

水素燃料電池船に関する  
安全ガイドライン策定に向けた検討  
(2014年8月～2015年3月)  
成果報告書



2015年3月

一般財団法人 日本船舶技術研究協会



## 目 次

1. はじめに.....	1
2. 海外事例調査.....	4
3. 燃料電池船の実用化に向けた技術的課題の抽出.....	13
4. 燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件の検討.....	14
5. おわりに.....	14
添付資料 1 平成 27 年度 国土交通省 海事局 予算.....	15
添付資料 2 海外調査報告.....	16
添付資料 3 道路運送車両の保安基準.....	21
添付資料 4 燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件.....	42



## 1. はじめに

### 1.1. 背景

船舶における環境に関する規制については、国際条約に基づき、国際的に船舶からの CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 及び SO<sub>x</sub> の排出に係る規制が順次進められており、代替燃料や対応技術に関して、早急な対策が必要な状況となっている。

水素燃料電池は、利用段階で CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 及び SO<sub>x</sub> の排出がないゼロエミッションの発電システムであり、2020 年に予定されている SO<sub>x</sub> 規制強化や、今後段階的に強化される CO<sub>2</sub> 排出規制に対する有望な手段になると期待されている。

また、エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月閣議決定）に基づき策定された水素・燃料電池戦略ロードマップ（平成 26 年 6 月策定）においても、「燃料電池船については、導入に向けた実証事業の推進等について検討していく」と明記されている。

更に、東京オリンピック・パラリンピックでは、鉄道・バスなどの陸上公共交通の混雑が予想されており、補完的な交通手段として海上交通の効果的な活用を検討する必要があり、その中で次世代のクリーン・グリーンな船舶として燃料電池船の導入が期待されている。

燃料電池船については、国内に存在しないが、欧米において、港内を航行するクルーズ船や河川を航行する水上バス等で導入事例が存在する。

国土交通省海事局においても、これらの動向を踏まえつつ、添付資料 1 に示すように平成 27 年度より燃料電池船の安全ガイドライン策定に向けた事業を行う予算を確保するなど、産学官で連携して、将来の燃料電池船の導入に向けた方策を検討している。

そこで、当該国費事業実施に向けての事前調査として、(一財)日本船舶技術研究協会内に「水素燃料電池船に関する安全ガイドライン策定に向けた検討委員会」を設置し、国内の燃料電池船の実用化に向けた第一歩として、海外事例調査及び技術的課題の洗い出しを行い、これらを踏まえ燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件の検討を行うことを目的として、本検討を実施した。

## 1.2. 研究体制及び活動経緯

(一財)日本船舶技術研究協会内に「水素燃料電池船に関する安全ガイドライン策定に向けた検討委員会」を設定し検討を行った。委員構成を以下に示す。

### 水素燃料電池船に関する安全ガイドライン策定に向けた検討委員会 委員名簿

	氏名	所属
委員長	千田 哲也	(独)海上技術安全研究所
委員	賞雅 寛而	東京海洋大学
	大出 剛	東京海洋大学
	工藤 清人	東京海洋大学
	今井 治郎	(一財)日本海事協会
	山本 眞佐夫	日本小型船舶検査機構
	相馬 一夫	岩谷産業(株)
	河村 博年	シンフォニアテクノロジー(株)
	溝口 賢	トヨタ自動車(株)
	齊藤 信広	(株)本田技術研究所
	大窪 英治	ヤンマー船用システム(株)
関係者	平田 宏一	(独)海上技術安全研究所
	内野 一弘	(一財)日本マリン事業協会
	黒田 光茂	(一財)日本マリン事業協会
関係官庁	平林 俊実	東京都 建設局 河川部
	池田 隆之	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課
	佐藤 将登	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課
	中川 誠	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課
	山澤 時廣	国土交通省 海事局 検査測度課
事務局	松尾 真治[河野 順]	(一財)日本船舶技術研究協会
	石田 悟史[西村 恵梨子]	(一財)日本船舶技術研究協会
	工藤 潤一	(一財)日本船舶技術研究協会
	井下 聡	(一財)日本船舶技術研究協会
	鈴木 麻里子	(一財)日本船舶技術研究協会
	※[ ]内は前任者	

また、以下の日時、議題で水素燃料電池船に関する安全ガイドライン策定に向けた検討委員会を開催した。

・第1回委員会

1. 日 時 2014年8月28日(木) 10:00 ~ 11:20
2. 場 所 中央合同庁舎2号館15階 国土交通省海事局会議室
3. 主な議題 安全ガイドライン策定に係る検討
  - 1) 検討委員会の設置趣旨
  - 2) 今年度の作業計画
  - 3) 燃料電池船に関する海外事例調査
  - 4) 燃料電池船に関する適用関連法令の整理

・第2回委員会

1. 日 時 2015年2月26日(木) 14:00 ~ 15:45
2. 場 所 霞山会館 霞山の間
3. 主な議題 安全ガイドライン策定に係る検討
  - 1) 燃料電池船に関する海外事例調査報告
  - 2) 技術的課題の報告
  - 3) 暫定ガイドライン策定に係る安全要件
  - 4) 報告書の構成

## 2. 海外事例調査

燃料電池を使用する船舶について調査したところ、海外にて 12 隻の船舶及び 3 種の潜水艦が確認できた。以下にその概要を示すと共にそれらをまとめた結果を添付資料 2 に示す。

### 2.1. Viking Lady (Norway)



出典: <http://www.vikinglady.no>

<i>Main project partners</i>	DNV GL / Wärtsilä / Eidesvik
<i>Tonnage</i>	6100 GT
<i>Dimensions</i>	Length: 62m Breadth: 21m
<i>Fuel cell</i>	330KW MCFC
<i>Maximum speed</i>	15.5kt

Viking Lady は、燃料電池を推進動力源の一部として使用する最初の商用船である。ノルウェーの船主 Eidesvik<sup>1</sup>に 2009 年に納入され、北海のオフショア供給船として運航しつつ、燃料電池システム（現在はハイブリッドシステム）の実用試験がされた。

Viking Lady は、FellowSHIP 業界共同研究開発プロジェクト<sup>2</sup>にて船舶用燃料電池を開発し、実運航条件下で実証することを目的として建造された。プロジェクトには、DNV GL、Wärtsilä 及び Eidesvik が参画し、FellowSHIP I、II、III という 3 つのフェーズで進められた。第 4 フェーズは、データのさらなるテストと検証に焦点を当て、現在準備が進められている。

フェーズ I (2003-2005) では、フィージビリティスタディ及び燃料電池の種類を選定が行われた。その結果、ドイツの MTU Onsite Energy 社の液化天然ガス (LNG) を燃料とする 330 kW MCFC パワーパックが採用され、同社がプロジェクトに参加した。このフェーズの総予算は 2000 万クロネで一部、欧州連合 (EU) からの資金援助が行われている。

フェーズ II (2007-2010) は、船のシステムに燃料電池を組み込み、技術の実適用及び実験を行った。2010 年 7 月の時点で、システムの運転時間は 7000 時間に達している。プロジェクト参加企業は、既存の燃料電池技術は、船舶環境に統合できると結論付けた。

同船の燃料電池はガス電気推進システムの一部を構成する。同船の推進システムは、ガス発電システム及び燃料電池の両方から電力供給を受けることになり、電力供給系が冗長化されることから、燃料電池は主電源や補助電源ではなく、補完的な電源である。

プロジェクト参加企業は、燃料電池の利点として、電気効率は推定 44.5%であったことや、NOx や SOx と PM の排出が完全にゼロであることを挙げている。また、排熱回収を行えば、全体的な熱効率が 55%まで高まるとも分かった。

フェーズ II の総予算は 9350 万クロネで、ドイツの連邦経済技術省、the Research Council of Norway、イノベーションノルウェー、ユーレカネットワークから公的支援を受けた。

フェーズ III (2011-2013) は、カナダの Corvus Energy 社<sup>3</sup>の電池管理システムを搭載する蓄電池を追加した。この蓄電池は容量が 500 kWh で、短期出力が 5 MW のリチウムイオンポリマー電池であ

<sup>1</sup> [http://eidesvik.no/?lang=en\\_GB](http://eidesvik.no/?lang=en_GB)

<sup>2</sup> <http://www.vikinglady.no>

<sup>3</sup> <http://www.corvus-energy.com>

る。ただし、プロジェクト参加企業は、今回のものは試験用であるが、実用システムでは2~3 MWhの容量になると説明している。このシステム導入により、燃料消費量の15%削減を達成した。プロジェクト参加企業である Wårstila によれば、投資回収期間は4年以下である。

フェーズ III は、総予算 3700 万クロネで、Research Council of Norway からの 40 パーセントの補助金を受けている。

## 2.2. ACCADUE (ITALY)



出典:

<http://www.veneziatecnologie.it>

<i>Main project partners</i>	Venezia Tecnologie S.p.a / ENI S.p.a. / Regione Veneto
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.5m Breadth: 2.5m
<i>Fuel cell</i>	2 x 5kW PEM
<i>Maximum speed</i>	Not available

Accadue は Venezia Tecnologie S.p.a 社<sup>4</sup>が建造した調査船である。同社は、革新的な素材や技術の開発に焦点を当てた研究開発企業である。このプロジェクトは、ヴェネツィアにあるマルゲーラ港における水素技術分野の研究開発構想の一環として、2005年にヴェネト県及びイタリアの環境大臣が立ち上げたプロジェクトである。

