

3. 耐熱鋼

日本冶金工業㈱ ソリユーション営業部 おい かわ まこと
ソ リ ュ ー シ ョ ン 営 業 部 長 及 川 誠

耐熱鋼は、石油精製プラント、エンジン排気系部品、工業、タービンやボイラーなどで使用されており、「高温における各種環境で耐酸化性、耐高温腐食性、または高温強度を保持する合金鋼」とJIS G0203に規定されている。JIS G4311に耐熱鋼棒・線材として35鋼種、JIS G4312に耐熱鋼板・鋼帯として28鋼種が規定されており、代表的な鋼種を表1に示すが、SUH鋼種以外に一部のSUS鋼種も含まれる。これは、ステンレス鋼の耐食性を向上させるCrが、耐酸化性なども向上することで耐熱用途にも適用されるためである。

耐熱鋼は、金属組織により4つの系に分類されるので、各系の特徴を説明する。

面心立方構造を持つオーステナイト系耐熱鋼は、体心立方構造のフェライト系、マルテンサイト系に比べて拡散速度が遅く、高温域での高温強度、クリープ強度が高い。さらに、耐酸化性も有するため、一般的に高温強度、クリープ特性を必要とする用途で、特に600℃以上の高温域で使用されることが多い。固溶化熱処理状態で使用される鋼種が多いが、SUH35やSUH660などは固溶化熱処理後に時効処理を行い、より強度を高めて使用される。なお、本系は、フェライト系、マルテンサイト系に比べて熱膨張係数が大きいため、熱疲労特性が要求される部材への適用には注意を要する。

フェライト系耐熱鋼は体心立方構造のフェライトを母相とし、総じて炭素量も高くもなく、また、焼きなましによる軟化状態で使用されることが多く、高温強度は他の系に比べ劣る。一方、熱膨張係数は小さく、熱伝導性も高いため、熱疲労特性には優れる。また、耐酸化性も有するので、強度をそれほど必要とされない部材に適用される。

マルテンサイト系耐熱鋼は、焼入焼戻し処理により、焼戻しマルテンサイトに炭化物が析出した組織とし、靱性や硬度を向上させている。他の系に比べ600℃くらいまでは最も高温強度やクリープ強度が高いが、さらに高温となると組織変化により強度は急激に低下する。一方、Cr量はあまり高くなく、かつ炭化物も析出するので、耐酸化性は高くない。よって、600℃程度までの中温域で、耐酸化性よりも強度を重視する用途に適用される。

析出硬化系耐熱鋼は、析出硬化性を与える元素のCu、Alを添加し、析出硬化処理によって優れた高温強度を持つ。析出相により高強度を有するため、析出相の粗大化等の組織変化を生じるような高温域では強度は低下してしまうので、使用温度は500℃程度までとなる。

なお、耐熱鋼の熱処理等については「2023年3月号特集：特殊鋼の技術と用語のやさしい解説（技術解説編）」にて取り上げており、そちらを参照されたい。

表 1 代表的な耐熱鋼の成分と用途

	鋼種	成分	用途
オーステナイト系	SUH35	21Cr-4Ni-9Mn-N-0.5C	ガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁
	SUH660	15Cr-25Ni-1.5Mo-V-2Ti-Al-B-0.06C	タービンロータ、ボルト、ブレード、シャフト
	SUS304-HR	18Cr-8Ni	汎用耐酸化鋼
	SUS310S-HR	25Cr-20Ni	炉材、自動車部品用材料
フェライト系	SUH446	25Cr-N-0.2C	燃焼室
	SUS430-HR	18Cr	耐酸化用部品、炉部品、オイルバーナー
マルテンサイト系	SUH3	11Cr-2S-1Mo-0.4C	高級吸気弁、低級吸気弁、ロケット部分、予燃焼室
	SUH600	12Cr-Mo-V-Nb-N-0.15C	蒸気タービンプレード、ディスク、ロータシャフト、ボルト
	SUS403-HR	13Cr-低Si	タービンプレード、蒸気タービンノズル
析出硬化系	SUS630-HR	17Cr-4Ni-4Cu-Nb	シャフト類、タービン部品、積層板の押板
	SUS631-HR	17Cr-7Ni-1Al	高温ばね、ペローズ