

構が変態超塑性変形の基本的なメカニズムであることを示唆するものである。

Superplastic Deformation Mechanism of δ/γ Duplex Stainless Steels

By Yasuhiro MAEHARA

超塑性二相合金における第二相の役割を明らかにするため、変形中の組織変化に注目して δ/γ 二相ステンレス鋼の超塑性について検討した。 δ/γ 二相域における変形中には、相対的に硬い γ 粒の分散によつて δ -フェライトマトリックス中に局所的な歪み集中と再結晶が繰り返して起こる。高 Cr, Mo 鋼の 900°C 近辺での変形中には、 $\delta \rightarrow \gamma + \sigma$ の共析反応によつて γ/σ 二相組織が形成され、新たに母相となつた γ の動的再結晶が起こる。前処理としての冷間加工はこれらの過程を加速し早期に等軸な δ/γ もしくは γ/σ 二相組織に到らしめるので、著しく超塑性現象を加速する。このように超塑性は硬い第二相粒子の分散による母相の局所的な加工硬化と再結晶との微妙なバランスによつて得られ、小さな歪み速度の変化に対して流動応力は大きく変化する。したがつて大きな超塑性を得るには軟い母相中に硬い粒子が分散する必要がある、硬い粒子の量 γ/σ 二相組織における σ の場合 10% では不十分であつた。また硬い方が母相になつたのでは超塑性は得られない。

Superplasticity of As-rolled Duplex Stainless Steel

By Kuniaki OSADA *et al.*

少量の伸びたオーステナイト相が存在する二相ステンレス鋼の超塑性が調べられた。試料は2種の異なる履歴の板を用い、1種は非常に高速の熱間圧延後水冷された板、もう1種は、その熱間圧延板を冷間圧延した板である。高温において引張試験を、さらに組織観察を行った。

超塑性にとつては適さない組織にもかかわらず、これらの材料は超塑性を示した。得られた最高の伸びは3000%以上であつた。伸びの歪み速度に対する依存性において、変形のメカニズムに関係している2つのピークが認められた。組織観察と活性化エネルギーの評価より、冷間圧延、水冷による歪みによつて促進される σ 相変態が寄与していると考えられた。

Performance of Steel and Superplastic Alloy Composite Sheets Produced by Combined Superplastic Rolling and Joining

By Akira AZUSHIMA *et al.*

高温用制振用材料として、鋼板と超塑性合金板とを圧延・圧着して作製する複合鋼板を開発するための研究を行った。使用した超塑性合金は、Zn-22%Al, Al-6%Cu-0.5%Zr, および Al-12.9%Mg₂Si であり、複合板は鋼と超塑性合金の3層（例えば、鋼-超塑性合金-鋼、超塑性合金-鋼-超塑性合金）から成る。得られた結果は次のとおりである。鋼-Zn-22%Al 複合板の吸振能は、室

温の鋼の吸振能の数倍であり、それは、温度とともに増加し、200°C 以上で 0.1 を超える。

これらの結果を土台にして、複合板の吸振能のメカニズムおよび鋼-超塑性合金積層複合制振用鋼板の設計に関して研究する。複合板の圧着面の吸着能に及ぼす影響はない。複合板の吸振能は簡単なモデルから計算でき、実験結果と良く一致する。計算結果から、複合板の積層数が5層のときに最も良い吸振能が得られる。

Fundamental Characteristics of the Transformation Superplasticity in a Commercially-pure Titanium

By Norio FURUSHIRO *et al.*

同素変態の進行中に生じる歪みは、変態超塑性の重要な要素である。本研究では工業用純チタンに低応力を負荷しつつ ($\alpha + \beta$) 領域で温度サイクルをかける時に生じる歪み ϵ_{tr} に着目し、この基本的特性について検討した。

本実験における加熱および冷却時においても変態の進行するある特定の温度範囲で顕著な歪みが観察された。この ϵ_{tr} は加熱・冷却速度によつて変化し、0.1 K/s の速度で最大値を示した。加熱時に生ずる ϵ_{tr} は冷却時の場合より大きい値をとつた。これは変態自体による歪みに起因すると考えられる。また、 ϵ_{tr} は負荷応力の増加とともに増大し、かつ、応力軸と圧延板からの試験片採取方向の関係にも影響されることが明確となつた。この結果は定性的には変態自体による歪みおよび試料の集合組織とから説明される。