このプロジェクトの総投資額は180ユーロで、ヴェネト県と民間企業の ENI S.p.a が折半した。同船はヴェネツィアラグーンにおいて、複数の水素供給システムの試験を目的として建造された。同船は、一般的にヴェネツィアラグーンで運航されている旅客フェリー（水上バス）と同様の運航サイクルで試験運航（規模は1/3）されている。このような背景から、Accadue は汽水域で運用可能なように、電気系への塩害を防止するためのフィルタを備えている。

船舶が小型であることから、造船所や機器メーカーの直接関与はなかった。Venezia Tecnologie 社が地元のプレジャーボートメーカーから船舶を購入し、燃料電池推進に改造した。同船は最大出力12kWの電動機2基に電力を供給する、2基の5kWのPEM燃料電池を備えている。

このプロジェクトは、イタリア船級協会（RINA）との協力で実施された。RINAは船級承認ではなく、研究のために、実験室での試験を詳細にフォローし、実船試験の承認を与えた。Venezia Tecnologie によれば、燃料電池船についての船級ルールやガイドラインは、イタリアには現在、存在しない。

Accadue は2009年に進水し、ヴェネツィアラグーンで試験を実施したものの、同船は現在稼働しておらず、新しい実証試験が2015年にも開始される予定であった。しかしながら、プロジェクトコーディネーターによると、政策立案者の関心が最近、他のタイプの方に移っているため、このプロジェクトは中止される見込みとなったとのことである。

<sup>4</sup> Venezia Tecnologie S.p.a'社の株式は、イタリアの主要エネルギー会社である ENI S.p.a.社と Venice's Technology Park VEGA Scarl 社が半分ずつ保有している。

### 2.3. MF VÅGEN (NORWAY)



出典: <http://www.scandion.no>

<i>Main project partners</i>	CMR Prototech, ARENA-Project (supporting the maritime cluster-
<i>Tonnage</i>	4GT
<i>Dimensions</i>	Length: 10m Breadth: 3m
<i>Fuel cell</i>	12KW HT-PEM
<i>Maximum speed</i>	6kt

MFVågen はベルゲンの港で 12kW の HT-PEM 型燃料電池で作動する、小型の旅客船である。プロジェクトは、産業クラスターの振興を目的としたノルウェー政府の ARENA 計画によって開始された。プロジェクトは、イノベーションノルウェー、Research Council of Norway、Lyse Energi 及びローガン県とホルダラン県から資金支援を受けている。

主要目的は、船用推進及び発電用の燃料電池システムの開発と実用化に焦点を当てたノルウェーの企業クラスターを創出することでした。同計画には MFVågen に関する基礎研究、実証と検証が含まれていた。

ノルウェー海事当局は、旅客乗船中の水素による運航を許可しておらず、さらに、完全な一般営業になると、混雑する港内における予期しない外部要因が不安要素であると言及している。このため同船は、運航シーズン（2010 年夏）中は電気旅客フェリーとして運航した。運航シーズン終了後に、水素と燃料電池の動作を含む全システムの試験を実施した。試験は FlorvågAskøy において、停船時間を含む 1 日の往復運航パターンを模して行われ、システム（水素吸蔵合金の水素貯蔵タンク、電池、電気推進）が予定通り作動し、試験は成功裏に終了した。

プロジェクト参加企業は、水素を使用する旅客船の運航ルールがなかったことが、プロジェクトの全体的な課題であったとしている。

プロジェクトリーダーの CMR Prototech<sup>5</sup>は現在、他の船種での水素燃料利用の可能性を評価するために、新しい準備プロジェクトに従事している。CMR Prototech は、1MW を超える出力のシステムが数年内に実現可能であるとの結論を得たいとしている。また、技術的な課題に加えて、既存のノルウェーの基準では水素燃料電池の旅客船が許可されないことが、実現の障害になっていることを強調している。

<sup>5</sup> <http://www.prototech.no/index.cfm>

#### 2.4. NEMO H2 (NETHERLANDS)



出典: <http://www.scandion.no>

<i>Main project partners</i>	Rederij Lovers / Alewijnse Marine Technologies / Marine Service Noord / Linde Gas Benelux Integral
<i>Tonnage</i>	90 GT
<i>Dimensions</i>	Length: 22.0m Breadth: 4.3m
<i>Fuel cell</i>	70kW PEM
<i>Maximum speed</i>	8.7kt

NEMO H2 はアムステルダム（オランダ）の運河で、持続可能で気候中立的な観光を整備するための取り組みの中で建造された。同船は、主に淡水で主に運航されている（運河の一部は、汽水域である）。アムステルダムの最大の海運会社の一つである Rederij Lovers が NEMO H2 を観光ツアー用として運航している。同船は 2011 年に運航開始し、定期運航している。

5 社により構成されるコンソーシアム（Fuel Cell Boat<sup>6</sup>）が同船を建造した。参加企業は Rederij Lovers、電気系を担当する Alewijnse Marine Technologies、機械系を担当する Marine Service Noord、および水素の供給を担当する Linde Gas Benelux である。Alewijnse Marine Technologies、Marine Service Noord と Scheepswerf De Kaap 社が共同で建造した。また、Marine Service Noord が燃料電池発電システム、水素貯蔵システム、水素分配システムの設計、製作、設置を担当した。連絡調整役のインテグラル社が全体調整を担当した。オランダ経済省は、外局である SenterNovem<sup>7</sup>を通じて、100 万ユーロの助成金を拠出し、本プロジェクトを支援した。

同船は水素のみを燃料とし、70kW の PEM 燃料電池を備えている。現時点では、このタイプの船舶を追加建造する予定はない。また、現在のところ燃料電池によって運航されているが、水素燃料の供給問題を抱えており、同船に蓄電池を設置して、ハイブリッド船又は純電気船に改造する計画がある。

#### 2.5. FCS ALSTERWASSER (GERMANY)



出典:  
<http://www.elbdampfer-hamburg.de>

<i>Main project partners</i>	Hamburg's Department for Urban Development / Alster Touristik GmbH / Germanischer Lloyd / Linde Group
<i>Tonnage</i>	72GT
<i>Dimensions</i>	Length: 25.5m Breadth: 5.4m
<i>Fuel cell</i>	48kW PEM
<i>Maximum speed</i>	8kt

<sup>6</sup> <http://www.lovers.nl/co2zero/>

<sup>7</sup> <https://www.senternovem.nl/sustainableprocurement/>

FCS Alterwasser は、EU が資金提供した「ゼロエミッション船 (ZEMSHIPS)」プロジェクトにて開発した。プロジェクトは環境プロジェクトに焦点を当て、EU の LIFE 補助金プログラムから助成を受けた。総事業費は 580 万ユーロで、EU の LIFE 補助金プログラムの拠出は 240 万ユーロとなっている。

本プロジェクトは、実施期間は 2006 年 11 月から 2010 年 4 月までであった。船のオペレーターである Alster Touristik GmbH 社が FCS Alsterwasser の設計要件を指定し、地元の造船所 SSB Spezialschiffbau Oortkaten が建造した。船級協会の Germanischer Lloyd は、関連する船級規則及び関連する技術安全要件を作成した。また Linde グループは、FCS Alsterwasser 専用の水素充填ステーションを開発した。

FCS Alsterwasser の PEM 燃料電池は、燃料電池製造に特化した Proton Motor GmbH 社によって開発された。FCS Alsterwasser は、短距離の遊覧船として、アルスター、ハンブルクの中心を通るエルベ川の支流で運航されている。同船は淡水で運用されるため、海水塩分からの保護は必要ではない。FCS Alsterwasser は Alster Touristik 社の所属ではあるが、報道<sup>8</sup>によれば、2013 年以降は定期的に運航されていない。その理由としては、Linde グループが、専用の水素充填ステーションを費用対効果の観点から閉鎖したことが考えられる。現在、充填ステーションに代わる代替策の検討が行われている。

## 2.6. HYDROGENESIS (UNITED KINGDOM)



出典:

<http://www.bristolgreencapital.org>

<i>Main project partners</i>	Bristol Boat Trips / Number Seven Boat Trips / Auriga Energy
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 11m Breadth: 3.6m
<i>Fuel cell</i>	12kW PEM
<i>Maximum speed</i>	10kt

Hydrogenesis は、英国初の水素推進フェリーである。2010 年には、ブリストル市議会は Green Capital Initiative の一環として、22 万 5 千ポンドを投じて水素推進旅客フェリーの実現を委託した。同船は Bristol Hydrogen Boats<sup>9</sup>によって設計、建造された。2013 年 2 月に初運航し、6 ヶ月の試験運航の後、2013 年 7 月に営業用で、ブリストルにて 1 日 6 時間、Temple Quay と SS Great Britain の間を往復する定期運航を開始した。

フェリーの定員は乗客 12 人、乗員 2 人の定員で、長さ 11 メートル、幅 3.6 メートルである。動力は水素燃料電池のみである。PEM 燃料電池のメーカーは、Auriga Energy 社である。電装関係は Bristol Marina で行っている。

同船は淡水で運用されるため、海水塩分からの影響は問題とならなかった。ただしフィルタを装着して、電気系への悪影響を防げば、Hydrogenesis も海水環境で航行することができる。

ボート自体は Weston super Mare boatyard で建造され、HPi 検証サービス及び KIWA 英国から CE

<sup>8</sup> <http://www.hzwei.info/blog/2014/09/30/das-brennstoffzellen-schiff-alsterwasser-liegt-still/>

