

# 燃料電池車用高圧水素減圧弁「KGPR65D」

## KGPR65D – High-pressure Hydrogen Regulator for Fuel Cell Vehicles



地球環境に優しい車として燃料電池車が注目されており、その動力源である燃料電池に安定して水素を供給するために、高性能な減圧弁が求められている。当社は、長年にわたる油圧機器の開発・製造から培ってきた流体制御技術をベースに、車両寿命期間である約20年にわたって水素ガスを確実に封止できる、小型・高精度で信頼性の高い減圧弁を開発した。また、それはダイムラー社に高く評価され、燃料電池車メルセデス・ベンツ GLC F-CELLに量産採用された。

### まえがき

地球環境問題に対する関心が高まる中、将来に向け温室効果ガスの排出をゼロにする取組みが必要となっている。

### 1 背景

ガソリン車に代わる低公害車として、電気自動車と燃料電池車FCV (Fuel Cell Vehicle) が注目されている。これらは単なる移動手段としてだけでなく、災害時にはエネルギー源として威力を発揮する。FCVは車載した水素と空気中の酸素とを燃料電池で化学反応させて発電した電力でモーターを動かして走る車である。ガソリン車に比べて地球環境に優しい車として知られており、電気自動車より充填時間が短い・航続距離が長いという特長を有している。

現在のFCVは、水素を70MPa (700気圧) (ただし、高温時は最大87.5MPa) という超高圧のガス (気体) の状態で車載し、そこから減圧した水素を燃料電池で酸素と反応させる方式が主流である。

当社は、長年にわたる油圧機器の開発・製造から培ってきた流体制御技術をベースに、その超高圧ガスを精度良く1MPa程度にする減圧弁を開発した。

### 2 製品の概要および仕様

高圧水素減圧弁「KGPR65D」は、ガスを減圧する機能を有する減圧弁と、その制御圧力が異常となった際にガスを外部へ自動で逃がして下流の機器を保護するリリーフ弁が一体となっている。一般的なFCVのシステム構成を図1に、高圧水素減圧弁「KGPR65D」の外観を図2に、その

主要諸元を表1に、それぞれ示す。

### 3 特長

水素は、元素周期表の最初の元素であることが示すとおり、最も軽くて小さい物質である。そのため、金属材料に侵入して機械特性を低下 (水素脆化) させたり、ゴムの分

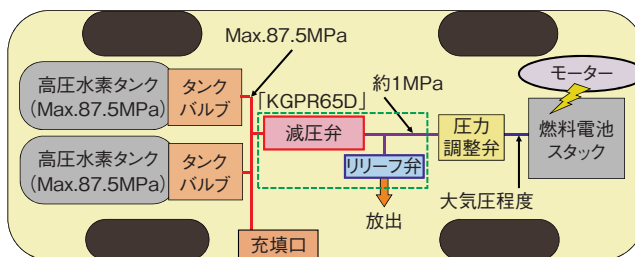


図1 FCVのシステム構成  
Fig. 1 System configuration of fuel cell vehicle

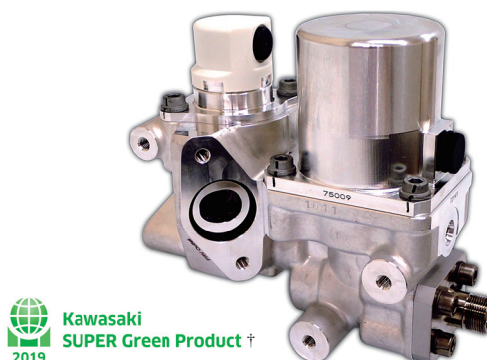


図2 高圧水素減圧弁「KGPR65D」  
Fig. 2 High-pressure hydrogen regulator KGPR65D

表1 主要諸元  
Table 1 Major specifications

一次圧力範囲 [MPaG]	2.0~87.5
減圧弁制御圧力 [MPaG]	0.9~1.4
定格使用流量 [g/s]	1.6
使用温度範囲 [°C]	-40~+85
リリーフ弁作動圧 [MPaG]	約2.0
質量 [kg]	約1.9

