

# 粉末プロセスにより製造した 超耐食276合金シームレスチューブ

## 1. はじめに

近年、高度化するニーズに対して高機能材が製造可能である粉末プロセスが注目されてきており、既に各種のプロセスが開発、実用化されている。

当社は、世界最大級の粉末製造装置である2t真空溶解炉-ガスアトマイザーを有し、ステンレス鋼から超合金まで多くの粉末を製造している。今回、その粉末プロセスを利用し、従来の溶製法より特性を向上させた超耐食276合金シームレスチューブの開発を行ったので紹介する。

## 2. 特徴

### 2.1 製造工程

276合金相当の超合金は、従来、溶製法にて製造されているが、凝固偏析が大きいいため熱間加工温度域が狭い上に延性に乏しく、かつ変形抵抗が高い材料であり、難加工材に分類され製造工程上、工数、歩留り等多くの問題が生じる。これらの問題は、粉末プロセスを用いることによって、一挙に解決する事ができる。粉末プロセスによる276合金シームレスチューブの製造工程を図1に、主要化学成分を表1に示す。従来の溶製法に比べて成分の均一な急凝固粉末を用いることにより、諸特性が向上すると共にピレット製造のための熱間鍛造を省略できるのが特徴である。

表1 主要化学成分

|       | C      | Ni   | Cr   | Mo   | W   | Fe  |
|-------|--------|------|------|------|-----|-----|
| 276合金 | <0.010 | Bal. | 15.5 | 16.0 | 3.5 | 5.5 |

(mass%)