<sup>9</sup> Bristol Hydrogen Boats は the Directors of Bristol Boat Trips 及び Number Seven Boat Trips、Auriga Energy によって構成される地域的なコンソーシアムである。

マークを取得している。この認証は、EU レクリエーションクラフト指令<sup>10</sup> (94/25/EC、2003/44/ECにて改正<sup>11</sup>)、EU 圧力機器指令 97/23/EC<sup>12</sup>及び GL 発行の船用燃料電池システムの使用のためのガイドライン<sup>13</sup>に基づいて行われた。

ブリストル市議会は今現在では、英国初の商用水素推進船への助成をしていないが、フェリーの営業は継続されている。

## 2.7. ROSS BARLOW (UNITED KINGDOM)



出典:

<http://www.sciencedaily.com>

<i>Main project partners</i>	University of Birmingham / EMPA Switzerland
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 16m Breadth: ca. 2m
<i>Fuel cell</i>	Power of fuel cell not available PEM
<i>Maximum speed</i>	Not available

イギリスのバーミンガム大学のチームは、スイスの研究機関 EMPA と共同で、2006 年に Protium 共同プロジェクトを開始した。同プロジェクトは、大学の戦略研究基金及び同窓会からの資金提供を受けた。プロジェクトは、内陸水路を管理する British Waterway 公社から標準的な運河保守管理用ボートの提供を受けた。プロジェクトの共同実施者の EMPA スイスは水素貯蔵システムを提供した。大学は米国 ReliOn 社から 1kW の PEM 燃料電池を購入し大学構内でボートを建造した。

2007 年 9 月には、バーミンガムの運河にボートを進水させたが、いまだ試運用であり、旅客運送は認められていない。したがって、同船は定員 15 名でデモンストレーションや移動のために使用されている。英国の運河を運航する限りは、燃料電池は塩分に対する特別な保護は必要とされていない。

ボートはまだ船級協会からの認証を受けていないが、建造中及び完成後に、大学の安全担当部署は定期的な協議・訪船確認している。大学の健康及び安全担当理事も、水素及び燃料電池の安全性について協議をした。最後に、英国海洋沿岸警備隊と British Waterway Boat Safety Scheme は、ボートとその設備を訪船確認し、その結果をフィードバックしている。

Protium プロジェクトに取り組んだ大学チームは、設計改善した 3kW の PEM 燃料電池の新しいボートを開発したいと考えている。運河船 Ross Barlow は現状でも問題なく稼働するが、スピードが遅いため悪天候下では、運航不能となることもある。

<sup>10</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0025&from=en>

<sup>11</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0044&from=en>

<sup>12</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01997L0023-20130101&from=EN>

<sup>13</sup> [http://www.gl-group.com/infoServices/rules/pdfs/gl\\_vi-3-11\\_e.pdf](http://www.gl-group.com/infoServices/rules/pdfs/gl_vi-3-11_e.pdf)

## 2.8. Hydrogen Xperiance & WECO <sup>14</sup> (Netherlands)

### Hydrogen Xperiance



出典:

<http://www.waterstofnet.eu/>

<i>Main project partners</i>	Unitron Group / DutchCell / Praxair / Helios Center
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.3m Breadth: 2.30m
<i>Fuel cell</i>	2kW PEM
<i>Maximum speed</i>	4kt

### WECO



出典: <http://www.waterstofnet.eu/>

<i>Main project partners</i>	Unitron Group / DutchCell / Praxair / Cellcraft
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 6.4m Breadth: 2.4m
<i>Fuel cell</i>	5kW PEM
<i>Maximum speed</i>	5kt

Hydrogen Xperiance and WECO プロジェクトは「Waterstofregion Vlaaderen-Zuid-Nederland」<sup>15</sup>と呼ばれる地域間プロジェクトの一部であり、予算総額は 1,400 万ユーロである。オランダ政府、フランダース政府、EU および業界が、このプロジェクトに協力、参加してきた。なお、資金のうちどれぐらいが、この燃料電池プロジェクトに充当されたかは判明しなかった。

Hydrogen Xperiance は、もともと水素燃料電池が搭載されていたロングボートである。地域間プロジェクト「Waterstofregion Vlaaderen-Zuid-Nederland」は、電子機器、ケーブルや水素タンクの改良を含む最新の技術進歩に対応した推進システムへの改良に支援を行った。WECO は、かつてディーゼル電気推進システムで作動していたロングボートである。地域間プロジェクト「Waterstofregion Vlaaderen-Zuid-Nederland」では、同システムを水素で作動させるためにボートを改造することにした。最終目標は、バッテリー及び燃料電池を効率的に作動させるためのモジュールを開発するとともに、安全システムを構築することである。なお、長さ 6~11 メートル程度のロングボート市場では、水素推進の商品性について関心もたれている状況である。

Hydrogen Xperiance と WECO プロジェクトは 2014 年に開始され、現在オランダのゼーラント州の Veerse Meer (汽水湖) で 500 時間の実験をする予定である。実験終了後に、新たな船舶を建造するかどうかを決定する予定である。プロジェクト開始時には問題が生じたが、いずれも解決されて現在では良好に作動している。

Helios Centre と Cellcraft はエンジン製造を、Unitron はエンジニアリング、建造、艀装を、Praxair<sup>16</sup> は水素供給を、Kiwa<sup>17</sup> は認証をそれぞれ担当した。

<sup>14</sup> <http://www.waterstofnet.eu/toepassingen/maritiem.html>

<sup>15</sup> <http://www.waterstofnet.eu/waterstofnet/over-waterstofnet.html>

<sup>16</sup> <http://www.praxair.com/gases/buy-compressed-hydrogen-gas-or-liquid-hydrogen>

<sup>17</sup> <http://services.1kiwa.com/energy-products/fuel-cell>

## 2.9. MARTI-ITU (TURKEY)



出典 <http://www.tvymarine.com>

<i>Main project partners</i>	Istanbul technical University/ Hydrogenics
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 8.3m Breadth: 3.2m
<i>Fuel cell</i>	8kW PEM
<i>Maximum speed</i>	7kt

MARTI-ITU 水素旅客ボートは、国連工業開発機関（UNIDO）の支援を受けるイスタンブール水上タクシープロジェクト<sup>18</sup>の一部であった。

イスタンブール工科大学（ITU）は、この船のスタートアップコンペに勝利し、イスタンブール市と UNIDO から資金を受け取った。研究チームは、水素ボート及び水素製造陸上基地を建設する計画であった。

2007 年にプロジェクトが開始し、2011 年に Hydrodynamic 造船所でボートを建造し、Hydrogenics 製の 8kW PEM 燃料電池を推進用に搭載している。船級協会では、Turkish Lloyd 及び GL がこのプロジェクトにアプローチしたが、船はまだ認証を取得していない。

ボートの定員は乗客 6 人、乗員 2 人で、イスタンブールのボスポラス海峡で運航するように設計されており、燃料電池は、波しぶきから保護するために容器内に配置されている。

このプロジェクトに取り組んだ学生が、燃料供給ステーション設置前に卒業しており、燃料供給ステーションが新たに設置され、それを操作する新しい学生又は企業が現れるまで、ボートは大学の人工湖（淡水）で係留されている。

## 2.10. FUEL CELL POWERED COBALT 233 ZET



出典: <http://www.zebotec.de>

<i>Main project partners</i>	zebotec GmbH Brunnert-Grimm AG
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.1m Breadth: 2.6m
<i>Fuel cell</i>	26kW PEM
<i>Maximum speed</i>	32kt

ドイツ企業の zebotec GmbH 及びスイスの造船所 Brunnert-Grimm AG は公的支援を受けずに共同で燃料電池推進 COBALT 233 ZET を開発し 2007 年に発売した。

ゼロエミッション技術に特化した小規模のエンジニアリング会社である zebotec 社によって開発された 26 kW の PEM 燃料電池にて駆動する。ボートには、シーメンス製の電気モーターと PEM 燃料電池を組み合わせた、ハイブリッド推進システムが装備されている。この組み合わせでは、搭載

<sup>18</sup> [http://www.unido.org/fileadmin/import/84774\\_ICHET\\_04\\_MANAS.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/84774_ICHET_04_MANAS.pdf)

されている電池はピーク電力のためだけに使用される。ボートの最高速度は 32kt に達する。

ボート自体は Cobalt Boat 社(米国)によって建設された後、Brunnert-Grimm 造船所で改造された。ボートが運航場所は、zebotec と Brunnert-Grimm の両社が沿岸に所在しているドイツ南部のボーデン湖である。ボートは、淡水域で運航され、海水からの保護の必要はない。GL は、関連する船級規則に基づいて燃料電池の安全性を評価した。

COBALT 233 ZET は 2007 年に開発され、現在、燃料電池推進システムは zebotec と Brunnert-Grimm のカタログには残っているが、現時点では需要はない。この点について、zebotec 役員のフランツライヘンバッハは、対応する燃料補給インフラが存在しないことを指摘している。これは顧客自身がボートだけでなく、関連する燃料補給インフラ整備まで負担しなければいけないことを意味する。

### 3. 燃料電池船の実用化に向けた技術的課題の抽出

水素燃料電池船の実用化に向けた技術的課題は、以下の通りであり、それらの課題を踏まえて安全ガイドラインを策定する必要がある。

#### ○大気中塩分の影響

- ・燃料電池に必要な酸素を大気中から取り入れるが、海上の大気中に含まれる塩分により電解質の劣化が起り、燃料電池の性能を損なう可能性がある。
- ・液化水素格納・配管設備についても、既存の陸上設備を転用する場合、発錆による腐食等を考慮した耐用年数とする必要がある。

