

鉄鋼材料部品の窒化による表面改質

機械金属部 ○浜 石 和 人, 田 中 耕 治
瀬戸口 正 和, 清 藤 純 一

1. はじめに

鋼の化学的表面硬化方法として浸炭、浸炭窒化、窒化などがある。このうち窒化は変態を伴わず歪や変寸が少ない、焼き入れで得られない高い表面硬さが得られるなどの長所があり、金型や精密部品の耐久性を高める表面硬化処理としてきわめて有効であるが、反面、硬化層が浅い、鋼種によっては十分な硬さが得られないといった短所もある。

窒化方法としては、塩浴窒化、ガス窒化、イオン窒化などがあり、現在広く普及しているのはガス窒化とイオン窒化である。ガス窒化は550℃～600℃に加熱された炉内にアンモニアガスを流し込み、鉄鋼表面を窒化する方法である。イオン窒化は窒素と水素を炉内に導入し被処理物を陰極にセットして数 Torr 下で電圧をかけ発生する異常放電を利用した方法で、無公害であらゆる鋼を低温かつ短時間に窒化处理できる。また、化合物層の調整も容易であり目的に応じた処理ができる。更にチタンなどの非鉄合金の窒化も可能である。

本研究では、金型や精密機械部品などに用いられるステンレスを含む代表的な種鋼の適正な窒化による表面硬化処理条件についてイオン窒化炉と滴下式ガス窒化炉を用いて検討し、窒化層の常温及び高温における物性の評価を行った。

2. 実験方法と条件

2.1 供試材料

実験に供した鉄鋼材料は多くの材料の中から代表的な材料 S S 41, S 45 C, S C M 415, S C M 435, S A C M 645, S K 3, S K S 3, S K D 11, F C, S U S 310 S, S U S 304, S U S 316, S U S 405, S U S 403, S U S 420 J 2 材を選定した。

2.2 窒化处理条件

イオン窒化温度と処理時間の各種鋼の窒化に及ぼす効果をみるため表 1 に示すイオン窒化条件で、またガス窒化では処理時間の影響をみるため温度 570℃、アルコール滴下量 0.30 L で一定とし、処理時間のみを 3, 5, 20 時間と変えた。また窒化处理した S A C M 645, S K D 11, S C M 415 を真空炉中で表 3 に示す条件で加熱後の硬さ変化を調べ

て窒化層の耐熱性を検討した。

表 1. イオン窒化条件

ガス比	処理圧	処理温度	時間
N ₂ :H ₂ =1:1	4 Torr	500℃	5 h r
			20 h r
		550℃	5 h r
			20 h r

表 2. 真空加熱条件

加熱温度 (℃)	650	700	750	800	850	900
昇温時間 (分)	20					
炉内圧 (Torr)	10 ⁻¹					
保持時間 (分)	60					
冷却条件	炉内冷却室(500Torr)にてファン冷却					

3. 結果

3.1 イオン窒化処理について

図1と2にSK3, SKS3, SKD11, SACM645のイオン窒化後の表面硬さと表面からの硬さ分布を示す。これらの結果にみられるように表面の硬さは、高合金鋼ほど高くなるが、Alを0.70~1.20%添加した窒化鋼のSACM645の表面硬さは合金の添加量と対比してみると高くなることが解った。これはAlの窒化層の硬さに大きく影響するためといえる。また、表面硬さは明らかに処理温度が高く、長時間ほど硬くなり、低温処理では処理時間の影響が大きい、高温では時間の影響は小さくなる傾向がみら

