

オンサイト型水素発生装置「HHOG[®]」の 用途と納入実績

Delivery record of on-site hydrogen generator "HHOG[®]"



UC事業室
小林宏子
Hiroko Kobayashi
廣瀬 潤
Jun Hirose

当社では固体高分子電解質膜を使った水電解によるオンサイト型水素発生装置 HHOG (High-purity Hydrogen Oxygen Generator) を開発し、商品化してきた。その優れた操作性と安定性が高く評価され、着実に納入実績が増えてきている。また、将来のクリーンエネルギーとして水素のニーズが高まっており、今後急速に水素のオンサイト供給が増大するものと考えられる。本稿では、当社が HHOG を販売してきた実績に基づき、その市場とニーズを述べた。さらに、実際の工場での稼働実績を基に、HHOG の安定性およびメンテナンス性についても紹介した。

The on-site hydrogen gas generation system "HHOG (High-purity Hydrogen and Oxygen Generator)" which directly electrolyzes deionized water using a proton exchange membrane has been applied to various fields. HHOG have been valued it's simple operation and stability. The demand for the on-site hydrogen gas generator will increase due to the needs of hydrogen gas as clean energy in near future. In this report the market and needs of the on-site hydrogen gas generator are described based on the sales result of HHOG. More over the stability and easy maintenance of HHOG are shown in accordance with the running result in the factory.

Key Words :

水素発生装置	Hydrogen gas generator
オンサイト	On-site
水電解	Water electrolysis
固体高分子電解質膜	Proton exchange membrane
納入実績	Delivery record

まえがき

国内の圧縮水素出荷量は1998年において1億63百万 m³ で対前年比10.4%のダウンであった。¹⁾ 長引く景気低迷の影響を受け大口需要家の消費量が減少しているのに加え、オンサイト発生装置への転換がボンベ、ローダー等による圧縮水素の既存外販市場を縮小させている。さらに景況不振は我が国の産業構造の変化にも影響を及ぼしており、電解ソーダ、石油精製、鉄鋼といった重厚長大産業の大口のソー

ス源が減少傾向にある。ダイオキシン等の環境問題がさらにこの傾向に拍車をかけており、今後外販ソース源が縮小していくことは間違いない。このような産業構造の変化と環境配慮の観点から見ても今後オンサイト化が伸びていくものと考えられる。ただし、メタノール改質法や都市ガス分解法では水素の発生と同時に炭酸ガスも排出されることから、これらの回収が環境面から要求される。当社の HHOG は水素と酸素以外の副産物は発生せず、地球環境にやさ

しいこれからのニーズに合った商品である。

現在販売されている水素ガスの主な用途は、シリコンウエハー、電子部品、セラミックス等の弱電分野、油脂、香料、食品などの水添、樹脂製品等の化学分野、金属表面の光輝焼鈍、熱処理雰囲気金属分野、フロートガラスの製板雰囲気、光ファイバー、石英ガラス等のガラス分野である。

近年地球温暖化や酸性雨、大気汚染などの環境問題が地球的な規模でクローズアップされており、従来の石油等の化石燃料に替わるクリーンなエネルギーとして水素が大きく注目されている。水素は燃焼しても水を生成するだけで、炭酸ガスや有害ガスを排出しない。再生可能な自然エネルギーを利用して水素を製造し、利用する水素社会をつくれれば、地球環境問題やエネルギー問題に大きく貢献することが出来る。このような取り組みは日本をはじめ海外でもなされており、様々なシステムが検討されている。身近な例では燃料電池車の開発が最近特に話題を集めている。燃料電池車は、水素と空気中の酸素から燃料電池で発電してモーターを駆動させる電気自動車である。排出するのは水のみで、炭酸ガス、NO_x、SO_x、煤塵などの有害物質を排出しないクリーンな乗り物として21世紀にはガソリン車やディーゼル車にかわる自動車の主流になるかもしれない。この場合、水素を燃料とするために従来のガソリンスタンドにかわる水素供給ステーションが必要となる。既に独ミュンヘン、ハンブルグでは石油精製オフガスを原料に、また米シカゴでは液体水素貯蔵ステーショ

