

# JHFC 千住水素ステーション 70MPa 充填実証試験

古田 博貴

東京ガス(株)技術戦略部水素ビジネスプロジェクトグループ  
105-8527 東京都港区海岸 1-5-20

## 70MPa supply Demonstration Study of JHFC Senju Hydrogen Station

Hiroki Furuta

Hydrogen Business Project Group Tokyo Gas Co., Ltd.  
5-20,KAIGAN 1-CHOME,MINATO-KU,TOKYO,105-8527

The Senju hydrogen station was constructed with the JHFC Project in 2002, and filling demonstration study of hydrogen fuel to fuel-cell vehicles has been done since it was opened in May, 2003. When it comes to practical use of fuel-cell vehicles, improvement of the method of in-vehicle hydrogen storage and increasing mileage (cruising range) are the key matters. Several 70MPa demonstration projects are running abroad because the in-vehicle hydrogen storage of 70MPa is one of the effective means to increase hydrogen load capacity, and to extend the cruising range. In these circumstances, 70MPa demonstration test has been decided to carry out at the JHFC hydrogen stations with filling equipment of 70MPa in addition to the conventional filling equipment of 35MPa. The 70MPa equipment at The Senju hydrogen station was completed in September 2008 as the first one in Japan, and this brief report introduces the outline of the equipment and the demonstration study.

**Key Words:** Fuel cell electric vehicle, Gaseous fuel, Hydrogen

### 1. 緒言

千住水素ステーションは、平成 14 年度に開始された JHFC 事業\*により建設され、平成 15 年 5 月にオープン以来、車両への水素燃料の充填実証を行ってきた。燃料電池自動車の実用化にあたっては、車載水素貯蔵方法および走行距離（航続距離）の伸長が主要な課題となっており、70MPa での車載水素貯蔵は、水素搭載量を増やし、航続距離を伸長する有効な手段の 1 つとして海外でも実証試験が進められている。このようなことから、国内でも JHFC 水素ステーションの一部に、従来の 35MPa での充填設備に付加して 70MPa の充填設備を増設し、実証試験を実施していくこととした。千住水素ステーションは、この一つとして 70MPa 充填設備を増設し、実証運転を開始したので、その設備と運転試験の

概要を紹介する。

（\*水素・燃料電池実証プロジェクト（JHFC）とは、経済産業省が実施する燃料電池システム等実証試験研究補助事業。）

### 2. 70MPa 供給設備の概要

千住水素ステーションの既存の蓄圧器(40MPa)から分岐し、70MPa 充填設備を増設した。また、車両容器との差圧を大きくし高充填流速を達成する目的で、既存蓄圧器の常用圧力を従来の 40MPa から 42MPa へ変更した。既存蓄圧器から 42MPa で分岐し取り出した水素を、高圧圧縮機でさらに昇圧し、81MPa の圧力で 70MPa 系の高圧蓄圧器に蓄ガスし、新設の 70MPa 充填用ディスプレイスパーを用い、蓄圧器と車載タンク間の差圧により

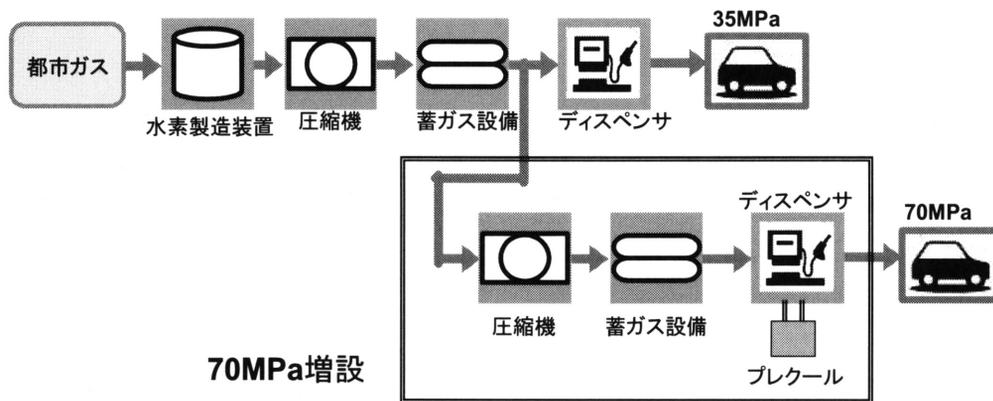


図1. 千住水素ステーション設備フロー

70MPa 対応車両に充填する設備である。なお安全のため、70MPa 充填設備は、35MPa 車両には充填できない（充填ノズルが車両レセクタプルと接続できない）が、35MPa 充填設備からは、70MPa 車両に 35MPa までの充填が可能な構造となっている。また、ディスペンサーには、充填する水素の温度を下げるためのプレクール設備が付帯している。プレクール設備は、車載タンク内に水素ガスが急速に充填された際、断熱圧縮により水素温度が上昇することに対応し、容器の使用可能温度以下に水素温度を抑えるため、あらかじめ充填する水素の温度を下げる目的の設備である。ディスペンサー内に、水素を冷媒で冷却する熱交換器が内蔵されており、冷凍機から供給される冷媒により、供給する水素を $-20^{\circ}\text{C}$ 程度まで冷却する能力を有する。設備フローを図1に示す。