最後に ϵ_{tr} の応力依存性をもとに変態超塑性についての可能な機構について簡単に検討される。

Superplastic Behavior of Al-Mg-Cu Alloys

By Hideo WATANABE *et al.*

本報は超塑性 Al 合金 (Al-Mg-Cu 系) に関するもので、特に Al-Mg 系合金の超塑性特性に及ぼす Cu 添加の影響を調べたものである。その結果、Cu を 0.6% 添加しただけで、変形温度 550°C、ひずみ速度 $2.8 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ の条件で 700% 以上の超塑性伸びが得られた。

また、本合金の変形後の機械的性質は、引張強度 340 MPa、伸び 25% を示した。

本合金の圧延板は、その特性が通常の 5000 系合金と同レベルであること、さらに通常の鋳造法および圧延プロセスで製造可能であることなどの理由により、ビルや構造物に対する幅広い応用が期待できる。

Regular Papers

Research Articles

A Model Investigation on Emulsification of Metal Droplets in the Basic Oxygen Steelmaking Processes

By Graham TURNER *et al.*

二次元コールドモデルにより、上吹きおよび併用工程の乳状化現象の数量的な分析を行った。ランスの高さならびに/または炉底バブラーの位置の乳液内金属小滴の数量に対する影響を調査した。炉底バブラーのない場合はランスの高さが乳状化の程度にかなり影響したが、併用工程ではバブラーが衝突ゾーンの下に位置したときに金属乳液形成が最大となつた。金属把捉の増加は上吹きの場合より1等級大きな結果となつた。

A New Method for Estimating of Radius and Density of Bubbles in Hydrogen Attacked Steel

By Hirofumi MIYAJI *et al.*

2.25Cr-1Mo 鋼の水素侵食の潜伏期において発生する気泡の密度と大きさを推定する式を提案し、その妥当性を調べるための実験を行った。

水素の拡散係数と密度変化を気泡の密度 ρ_s および半径 r と関係づけると、

$$\rho_s = \frac{\bar{L}_A K^3 B}{72\pi \Delta r^3 (-\Delta\rho/\rho)^2}, \quad r = \frac{3\Delta r (-\Delta\rho/\rho)}{K}$$

が導かれた。ただし、 $\Delta\rho/\rho$ は気泡の発生による密度変化、 Δr は気泡の周囲の水素のトラップサイトとして働く殻状部分の厚さ、 K_B はその領域の体積、また $\bar{L}_A$ は粒界切片の平均長さである。

高温高圧の水素雰囲気中で暴露処理した鋼の水素の拡散係数と密度変化を測定し、上式に代入して ρ_s と r を計算した結果は組織観察結果とよく一致した。

Development of {111} Texture in Intercritical Annealing of Low Carbon Steels

By Osamu HASHIMOTO *et al.*

極低炭素鋼の α , γ 二相域焼鈍における γ 変態量が {111} 集合組織の発達に及ぼす影響を調べた。その結果つぎのことがわかった。

(1) {111} 集合組織は γ 変態量の増加とともに発達

し、(222) 回折強度は γ 変態量が 50% 以下と 60% 以上とでのおおの一つの極大値を示す。

(2) Lankford 値と γ 変態量の関係にも (1) と同様の関係が見られる。

(3) 冷延ままの試片の (222) 強度と焼鈍後の (222) 強度の割合は、板厚の厚い試片より薄い試片のほうが、板厚中心層よりも表面層のほうが大きい。

(4) 二相域焼鈍後の徐冷中に {111} 集合組織が発達し、{100} 集合組織は弱くなる。

(5) γ 変態せずに残っていた α 相での {111} 集合組織は γ 変態量の増加とともに発達し、60~90% の γ 変態量において最大となる。

(6) これらの実験結果は、著者がすでに提案した変態集合組織形成に関する新しい理論を用いて合理的に説明した。

New Technology

Curved Layered Structure Analyzer for Multichannel X-ray Fluorescence Spectrometer

(株) 島津製作所

High Purity Nitrogen Plant Using Pressure Swing Adsorption (PSA)

(株) 神戸製鋼所

Thermomechanical Control Process for High Strength Austenitic Stainless Steel Plates

日本鋼管(株)

Work Roll Shift Mill for Hot Rolling

(株) 日立製作所

Radiation Thermometry for Molten Metal Droplets

日本鋼管(株)

The 114th ISIJ Meeting Programme (October, 1987)

Preprints for the 113th ISIJ Meeting

—Part III (continued on from Vol. 27, No. 9)—