

## (485)

## 各種耐熱鋼の窒化および浸炭挙動

日本鋼管協技術研究所 ○亀村佳樹  
谷村昌幸, 田村 学

1. 緒言：石油精製，石油化学などの高温装置で使用される耐熱鋼の損傷例として窒化あるいは浸炭が原因になっている場合がある。これらが問題になる装置ではより特性のすぐれた材料が望まれるが，材料開発をする場合の基本的な考え方を明らかにするために，窒化および浸炭におよぼす鋼種，合金成分，温度，時間，酸化スケール，表面被覆などの影響について検討した。

2. 実験方法：表1に供試材の化学成分を示すが，2.25Cr-1Mo鋼からNi基超合金までの広範囲の材料を供試材とした。窒化はN<sub>2</sub>ガス雰囲気中で加熱する方法で行ない，900~1300℃，最長100h，水冷の試験を行なった。浸炭は木炭末を用いた固体浸炭法で行ない，925~1200℃，各6h，炉冷の条件で試験した。試験片は原則として20×20×4mmであり，表面はグラインダでVV仕上げとした。窒化あるいは浸炭させた後マイクロ組織観察およびマイクロビッカース硬さ計で硬さ分布を測定し窒化深さあるいは浸炭深さを求めた。また，比較のために30×10×100mmの試験片を窒化させ，表面から0.1mmづつ採取した切粉をT.N分析する方法で窒化深さを求める実験も行なった。

3. 結果：(A)窒化実験；図1に示すように，鋼種の影響としては18Cr-8Ni系オーステナイトステンレス鋼からNi基超合金の範囲では，Ni量が増加するほど窒化深さは減少することがわかった。しかし2.25Cr-1Mo鋼ではほとんど窒化は認められなかった。この理由は，前者ではNi量が増加すると窒素の固溶度が減少するためであり，後者ではオーステナイト組織である温度，例えば1200℃では窒素の固溶度は約0.04wt%と推定され<sup>1)</sup>，窒素の固溶度が小さいためにほとんど窒化しなかったものと考えられる。また，窒素をほとんど固溶しないAlやNiを表面被覆すると著しく窒化深さが減少するが，窒素を1150℃で約0.04~0.07wt%固溶するFeやCrを表面被覆しても窒化深さはほとんど変化しないことがわかった。試料表面に酸化スケールが緻密に生成するとほとんど窒化しないこともわかった。

(B)浸炭実験；鋼種の影響としては2.25Cr-1Mo鋼の浸炭深さが一番大きく，Ni量が増加するほど浸炭深さは減少することがわかった。また，炭素をほとんど固溶しないAlやCrを表面被覆するとほとんど浸炭しなくなるが，炭素を950℃で約0.33%あるいは約2%固溶するNiやFeを表面被覆すると逆に浸炭深さが増加することがわかった。

以上の結果から，窒化あるいは浸炭を支配する因子として固溶度が重要であると考えられる。

表1 供試材の化学成分 (wt%)

No	C	Si	Mn	Ni	Cr	Fe	Co	Mo	w	Nb	Al	Ti	T.N
A	0.07	0.37	0.48	-	2.08	残	-	1.07	-	-	-	-	0.0121
B	0.07	0.66	1.68	9.23	18.59	"	-	-	-	-	-	-	0.0105
C	0.05	0.44	1.28	12.16	17.43	"	-	-	-	-	-	0.40	0.0137
D	0.04	0.67	1.62	12.90	17.13	"	-	-	-	0.82	-	-	0.0270
E	0.07	0.56	1.56	12.98	16.35	"	-	2.39	-	-	-	-	0.0236
F	0.39	0.64	0.90	18.67	24.34	"	-	-	-	-	-	-	0.0276
G	0.23	0.95	1.32	20.07	22.41	"	-	-	-	-	-	-	0.0390
H	0.04	0.33	0.79	30.42	19.66	"	-	-	-	-	0.17	0.30	0.0197
I	0.07	0.17	0.73	42.57	19.73	21.89	1.46	9.29	-	-	0.10	-	0.0387
J	0.05	tr	0.005	57.86	21.70	0.53	12.33	8.93	-	-	0.64	0.52	0.0243
K	0.05	0.37	0.44	78.43	16.14	5.12	-	-	-	-	0.30	0.62	0.0187

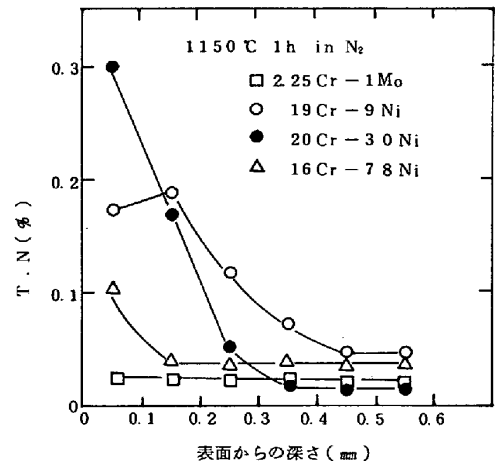


図1 窒化後のT.N濃度分布