

有明水素ステーションの概要

松岡美治・神山直彦・石井辰弥

岩谷産業株式会社 産業ガス・溶材本部 ガス技術部

105-8458港区西新橋3-21-8

General feature of the Ariake Hydrogen Station

Yoshiharu MATSUOKA, Naohiko KAMIYAMA and Tatsuya ISHII

Gas Technology Department, Iwatani International Corporation

21-8, Nishi-Shimbashi-3-Chome, Minato-ku, Tokyo 015-8458

The Ariake hydrogen station is built in the demonstration project to refuel to fuel cell vehicle. The Ministry of Economy, Trade and Industry and the Tokyo Metropolitan Government support this project, and Iwatani International Corporation and Showa Shell Sekiyu K.K have been operating this station together. This paper describes general feature of the Ariake hydrogen station.

Keywords: hydrogen station, liquid hydrogen, fuel cell vehicle

1. 緒言

有明水素ステーションは、経済産業省の「JHFC実証試験プロジェクト」における水素ステーションの1つとして、また東京都による「水素ステーションパイロット事業」のステーションとして、岩谷産業株式会社と昭和シェル石油株式会社が共同で（財）エンジニアリング振興協会、東京都環境局より建設、運営を受託している。プロジェクトの期間は平成14年度から3年間で、一昨年11月より着工し、昨年6月に完工した。

本ステーションは、液体水素と高圧水素の双方の充填が可能な日本初のステーションであり、また昨年8月末から開始された都バス営業路線で行う燃料電池バスの実証走行をサポートするメインステーションとして位置付けられている。

2. 有明水素ステーションの概要

2. 1. 設備仕様

図1に本ステーションの全景を、表1に設備仕様を示す。本ステーションは液体水素をステーション外部から運び入れ、貯蔵するオフサイト型ステーションである。

液体水素は、岩谷瓦斯株式会社の尼崎工場で製造したものを専用ローリーで輸送し、ステーションに設置された内容積10,000Lのタンクに受け入れ、貯蔵する。これを燃料電池自動車に対して、液体水素のまま、或いは高圧水素として供給する。なお、本年4月からはJHFCプロジェクトにおいて建設された、新日本製鐵君津製鐵所内の液体水素製造技術開発 実証設備より液体水素が供給される予定である。

本ステーションの特徴としては、圧縮水素・液体水素自動車双方への充填が可能、水素製造装置等の初期設備コストが不要、設置スペースも比較的小さくなること、などが挙げられる。



図1. 有明水素ステーション全景

表1. 有明水素ステーション設備仕様

全般	ステーション方式	液体水素ローリー供給によるオフサイト型	
	水素組成 (JHFCステーション共通)	水素 $\geq 99.99\%$ 、 窒素 $\leq 50\text{ppm}$ 、 二酸化炭素 $\leq 1\text{ppm}$ 、 露点 -60°C 以下	酸素 $\leq 2\text{ppm}$ 、 一酸化炭素 $\leq 1\text{ppm}$ 、 炭化水素 $\leq 1\text{ppm}$
主要設備	液体水素貯槽	内容積：10,000L BOG：1%/日以下 断熱方式：スーパーインシュレーション	
	液体水素昇圧ポンプ	容量：500Nm ³ /h	吐出圧力：40MPa
	液体水素蒸発器	蒸発能力：500Nm ³ /h	空温式アルミフィン型
	蓄圧器ユニット	内容積：80L×4本	充填圧力：40MPa
	高圧水素ディスペンサ (JHFCステーション共通)	充填圧力：25MPa/35MPa 連続充填能力：乗用車5台（タンク容量：最大140L/台） またはバス1台（タンク容量：最大700L/台）	
	液体水素ディスペンサ	充填圧力：0.5MPa以下	
安全対策	ステーション	ガス漏洩検知警報設備、火災検知設備、静電気除去、防消火設備、感震装置、緊急遮断装置、インターロック、車輛衝突防止、車両への過充填防止機構、等	