70MPa 系の主要機器の仕様を次に示す。

- ① 70MPa 系圧縮機  
水冷式ダイアフラム式1段圧縮機、株式会社日本製鋼所製。  
水素ガス圧縮能力:50Nm<sup>3</sup>/h、モーター定格:22kW。
- ② 70MPa 系蓄圧器  
鋼製蓄圧器、高圧昭和ボンベ株式会社製。  
幾何容積:100L、設計圧力:99MPa、常用圧力:81MPa。  
設置本数:5本(増設を計画中)
- ③ 70MPa 系ディスペンサー  
プレクール用熱交換機内蔵型、太陽日酸株式会社製。  
設計プレクール温度: $-30^{\circ}\text{C}$ (冷媒側)、 $-20^{\circ}\text{C}$ (充填水素側)
- ④ プレクール用冷凍機  
空冷式スクロール冷凍機、日立アプライアンス株式

会社製  
冷凍能力:3.6kW×2基

70MPa 設備増設後のステーションの写真を図2に、70MPa ディスペンサーの写真を図3に示した。



図2. 水素ステーションの外観



図3. 70MPa ディスペンサー

### 3. 70MPa 実証試験の内容と実施状況

#### 3.1. 充填繰り返しによる設備の検証

実証試験の目的の第1は、できる限り実用に近い条件で設備を運転し、設備の機能や安全性、信頼性などの検証を行うことである。2008年8月末の70MPa設備設置以降の、70MPa設備による充填の実績を図4に示す。2009年2月、および5、6月は、ステーション設備の定修および改造工事による休止のため70MPa設備を稼働していない。

プレクールを伴う70MPa設備での充填では、夏の高温多湿時を中心に、充填時に充填ノズルへ霜がつく現象が観察された。これはプレクールで冷却された水素が通過する充填ノズルの温度が下がり、周囲外気中の水分が凝縮し、霜となって成長したものである。しかし、着霜が観察された場合でも、充填ノズルの脱着に支障が見られることは現在まで発生していない。これは、充填時の着霜が大気に触れるノズルの外面部分にのみ発生し、ノズルとレセクタブルの接合部分には外気が入り込まないため、接合部分が着霜により固着することは起こりにくいものと推測している。ただし、充填終了後ノズルをレセクタブルから外した状態では、ノズル、レセクタブルの各々の接続部分が温度が下がった状態で大気に触れ、気象条件等によっては着霜するため、連続して次の充填を行う際には注意が必要と考えられた。

現在は、車両数が少ないため、充填回数も少ないが、今後も各々の季節、さまざまな気象条件の下で実充填を繰り返し、設備の検証を継続していく。

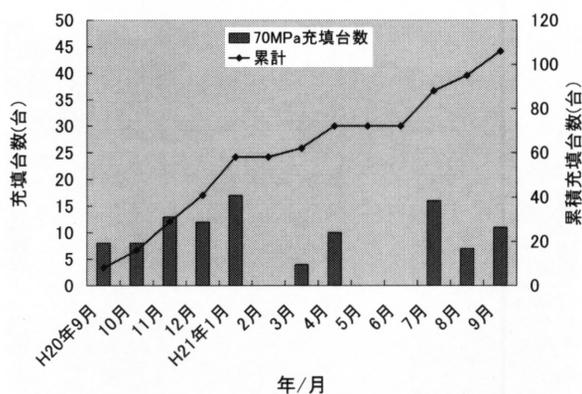


図4. 70MPa 充填実績

#### 3.2 70MPa 充填におけるステーションのエネルギー効率

70MPa 充填では、これまでの35MPa 充填の場合と比

べ、充填のため水素をより高圧に圧縮するエネルギーおよび、プレクールを行うためのエネルギーが上乗せ分として必要となる。そこで、70MPa 設備の実証においては、ステーションのエネルギー効率が、35MPa 充填と比べてどれほど低下するかの検証も重要である。また、プレクールに要するエネルギーは、冷却する前の水素温度によって異なるため、季節、外気温度によってエネルギー効率が異なることとなる。このステーションのエネルギー効率を、次に示すJHFCのWG1におけるエネルギー効率の定義に従い評価した。

##### ① エネルギー効率の定義

水素ステーションのエネルギー効率は、原料受け入れタンク (CT: Charge Tank) から車両の燃料タンク (FT: Fuel Tank) までの範囲 (CT to FT) を対象とし、エネルギー効率  $\eta$  の定義を式1に示した。

$$\eta = \frac{\text{Fuel Tank 投入水素ガス保有エネルギー}}{\text{水素ステーションへの全投入エネルギー}} \times 100 (\%) \quad (\text{式1})$$