※燃料電池自動車においては、塩害対策として、通常のフィルタ（防塵）を使用。

※海外の燃料電池船においては、一部船舶でフィルタを使用されている。また、これまで塩害事例は聞いていない。

#### ○海上における負荷

- ・船舶は、気象海象により高負荷で長時間の稼働を要求される。

#### ○動揺・衝撃

- ・船舶は、気象海象により動揺や衝撃（特に滑走艇）が大きいため、燃料電池、周辺機器及び配管等の破損による水素漏洩が起りやすい。
- ・タンク/配管の支持構造には、船舶特有の動きを加味した支持構造が求められる。

#### ○水素の滞留、着火源の存在

- ・船舶の構造上、仕切られた空間（密閉空間）が多く、漏洩した水素が滞留しやすく、また、船内に多くの電気機器を有しており、水素の着火源になりやすい。

#### ○水素充填作業時の発熱

- ・燃料電池自動車分野のプロトコルでは、最大許容温度 85℃となる動きがある。最大許容温度 40℃の場合、水素充填時の流量制限が生じる可能性がある。

#### ○その他

- ・非常時（水素漏洩による爆発事故等）における乗員の保護の必要性について、要検討。

#### 4. 燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件

燃料電池自動車に対する技術要件（添付資料 3）等を踏まえ、第 2 回検討委員会にて燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件の検討を行い、燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件（添付資料 4）を作成した。

#### 5. おわりに

水素燃料電池は、大気汚染対策として有望視されており、政府方針として実証事業推進が検討されており、東京オリンピック・パラリンピックでの次世代のクリーン・グリーンな交通手段として期待されている。しかしながら、燃料電池船については、海外にて導入事例が存在するもの、国内には存在しない。

国土交通省海事局は、これらの動向を踏まえつつ、平成 27 年度より燃料電池船の安全ガイドライン策定に向けた事業を行う予算を確保するなど、産学官で連携して、将来の燃料電池船の導入に向けた方策を検討している。

このような背景を受け、（一財）日本船舶技術研究協会では、当該国費事業実施に向けての事前調査として、「水素燃料電池船に関する安全ガイドライン策定に向けた検討委員会」を設置し、国内の燃料電池船の実用化に向けた第一歩として、海外事例調査及び技術的課題の洗い出しを行い、これらを踏まえ燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件の検討を行った。今後、得られた成果を国土交通省海事局事業に引き継ぐなど国内の燃料電池船の実用化に向けた取り組みに役立てていく。

## 水素社会実現に向けた安全・環境対策



平成27年度新規  
20百万円

- エネルギー基本計画(平成26年4月閣議決定)に基づき策定された水素・燃料電池戦略ロードマップ(平成26年6月策定)において、「燃料電池船については、導入に向けた実証事業の推進等について検討していく」と記載。
- 2020年に予定されているSO<sub>x</sub>規制強化や、今後強化されるCO<sub>2</sub>排出規制に対する有力な対応手段として、水素燃料電池は期待されている。
- 水素燃料電池船については、東京オリンピック・パラリンピック(東京オリパラ)でPRL、普及促進を図る。

燃料電池船の実用化にあたって、国土交通省は船舶の安全面を担保する制度の整備を実施する必要がある。

### 水素燃料電池船の実現

#### ○水素燃料電池船の優位性

- 既存の内燃機関に比べ、高い環境特性。今後強化される環境規制強化(NO<sub>x</sub>・SO<sub>x</sub>・CO<sub>2</sub>)に対応
  - モーター駆動による低振動・低騒音といった快適性
- ➡ 東京オリパラにおいて、海上交通の効果的な活用がPRできる



※水素燃料電池船は、以下を実現

- ゼロエミッション  
CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>全て排出ゼロ
- エンジン騒音なし

#### 【来年度以降スケジュール】

	H27	H28	H29
動力系、燃料供給系の検証			
実証試験			
安全ガイドラインの策定			

#### 今後の施策

- ✓ 動力系(駆動時の課題)、燃料供給系(塩害等の影響)の検証
- ✓ 安全ガイドラインの策定(塩害対策、緊急時の対応等)
- ✓ 水素燃料電池船の実証試験の実施

海外調査報告

	船名 (船種)	旗国	運用開始年	プロジェクト名	総額、補助		航行水域、塩対策	造船所	燃料電池 (出力: メーカー)、燃料要目、動力構成	主要目、定員、船速	船級	ガイドライン等	運航状況
1	Viking Lady (オフショアサポート船)	ノルウェー	2009	FellowSHIP I (studies & concepts), II (installation & operation), III (addition of hybrid system)	順に€2.4 million, €1.1 million, €4.4 million 補助内訳 Phase I: EU ; Phase II & III: Norwegian Research Council, 40%	定期 (製品化予定)	North Sea (海水) 塩対策: 通常フィルタ	West Contractors Vindafjord / Eidesvik Offshore ASA	MCFC (330kW: MTU)、LNG 燃料重量不明、ハイブリット (ガス発電)	L92m B21m 6100GT 15.5kt	DNV	なし	運航中
2	Accadue (小型調査船)	イタリア	2009	Imbarcazione Laboratorio Accadue - "Hydrogen Park" project.	"Hydrogen Park" project: €1.8 million イタリア Veneto 州、企業 (Eni S.p.A.) で折半	試験 (製品化せず)	Venice Lagoon (汽水) 塩対策: フィルタ	Local pleasure boat manufacturer	PEM (2×5kW: Venezia Technologie S.p.a)、圧縮水素(3.5kg 20MPa)、蓄電池	L7.5m B2.5m GT 不明	不明	RINA より評価法の技術支援あり。 船級ガイドラインは無し	現在稼働せず
3	MF Vågen (旅客船)	ノルウェー	2010	REMKOF - Ren Marin Kraft og Fremdrift (Clean Marine Power and Propulsion)	€1.8 million Norwegian Research Council より補助あり	不定期 (製品化せず)	Bergen Harbour (海水) 塩対策: フィルタ	Mundal Båt AS	HT-PEM (12KW: Serenergy)、吸蔵合金(2.6kg)、蓄電池	L10m B3m 4GT 旅客 18人 6kt	ノルウェー管海官庁	旅客乗船時の燃料電池の使用禁止	2011年に燃料電池の運用試験を実施

添付資料 2

	船名 (船種)	旗国	運用開始年	プロジェクト名	総額、補助		航行水域、塩対策	造船所	燃料電池 (出力: メーカー)、燃料要目、動力構成	主要目、定員、船速	船級	ガイドライン等	運航状況
4	Nemo H2 (旅客船)	オランダ	2011	Nemo H2	€3 million 内、オランダ経財省より €1 million 補助	不定期 (製品化せず)	Amsterdam Canal (汽水) 塩対策: なし	Alewijnse Marine Systems	PEM (70kW: Marine Service Noord)、 圧縮水素(24kg 35MPa)、 蓄電池	L22.0m, B4.3m 90GT 旅客 100 人 8.7kt	GL	内陸水路限定	2011 年より定期運航しているが、水素供給に問題あり、電池船に改造を計画中
5	FCS Alsterwas ser (旅客船)	ドイツ	2008	ZEMSHIPS - Zero Emission Ships	€5.5 million 内、EU LIFE Programme より €2.4 million 補助	定期 (製品化せず)	Hamburg, Alster (tributary of Elbe river) (淡水) 塩対策: なし	SSB Spezialschiffbau Oortkaten	PEM (48kW: Proton Motor)、 圧縮水素(50kg 35MPa)、 蓄電池	L25.5m B5.4m 72GT 旅客 100 人 8kt	GL	内陸水路限定	2013 年以降水素 ST の閉鎖により定期運航していない
6	Hydrogen esis (小型旅客船)	イギリス	2013	Hydrogenesis	€85,400 Bristol 市議会より全額 補助	定期 (製品化予定)	Bristol (淡水) 塩対策: なし	Weston-super- Mare boatyard	PEM (12kW: Auriga Energy)、 圧縮水素 (燃料重量 不明 35MPa)、 蓄電池	L11m B3.6m GT 不明 旅客 14 人	HPi (vessel) & Kiwa (fuel cell)	内陸水路限定 ・ 94/25/EC (レクリエーション 船) ・ 97/23/EC (圧力機器) ・ GL ガイド VI-3-11 (船用燃料電池)	2013 年 7 月より定期運航している※

