

早稲田大学 理工学部

長谷川正義 ○野村茂雄

原敏夫 名取敦

1. 緒言

著者らはこれまでオーステナイト・ステンレス鋼におよぼす高温高圧水素の影響を、金属組織因子および環境因子と関連させて系統的な研究を行ってきた。それによると水素脆化は、粒界炭化物、切欠による応力集中部の導入によって著しく感受性を増し、さらにNi当量依存性を示すことが判明している。これに対し本報は、高温高圧水素雰囲気中でオーステナイト・ステンレス鋼に高応力を付加した場合、環境に依存する破断現象が見出されたので、その詳細について報告する。

2. 実験方法

供試材はSUS304鋼、316鋼を用い、1100℃×1hrの溶体化処理後、650℃で鋭敏化処理を最高100hrまで施した。これより板厚0.5mm幅10mmで中央部両端に深さ4mmのV型切欠をもつ試験片を作製した。なお切欠底半径は0.25mmであり、応力集中係数は1.8である。板状切欠試験片は馬蹄形チャックに取りつけ、その反発力で任意の応力を負荷したのち、外熱式のオートクレーブに封入し、300~500℃、1~300atmの範囲の高温高圧水素中に所定の時間保持し、破断の有無を調べた。走査型電顕による破面観察、水素分析、さらに破断しない試料については脱水素処理を施し、引張試験によって損傷の程度を検討した。

3. 実験結果

オーステナイト・ステンレス鋼に応力を負荷し、これを高温高圧水素中に保持すると破壊に至る現象は、以下の特徴を示すことが判明した。すなわち

- 1) 割れ感受性は鋭敏化処理の程度によって異なり、粒界に多量の炭化物が析出した場合に著しい。
- 2) 割れ発生は高温高圧水素中における保持時間に依存する。
- 3) 図1に示したように水素圧力および保持温度依存性を示すが、500℃以上ではクリーブ現象が重畳するものと考えられ、水素圧力の効果は明瞭でない。
- 4) 負荷応力依存性を示す。なお図1の場合、負荷応力は56kg/mm²であり、破断応力の約90%ときわめて高い。
- 5) 割れ破面は写真1に示すように、典型的な粒界脆性型であり、それぞれの粒界面にはデンドライト状に発達した微小ポイドが多数認められる。これは水素と応力の作用によって析出炭化物の界面に発生したものと考えられる。



写真1. 鋭敏化304鋼の応力水素割れ破面

上述の現象は“水素脆化”とは別の現象と考えられ、いわゆる高温高圧水素環境における“応力水素割れ”とみなすことができる。つまり前者の水素脆化には試験温度依存性があり、脆化は100℃以下の温度にて生じ、定荷重試験温度である300~500℃では水素の影響は認められない点が大きく異なっている。

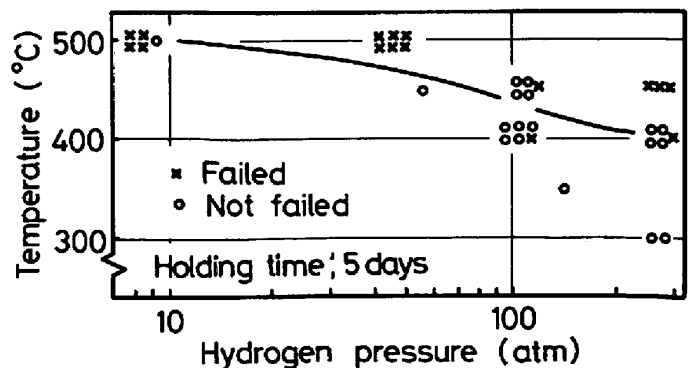


図1. 鋭敏化304鋼の応力水素割れ限界曲線