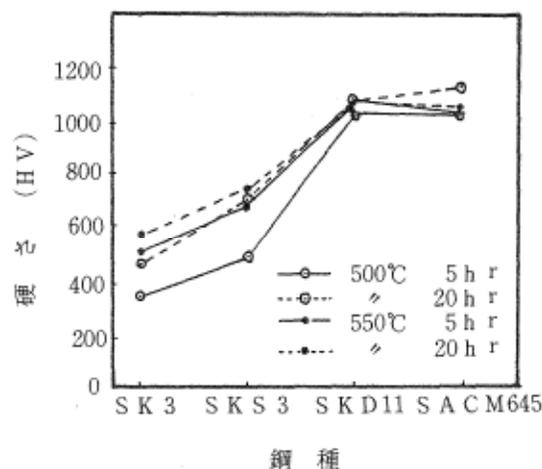


図1 温度、時間を変化させ窒化した時のSK3, SKS3, SKD11, SACM645の表面硬さ

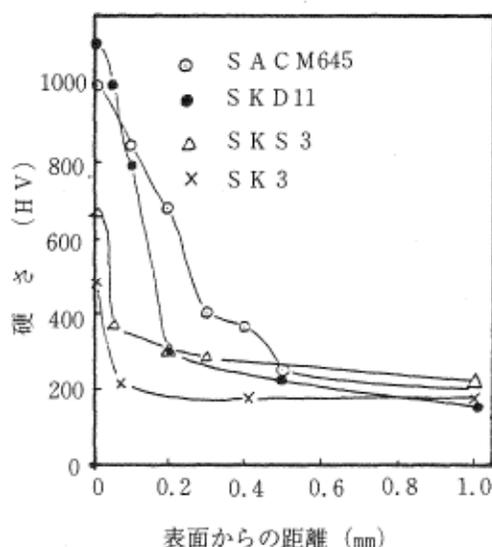


図2 550℃で20時間イオン窒化処理した各種鋼の硬さ分布

れた。硬化深さも処理温度が高く長時間ほど深くなり、CrやMoなどの合金元素を含み、一定の条件下では、その含有量の多い鋼ほど深くなった。しかし、最大硬化深さを示した鋼はAlを含むSACM645であって、硬化深さに対してもAlの効果の大きいことが解った。

窒化層の耐熱性については、図3に真空炉中で加熱後の表面硬さの変化を示すが、SKD11やSCM415の硬さは650℃以上でHV500以下の硬さとなるがAlを含むSACM645の硬さは、850℃までの加熱においてもHV500以上を示した。つまり、SACM645の窒化層の耐熱性は、これら3鋼種の中では最も高いといえる。

3.2 ガス窒化処理について

図4に各鋼種のガス窒化処理後の表面硬さを示すが、表面硬さは処理時間が長くなるほど高くなり、イオン窒化処理と同様に合金元素を多く含む鋼ほど高い傾向を示した。Alを含むSACM645はガス窒化処理においても高い表面硬さを示した。

4. おわりに

今回の実験で、各鋼のイオン窒化とガス窒化条件と表面の物性及び耐熱性について検討したが、両方法において、どの鋼種においても処理温度が高く長時間処理ほど表面硬さは高くなると同時に硬化深さも深くなる。そして合金元素を含みその含有量が多いほど表面硬さは高く、硬化深さも深くなったが、最大硬化深さと良い耐熱性を示したのはAlを含むSACM645であった。

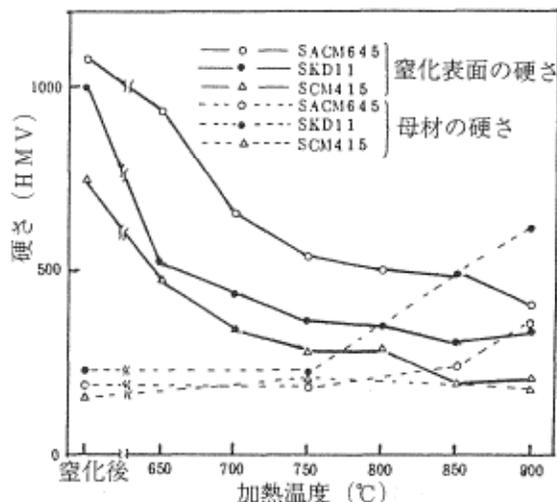


図3 イオン窒化表面の加熱温度と硬さの関係

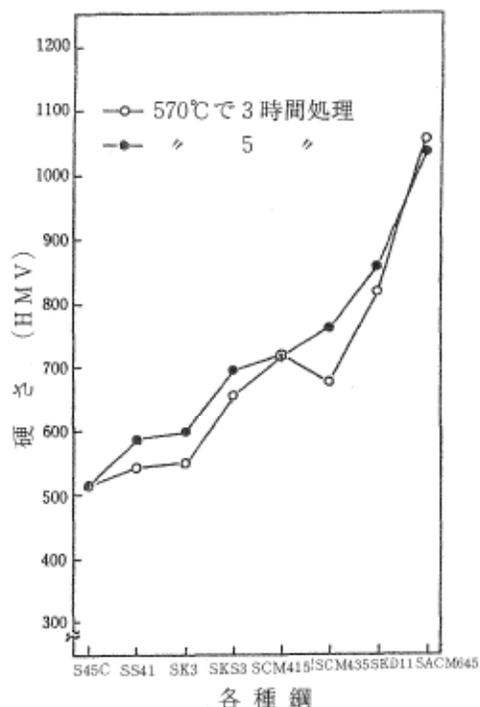


図4 全試料の窒化処理後の表面硬さ