ンが開設されている。さらに各国では太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーを用いて水素を製造し、利用するシステムの開発がプロジェクトとして進められている。ここでは水素を二次エネルギーとして利用するシステムとして安定性の高い固体高分子型水電解法に期待が寄せられている。

このように、水素は従来の工業用途のみでなく、将来のエネルギー需要を支える重要な役割を担っている。

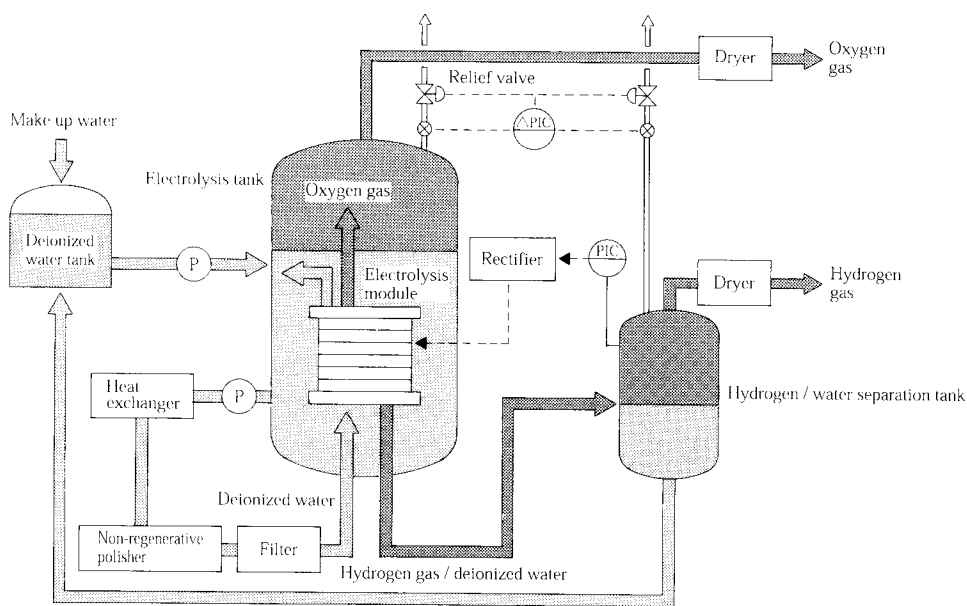
1. オンサイト化の動向

1.1 オンサイト化の利点

これまで、石油精製など数万 m³/h クラスの大規模ユーザーの場合、ユーザー自身が水素オンサイトプラントを自家所有し、水素を供給してきた。一方、数百 m³/h クラスの中規模ユーザーの場合、圧縮水素をトレーラー、ローダー、カードルなどで運搬供給していた。しかし、最近、これらの中規模ユーザーが、圧縮水素供給からオンサイト発生装置へ転換する傾向が見られる。²⁾

オンサイト化の利点の1つは、既存のボンベ水素に比べ安価で安定的に水素ガスを供給できることである。圧縮水素のコストは、粗ガス源の電解ソーダ、石油化学、鉄鋼などの重厚長大産業の縮小によって、水素プラントの統廃合が進むことにより、高くなる傾向にあり、コストダウンを目的としたオンサイト化が進んでいる。

また、オンサイト化によりユーザーの様々な問題を解決することができる。例えば、オンサイト化に



第1図 システムフロー
Fig. 1 System flow

すると、雪や台風などの天候の影響や交通網の影響により圧縮水素が輸送できない場合を心配することなく、常に必要な水素ガスを安定供給することができる。また、周辺が市街地や住宅地の場合、真っ赤なローダーなどの頻繁な搬入・搬出は、地域住民に好まれない場合があるが、オンサイト化することにより、地域住民との関係を円滑にし、企業のイメージアップにもつなげることができる。また、圧縮水素の場合、ローダーなどを搬入、交換、保管するための敷地が必要であり、敷地に余裕が無いユーザーの場合、オンサイト化が好まれる。

1.2 HHOGのフロー

HHOGのフローを第1図に示す。HHOGは、固体高分子電解質膜を使用して、純水を電気分解し、水素ガスを発生させる装置である。固体高分子電解質膜は、フッ素系カチオン交換膜に電極触媒を接合した膜で、電解質の役割を果たす。この固体高分子電解質膜が積層されている電解モジュールに純水を供給し、直流電流を流すと、陰極から水素ガス、陽極から酸素ガスが発生する。