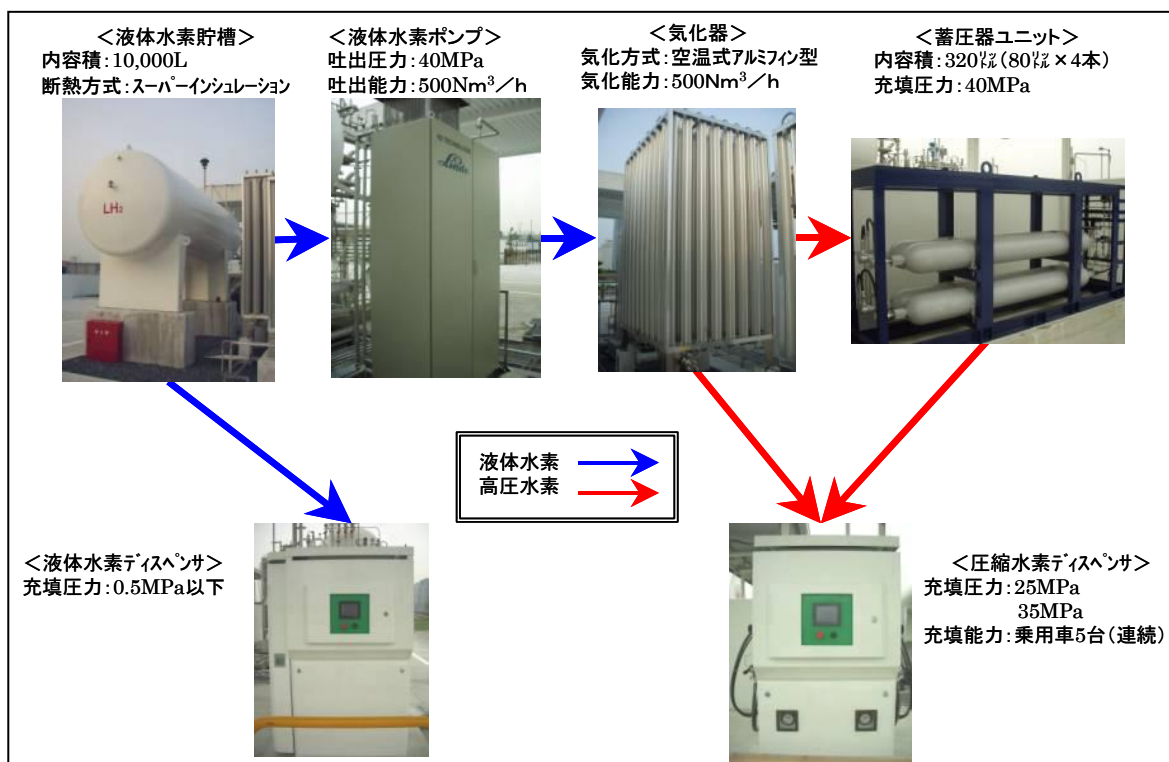


図2. 有明水素ステーション プロセスフロー

2. 2. プロセスフロー

本ステーションのプロセスフローを図2に示す。

はじめに液体水素を専用ローリーから液体水素貯槽に受け入れ、貯蔵する。液体水素は大気圧下で -253°C と超低温であるため、貯槽への熱の侵入により液体水素が気化

し、貯槽内圧力が上昇する。貯槽への熱侵入を抑えるために、貯槽は真空二重殻構造となっており、スーパーインシュレーションによる断熱を行っているが、それでも貯槽内圧力の上昇は避けられず、BOG（ボイルオフガス）として、ベントスタックから大気中に水素を放出し、貯槽内の

圧力を約0.35MPaに保持している。

液体水素の充填は、液体水素貯槽から液体水素ディスペンサーを通じて貯槽と車載タンクの圧力差により、液体水素燃料電池自動車に充填を行う。充填操作は、充填カップリングの着脱、ディスペンサーのタッチパネルでの確認操作、及びカップリング先端のバルブ操作のみで、充填カップリング装着後のリークチェック、充填開始及び満充填による充填停止、充填ホースの加温パージは自動で行われる。

