

八幡鋼管(株) 研究部 工博向江脇公雄・稲垣博巳
○大島 弘・井尾紀夫

1. 緒言

アンモニア合成触媒塔における鋼管の破損事故はかなり古くから経験されており、これに関する報告も少なくない。アンモニア合成法は Claude, Casale, Fauser, NEC 法など多岐にわたるが、いずれも高温高压で、かつ NH_3 , N_2 , H_2 の三者が共存するため水素脆化および窒化が同時に起こる。したがって触媒塔用材料としてはこの両者に耐え得る材料を選ばねばならぬが、現在のところこれを満足する実用的な材料はなく、オーステナイト系ステンレス鋼が最適な材料とされている。しかし、これも絶対的なものではなく、経済的かつ耐食性のある材料の開発が要望されている。着目して触媒塔鋼管用適材を見出す目的で現在実用炉による試験を進めているが、ここでは Haber Bosch 転化炉中でニ、三の鋼種について試験した結果を述べる。

2. 試験方法

試験に供した鋼種は低炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼などを含めて約 20 鋼種である。試験条件の概略を示すと、温度は $530 \sim 580^\circ\text{C}$ 、圧力は 300 kg/cm^2 、瓦斯の組成は HN_3 10 mol%, N_2 23%, H_2 67%, CH_4 若干, Ar 微量、また流量は $15000 \text{ N cm}^3/\text{hr}$ である。なお試験期間は約 4 箇月である。

3. 試験結果

上に述べたごとく、触媒塔において問題となるのは水素脆化および窒化である。先ず水素脆化の点から検討してみると、0.5Mo, 2.5Ni, 3.5Ni の各鋼種の脱炭が多少とも甚しく顕著な水素脆化を生じている。水素脆化に対する安定炭化物生成元素としての Cr の効果は含有量の増加とともに顕著にあらわれ 5Cr-0.5Mo, 13Cr 鋼になると脱炭の傾向はほとんど認められない。また、Mo も複炭化物を生成するが、Mo を 0.5% は単独で添加した程度ではその効果は認められない。極低炭素鋼は全く水素脆化を受けない傾向は認められないが、水素脆化は鋼中のセメンタイトと水素とが反応し生成する CH_4 ガスの圧力によると考えられている以上当然であろう。18-8 鋼は水素脆化を全く受けていないが、オーステナイト組織においては水素が拡散しにくいいためであろう。しかし、高 C 25Cr-20Ni 鋼 (C 0.4%) になると水素脆化を受けかなり脱炭している。つぎに耐窒化性について窒化層の測定および表面層の N の分析を行なって検討してみた結果、極低炭素鋼はほとんど窒化していないが、わずかに N% が増加していた。これは脱炭に用いた Al や Ti がマトリックス中に固溶しているためと思われる。Cr は N との親和力が強いので、Cr が多いほど窒化を受けやすい。2.5Ni および 3.5Ni 鋼もかなり窒化を受けている。オーステナイト系ステンレス鋼もかなり窒化しているが、表面層のみにとどまっている。