電解モジュールは電解タンク内に設置されており、電解モジュールの内圧と外圧の差を小さくすることにより、電解モジュールの耐圧に関係無く、高圧の水素ガスを発生することができる。水素ガスの発生量は、水素分離タンクの水素ガス圧力が常に一定になるように、電解電流値を制御しているため、使用量に応じた水素ガスが自動的に供給される。

発生した水素ガスは水分飽和の状態であるため、後段の除湿器で要求される露点まで除湿されたのち、客先に供給される。また、発生した酸素ガスは、電解タンク内を一定圧力に保ちながら、放出される。

電解モジュールに供給される純水は、循環水ポンプで循環され、循環水ラインの熱交換器、非再生ポリリッシャーで水温、水質を一定にして、再び電解モジュールに供給される。また、電解により消費された純水は、純水タンクから電解タンクへ補給される。

このように、HHOGは、電解モジュール、直流電源、除湿器、純水系システムから構成されており、非常にシンプルなシステムである。

1.3 他方式との比較

他方式との比較表を第1表に示す。

HHOGの原料は純水と電気のみであるため、毒・劇物取締法等の法規は適用されない。発生する水素ガス中の不純物は酸素と窒素のみで、ガス純度は99.9999%以上と高純度である。また、発生廃棄物も無く、環境に優しいクリーンな装置である。電気

化学反応を利用しているため、常温で運転開始とともに即座にガスを発生させることができる。また、電解電流量で水素ガスの発生量を制御しており、0~100%の範囲でガスを発生することができ、応答性に優れている。操作は簡単で、圧縮水素と同じ手軽さで水素ガスを使用することができる。付帯設備は、直流電源装置と除湿器のみである。

アルカリ水電解法は、HHOGと同じ電気化学反応を利用した水電解法であり、常温で水素ガスが発生するが、電解質としてアルカリ溶液を添加する必要がある。毒・劇物取締法等が適用される。発生する水素ガスの純度は99.9%と低く、不純物として酸素、アルカリミストを含む。直流電源装置、薬液注入装置のほかに水素ガス中に混入したアルカリミストを除去するためのスクラバー、廃液処理設備が付帯設備として必要である。また、アルカリ液を使用しているため、構成材料の腐食問題や薬品の再結晶化による機器の誤動作の問題があり、メンテナンスが煩雑である。

メタノール改質法はメタノールを触媒により改質する方法で、原料が劇物、危険物であるため、様々な法規が適応される。副生成物はCO、CO₂で、将来のクリーンエネルギーとして水素を発生する場合、環境面からこれらの回収と処理が課題となる。また、反応温度が300℃と高いため、昇温のための起動に時間がかかり、この間のバックアップ用のガスが必要となる。付帯設備として、メタノール貯槽、ガス精製装置などが必要である。また、原料のメタノールの定期的な搬入も必要である。

都市ガス改質法は都市ガスを触媒により改質する方法である。現状の都市ガスの導管を利用すると、貯蔵設備が不要になる利点がある。しかし、メタノール改質法と同様にCO、CO₂が副生成物として発生するので、環境面からこれらの回収が必要であり、また反応温度が800℃と高いため、昇温のための起動に時間がかかり、この間のバックアップ用のガスが必要となる。付帯設備として、スチーム発生装置、ガス精製装置などが必要である。

アンモニア分解法は、アンモニアを熱により分解する方法で、原料が劇物であるため、様々な法規に適用される。反応温度は600℃と高く、昇温のために起動に時間がかかり、この間のバックアップ用のガスが必要となる。付帯設備として、アンモニア貯槽、ガス精製装置などが必要であり、また、アンモニアの定期的な搬入も必要である。

