

お客様とSMTを結ぶ

2006 秋 NO.53

・2006年 10月1日発行

つうしん

com・mu・ni・ca・tion・bul・le・tin

SMT

住友金属テクノロジー株式会社

本社・尼崎市扶桑町1-8 ☎660-0891

☎06-6489-5779 FAX:06-6489-5799

http://www.smt-inc.co.jp/

高圧水素ガスと鋼の水素脆性

水素ガスは工業的には多量に使われていますが、一般にはなじみの薄いガスです。また、濃度が薄くても濃くても爆発的に燃えるので(爆発限界が広い)、取り扱いに細心の注意を要します。しかし、燃えると水となり、生物にとっては不可欠で、人間にとっても最も身近な物質に変わります。最近、この水素ガスを燃料とする燃料電池車が脚光を浴びています。これは、燃焼物が水でクリーンであるばかりでなく、水素ガスを燃料とする固体高分子型燃料電池の発電効率が極めて高く、自動車に応用した場合、総合的な見地から他のシステム(ハイブリッド、EV)に比較し、地球環境の面で優れることによって

います。この燃料電池車を社会に定着させるためには自動車そのものの安全性を確保するとともに、水素製造所、水素の輸送、水素ステーション等で安全性、環境負荷、コスト面に関するトータルシステムでの実証が必要となります。このため、自動車メーカーはもとより産・官・学共同で総合的な実証実験が進められています。安全性に関しては、水素ガスが爆発性が高いことから車載用の水素高圧容器、配管、継ぎ手に高度な耐圧・気密性が求められます。さらに、水素ガスと接触する鋼は、種類によっては「水素脆化」という材料の劣化をともなうことがあるので、材料の選択、強度設計には水素脆化に関する検討も必要となります。

さて、鋼が水素によって脆くなる水素脆性は古くから知られている現象で、現在開発が進められている70MPaの水素ガス容器を搭載する燃料電池車の場合、硫化水素を含む腐食環境に近く、鋼の使用環境としてはかなり過酷な環境に位置づけられます。このため、高圧水素に接触する鉄系構造材料には水素脆化を起こさないオーステナイト系ステンレス鋼をベースとして開発が進められています。

ところで鋼は単に水素が固溶するだけでは脆化しません。鋼に水素が固溶する状態で、微視的にも弾性限を超えて塑性変形が生じるような応力状態で、しかも歪み速度がゆっくりとした状態ではじめて脆化を起こします。したがってき裂成長も遅く、水素脆性破壊が遅れ破壊と言われる所以です。高々数ppmの水素原子が鋼を脆化させるのは不可解な現象で、何らかのメカニズムにより水素の濃化が必要となります。詳しい説明は省きますが、転位(固体結晶の格子欠陥の一種)にトラップ(捕捉)された水素が転位と一緒に動ける状態で、歪み集中部で水素の濃化現象が生じると言われています。したがって水素脆化特性を評価するには切欠先端で歪み集中が生じる状態で一定荷重をかけて水素中に暴露するか、歪み速度を極端にゆっくりとした引張試験(SSRT:Slow Strain Rate Test)が必要となります。疲労についても同様に周波数依存性があり、低周波数でないと水素脆化の影響が現れません。

弊社では、いち早く高圧水素ガスSSRT試験機(写真1)を導入し、材料の水素脆化特性を評価しております(写真2)。SUS304ステンレス鋼において、水素中の低歪速

度引張試験では延性が低下し、脆性的な破壊していることが判ります(SUS304はオーステナイト系ステンレス鋼ですが、加工誘起マルテンサイトが生成することで水素脆化を生じます)。また、高温高圧オートクレーブ(最高水素ガス圧:85MPa、試験温度:室温~300℃)も所有し、試験片への水素チャージや4点曲げ試験やWOL(Wedge Opening Load)試験片の高圧水素ガス暴露試験を可能としています。今後、コストダウンのために水素脆化を起こす可能性のある低合金鋼の使用を進めるためには、材料の高圧水素ガス中での限界応力を把握する必要があり、オートクレーブの需要が増すものと予想しています。

さらに、弊社では、住友金属工業の高級油井管の各種耐圧・気密試験に関する実績と経験を活かし(表1)、高圧水素ガス容器や配管継ぎ手の耐圧試験、気密試験を行っております。このように、弊社は燃料電池車の安全性確立のために材料、部品の評価技術で貢献して参ります。

本社 日野谷 重晴

TEL:06-6489-5714 FAX:06-6489-5959

E-mail:hinotani-sgh@smt-co.com

表1 耐圧・機密試験設備の概要

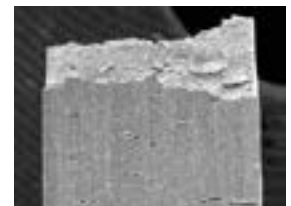
圧力媒体	種類	最大圧力 (MPa)	吐出量 (L/分)	試験用途
油	水圧ポンプ	70	2.5	耐圧試験 破壊試験 圧力サイクル試験
水	水圧ポンプ	35	3.4~4.9	
		105	0.4~1.2	
		300	0.2~0.5	
ガス (He、N ₂)	ガス圧縮機	210	360	機密試験 圧力サイクル試験
		300	290	



写真1 SSRT試験装置



大気中: 常温、常圧



水素中: 常温、75MPa

写真2 SUS304鋼SSRT試験後の破断状況