投入エネルギーは、電力エネルギーと原料エネルギーの和である。電力エネルギーは3.6MJ/kWhで評価した。また水素ガスの保有エネルギーは、水素が高圧であることから、水素ガスの発熱量と圧力エネルギーの和とした。ここで水素ガスの圧力エネルギー (E<sub>pf</sub>) の定義を式2に示した。

$$E_{pf} = R \times t_f \times \ln (p_f / P_0) \quad (\text{式2})$$

- R 気体定数 (8.3150 Jmol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)
- t<sub>f</sub> 水素ガスの温度 (298.15 K)
- p<sub>0</sub> 標準大気圧 (101.33 kPa)
- p<sub>f</sub> 水素ガスの圧力 (kPa)

エネルギー効率評価は、低位発熱量ベース (LHV, Lower heating value)、高位発熱量ベース (HHV, higher heating value) についてそれぞれ求めた。

##### ② エネルギー効率測定結果

2009年9月に測定したデータを図5に示す。図5に示した投入エネルギーの数値は、水素供給量1kgあた

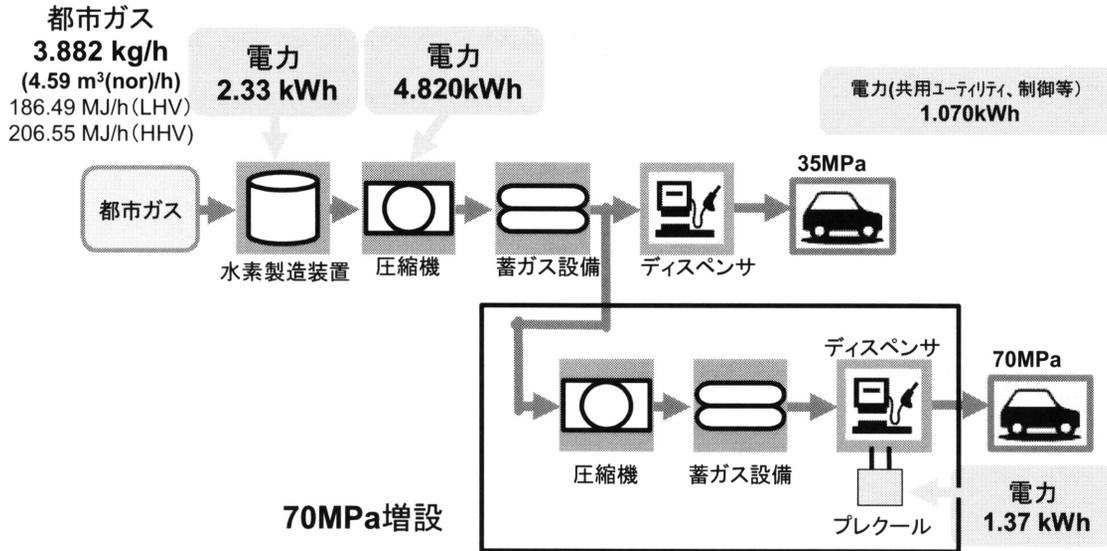


図5. エネルギー効率測定データ

りに換算した数値として記載している。このデータから求めたエネルギー効率を、図6に示す。

また、35MPa 充填との比較、および70MPa 充填における夏と冬のエネルギー効率比較を表1に示した。70MPa 充填でのエネルギー効率は、35MPa 充填時と比べ、外気温度の低い冬では、約1ポイントの低下にとどまるものの、外気温度の高い夏季には約3ポイントの低下となる結果が得られた。

水素1 kg (Fuel Tank)あたりのステーション投入エネルギー

投入エネルギーの種類	投入エネルギー別原単位	投入エネルギー原単位	
		LHV	HHV
都市ガス	3.882 kg 4.59 m³(nor)	186.6MJ	206.6MJ
電気	9.59 kWh	34.53 MJ	

水素ガスが保有するエネルギー：128 MJ/kg (LHV)、150 MJ/kg (HHV)  
 (水素ガスの条件：温度 25℃、圧力 70 MPa)

エネルギー効率  $\eta = 57.9\%$  (LHV)  
 $62.2\%$  (HHV)

図6. 70MPa 充填 (夏) のエネルギー効率

表1. エネルギー効率の比較

条件	測定時期	エネルギー効率 $\eta$	
		HHV (%)	LHV (%)
35MPa	H17年4月	65.2	60.7
70MPa (冬)	H21年1月	64.2	59.7
70MPa (夏)	H21年9月	62.2	57.9

### 3.3. 充填プロトコルを定めるための各種充填手順の検証

最適な充填速度や、プレクール温度、通信などの充填

諸条件 (充填プロトコル) を決めていくための各種充填手順の検証が計画されている。現在は、圧力基準充填と呼ばれる、車両タンク初期圧力と外気温度ごとに定められた充電速度のマップに従う充填方式の検証試験を実施しているところである。今後、通信充填と呼ばれる、車両と水素ステーション間でタンク内温度、圧力などのデータ通信を行う充填方式なども含め検討が進められ、充填方式の国際標準化検討のためのデータ取得を行っていく計画である。

## 4. 結言

燃料電池自動車、水素供給インフラの普及は、低炭素社会を実現する切り札のひとつとして期待されている。引き続き、低炭素社会の実現を目指し、水素エネルギーの利用や燃料電池技術の実用化、普及拡大に向けた取り組みを通じて、エネルギーの高効率利用と地球環境問題の改善に貢献していきたい。