これらの比較により、HHOGはシンプルなシス

第 1 表 水素発生装置の比較

Table 1 Comparison of hydrogen generator

	HHO	Alkaline electrolysis	Methanol reforming	City gas reforming	Ammonia decomposition
Material	Deionized water	Deionized water Alkali	Methanol Deionized water	City gas Steam	Ammonia
Toxicity	None	Deleterious substance	Deleterious substance Dangerous substance	Dangerous substance	Deleterious substance
Applicable prescription	None	<ul style="list-style-type: none"> • Poisonous and Deleterious Substances Control Law • Pharmaceutical Affairs Law 	<ul style="list-style-type: none"> • Fire Defense Law • Poisonous and Deleterious Substances Control Law • Air Pollution Control Law • Industrial Safety and Health Law 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrial Safety and Health Law 	<ul style="list-style-type: none"> • Fire Defense Law • Poisonous and Deleterious Substances Control Law • High Pressure Gas Safety Law • Industrial Safety and Health Law
H₂ gas purity	99.9999%	99.9%	99.99%	99.99%	99.99%
Main impurity	O ₂ , N ₂	O ₂ , Alkali mist	CO, CO ₂ , N ₂	Hydrocarbon, CO, CO ₂	N ₂
Wastes	None	Alkali waste water	CO, CO ₂	Hydrocarbon, CO, CO ₂	N ₂
Reaction temperature	Ordinary temperature	Ordinary temperature	300°C	800°C	600°C
Operation	<ul style="list-style-type: none"> • Quick gas generation as soon as it turns on • The range from 0 to 100% of designed capacity is available 	<ul style="list-style-type: none"> • Take time to start-up as • The range under 20% is non-available 	<ul style="list-style-type: none"> • Take time to start-up for temperature rising • Slow response to the amount of demand 	<ul style="list-style-type: none"> • Take time to start-up for temperature rising 	<ul style="list-style-type: none"> • Take time to start-up for temperature rising
Equipment	DC power cabinet Drier	DC power cabinet Chemical inlet Alkali mist scrubber Waste water processing equipment	Methanol storage tank Gas purifier Gas holder Compressor	Steam generator Gas purifier Gas holder Compressor Boiler	Ammonia storage tank Gas purifier Gas holder Compressor

第 2 表 HHOG 納入実績表
Table 2 Supply list of HHOG

Delivery Time	Capacity	Hydrogen gas pressure	Purpose	Client
July-93	0.72m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Endurance test	
May-95	10m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Demonstration	
June-95	0.24m ³ /h(Normal)	3MPa(Gauge)	Demonstration	
March-96	5.0m ³ /h(Normal)	0.95MPa(Gauge)	Demonstration	
July-96	7.5m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Diode production	Chemical company (JAPAN)
July-97	15m ³ /h(Normal)	0.9MPa(Gauge)	Semi conductor	Semi conductor manufacturer (JAPAN)
December-97	5m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Generator cooling	Power station (TURKEY)
March-98	10m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Diode production	Chemical company (JAPAN)
March-99	10m ³ /h(Normal)	0.8MPa(Gauge)	CVD	National Laboratory (JAPAN)
March-99	0.5m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	CVD	Steel products manufacturer (JAPAN)
March-99	1.0m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Fuel Cell	A Certain company (JAPAN)
May-99	20m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Capacitor production	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
September-99	10m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Metal reduction process	Steel products manufacturer (JAPAN)
October-99	20m ³ /h(Normal)	0.85MPa(Gauge)	Semi conductor	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
November-99	3.3m ³ /h(Normal) ×2 units	0.4MPa(Gauge)	Generator cooling	Power station (VIETNAM)
November-99	2m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Laboratory Use	Chemical company (JAPAN)
December-99	2m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Fuel Cell	A Certain company (JAPAN)
March-2000	5m ³ /h(Normal)	0.8MPa(Gauge)	Laboratory Use	A Certain company (JAPAN)
May-2000	20m ³ /h(Normal)	0.85MPa(Gauge)	Laboratory Use	Chemical company (JAPAN)
July-2000 (scheduled)	18m ³ /h(Normal)	0.8MPa(Gauge)	Semi conductor	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
August-2000 (scheduled)	6m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Capacitor production	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
August-2000 (scheduled)	10m ³ /h(Normal)	0.8MPa(Gauge)	Semi conductor	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
August-2000 (scheduled)	10m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Capacitor production	Electronics parts manufacturer (CHINA)
August-2000 (scheduled)	20m ³ /h(Normal)	0.85MPa(Gauge)	Fuel Cell	Electric appliance manufacturer (JAPAN)
September-2000 (scheduled)	10m ³ /h(Normal)	0.8MPa(Gauge)	Semi conductor	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
September-2000 (scheduled)	2m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Semi conductor	Electronics parts manufacturer (JAPAN)
December-2000 (scheduled)	4.5m ³ /h(Normal)	0.4MPa(Gauge)	Generator cooling	Power station (TURKEY)

