

Title	High Temperature Creep of Platinum and Its Alloys
Author(s)	浜田, 登喜夫
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3144050">https://doi.org/10.11501/3144050</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	はま だ と き お 夫 浜 田 登 喜 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 3 9 3 6 号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	High Temperature Creep of Platinum and Its Alloys (白金および白金合金の高温クリープに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 那須 三郎  (副査) 教授 朝山 邦輔 教授 天谷 喜一

### 論 文 内 容 の 要 旨

白金及び白金合金は、広くガラス工業において溶解用つば等の素材として用いられている。これらの用途における使用温度の多くは1200K~1800K程度であり、低応力においてもクリープ現象が観察される。実際のガラス溶解に使われる白金並びにその合金がガラス製造現場で遭遇する問題を解決するために、また、より高温クリープ特性の優れた材料開発を行うためにも、純白金および白金合金の高温クリープ挙動の完全な理解が不可欠である。しかしながら、これらの材料に関する知見は、極めて少ない。本研究では、純白金並びに白金ロジウム合金、及びサマリウム ( $\text{Sm}_2\text{O}_3$ ) を添加した白金を対象に、高温クリープ挙動について研究を行った。その結果、以下の事が新しい知見として得られた。

#### 1. 純白金について

- (a) 今回の実験条件では、応力指数  $n$  は5であった。これは、今回の実験条件が全て転位定常クリープの領域であり、転位の上昇運動が定常クリープ速度を律速している。
- (b) クリープの破壊様式は、結晶粒が細かい場合はボイドの合体による粒界破壊、結晶粒が粗大化した場合はくびれ或いはせん断による粒内破壊である。粒内破壊の場合、白金では粗大化した試験片上にすべり線が観察されており、他の材料とは異なる。
- (c) クリープ曲線上に現れる急激な伸び (Strain-burst) が、白金に対して新しく発見された。
- (d) 他の金属材料も含めて従来の研究で観察されていない、定常クリープ速度の強い結晶粒径依存性は、定説を覆す実験結果である。

#### 2. 白金ロジウム合金について

- (a) 応力指数  $n$  は3であった。またクリープの破壊様式はほとんどが、ボイドの合体による粒界破壊である。これは他の固溶体合金と類似している。
- (b) クリープ曲線上、初期、定常、加速の領域が全ての実験条件で観察された。これは、高応力側では加速領域しか観察されないとした従来の結果を修正すべきことを示唆している。

#### 3. サマリウム ( $\text{Sm}_2\text{O}_3$ ) 添加白金について

- (a) 応力指数  $n$  は低温側 (1473K以下) では10程度で、他の酸化物分散強化材と類似していた。この値は実験温度の上昇に伴い低下し、マトリクスである純白金の値に近づく。

- (b) 高温側（1573K以上）で変形を律速する機構は、通常の酸化物分散強化材の場合とは異なるようで、定常クリープ速度の応力依存性を調べた場合、しきい応力（Threshold stress）は今回行った実験範囲では観察されなかった。サマリア添加白金の強化機構は、オロワン機構ではなく、長く伸びた結晶粒の幾何学的な形状と配列に起因しており、結晶粒界に集積するボイドの成長の影響を強く受けていると考えられる。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、純白金並びに白金ロジウム合金、及び酸化物分散強化材としてサマリア（ $\text{Sm}_2\text{O}_3$ ）を添加した白金の高温クリープ挙動について行った研究をまとめたものである。

純白金については、行った試験温度・試験応力範囲では応力指数は5であり、この試験条件は転位定常クリープの領域であり、転位の上昇運動が定常クリープ速度を律速していることを明らかにしている。クリープの破壊様式は、結晶粒の細かい場合はボイドの合体による粒界破壊であるが、結晶粒が粗大化した場合はくびれ或いはせん断による粒内破壊であることを明らかにし、他の金属材料では動的再結晶を起こし結晶粒が微細化している場合が多く、白金では粗大化した試験片上にすべり線が観察され、延性破壊の様子は異なることを示している。さらに、クリープ曲線上に現れる急激な伸び（Strain-burst）を新しく発見し、他の金属材料も含めて従来の研究では観測されていない定常クリープの強い結晶粒径依存性を見だし、金属材料の高温クリープについて新しい問題を提起している。

白金ロジウム合金について行った試験温度・試験応力範囲では応力指数は3であり、溶質原子を引きずった転位のすべり運動が変形を支配していることを明らかにしている。クリープの破壊様式は、他の金属材料で見られる破壊様式と同じであるボイドの合体による粒界破壊であり、従来高応力側では加速領域しか観測されないとされていたが、クリープ曲線に初期・定常・加速の3つの領域が観測され、従来の定説を修正すべきことを示唆している。

サマリア添加白金については、最小クリープ速度の応力指数は1473K以下の低温では10程度であり、試験温度の上昇と共に応力指数は低下しマトリクスである純白金の値に近づくことを見だしている。1573K以上の高温での変形を律速する機構は通常の酸化物分散強化材とは異なっていること、又、強化機構はオロワン機構ではなく、長く伸びた結晶粒の幾何学的な形状と配列に起因しており、結晶粒界に集積するボイドの成長の影響を強く受けていることを示唆している。

以上のように、本論文は高い融点・大気中での高い耐食性・低反応性を持つ白金及び白金合金の高温クリープ挙動を詳しく調べたものであり、実際にガラス工業における溶解用ルツボの素材としての問題を解決することにも、また、より高温クリープ特性の優れた材料開発の為にも大きく寄与している。よって博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。