

冷間鍛造用高強度非磁性ステンレス鋼QSM5N

1. はじめに

オーステナイト系ステンレス鋼は、耐食性や耐熱性に優れているため、従来から多方面で使用されており、最近では家庭電化製品、事務用機器、産業機械の部品やネジ、ボルト、ナット、ピンなどの締結品および住宅、ビル、輸送機器などの構造物の建設用部品や締結品などにも使用されている。これらの部品や締結品は、素材を冷間鍛造や冷間引抜で成形加工して製造されているものが多い。そのため、これらの用途の材料として冷間加工性に優れたSUSXM7などが使用されている。

しかしながら、これらの材料は、冷間加工後の強度がSUS304などと比べて低く、SUS304では、加工によるマルテンサイト相が発生するため非磁性（透磁率1.02以下）とならず、用途によっては、不都合が生じる場合がある。また、QSM10のような高強度高Mn非磁性鋼は、強度および非磁性の面では優れているが、延性に乏しいため冷間加工が困難であるという欠点を有している。

QSM5Nは、冷間加工性、冷間加工後の強度、耐食性および非磁性に関してこれらの特性をバランス良く組み合わせた良好な材料であり、多方面にわたるユーザーから好評を頂いているのでここに紹介する。

2. 特徴

2・1 化学成分

表1にQSM5Nおよび他鋼種の概略化学成分を比較して示す。QSM5Nは、SUS304やSUSXM7と比べてMnが高く高価な元素であるNiを節減しているが、透磁率の確保のため圧延鋼材では、固溶化熱処理後にフェライト相が残存しないように種々の元素で成分バランスが図られている。また、耐食性を確保するためCを耐食ステンレス鋼なみとし、Nは冷間加工性の確保のため、QSM10と比べて少量の添加となっている。

2・2 ミクロ組織

表1 化学成分

| 鋼種名 | (mass%) | | | | | |
|--------|---------|-----|------|------|------|--------|
| | C | Si | Mn | Ni | Cr | N, その他 |
| QSM5N | 0.07 | 0.3 | 6.5 | 5.6 | 17.5 | N:添加 |
| SUS304 | 0.06 | 0.3 | 1.2 | 9.2 | 17.8 | — |
| SUSXM7 | 0.01 | 0.3 | 1.2 | 10.2 | 18.0 | Cu:3.1 |
| QSM10 | 0.15 | 0.3 | 11.5 | 3.5 | 18.0 | N:0.38 |

図1にQSM5Nの固溶化熱処理（1100℃から急冷）後のミクロ組織を示す。粒界の炭化物、窒化物やフェライト相は観察されず、一般のオーステナイト系ステンレス鋼と同様な組織を呈している。

2・3 冷間加工性

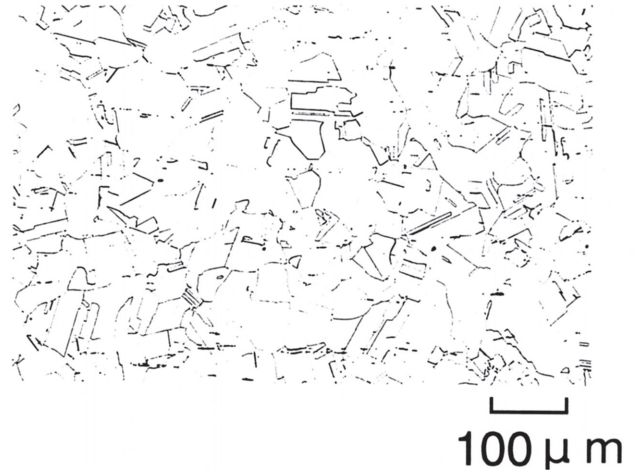


図1 QSM5Nの固溶化処理後のミクロ組織
(処理条件：1100℃急冷)

図2に冷間圧縮による加工率と加工応力との関係を示す。QSM5Nは、一定の大きさの変形加工を行う場合、SUS304やSUSXM7と比べて高い応力が必要となるが、高Mn非磁性鋼との比較では変形応力は低く、70%程度の冷間加工が可能である。

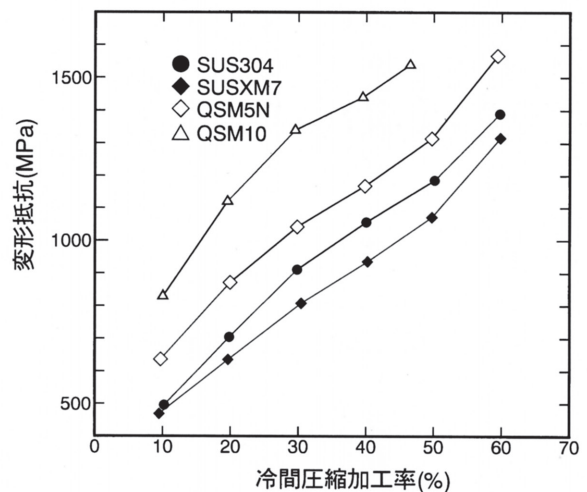


図2 冷間圧縮加工率と変形抵抗との関係

2・4 冷間加工後の硬さ

図3に冷間圧縮加工による硬さの変化を示す。図2と同様な傾向を示し、QSM5Nの硬さは高Mn非磁性鋼と比べて低いものの、SUSXM7やSUS304との比較では、高い硬さを示し、約50%の加工率で400HVの硬さが得られ高強度化が可能である。