テムで、高純度の水素ガスを発生する装置として、優れた特長を持つことがわかる。将来のクリーンエネルギーとして水素を利用する場合、HHOGはクリーンで操作性の良い水素オンサイト発生装置として、十分な役割を果たすと期待できる。

2. 納入実績と客先評価

2.1 市場と納入実績

HHOGの納入実績を第2表に示す。HHOGは1993年から低圧型、中圧型の実証機を製作し、社内での実証運転により、各種の技術データ、操作性、メンテナンス性、付属部品の耐久性などを総合的に評価し、改良してきた。1996年に第1号機を化学メーカーに納入し、その後1997年に本格的に事業化した後、2000年の5月現在までに約20基を納入してきた。用途は、半導体製造、LED製造、火力発電所の発電機冷却、金属還元用、CVDや燃料電池、太陽電池などの研究用などである。分野としては、半導体、電子部品などの弱電分野、化学分野、金属分野など、現在の圧縮水素の主な用途分野から、幅広く採用されている。また、1999年度以降、ガスディーラー経由の納入が数件あり、中にはガスディーラーがHHOGを購入し、ユーザーにガス売りしているケースもある。ガス業界にHHOGが少しずつ浸透し、実績を積み上げ評価を得ていくことで、今後の事業展開が期待できる。

また、納入した1基目の性能、操作性、メンテナンス性が高く評価され、同じ客先に複数基、納入しているケースが多い。

将来の水素エネルギー社会に関連する分野からの引合も多く、今後、さらに発展していく手応えを感じる。

2.2 客先評価

HHOGは、様々な客先の事情により、オンサイト機として導入されているが、どの客先からも共通して評価されている点は、操作性とメンテナンス性が優れていることである。簡単な操作で即座に水素ガスが発生すること、圧縮水素と同じ簡易さで水素ガスを使用できること、安定した連続運転により水素ガスを発生できることなど、使い勝手が良く、手間の掛からない装置として好評を得ている。また、日常、必要なメンテナンスは定期的な非再生ポリッシャーの交換であるが、客先が供給する水質によっては、1年に1回以下の交換のみの場合もある。特に火力発電所の発電機冷却用の場合、海外の不便な場所に納入される場合が多く、メンテナンスがほとんど必要ない点と運転が自動化されている点が高く

評価されている。

また、高純度の水素ガスが安定して供給できる点も評価されている。他のオンサイト機と異なり、ガス精製装置を付属することなく、直接高純度の水素ガスが発生することができ、用途によっては、高価なパラジウム純化装置から供給される水素ガスと同等の評価を得たケースもある。

ユーザーによっては、HHOGの導入により製品歩留まりが向上したり、従来の3割以上コストダウンできたケースがあり、トータルでのコストダウン効果も評価されている。

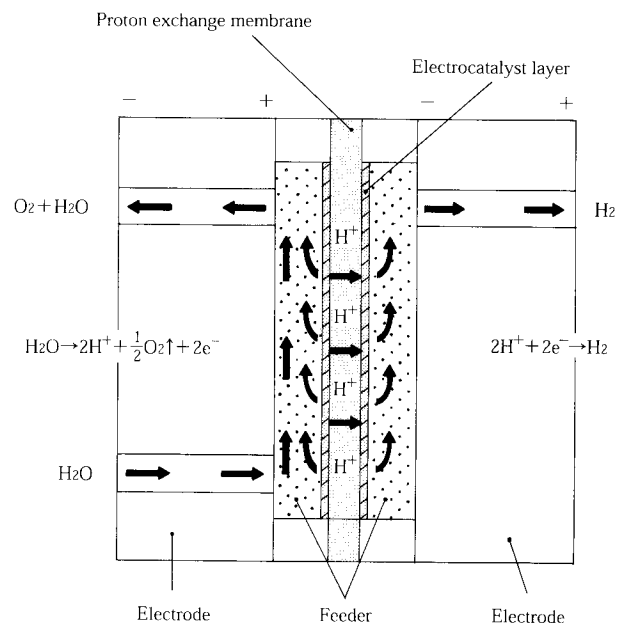
その他に、環境にやさしいクリーンな装置であるため、企業のイメージアップに貢献しているケースもある。

