

## 9Cr, 12Cr-ODS鋼共通材料の製作と特性の比較評価

## Fabrication and comparative evaluation of properties for 9Cr and 12-Cr reference ODS steels

室賀健夫<sup>1</sup>、長坂琢也<sup>1</sup>、李艶芬<sup>2</sup>、阿部弘亨<sup>2</sup>、鵜飼重治<sup>3</sup>、木村晃彦<sup>4</sup>、奥田隆成<sup>5</sup><sup>1</sup>NIFS、<sup>2</sup>東北大金研、<sup>3</sup>北大工、<sup>4</sup>京大エネ研、<sup>5</sup>コベルコ科研MUROGA Takeo<sup>1</sup>、NAGASAKA Takuya<sup>1</sup>、LI Yanfen<sup>2</sup>、ABE Hiroaki<sup>2</sup>、UKAI Shigeharu<sup>3</sup>、KIMURA Akihiko<sup>4</sup>、OKUDA Takanari<sup>5</sup><sup>1</sup>NIFS、<sup>2</sup>Tohoku U.、<sup>3</sup>Hokkaido U.、<sup>4</sup>Kyoto U.、<sup>5</sup>Kobelco Res. Inst. Co.

大学共通材料として低放射化酸化物分散強化鋼(ODS鋼)の製作と評価を進めている。これまでの9Cr-2W ODS鋼に加え、12Cr-2W ODS鋼を作製し、組織と熱クリープを中心とした高温強度特性を比較し、特徴を明らかにした。

キーワード：低放射化材料、酸化物分散強化鋼、高温クリープ

**1. 諸言** 核融合炉用低放射化候補材として開発が進められている9Cr-2W鋼(RAFM鋼)は高温使用限界温度が823K付近と見込まれており、一層の高温化や第一壁近傍の熱負荷対策のため、酸化物分散強化鋼(ODS鋼)の併用が検討されている。本研究では、RAFM鋼との優れた接合性が期待できる同じ9Cr-2WのODS鋼(9Cr-ODS)、さらに耐高温クリープ特性と耐腐食性が期待される12Cr-2W ODS鋼(12Cr-ODS)を大学共通材料として作製し、それらのクリープ特性を中心とした高温強度特性をRAFM鋼も含め比較し、ODS鋼の使用による高温化の見通しを明らかにすることを目的とした。

**2. 実験方法** メカニカルアロイング法と熱間押し出し成型、熱間鍛造により作製した8mm板材を熱処理試験材料とした。これらをRAFM候補材であるJLF-1(JOYO-HEAT2)と比較した。表1に組成と熱処理条件を比較して示す。ODS鋼試験片をSSJ型試験片(厚さ0.25mm, ゲージ長さ5mm, ゲージ幅1.2mm)に成型し、室温~1073Kで高温引張り試験を、973Kにおいて高温クリープ試験を実施した。

表1 9Cr, 12Cr-ODS鋼の組成と熱処理条件

Alloy	Composition (wt%)														Estimation	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	O	N	Ar	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ex.O	
9Cr-ODS	0.14	0.06	0.09	<0.005	0.004	0.03	9.08	1.97	0.23	0.29	0.16	0.013	0.005	0.37	0.082	
12Cr-ODS	0.035	0.03	0.02	<0.005	0.003	0.04	11.65	1.90	0.29	0.18	0.083	0.005	0.005	0.23	0.03	

	Normalization	Tempering
9Cr-ODS	1050°C/60min/air cooling	800°C/60min/air cooling
12Cr-ODS	1200°C/60min/air cooling	-

**3. 結果と考察** 表1に製作材料の組成を示す。図2は、降伏強度の試験温度依存性をJLF-1とともに示す。12Cr-ODSは、9Cr-ODSに比べ700K以下での強度は低いが、使用温度と想定され800-1000Kではほとんど差が無い。UTSについてもほぼ同じ関係が得られた。全延びは各温度で12Cr-ODS鋼が若干高い値を示した。

12Cr-ODSは異方性があり、押出方向(LD)に比べ横方向(TD)が若干強度と延びが低かった。この差は熱クリープ特性に、より大きく現れた。図2は、973Kにおける荷重-破断時間の関係を示す。12Cr-ODSではTDの破断時間がLDに比べ短かった。9Cr-ODSと比べると12Cr-ODSは、破断時間は高荷重では短いが高荷重では長くなる。炉での使用においては10,000-100,000時間の寿命を目指すものであることを考えると、TD, LDに関わらず、12Cr-ODSの方がクリープ特性に優れると結論付けられる。

組織観察の結果、9Cr-ODSは比較的小さな結晶粒の焼き戻しマルテンサイト相、12Cr-ODSは押出方向に伸びた、再結晶が起こっていない粗大粒フェライト相であった。また両者とも同程度の高密度ナノ粒子が分散していた。12Cr-ODSでは、一方に伸びた粒構造のため異方性が現れるが、粒が大きいため粒界すべりによるクリープ変形が少なく、低荷重域で優れたクリープ特性を示したと考えられる。

謝辞： TEM観察における九大 渡辺英雄先生の協力に感謝する。

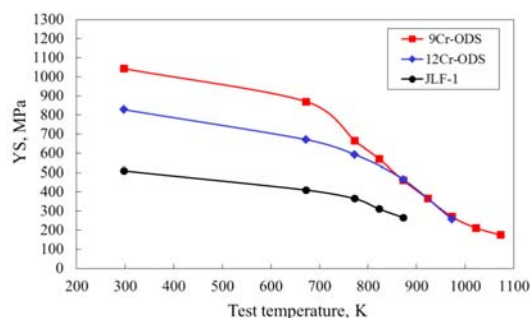


図1 降伏強度の温度依存性

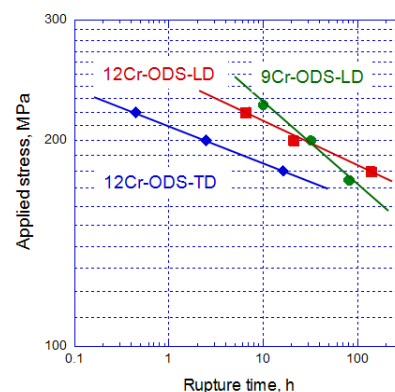


図2 荷重-破断時間の関係 (973K)