	船名（船種）	旗国	運用開始年	プロジェクト名	総額、補助		航行水域、塩対策	造船所	燃料電池（出力：メーカー）、燃料要目、動力構成	主要目、定員、船速	船級	ガイドライン等	運航状況
7	Ross Barlow（運河船）	イギリス	2007	Protium Project	総額不明 大学の戦略研究基金 及び Alumni Office の補助	試験（製品化予定）	Birmingham（淡水） 塩対策：なし	British Waterways より船体提供	PEM (1kW: ReliOn)、 吸蔵合金(5kg)、 蓄電池	L16m B 不明 GT 不明	未了	なし	2012年までは運用
8	Hydrogen Xperiance（プレジャーボート）	オランダ	2014	Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland	"Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland" EU、オランダ政府、ベルギー・フランダース政府、企業の補助	試験（製品化検討中）	Province of Zeeland, Veerse meer（汽水） 塩対策：なし	Unitron Group and DutchCell	PEM (2kW : Helios Center)、 圧縮水素(2.1kg 20MPa)、 蓄電池	L7.3m B2.3m GT 不明 旅客 12人 4kt	Kiwa	なし	不明
9	WECO（プレジャーボート）	オランダ	2014	Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland	"Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland" EU、オランダ政府、ベルギー・フランダース政府、企業の補助	試験（製品化検討中）	Province of Zeeland, Veerse meer（汽水） 塩対策：なし	Unitron Group and DutchCell	PEM (5kW: Cellcraft)、 圧縮水素（燃料重量不明 35MPa）、 ハイブリット（ディーゼル、蓄電池）	L6.4m B2.3m GT 不明 旅客 5人 5kt	Kiwa	なし	不明
10	MARTI-I TU（小型旅客船）	トルコ	2011	UNIDO Water Taxi Project	総額不明 補助 Istanbul Municipality 及び国連工業開発機関（UNIDO）	試験（未使用）（製品化予定）	Istanbul, local lake（淡水） 塩対策：なし	Hydrodinamic Shipyard	PEM (8kW: Hydrogenics)、 圧縮水素(20kg 20MPa)、 動力構成不明	L8.3m B3.2m GT 不明 船員 2人 旅客 6人 7kt	未了	なし	水素ステーション整備前に学生が卒業し、運航せず

	船名（船種）	旗国	運用開始年	プロジェクト名	総額、補助		航行水域、塩対策	造船所	燃料電池（出力：メーカー）、燃料要目、動力構成	主要目、定員、船速	船級	ガイドライン等	運航状況
11	Cobalt 233 ZET（プレジャーボート）	ドイツ	2007	なし	総額不明	試験（製品化せず）	Lake Constance（淡水） 塩対策：なし	Cobalt Boats (US) Brunnert-Gri mm Shipyard (Switzerland)	PEM (26kW: Siemens / zebotec GmbH)、 燃料・重量不明、 動力構成不明	L7.1m B2.6m GT 不明 32kt	GL	内陸水路限定	不明
12	New York hornblower hybrid（旅客船）	不明	不明	不明	不明	不定期航路	（海水） 塩対策：通常フィルタのみ	不明	燃料電池形式・出力不明、 燃料不明 ハイブリット（風車、太陽光）	L54m B12m GT 不明 定員 600人 12kt	不明	不明	燃料電池を搭載しているが、許可が下りておらず、ディーゼル機関で運航中※

PEM : Proton Exchange Membrane（固体高分子形）

MCFC : Molten Carbonate fuel cells（熔融炭酸塩型燃料電池）

GL : Germanischer Lloyd

DNV : Det Norske Veritas

RINA : イタリア船級協会

※国土交通省調べ

参考 潜水艦

船名	旗国	運用開始年	総額、補助	航行水域	造船所	燃料電池	主要目、定員、最高船速
Class 212A Submarines	ドイツ	2005	約 €400 million	Baltic Sea and beyond (海水)	ThyssenKrupp Marine Systems	PEM 306 kW	L56m, B7m 水上 1450GT 水中 1830GT 船員 28, 水上 12kt; 水中 20kt
Class 212A Submarines	イタリア	2006	約. €400 million	Mediterranean and beyond (海水)	Fincantieri	PEM	L56m, B7m 水上 1450GT 水中 1830GT 船員 27, 水上 12kt; 水中 20kt
Class 214 Submarines	ギリシャ、ポルトガル	2010	約. € 400 - 550 million	Mediterranean and beyond (海水)	ThyssenKrupp Marine Systems	PEM 2 × 120 kW	L67.9m, B6.6m 水上 1842GT 水中 2020GT 船員 33, 水上 10kt 水中 20kt

**道路運送車両の保安基準**

- 第17条** 高圧ガスを燃料とする自動車の燃料装置は、爆発等のおそれのないものとして、強度、構造、取付方法等に関し告示で定める基準に適合するものでなければならない。
- 2 液化石油ガス（プロパン・ガス又はブタン・ガスを主成分とする液化ガスをいう。）を燃料とする自動車の燃料装置は、爆発、燃料への引火等のおそれのないものとして、強度、構造、取付方法等に関し告示で定める基準に適合するものでなければならない。
- 3 圧縮水素ガス（水素ガスを主成分とする高圧ガスをいう。）を燃料とする専ら乗用の用に供する普通自動車又は小型自動車若しくは軽自動車（乗車定員11人以上の自動車、車両総重量が2.8トンを超える自動車、二輪自動車、側車付二輪自動車並びにカタピラ及びそりを有する軽自動車を除く。）のガス容器、配管その他の水素ガスの流路にある装置は、当該自動車が衝突、他の自動車の追突等による衝撃を受けた場合において、燃料が著しく漏れるおそれの少ないものとして、燃料漏れ防止に係る性能及び構造に関し告示で定める基準に適合するものでなければならない。

**【本条の経緯】**

▽公布<昭26・7・28省67>▽第1号改正<昭28・4・11省23>▽第2号、第3号、第4号、第5号、第7号、第9号、第10号、第11号、第12号改正／第13号削除<昭34・9・15省42>▽第1号の2、第1号の3追加／第4号改正／第2項追加<昭38・10・1省45>▽第1項第1号改正<昭42・8・1省61>▽第1項第1号の2改正<昭45・12・4省91>▽第1項第1号改正<昭51・2・21省4>▽第1項、同項第1号の2、第2号、第4号、第5号、第7号、第8号、第10号改正<平7・12・15省66>▽第1項第1号改正<平9・3・18省12>▽第1項改正、各号削除／第2項改正<平15・7・7省81>▽第3項追加<平17・3・31省28>

(高圧ガスを燃料とする自動車の燃料装置)

**第20条** 高圧ガスを燃料とする自動車（第3項の自動車を除く。）の燃料装置の強度、取付方法等に関し、保安基準第17条第1項の告示で定める基準は、次の各号に掲げる基準とする。

(1) ガス容器は、容器保安規則（昭和41年通商産業省令第50号）第7条及び第17条に規定する構造及び機能を有するものであること。この場合において、次のいずれかの方法により確認ができるものについては、この基準に適合するものとする。

イ 容器再検査を受けたことのない高圧ガス容器

高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）第45条の容器検査又は第49条の25（同法第49条の33第2項において準用する場合を含む。）による有効な刻印又は標章の掲示がその容器になされていることを確認すること。ただし、圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器（圧縮天然ガス（メタンガスを主成分とする高圧ガスをいう。以下同じ。）を燃料とする自動車のガス容器のうち容器保安規則第2条第12号の圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器とされるものをいう。以下同じ。）にあつて、同法第46条の規定による表示が燃料充填口近傍になされている場合は、これにより確認することができる。

ロ 容器再検査を受けたことのある高圧ガス容器

同法第49条による有効な刻印又は標章の掲示がその容器になされていることを確認すること。ただし、圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器にあつて、同条第46条の規定による表示が燃料充填口近傍になされている場合は、これにより確認することができる。

- (2) 液化石油ガス（プロパン・ガス又はブタン・ガスを主成分とする液化ガスをいう。以下同じ。）のガス容器及び導管は、取り外してガスの充填を行うものでないこと。
- (3) ガス容器は、車体外に取り付けるものを除き、座席又は立席のある車室と気密な隔壁で仕切られ、車体外と通気が十分な場所に取り付けられていること。
- (4) ガス容器及び導管は、移動及び損傷を生じないように確実に取り付けられ、かつ、損傷を受けるおそれのある部分が適当な覆いで保護されており、溶解アセチレン・ガス容器にあつては、ガス開閉装置を上方とし、容器内の多孔物質の原状を変化させないように取り付けられていること。
- (5) 排気管、消音器等によって著しく熱の影響を受けるおそれのあるガス容器及び導管には、適当な防熱装置が施されていること。この場合において、直射日光をうけるものには、おおいその他の適当な日よけを設けること。
- (6) 導管は、繊維補強樹脂管又は焼鈍した鋼管若しくは銅管（アセチレン・ガスを含有する高圧ガスに係るものにあつては、繊維補強樹脂管又は焼鈍した鋼管）であること。ただし、低圧部に用いるもの及び液化石油ガスに係るものにあつては、耐油性ゴム管を使用することができる。