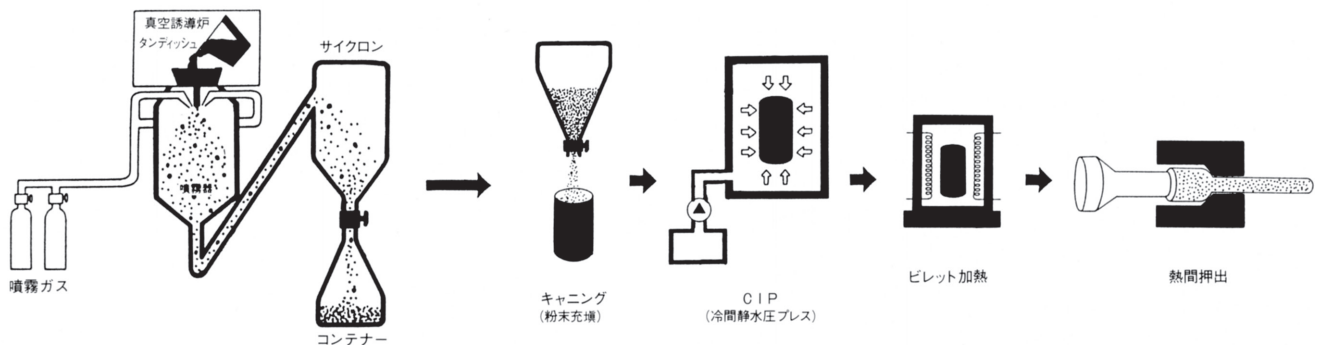


図1 粉末プロセスによる276合金シームレスチューブの製造工程

### 2.2 機械的性質

276合金と従来の溶製材の機械的性質を図2に示す。熱間押出により100%密度のものが得られることより、溶製材と同等以上であり、ASTM規格を十分満足している。

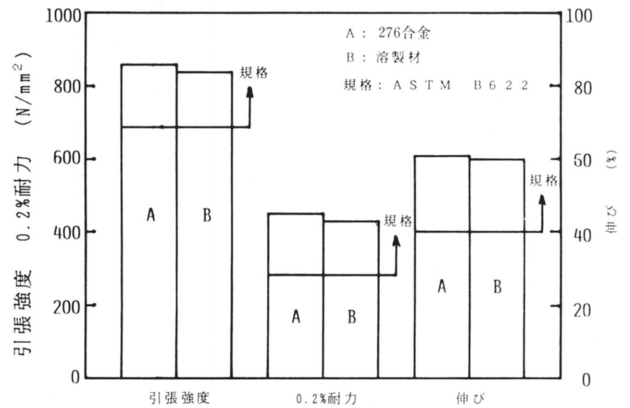


図2 機械的性質

### 2.3 耐食性

276合金と従来の溶製材について、ASTM G28粒界腐食試験を行った結果を図3に示す。276合金は、溶製材と比較して優れた耐食性を示している。

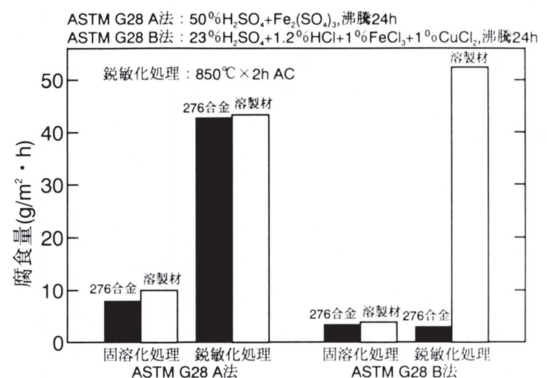


図3 耐粒界腐食性

## 2・4 腐食後の表面粗さ

10%塩酸の沸騰溶液中で、6時間腐食試験を行った後の試験片の表面粗さを図4に示す。276合金は、従来の溶製法に比べて、非常に平滑な表面状態を維持している。すなわち、ガスアトマイズによって得られる成分の均一な急冷凝固粉末を用いることにより、非常に偏析が少なく均一な組織を呈しているため腐食度が均一である事が特徴である。従って、実機環境下において、溶製材と比較して、使用年月が長くなればなるほど腐食むらが少なく、耐食性上有利となる。

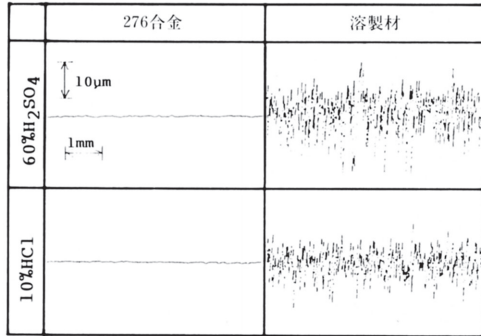


図4 表面粗さ

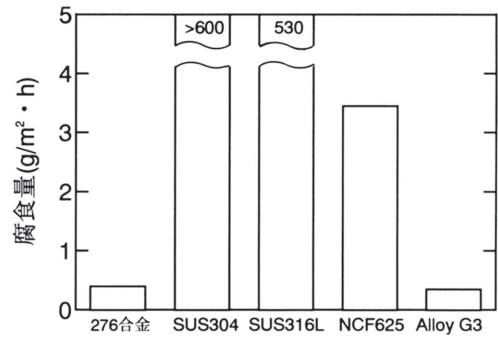


図6 耐硫酸性(20%硫酸沸騰)

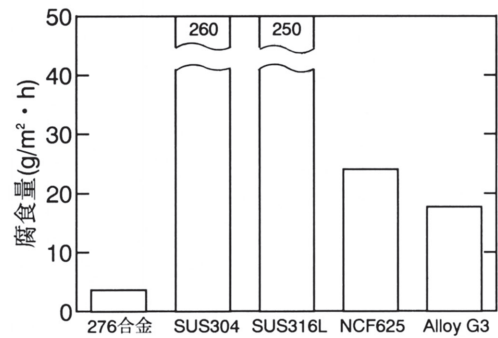


図7 耐塩酸性(10%塩酸沸騰)

## 3. 他鋼種との耐食性比較

11.5% $H_2SO_4$ +1.2% $HCl$ +1% $FeCl_3$ +1% $CuCl_2$ 溶液中、102°Cで行った耐孔食性を図5に示す。また、20%硫酸溶液中沸騰で行った耐硫酸性を図6に、10%塩酸溶液中沸騰で行った耐塩酸性を図7に示す。276合金は、耐孔食性、耐硫酸性および耐塩酸性ともステンレス鋼と比較して、極めて優れている。また、超耐食合金NCF625およびAlloy G3と比較しても良好であり、特に耐孔食性において非常に優れた特性を示している。このように各種環境下での耐食性に優れていることから、メンテナンスフリーを必要とする部材に最適である。

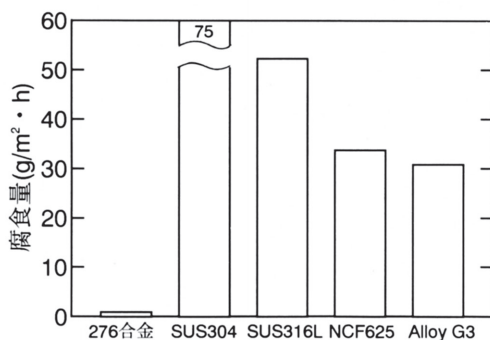


図5 耐孔食性  
(11.5% $H_2SO_4$ +1.2% $HCl$ +1% $FeCl_3$ +1% $CuCl_2$ , 102°C)

## 4. 適用例

粉末プロセスより製造した276合金シームレスチューブは、耐硫酸性、耐塩酸性、特に耐孔食性等の局部腐食に対して非常に優れており、各種環境下でのメンテナンスフリーを必要とする過酷な環境に適している。例えば、腐食環境の厳しいプラント用配管等や半導体関係のクリーンチューブ等が挙げられる。