+\alpha)$ 域で顕著な

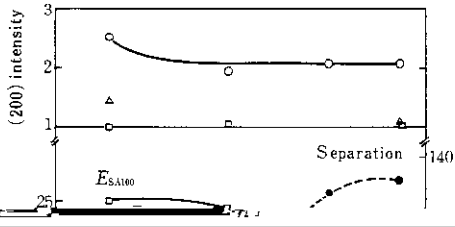
	◇	□	△	○
Rolling temp. (°C)	850	800	750	700

よる加工硬化も 3 kg/mm^2 以下とすれば、残りは Nb, V の析出硬化 σ_{ph} によるものであることにな



度が低温側に移行する理由についてはKazinczy⁹⁾,
Kapadia⁹⁾ および Knott¹⁰⁾ の説明がある。

その要点は以下のとおりである Fig. 15 に示



下を与える段階

第1段階はいわばコントロールド・ローリングのための準備段階であり、70%程度の圧下により $\sim 20\mu$ 程度の再結晶 γ 粒が得られる。この段階ではこれ以上の圧下を付加しても $\sim 20\mu$ 以下の細粒を得ることができない。

異なるが、第2段階の圧下では、 $\gamma + a$ 域では、 γ 域よりも高い強度が要求される場合がある。

ない。

第3段階は $(\gamma + a)$ 域圧下である。この段階では第2段階（ γ 域）よりも細粒化が促進される。

段階の圧下を付加することが必要になる。

現場工程でどのような圧延スケジュールを選ぶ

敏値に達する。この時点での粒径は $\sim 20\mu$ である。

取エネルギー E_{SA100} は高い値を示す。
第3段階 ($\gamma+\alpha$) 域)

(iv) 第1段階の上りな言頭での用添 NH は再

(viii) ($\gamma+\alpha$) 域下でより高い臨度水準が得

粒径に対する影響は僅少である。

出硬化、特に後者が大きく寄与するためである

(v) 圧下率8%以下の軽圧下では歪誘起粒界

による硬化も寄与している