高圧水素の充填は、タッチパネルでの充填条件入力、アースの接続、充填カップリングの装着、バルブ操作を行い、準備完了後、スタートボタンにより充填を開始する。その後液体水素ポンプが自動で起動し、設定圧力まで充填を行う。液体水素貯槽から供給される約0.35MPaの液体水素は

液体水素ポンプにて40MPaまで昇圧される。次に気化器を通して40MPaの液体水素をガス化し、高圧水素ディスペンサーを通じて25MPaまたは35MPaタイプの燃料電池自動車に充填される。JHFCにおける他のステーションでは、蓄圧器と車載タンクとの圧力差による流し込み充填、つまり車載タンクへの充填圧力より高い圧力で水素を一旦蓄圧器に貯蔵し、充填する方式となっているが、本ステーションでは、液体水素ポンプから直接、車載タンクに高圧水素を充填する方式を採用している。このため蓄圧器は液体水素ポンプの停止時のバッファータンクとして使われ、蓄圧器に貯蔵された高圧水素は、次の充填時に、液体水素ポンプからの充填に先立って、車載タンクへの充填に使用される。

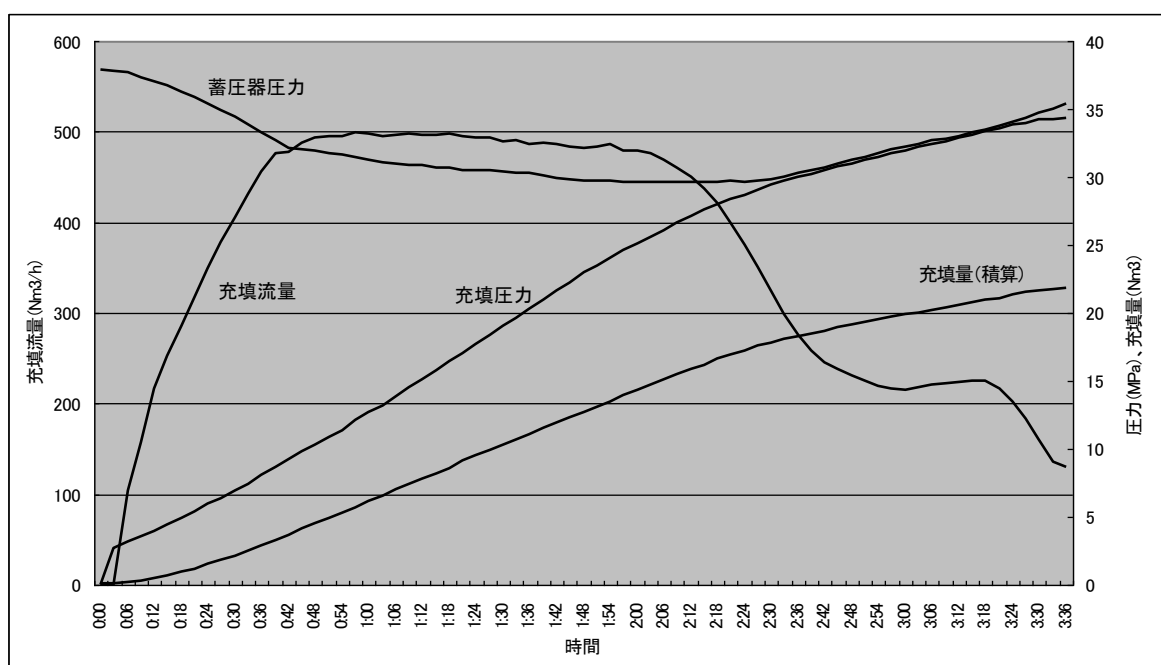


図3. 有明水素ステーションでの高圧充填の例

3. 充填例

内容積140Lの車載タンクに35MPa充填を行った時の圧力、充填量と充填時間のグラフを図3に示す。充填開始時は蓄圧器からの流し込みであり、充填流量が上昇するとともに蓄圧器圧力が低下している。最大充填流量は500Nm³/hの設定で、ここでは約1分で最大流量に到達している。液体水素ポンプは充填開始後1分弱で昇圧を開始しており、充填圧力、充填量が徐々に上昇していく。やがて

