

(706)

大圧下加工による γ 組織変化と機械的性質

(加工熱処理シミュレータによる研究-2)

日本鋼管(株)技術研究所 ○新倉正和, 大北智良, 大内千秋, 小指軍夫

1. 緒言 熱間加工による γ 組織変化とそれに起因する機械的性質の変化については、これまでに多くの研究がなされてきた。再結晶 γ 域の加工におけるパス圧下率の影響に関しては、圧下率の増大に伴って再結晶 γ 粒径が微細化することが明らかにされている。しかし、これまでの研究において検討し得たパス圧下率範囲は、高歪速度条件 ($\dot{\epsilon} \sim 10s^{-1}$) の場合、高々 70% 程度 ($\epsilon \sim 1.2$) までであり、これを超える大圧下加工のもたらす効果については調査例がほとんどない。本研究では前報で報告した大型加工熱処理シミュレータを用いて、1パス大圧下加工による γ 粒の限界的細粒化挙動およびそれによる機械的性質の変化について調査した。

2. 実験方法 供試材は現場溶製 Si-Mn 鋼 (0.10C-0.35Si-1.5Mn-0.01Ti) と Nb 添加鋼 (0.04C-2Mn-0.05Nb-0.02Ti) であり、予備圧延により $10^1 \sim 60^1$ の試験片を得た。大圧下加工は、150ton 加工熱処理シミュレータを用いて、加熱温度 1100°C (初期 γ 粒径: Si-Mn 鋼 40 μ , Nb 鋼 70 μ)、加工温度 850°C~1050°C, 歪速度 $\dot{\epsilon} \sim 10s^{-1}$, 最終加工板厚 7.5 mm, 圧下率 0~90% ($\epsilon = 0 \sim 2.1$), 1パスの条件で実施した。一部、初期粒径の影響を調べる目的で加熱温度を 900°C~1250°C に変化させたもの、および 1パス大圧下と多パス軽圧下の差異を検討するために 2~6 パス分割したものについても調査した。加工直後 0.5 s で焼入れ (冷却速度 130°C/s) を行い、 γ 組織のマイクロ観察を行うとともに、620°C 焼戻し条件にて機械的性質 (硬度, シャルビー衝撃特性) を調査した。

3. 実験結果

① $\epsilon = 1 \sim 2$ の大圧下加工により再結晶 γ 組織の得られる温度領域は低温側に拡大し、Si-Mn 鋼の場合 850°C, Nb 鋼の場合 950°C の低温においても、加工後 0.5 s 以内に再結晶が完了する。加工温度 (再結晶温度) の低下により効果的な再結晶 γ 粒の微細化がなされ、Si-Mn 鋼・Nb 鋼とも $d_\gamma = 7 \sim 10 \mu$ の微細組織が得られる。(Fig.1)

② 大圧下加工を与えた直接焼入れ-焼戻し材の靱性は γ 粒径の微細化により顕著に改善され、 $d_\gamma^{-1/2}$ とほぼ直線的な関係を示す。(Fig.2)

③ 加工温度, 初期 γ 粒径, 圧下率の変化に対して, 再結晶 γ 粒径 d_γ は, 実験式 $d_\gamma = A\epsilon^{-0.5} \cdot Z^{-0.1} \cdot d_0^{0.5}$ によって整理される。但し, $Z = \dot{\epsilon} \exp(Q/RT)$ であり, $\dot{\epsilon} = 10s^{-1}$ (一定), $Q = 75000 \text{ cal/mol}$, d_0 : 初期 γ 粒径。また, 調査範囲内で動的再結晶組織は観察されなかった。

④ 比較条件の軽圧下多パスの場合, 低温 (Si-Mn 鋼の場合 850°C) では未再結晶組織又は部分再結晶組織となり高温領域 (Si-Mn 鋼の場合 950°C 以上) においてのみ再結晶組織が得られるが, その場合 γ 粒径は比較的粗大 (20~30 μ) である。

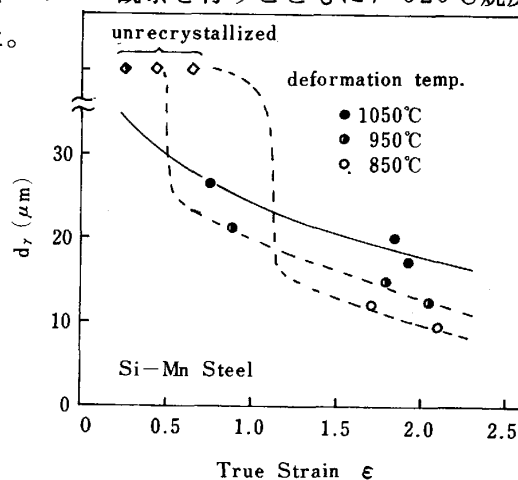


Fig.1 Effect of deformation strain on the recrystallized γ grain size.

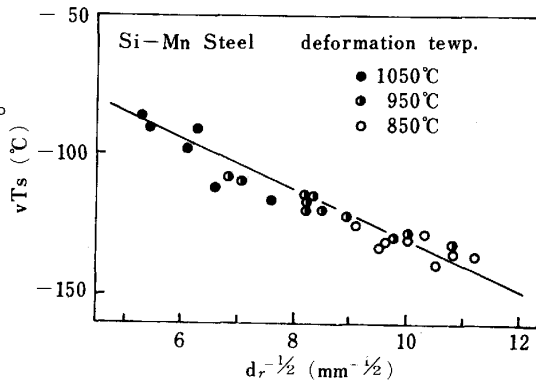


Fig.2 Correlation between vTs and $d_\gamma^{-1/2}$