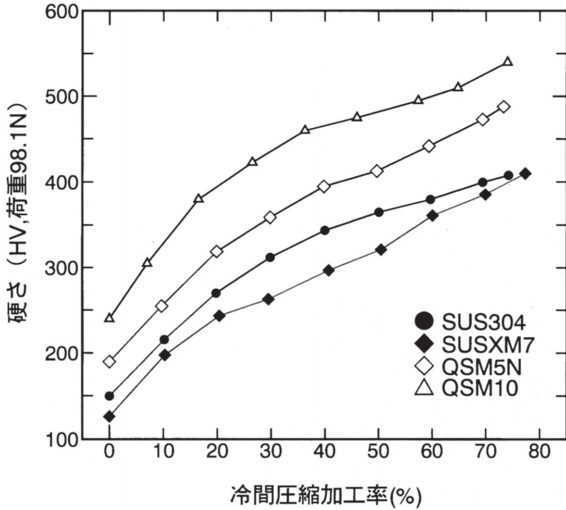


図3 冷間圧縮加工に伴う硬さの変化

2・5 磁気的特性

図4に冷間圧縮加工による透磁率の変化を示す。SUS304では約15%程度の加工で透磁率が上昇するのに対し、QSM5NはSUSXM7や高Mn非磁性鋼と同様な透磁率変化を示し、約40%までの加工では $\mu = 1.01$ 以下となり、非磁性である。

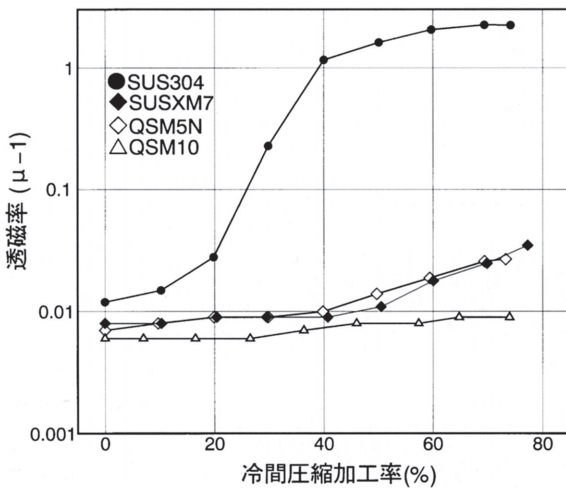


図4 冷間圧縮加工に伴う透磁率の変化

2・6 耐食性

図5および図6にそれぞれ硫酸と塩酸中におけるQSM5Nの耐全面腐食性を示す。SUS304と比較していずれの酸においても良好な耐食性を示している。また、ここには示していないが、塩水噴霧試験(5%NaCl, 35°C×16h)や湿潤試験(95%RH, 70°C×96h)においても良好な耐食性を示し、錆が発生しないことが確認されている。

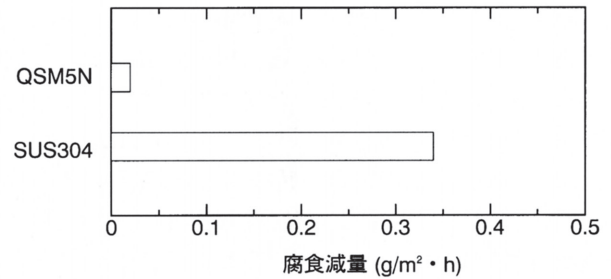


図5 5%硫酸中の耐食性比較 (25°C×24h, 2回)

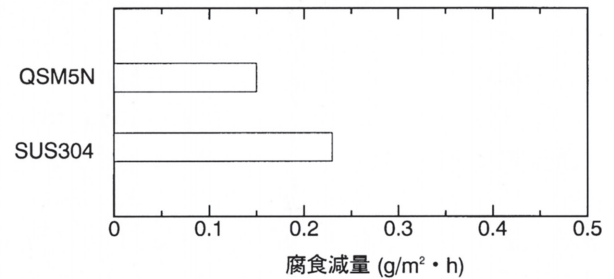


図6 1%塩酸中の耐食性比較 (25°C×24h, 2回)

3. 用途例

QSM5Nは、冷鍛性、非磁性、耐食性および高強度が必要とされる用途に適しており、エレクトロニクス分野や超伝導を利用するリニアーマーターカー分野での冷間鍛造品、例えばボルトやナットなどへの適用が挙げられる。