このように、HHOGを導入した客先からはいろいろな面から評価されており、ユーザーのニーズにあった優れた装置であることは、客先評価により実証されている。

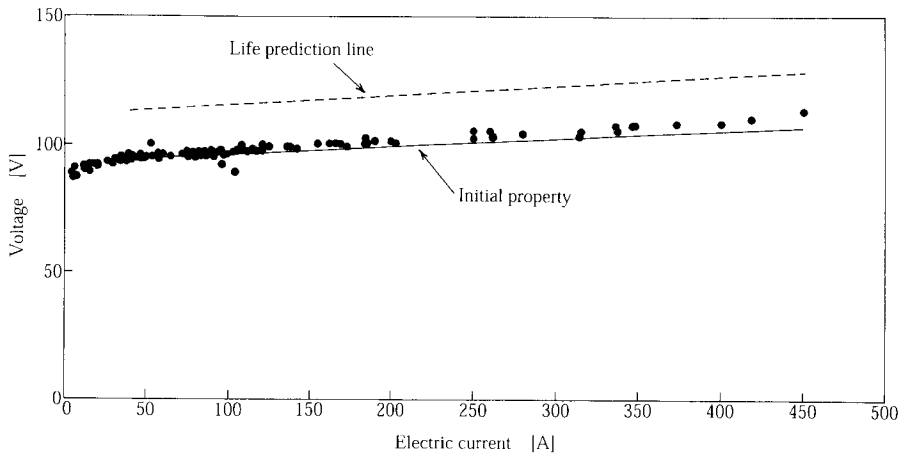
3. 稼働実績

3.1 電解モジュールの寿命（電圧上昇）

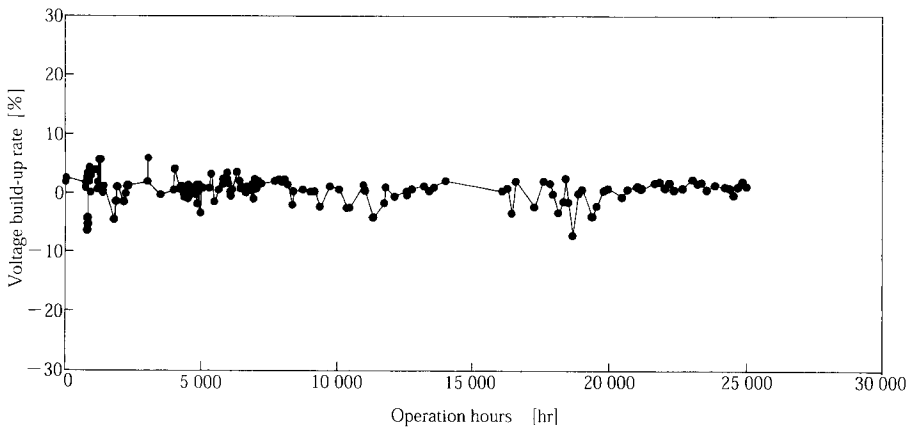
電解モジュールの最小構成単位である電解セルの構造を第2図に示す。電解セルは固体高分子電解質膜、給電体、電極板、ガスカートから構成されている。この電解セルを複数個積層し、各電極板と給電体間および給電体と固体高分子電解質膜間の接触面圧が適正な圧力になるようにボルト・ナットで締め付けて1つのモジュールを形成している。