- (7) 両端が固定された導管（耐油性ゴム管を除く。）は、中間の適当な部分が湾曲しているものであり、かつ、1m以内の長さごとに支持されていること。
  - (8) アセチレン・ガスを含有する高圧ガスを使用するものにあつては、燃料装置中のガスと接触する部分に銅製品を使用していないこと。
  - (9) 高圧部の配管は、ガス容器のガス充填圧力の1.5倍の圧力に耐えること。この場合において、「高圧部の配管」とは、ガス容器から最初の減圧弁までの配管をいう。
  - (10) 主止弁を運転者の操作しやすい箇所に、ガス充填弁をガス充填口の近くに備えること。
  - (11) 液化石油ガス以外の高圧ガスを燃料とする燃料装置には、最初の減圧弁の入口圧力を指示する圧力計を備えること。
  - (12) 圧縮天然ガスを燃料とする燃料装置には、低圧側の圧力の著しい上昇を有効に防止することができる安全装置を備えること。ただし、最終の減圧弁の低圧側が大気に開放されているものにあつては、この限りでない。
  - (13) 安全装置は、車室内にガスを噴出しないように取り付けられたものであること。
  - (14) アセチレン・ガスを含有する高圧ガスを燃料とする燃料装置には、逆火防止装置を最終の減圧弁と原動機の吸入管との間に備えること。
  - (15) 液化石油ガス又は圧縮天然ガスを燃料とする専ら乗用の用に供する自動車は、高圧配管の途中に、原動機が停止した場合に自動的に燃料の供給を遮断する装置を設けていること。
  - (16) 液化石油ガス又は圧縮天然ガスを燃料とする専ら乗用の用に供する自動車のうちガス容器をトランク室に取り付けたもので、かつ、ガス充填弁がトランク室にあるものにあつては、ガス充填口蓋はトランク室の蓋を開けなければ開放できない構造であること。
  - (17) 液化石油ガス又は圧縮天然ガスを燃料とする専ら乗用の用に供する自動車は、別添18「自動車燃料ガス容器取付部の技術基準」及び別添19「自動車燃料ガス容器の気密・換気の技術基準」に定める基準に適合する構造であること。
- 2 液化石油ガスを燃料とする自動車の燃料装置の強度、取付方法等に関し、保安基準第17条第2項の告示で定める基準は、前項各号の基準及び第18条第1項第7号から第8号までに掲げる基準とする。この場合において、「燃料タンクの注入口及びガス抜口」とあるのは「ガス容器の充填口」と読み替えるものとする。
  - 3 圧縮水素ガスを燃料とする自動車（二輪自動車及び側車付二輪自動車を除く。）の燃料装置の強度、構造、取付方法等に関し、保安基準第17条第1項の告示で定める基準は、次の各号に掲げる基準とする。
    - (1) ガス容器は、容器保安規則第7条及び第17条に規定する構造及び機能を有するものであること。この場合において、次のいずれかの方法により確認ができるものについては、この基準に適合するものとする。

## イ 容器再検査を受けたことのない高圧ガス容器

高圧ガス保安法第45条又は第49条の25(同法第49条の33第2項において準用する場合を含む。)による有効な刻印又は標章の掲示がその容器になされていることを確認すること。ただし、同法第46条の規定による表示が燃料充填口近傍になされている場合は、これにより確認することができる。

## ロ 容器再検査を受けたことのある高圧ガス容器

同法第49条による有効な刻印又は標章の掲示がその容器になされていることを確認すること。ただし、同法第46条の規定による表示が燃料充填口近傍になされている場合は、これにより確認することができる。

(2) 燃料装置が別添100「圧縮水素ガスを燃料とする自動車の燃料装置の技術基準」に定める基準に適合するものであること。

- 4 圧縮水素ガスを燃料とする専ら乗用の用に供する普通自動車又は小型自動車若しくは軽自動車(乗車定員11人以上の自動車、車両総重量が2.8tを超える自動車、二輪自動車、側車付二輪自動車並びにカタピラ及びそりを有する軽自動車を除く。)のガス容器、配管その他の水素ガスの流路にある装置の燃料漏れ防止に係る性能等に関し、保安基準第17条第3項の告示で定める基準は、別添17に定める基準とする。

**【本条の経緯】**

▽第12条として新規追加<平15・7・7告1002>▽第2項改正/第20条に変更<平15・9・26告1317>▽第1項改正/第3項、第4項追加<平17・3・31告386>▽第1項第1号イ、ロ改正/第3項第1号イ、ロ改正<平17・11・9告1337>

## 別添17 衝突時等における燃料漏れ防止の技術基準

### 1. 適用範囲

この技術基準は、専ら乗用の用に供する普通自動車又は小型自動車若しくは軽自動車（乗車定員11人以上の自動車、車両総重量が2.8tを超える自動車、二輪自動車、側車付二輪自動車並びにカタピラ及びそりを有する軽自動車を除く。）の燃料タンク及び配管（圧縮水素ガスを燃料とする自動車にあっては、ガス容器、配管その他の水素ガスの流路にある装置。以下同じ。）に適用する。

### 2. 用語

- 2.1. 「バリヤ」とは、前面衝突試験の際に試験車両を衝突させる壁面をいう。
- 2.2. 「インパクト」とは、後面衝突試験の際に、試験車両の後面に衝突させる衝撃子をいう。

### 3. 試験方法

#### 3.1. 前面衝突試験

##### 3.1.1. 試験装置

##### 3.1.1.1. バリヤ

バリヤは、試験自動車の衝突の耐えられる重量及び構造を有する鉄筋コンクリート製とし、その前面は高さ1.5m以上、幅3m以上の大きさを有し、助走路に対して垂直であるものとする。また、バリヤの衝突面から手前5m程度の助走路は、平坦かつ水平であること。

なおバリヤ前面には、厚さ約20mmのベニヤ板を取り付けるものとする。また、バリヤとベニヤ板との間には、バリヤを保護するための鉄板又は荷重計を取り付けてもよい。

##### 3.1.2. 試験自動車の状態

3.1.2.1. 試験自動車の重量は車両重量相当以上であること。ただし、スペア・タイヤ及び工具類を備えた自動車にあっては、これらを試験自動車に取り付けた状態で試験することができる。

3.1.2.2. 装着部品は、燃料タンク及び配管に干渉するおそれのある部品を除き、正規の部品でなくてもよく、また、取り外すことができる。

3.1.2.3. 燃料は、代用液体を使用するものとし、この代用液体は、使用燃料と粘性、比重が類似したものであること。圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、ヘリウムを代用ガスとして使用するものとする。

3.1.2.4. 燃料の量は規定タンク容量の90%以下であってはならない。圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、ガス容器は、常用の圧力（別添100「圧縮水素ガスを燃料とする自動車の燃料装置の技術基準」の2.4.の常用の圧力をいう。）の90%を超えるようヘリウムが充填されていること。

3.1.2.5. 燃料タンク及び配管以外の装置については、代用液を入れなくても差し支えない。

- 3.1.2.6. 圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、試験自動車の主止弁及びその下流の配管に装備されている遮断弁等は、衝突の直前までは開放状態としておくこと。
- 3.1.2.7. 衝突時に自動的に主止弁その他の弁を閉止させて燃料の供給を遮断するシステムを備えない圧縮水素ガスを燃料とする自動車にあつては、衝突後に主止弁その他の弁が閉止した場合、速やかにこれらの弁を開放状態とする。
- 3.1.2.8. 衝突時に自動的に主止弁その他の弁を閉止させて燃料の供給を遮断するシステムを備える圧縮水素ガスを燃料とする自動車にあつては、このシステムが作動するように施されていても良い。衝突後、いずれかの弁が閉止してガス容器内の圧力の測定が妨げられる場合には、圧力を測定するときに、それを開放状態とするか、又は必要に応じて測定用の圧力センサ若しくは温度センサを取り付けるものとする。

### 3.1.3. 試験方法

試験自動車を $50 \pm 2$ km/hの速度で、バリヤ前面に垂直に正面衝突させる。ただし、試験がこれよりも高速度で実施された自動車が要件に適合した場合、当該自動車は要件に適合しているものとする。この場合に、衝突時の車両中心面とバリヤの中心面との間隔は、300mm以下であること。また、衝突後、できるだけ速やかに各部より車外に流出又は滴下する燃料の量を、5分間測定する。圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、ガス容器内又はガス容器下流の最初の減圧弁上流において、ガスの圧力及び温度を、衝突を実施する直前と衝突60分後に測定する。

## 3.2. 後面衝突試験

### 3.2.1. 試験装置

#### 3.2.1.1. 試験場

車両の衝突と移動が行われる路面は水平かつ平坦で、乾燥した舗装路であること。

#### 3.2.1.2. インパクト

インパクトは鋼鉄製で、剛性を有する構造であること。

インパクトの衝撃面は平坦であり、高さ800mm以上幅2.5m以上の大きさを有しており、その端部が丸められているものにあつてはその端部の曲率半径は50mm以下であること。また、インパクトの衝撃面には、厚さ約20mmのベニヤ板を取り付けるものとし、更に、インパクトの衝撃面の下端の地上高は、 $175 \pm 25$ mmであること。

インパクトは、3.2.1.2.1.に規定する方法により直線移動する台車に固定するか、

3.2.1.2.2.に規定する方法により振り子に取り付けられること。

#### 3.2.1.2.1. 台車を使用する場合の要件

- (1) 台車は剛性を有し、衝突により変形することのないものであること。
- (2) 台車は、衝突中拘束されるものであつてはならず、かつ、衝突後は推進力を有しないものであること。また、台車には、再衝突を防止するための制動装置を備えることができる。
- (3) 台車及びインパクトの総質量は、 $1,100 \pm 20$ kgであること。

### 3.2.1.2.2. 振り子を使用する場合の要件

- (1) 振り子及びインパクトと振り子の取り付け部は剛性を有し、衝突により変形することのないものであること。
- (2) 衝突面の中心と振子の回転軸との間の距離は5m以上であること。
- (3) 振り子の衝撃中心における換算質量〔Mr〕は、 $1,100 \pm 20\text{kg}$ であること。

