

(654) オーステナイト鋼の高温変形挙動と組織におよぼす大圧下加工の影響

日本鋼管(株)中央研究所 ○新倉正和 高橋和秀 大内千秋

1. 緒言¹⁾ 既報において、広範囲の加工熱処理条件を再現できる加工熱処理シミュレータを開発し、これを用いた実験により、大圧下加工が低合金鋼の熱間 γ 粒径の微細化と直接焼入れ材の高靱化に有効であることを明らかにした。本報告では大圧下加工の特徴を更に明確にするために、オーステナイト系高合金鋼を用いて、1パス大圧下加工の高温変形挙動および γ 組織変化におよぼす影響について調査するとともに、大圧下加工の一種である熱間押しプレスでの結果と比較検討した。

2. 実験方法 供試材は現場溶製 SUS304L 鋼と 4.2%Ni 鋼 (4.2Ni-2.1Cr-3Mo 鋼) であり、予備圧延により $10^t \sim 90^t$ の試験片を得た。大圧下加工は 150 トン加工熱処理シミュレータを用いて、加熱温度 $1000 \sim 1250^\circ\text{C}$ 、加工温度 $950 \sim 1200^\circ\text{C}$ 、歪速度 $\dot{\epsilon} = 1 \sim 40 \text{ s}^{-1}$ 最終加工板厚 7 mm 、圧下比 $2 \sim 13$ ($\epsilon = 0.7 \sim 2.6$)、1パスの条件で実施した。大圧下加工の際、表面潤滑剤としてガラス潤滑剤を試験片表面に塗布した。加工後空冷、または $0.5 \sim 40 \text{ s}$ 放冷後焼入れを行い、 γ 組織のマイクロ観察を行うとともに、機械的性質を調査した。また同一鋼種を用い、実機熱間押しプレスにて、加熱温度 $1050 \sim 1200^\circ\text{C}$ 、押し出し温度 $1000 \sim 1150^\circ\text{C}$ 、押し出し比 10、製管寸法 $10^t \times 100^{\text{OD}}$ の条件にて熱間押し出しを実施し、加工熱処理シミュレータでの結果と比較検討した。

3. 実験結果

(1) 圧下比 5 以上の 1パス大圧下加工により再結晶組織の得られる加工温度領域は低温側に拡大し、304L 鋼の場合 950°C 、4.2Ni 鋼の場合 1050°C においても加工後 20s 以内に再結晶が完了する。(図 1) 加工温度の低下により再結晶 γ 粒径 d_γ の微細化がなされ、304L 鋼で約 10μ 、4.2Ni 鋼では約 15μ の細粒組織が得られる。加工後 0.5s 後の d_γ は実験式 $d_\gamma = 60 \epsilon^{-0.5} \cdot Z^{-0.1} \cdot d_0^{0.5}$ によって整理される。ここで Z: Zener Hollomon パラメータ、 d_0 : 初期 γ 粒径。

(2) 大圧下加工の変形応力 σ は、初期に加工硬化を示した後、 $\epsilon \geq 0.5$ の領域で飽和する傾向を示す。これは、加工熱による温度上昇に伴う軟化と、高歪域における動的復旧過程に起因すると考えられる。

(3) 大圧下加工の際、加工熱発生による大きな温度上昇が生じ、加工中の軟化・動的復旧および加工後の静的再結晶を促進していると考えられる。温度上昇 ΔT の大きさは、実験式 $\Delta T \approx 0.8 \sigma_{\epsilon=1} \epsilon / J C \rho$ によって整理される。ここで、J: 熱の仕事当量、C: 比熱、 ρ : 密度。

(4) 実機熱間押しプレスにおける実験において、 d_γ および ΔT は加工熱処理シミュレータによる予測結果と一致した。また押し出し圧力 P とシミュレータで実測された $\sigma_{\epsilon=1}$ の間には、Hughes et al²⁾ が認めた次式がほぼ成立した。

$$P = 1.34 \sigma_{\epsilon=1} \ln \delta, \text{ 但し } \delta: \text{押し出し比}$$

1) 新倉他: 鉄と鋼, 70 (1984), S707

2) K.E.Hughes, et al: Met. Technol., 1 (1974), p. 61

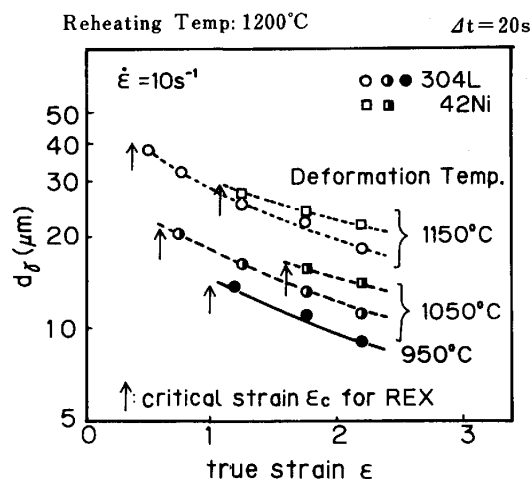


Fig.1 The influence of high reduction working on the recrystallized γ grain size

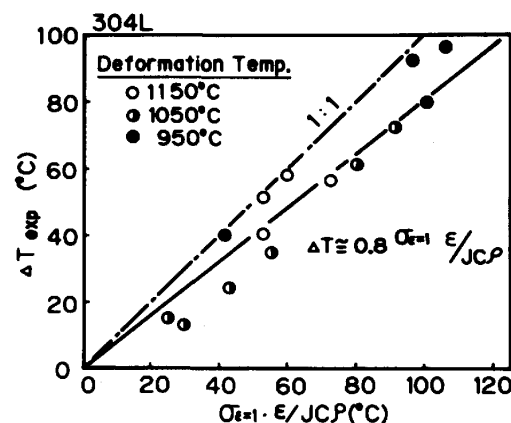


Fig.2 Temperature increase of the sample by high reduction working