第2図 電解セル構造
Fig. 2 Electrolysis cell structure



第3図 電解モジュールの電流電圧特性
Fig. 3 Property of electrolysis module



第4図 電解モジュールの電圧上昇率
Fig. 4 Voltage build-up rate of electrolysis module

固体高分子電解質膜はフッ素系カチオン交換樹脂の素材であり、通常運転において素材自身の経年劣化は少ない。電解モジュールの寿命に大きく影響を及ぼすのは、電解セル電圧の上昇である。つまり、定格の水素ガスを発生するのに必要な電流を流すのに必要な電圧値が、電解セル電圧の上昇によって設計値を越えてしまう時を電解モジュールの寿命と定義している。電解セル電圧 V は次の式で表される。³⁾

$$V = V_t + \eta_a + \eta_c + IR \quad \dots\dots\dots (1)$$

V_t : 理論分解電圧
 η_a : 陽極側過電圧

η_c : 陰極側過電圧
 IR : オーム損失

経時変化に伴う電解セル電圧の上昇に寄与するのはオーム損失の増大である。その要因として考えられるのは、電解モジュールの締め付け力の減少による接触面圧の低下と固体高分子電解質膜の汚染による抵抗値の増大である。

電解モジュールの締め付け力に関しては機械的にゆるみにくい構造をとっている。一方、電解モジュールに供給される純水中に含まれる微量の不純物イオンが固体高分子電解質膜の表面に徐々にファウリングし、その結果固体高分子電解質膜の抵抗値が増大する事が考えられる。このため、電解モジュールに

供給される純水はイオン交換樹脂を通して必要な水質が保たれるように設計されている。

第3図には実際に客先工場稼働しているHHOGの、運転開始時から25000時間までの電流 vs. 電圧出力値をプロットして示した。図中の実線は運転開始直後に測定した電流 vs. 電圧特性を示している。なお当社では、電解モジュールの予測寿命として、当初5年(40000時間)で初期電解セル電圧に対して20%電解セル電圧が上昇すると仮定していたが、第3図に破線で示したこの寿命曲線に対しては25000時間後においても十分な余裕が認められる。

さらに電解モジュール電圧の経時的な変化をわかりやすくするために、電圧上昇率を稼働時間に対してプロットして第4図に示した。実際の電流出力値はユースポイントでのガス使用量によって変動しているため、ここでは初期に測定した電流 vs. 電圧特性曲線(第3図中の実線)を基準とし、初期電圧と測定された電圧値の差を初期電圧に対する比率に換算して示した。電圧上昇率は±5%の範囲で変動しているが、約25000時間の稼働において電解セル電圧の上昇傾向はほとんど認められない。

以上のことより、電解モジュールの電解特性は25000時間の稼働においてもほとんど変化していないことがわかる。

3.2 水素ガス純度

HHOGは純水を直接電気分解して水素ガスと酸素ガスを発生するため、水素ガス純度を低下させる最大の要因は酸素のコンタミである。それ以外のものについては原料の純水中に溶存する極微量の窒素等しか原理的に含まれない。水素ガス純度が低下する要因としては、電解セル膜の劣化・損傷によるピ

ンホール等の発生に伴う酸素ガス透過量の増大や固体高分子電解質膜に接合された電解触媒層の劣化による透過ガスの消費反応の低下など、固体高分子電解質膜の性能低下が考えられる。

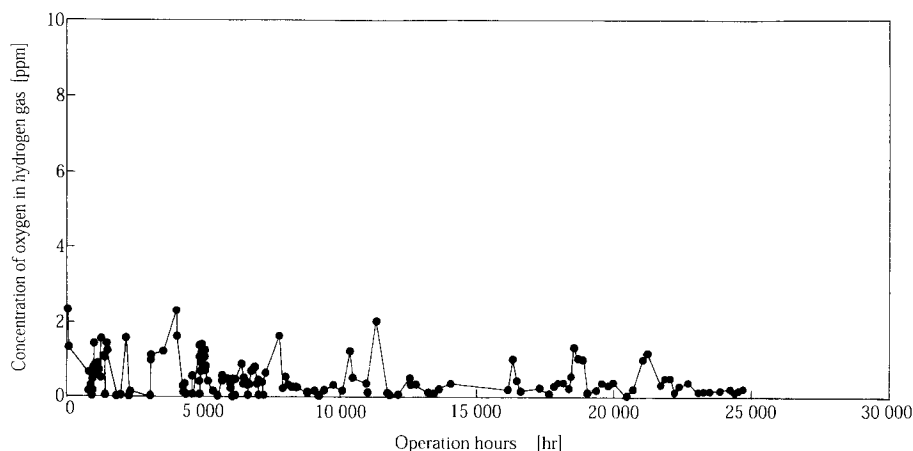
そこで、前述と同じ客先で稼働中のHHOGで発生した水素ガス中の酸素濃度の変化を稼働時間に対してプロットして第5図に示した。測定にはプロセス酸素濃度計を使用し、オンラインで測定した。第5図に示すとおり、水素ガス中の酸素濃度はほぼ1ppm以下で推移しており、経時変化に伴う酸素濃度の上昇は認められない。したがって、水素ガス純度はほぼ6N(99.9999%)近い純度が保たれており、固体高分子電解質膜の性能は長期間にわたって安定していることがわかる。