ここで

$$Mr = M \times L / A$$

M：振り子の全質量〔kg〕

L：衝撃中心と回転軸間の距離〔m〕

A：振子の重心と回転軸間の距離〔m〕

- (4) 振り子には、二次衝突を防止するための制動装置を設けること。

### 3.2.2. 速度測定装置

3.2.3.の速度を測定するための速度測定装置は、インパクトの速度を真の値の1%以内の精度で測定できるものであること。

### 3.2.3. 試験自動車の状態

3.1.2.と同じとする。

### 3.2.4. 試験方法

自動車を試験場内に静止させ、インパクトを水平、かつ、車両中心面と平行な方向に $50 \pm 2\text{km/h}$ の速度で車両の後面に衝突させる。ただし、試験がこれよりも高速度で実施された自動車が要件に適合した場合、当該自動車は要件に適合しているものとする。この場合に、衝突時の車両中心面とインパクトの中心面との間隔は、300mm以下であること。また、衝突後、できるだけ速やかに各部より車外に流失又は滴下する燃料の量を、5分間測定する。圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、ガス容器内又はガス容器下流の最初の減圧弁の上流においてガスの圧力及び温度を、衝突を実施する直前と衝突60分後に測定する。

## 4. 判定基準

3.1.及び3.2.の試験を行ったとき、衝突後各部より車外に流失又は滴下する燃料の量は、最初の1分間で30g以下であり、かつ、5分間で150g以下であること。圧縮水素ガスを燃料とする自動車においては、次の手順で求められる水素ガス漏洩は、毎分131NL以下であること。

- (1) 測定された衝突を実施する直前と衝突60分後のガス容器内又はガス容器の下流の最初の減圧弁の上流のヘリウムのガスの圧力を $0^\circ\text{C}$ における圧力に換算する。

$$P_0' = P_0 \times \{273 / (273 + T_0)\}$$

$P_0'$ ：衝突を実施する直前のヘリウムのガスの圧力の $0^\circ\text{C}$ 換算圧力 (MPa abs)

$P_0$ ：衝突を実施する直前のヘリウムのガスの圧力測定値 (MPa abs)

$T_0$ ：衝突を実施する直前のヘリウムのガスの温度測定値 ( $^\circ\text{C}$ )

$$P_{60}' = T_{60} \times \{273 / (273 + T_{60})\}$$

$P_{60}'$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの圧力の0°C換算圧力 (MPa abs)

$P_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの圧力測定値 (MPa abs)

$T_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの温度測定値 (°C)

- (2) (1)で得られた衝突を実施する直前と衝突60分後のガス容器内又はガス容器の下流の最初の減圧弁の上流のヘリウムのガスの圧力の0°C換算圧力を用いて、衝突を実施する直前と衝突60分後の各々のガス密度を求める。

$$\rho_0 = -0.00621 \times (P_0')^2 + 1.72 \times P_0' + 0.100$$

$\rho_0$  : 衝突を実施する直前のヘリウムのガス密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$$\rho_{60} = -0.00621 \times (P_{60}')^2 + 1.72 \times P_{60}' + 0.100$$

$\rho_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガス密度 (kg/m<sup>3</sup>)

- (3) (2)で得られたガス密度を用いて、衝突を実施する直前と衝突60分後の各々のヘリウムのガス量を求める。ただし、内容積については、ガス容器内でヘリウムのガスの圧力を測定した場合はガス容器の内容積、ガス容器下流の最初の減圧弁上流でヘリウムのガスの圧力を測定した場合はガス容器とガス容器下流の最初の減圧弁上流までの間の内容積とする。

$$Q_0 = \rho_0 \times V \times (22.4/4.00) \times 10^{-3}$$

$Q_0$  : 衝突を実施する直前のヘリウムのガス量 (m<sup>3</sup>)

$V$  : 内容積 (L)

$$Q_{60} = \rho_{60} \times V \times (22.4/4.00) \times 10^{-3}$$

$Q_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガス量 (m<sup>3</sup>)

$V$  : 内容積 (L)

- (4) ヘリウムのガス漏洩率を求める。

$$\Delta Q = (Q_0 - Q_{60}) \times 10^3$$

$$R_{He} = \Delta Q / 60$$

$\Delta Q$  : 衝突60分後のヘリウムのガス漏れ量 (NL)

$R_{He}$  : ヘリウムのガス漏洩率 (NL/min)

- (5) ヘリウムのガス漏洩率を水素ガス漏洩率に換算する。

$$RH = 1.33 \times R_{He}$$

$RH$  : 水素ガス漏洩率 (NL/min)

#### 【本条の経緯】

▽別添16として新規追加〈平15・7・7告1002〉▽別添17に変更〈平15・9・26告1317〉▽1.改正/3.1.2.3.、3.1.2.4.後段追加/3.1.2.6.~3.1.2.8.追加/3.1.3.、3.2.4.、4.後段追加〈平17・3・31告386〉▽3.1.3.、3.2.4.改正〈平21・7・21告771〉

## 別添100 圧縮水素ガスを燃料とする自動車の燃料装置の技術基準

### 1. 適用範囲

この技術基準は、圧縮水素ガスを燃料とする自動車（二輪自動車及び側車付二輪自動車を除く。）の燃料装置（燃料電池自動車にあっては、水素システム、燃料電池システムその他の燃料及びそれによる発電に係る部分をいう。以下同じ。）に適用する。

### 2. 用語の定義

この技術基準における用語の定義は、保安基準第1条及び道路運送車両の保安基準の細目を定める告示第2条に定めるもののほか、次の2.1. から2.19. までに定めるところによる。

- 2.1. 「水素システム」とは、燃料電池自動車にあっては、ガス充填口から燃料電池スタックの入口までの水素ガスの充填、貯蔵及び供給に係る装置、燃料電池スタックの出口から入口へ戻る水素ガス循環流路の構成部品並びにそれらを制御する装置をいう。その他の自動車にあっては、ガス充填口から原動機までの水素ガスの充填、貯蔵及び供給に係る装置をいう。
- 2.2. 「燃料電池システム」とは、水素システム、空気供給システム及び燃料電池スタック並びにそれらを制御する装置からなる発電のためのシステムをいい、水素ガスと空気の加湿装置及び燃料電池スタックの温度調節装置も含まれる。
- 2.3. 「燃料電池スタック」とは、水素と酸素を反応させることにより直接に電気を発生させる装置をいう。
- 2.4. 「常用の圧力」とは、通常使用される圧力の中で最も高い圧力をいう。
- 2.5. 「圧力」とは、ゲージ圧力をいう。
- 2.6. 「容器元弁」とは、ガス容器に直接取り付けられ、ガス容器内の水素ガスの流出を遮断する弁をいう。
- 2.7. 「主止弁」とは、容器元弁のうち電磁的に作動することによりその弁から下流への水素ガスの供給を遮断する弁をいう。
- 2.8. 「容器逆止弁」とは、容器元弁のうちガス容器からガス充填口への水素ガスの逆流を防止する弁をいう。
- 2.9. 「容器安全弁」とは、ガス容器に直接取り付けられ、ガス容器内の水素ガスの温度が異常に上昇しガス容器が損傷するおそれがある場合に一回に限って作動し、水素ガスを放出する弁をいう。
- 2.10. 「容器附属品」とは、主止弁、容器逆止弁及び容器安全弁をいう。
- 2.11. 「過流防止弁」とは、ガス容器からの水素ガスの流量が異常に増加した場合に、自動的に水素ガスを遮断するか又は水素ガスの流量を調節する弁をいう。
- 2.12. 「減圧弁」とは、水素ガスの圧力を所定の圧力に制御する弁をいう。
- 2.13. 「安全装置」とは、減圧弁の二次側の圧力の著しい上昇を有効に防止する装置をいう。

- 2.14. 「圧力逃がし弁」とは、減圧弁の二次側の圧力が異常に上昇した場合に、その圧力を減じる弁をいう。
- 2.15. 「配管等」とは、水素ガスの流路の構成部品であって、燃料電池スタック、原動機、ガス容器及び容器附属品を除く部分をいう。
- 2.16. 「ガス充填口」とは、水素ガスをガス容器に充填するため、自動車に備えられた接続口をいう。
- 2.17. 「ガス充填弁」とは、充填時以外にガス充填口とガス容器の間の流路を遮断するための弁をいう。
- 2.18. 「パージ」とは、燃料電池システムの制御により、燃料電池システム内の水素を含むガスを外部へ排出すること(容器安全弁及び圧力逃がし弁による放出を除く。)をいう。
- 2.19. 「パージ・ガス排出部」とは、パージされたガスを排出するための排出口であって主に管形状をしたものをいう。

### 3. 要件

#### 3.1. 容器附属品

- 3.1.1. 容器附属品は、各ガス容器に直接取り付けられていなければならない。
- 3.1.2. 主止弁は、次の3.1.2.1.及び3.1.2.2.に適合するものでなければならない。
  - 3.1.2.1. 主止弁は、確実に作動するものであって、その作動による水素ガスの供給及び遮断は運転者席から操作できるものであること。
  - 3.1.2.2. 電磁的に作動するものであり、作動動力源の消失時には自動的に閉止するものであること。
- 3.1.3. 容器逆止弁は、常用の圧力から通常使用される最低の圧力までの圧力において逆流を止める性能を有するものでなければならない。
- 3.1.4. ガス容器の温度の異常な上昇により容器安全弁が作動した場合に放出される水素ガスの排出の方法は、次の3.1.4.1.から3.1.4.5.までに適合するものでなければならない。
  - 3.1.4.1. 客室内及び荷室内に直接排出しないこと。
  - 3.1.4.2. タイヤハウス内に向けて排出しないこと。
  - 3.1.4.3. 露出した電気端子、電気開閉器その他の着火源に向けて排出しないこと。
  - 3.1.4.4. 他のガス容器に向けて排出しないこと。
  - 3.1.4.5. 車両前方に向けて排出しないこと。