子も透過してしまうほど漏れやすいなどの性質を有する。

したがって、金属に関しては高強度材は水素脆化しやすく使用できないため、強度解析によって部品形状や通路形状を工夫することで必要な強度を確保している。

また、シール部については油圧機器製造で培った技術を生かして、金属部の寸法および面粗度を高精度で実現しているだけでなく、材質や形状を工夫することで超高压に耐えうるようにしている。

これらによって、-40~+85°Cの幅広い温度条件の下、車両寿命である20年の間ノーメンテナンスで高压の水素ガスを封止できる。

#### (1) 小型・高精度

超高压のガスを一気に約1 MPa (10気圧) まで減圧できるので、複数回に分けて徐々に減圧するものよりも小型である。この技術は、約40年前に防衛製品の開発で培った流体制御技術を基に改良・発展させたものである。

また、図3に示すように、減圧のためのオリフィス開度を調整する可動部品を水素ガス雰囲気とは隔離されたボールベアリングで支持することで、高精度な圧力調整と車両寿命に耐えうる耐久性を実現している。

#### (2) 高信頼性

FCVを公道で走らせるためには、原則、各国や地域ごとに認証を取得する必要がある。これは、超高压に圧縮された水素ガスを搭載した車両が、身近を走る際の安全性を担保するためである。

認証に必要な試験は、振動・衝撃、温湿度サイクル、圧

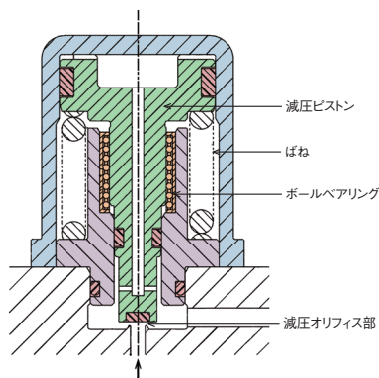


図3 減圧弁の構造  
Fig. 3 Construction of regulator



図4 燃料電池車メルセデス・ベンツ GLC F-CELL  
Fig. 4 Fuel cell vehicle Mercedes-Benz GLC F-CELL

力サイクル、作動耐久など多岐にわたっており、いずれも20年の車両寿命を想定した内容となっている。欧州認証は想定負荷の3倍のサイクル数が求められる液圧サイクル試験を含む14項目、北米認証は最大1次圧力の2.5倍以上の耐破壊性試験などを含む17項目の試験を、第三者認証機関の認証官立会の下で行う必要がある。

これに加えて、ドイツのダイムラー社が独自にサプライヤーに対して要求している約25項目の各種信頼性試験にもすべて合格している。

#### 4 採用実績

高圧水素減圧弁「KGPR65D」は、図4に示す燃料電池車メルセデス・ベンツ GLC F-CELL用として量産採用され、2018年1月から出荷を開始している。この燃料電池車は現在は欧州市場のみでの販売だが、今後は日本市場にも展開される予定となっている。

#### あとがき

当減圧弁は、2018年にもものづくり日本会議/日刊工業新聞社主催の“超”モノづくり部品大賞モビリティ関連部門賞を受賞した。水素は環境に優しいエネルギー源であり、当社のグループミッションにある“地球環境の未来に貢献する”べく、引き続き新たな製品を開発して市場に送り出していく。

[文責 精密機械・ロボットカンパニー  
精密機械ビジネスセンター 技術総括部 システム技術部  
鈴木 豊]

#### [問い合わせ先]

精密機械・ロボットカンパニー  
精密機械ビジネスセンター  
営業総括部 産機営業部 産機営業課  
Tel. (03) 3435-6893, Fax. (03) 3435-2023