3.3 メンテナンス

HHOGは無人工動運転をコンセプトとして設計された装置であり、ボタン一つの操作で運転・停止が可能となっている。安全性および装置を保護するための各種インターロックを装備しており、異常(故障)発生時には安全に装置が停止するように設計されている。したがって、日常の運転管理としては特別な操作を必要としない。

また、HHOGは機器構成がシンプルであり、稼働部としては補給水を供給するための補給水ポンプと電解モジュールに純水を供給するための循環水ポンプが主な機器であるが、いずれも汎用のポンプを使用しており、通常のシールやガスケット類の交換程度のメンテナンスで十分である。電解モジュールそのものには摺動部が無く、機械的な摩耗や消耗の心配がない。

前述の25000時間稼働しているHHOGについて



第5図 水素ガス純度の経時変化

Fig. 5 Hydrogen gas purity

も定期点検を実施しているが、特に異常は認められていない。

電解モジュール性能についても、前述の通り供給純水の水質を適正に保っておけば経年変化もほとんど認められないことが実証されている。電解モジュールへの供給純水の水質を適正な純度に保つためには非再生ポリシャ（イオン交換樹脂）を1～2回/年程度の頻度で交換する必要があるが、交換した樹脂は当社で再生処理をして再び使用することが出来る。

以上のように、HHOGは特別なメンテナンスを必要としない非常に扱いやすい装置であり、長期間安定して稼働することが実証されている（写真1）。

む す び

水素利用社会の話題について、最近では一般の新聞紙上をもにぎわすようになってきた。21世紀の到来とともにその実現性が現実味を帯びてきている。当社のHHOGはその中核を担う技術の一つとして期待される。本稿で紹介したようにHHOGは既に工場で4年近く安全に連続稼働している実績がある。装置の扱い易さ、安定性、安全性はこの実績からも十分実証されている。今後さらに完成度を高め、ユーザーの期待に応じていくとともに、来るべき水素利用社会において、水素エネルギーシステムに適した

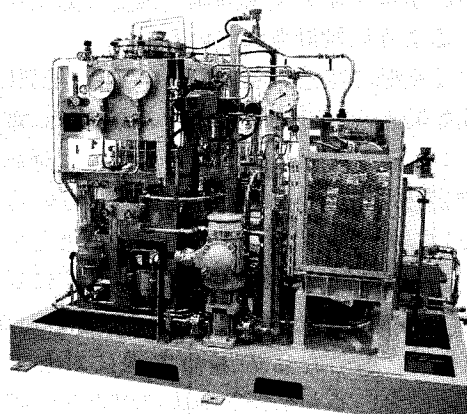


写真 1 ベトナムの発電所向け HHOG
Photo.1 HHOG for power station in VIETNAM

HHOGとして地球環境保護に貢献していく所存である。

[参考文献]

- 1) ガスジオラマ'2000, (2000), (株)ガスレビュー発行, p.57
- 2) ガスレビュー増刊, (1999 Autumn), (株)ガスレビュー, p.36
- 3) 電気化学協会編: 電気化学便覧 (第4版), (1985), 丸善発行, p.272

連絡先

小林 宏子

UC事業室

廣瀬 潤

UC事業室

課長

TEL 078 - 232 - 8100

TEL 078 - 232 - 8100

FAX 078 - 232 - 8110

FAX 078 - 232 - 8110

E-mail h.kobayashi@pantec.co.jp

E-mail j.hirose@pantec.co.jp