蓄圧器の圧力と充填圧力が同圧になると、液体水素ポンプから供給される水素は蓄圧器と車載タンクに並行して充填されるため、車載タンクへの充填流量が下降している。また設定充填圧力に近づくと充填流量を絞り、充填を終了する。

液体水素ポンプは、連続で充填を行う際には問題ないが、ポンプが停止している時間が長くなると、ポンプへの入熱により内部温度が上昇してしまう。そのため、次にポンプが稼動する時には、ポンプが液体水素によって冷却される

までの予冷時間が必要となる。(図3は連続して充填を行った時のもので、充填開始後1分弱でポンプは起動している。)商用としてステーションを運営する場合、充填時間を極力短くすることが望まれ、更に断熱性能の高いポンプの開発が必要であろう。

4. 液体水素の製造方法

4. 1. 水素の市場及び水素工場

水素はアンモニア、メタノール、石油精製をはじめ雰囲気ガス、還元ガス、化学原料として、さまざまな産業で使用されている。国内における水素需要は年間163億 m^3 と推定され、そのほとんどは自家製造・自家消費である。一方、外販されている水素の市場は年間1.3億 m^3 となっており、そのほとんどが高圧水素として供給されている。液体水素は、大部分が宇宙ロケットの燃料用途になるが、年間4,000～8,000kLの需要である。

外販水素は国内に約40ヶ所(うち2ヶ所が液体水素工場)ある水素工場で生産されているが、水素工場の約半数は、苛性ソーダの製造工程で副生的に生産される水素を原料としている。

本ステーションに液体水素を供給している岩谷瓦斯(株)尼崎工場の液体水素製造プラントは国内第1号のプラントであるが、同社では苛性ソーダ工場で副生的に生産される原料水素を精製し、液化している。(図4)

4. 2. 液体水素の製造プロセス

液体水素の製造プロセスは、原料水素の精製プロセスと水素液化プロセスから成る。液体水素の温度では、ヘリウム以外の原料水素中の不純物が固化して設備内で閉塞を起こす可能性があり、また製品純度の低下の原因となるため、精製プロセスにおいて純度を99.9999%以上まで高める。一般的には予備精製、酸素除去、除湿、PSA法による精製、低温吸着法による精製、の順に精製を行う。

水素の液化プロセスでは、1)冷媒を利用して温度を下げる、2)水素を圧縮し、断熱膨張機を使用した等エントロピー膨張効果を利用する、3)水素を圧縮し、膨張弁を通して膨張させ、等エンタルピー効果を利用する、の3つの方法を組合わせて行っている。代表的なプロセスとしては、ヘリウムブレイトンサイクル、水素クロードサイクルなどがある。

5. 今後の課題

液体水素を貯蔵する上で、BOGの問題は避けて通れない課題である。貯槽への熱の侵入は、貯槽外殻と内殻との間の輻射熱、熱対流、配管や内殻支持構造物からの熱伝導による。本ステーションでは、現在は大気放出しているBOGを今後、回収し蓄圧器に貯蔵、高圧充填に利用する予定だが、BOGすべてを回収することは運用上、難しい。貯槽において発生するBOGをいかに抑えるか、あるいは有効に活用するか、がステーションのエネルギー効率に大きく影響する。今後、運用を積み重ね、得られるデータによりステーションのエネルギー効率の向上を図るとともに、安全面においてもステーション運営実績を着実に積み上げ、ステーションの普及、拡大に貢献していきたいと考える。

最後に、本プロジェクトの遂行に際し、指導いただいた(財)エンジニアリング振興協会、東京都への謝意を表したい。



図4. 液体水素製造プラント

参考文献

1. 戸室仁一、濱敏夫、小関和夫第22回水素エネルギー協会大会予稿集、2002、p45