#### 3.2. 過流防止弁等

- 3.2.1. 次の3.2.1.1.から3.2.1.3.までのいずれかの過流を防止する装置を有していなければならない。
  - 3.2.1.1. 過流防止弁(主止弁又はその直近に備えられたものに限る。)
  - 3.2.1.2. ガス容器又は配管等の中の圧力を検知する装置と、その装置が圧力の異常な低下を検知した場合にガス容器からの水素ガスの供給を遮断する主止弁とからなる装置

- 3.2.1.3. ガス容器又は配管等の中の水素ガスの流量を検知する装置と、その装置が流量の異常を検知した場合にガス容器からの水素ガスの供給を遮断する主止弁とからなる装置
- 3.3. 減圧弁
  - 3.3.1. 減圧弁は、主止弁より上流に取り付けられていてはならない。ただし、減圧弁から大気へ連通している経路に遮断機能を有するもの又は大気へ連通する経路を有していないものにあつては、この限りでない。
- 3.4. 安全装置
  - 3.4.1. 減圧弁の二次側の圧力の著しい上昇を有効に防止することができる次の3.4.1.1.又は3.4.1.2.に適合する安全装置を有していなければならない。ただし、減圧弁の二次側にある全ての構成部品（二次側に別の減圧弁を有する場合にあつては、その減圧弁までにある全ての構成部品）が減圧弁の一次側の圧力に対する耐圧性能を有している場合にあつては、この限りでない。
    - 3.4.1.1. 減圧弁の二次側の圧力が常用の圧力を超えた場合に、減圧弁の二次側にある装置の耐圧以下の圧力で作動し、かつ、二次側の装置の保護に必要な放出流量を有する圧力逃がし弁
    - 3.4.1.2. 減圧弁の二次側の圧力を検知する装置と、その装置が常用の圧力を超えたことを検知した場合に減圧弁の二次側にある装置の耐圧以下の圧力で減圧弁の一次側の水素ガスの供給を遮断する弁とからなる安全装置
  - 3.4.2. 圧力逃がし弁から放出される水素ガスの排出の方法は、次の3.4.2.1.から3.4.2.3.までに適合するものでなければならない。
    - 3.4.2.1. 客室内及び荷室内に直接排出しないこと。
    - 3.4.2.2. タイヤハウス内に向けて排出しないこと。
    - 3.4.2.3. 露出した電気端子、電気開閉器その他の着火源に向けて排出しないこと。
- 3.5. ガス容器及び配管等
  - 3.5.1. ガス容器及び配管等は、取り外して水素ガスの充填を行うものであってはならない。
  - 3.5.2. ガス容器及び配管等は、客室及び荷室その他の換気が十分にされない場所に備えてはならない。ただし、ガス容器及び配管等が次の3.5.2.1.から3.5.2.3.までに適合する格納室（金属製のガス容器及び金属ライナを有するガス容器にあつては、容器附属品及びその接合部を格納するだけのものでもよい。）を有する場合にあつては、この限りでない。
    - 3.5.2.1. 別紙1「気密・換気試験」の1.による格納室の気密試験を行ったときに、ガス漏れがないこと。
    - 3.5.2.2. 漏洩した水素ガスを排出するよう換気口を備えるものであること。また、その排出の方法は、次の3.5.2.2.1.から3.5.2.2.3.までに適合するものであること。

- 3.5.2.2.1. 客室内及び荷室内に直接排出しないこと。
- 3.5.2.2.2. タイヤハウス内に向けて排出しないこと。
- 3.5.2.2.3. 露出した電気端子、電気開閉器その他の着火源に向けて排出しないこと。
- 3.5.2.3. 別紙1「気密・換気試験」の2.による格納室の換気試験を行ったときに、格納室内のガス濃度が90%低下するのに要する時間が、180s以内であること。
- 3.5.3. ガス容器及び配管等は、走行中に移動及び損傷を生じないように確実に取り付けられ、かつ、損傷を受けるおそれのある部分が適なおおいで保護されていなければならない。また、ガス容器の取付部の上下、左右又は前後の固有振動数が20Hz以下のものにあつては、当該上下、左右又は前後の方向に関し、次の3.5.3.1.又は3.5.3.2.を満足するものでなければならない。
- 3.5.3.1. 別添18「自動車燃料ガス容器取付部の技術基準」(適用範囲に係る部分を除く。)に適合すること。
- 3.5.3.2. 悪路走行を含む実走行による入力加速度を用いた計算方法等により、3.5.3.1.と同等以上の耐振動強度を有することが証明されたものであること。
- 3.5.4. 保安基準第17条第3項の規定が適用される自動車以外の自動車のガス容器及び容器附属品は、その最前端部から車両前端部までの車両中心線に平行な水平距離が420mm以上であり、かつ、その最後端部から車両後端部までの車両中心線に平行な水平距離が300mm以上である位置に取り付けられていなければならない。また、ガス容器の取付部は、常用の圧力でガス容器に圧縮水素ガスを充填した状態において、自動車の種類に応じ次の3.5.4.1.から3.5.4.3.までに掲げる走行方向の加速度により、破断しないものでなければならない。この場合において、加速度に係る要件への適合性は、計算による方法で証明されるものであつてもよい。
- 3.5.4.1. 貨物の運送の用に供する車両総重量3.5t未満の自動車  $\pm 196\text{m/s}^2$
- 3.5.4.2. 専ら乗用の用に供する乗車定員11人以上の自動車であつて車両総重量5t未満のもの又は貨物の運送の用に供する車両総重量3.5t以上12t未満の自動車  $\pm 98\text{m/s}^2$
- 3.5.4.3. 専ら乗用の用に供する乗車定員11人以上の自動車であつて車両総重量5t以上のもの又は貨物の運送の用に供する車両総重量12t以上の自動車  $\pm 64.7\text{m/s}^2$
- 3.5.5. 座席の地上面からの高さが700mm以下の自動車(専ら乗用の用に供する自動車であつて乗車定員10人以上のもの及びその形状が専ら乗用の用に供する自動車であつて乗車定員10人以上のものの形状に類する自動車、貨物の運送の用に供する自動車であつて車両総重量3.5tを超えるもの及びその形状が貨物の運送の用に供する自動車であつて車両総重量3.5tを超えるものの形状に類する自動車、三輪自動車、カタピラ及びそりを有する軽自動車、大型特殊自動車、小型特殊自動車並びに被牽引自動車を除く。)は、保安基準第18条第3項の規定に基づき協定規則第95号第3改訂版5.の規定への適合性を判断するために同規則による試験を行う場合には、3.5.5.1.及び3.5.5.2.の方法で同試験を行い、3.5.5.3.の基準を満足するものでなければならない。

- 3.5.5.1. 条件は、次の3.5.5.1.1.から3.5.5.1.4.までに掲げるものとする。
- 3.5.5.1.1. ガス容器は、規定の常用の圧力の90%を超えるようヘリウムが充填されていること。
- 3.5.5.1.2. 主止弁及びその下流の配管に装備されている水素ガスを遮断する弁等は、衝突の直前までは開放状態としておくこと。
- 3.5.5.1.3. 衝突時に自動的に主止弁その他の弁を閉止させて燃料の供給を遮断するシステムを備えない自動車にあっては、衝突後に主止弁その他の弁が閉止した場合、速やかにこれらの弁を開放状態とする。
- 3.5.5.1.4. 衝突時に自動的に主止弁その他の弁を閉止させて燃料の供給を遮断するシステムを備える自動車にあっては、このシステムが作動するように施されていても良い。衝突後、いずれかの弁が閉止してガス容器内の圧力の測定が妨げられる場合には、圧力を測定するときに、それを開放状態とするか、又は必要に応じて測定用の圧力センサ若しくは温度センサを取り付けるものとする。
- 3.5.5.2. ガス容器内又はガス容器の下流の最初の減圧弁の上流において、ガスの圧力及び温度を、衝突を実施する直前と衝突60分後に測定する。
- 3.5.5.3 次の3.5.5.3.1.から3.5.5.3.5.までの手順で求められる水素ガス漏洩率が毎分131NL以下であること。

- 3.5.5.3.1. 測定された衝突前と衝突60分後のガス容器内又はガス容器の下流の最初の減圧弁の上流のヘリウムのガスの圧力を0°Cにおける圧力に換算する。

$$P_0' = P_0 \times \{273 / (273 + T_0)\}$$

$P_0'$  : 衝突前のヘリウムのガスの圧力の0°C換算圧力 (MPa abs)

$P_0$  : 衝突前のヘリウムのガスの圧力測定値 (MPa abs)

$T_0$  : 衝突前のヘリウムのガスの温度測定値 (°C)

$$P_{60}' = P_{60} \times \{273 / (273 + T_{60})\}$$

$P_{60}'$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの圧力の0°C換算圧力 (MPa abs)

$P_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの圧力測定値 (MPa abs)

$T_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガスの温度測定値 (°C)

- 3.5.5.3.2. 3.5.5.3.1. で得られた衝突前と衝突60分後のガス容器内又はガス容器の下流の最初の減圧弁の上流のヘリウムのガスの圧力の0°C換算圧力を用いて、衝突前と衝突60分後の各々のガス密度を求める。

$$\rho_0 = -0.00621 \times (P_0')^2 + 1.72 \times P_0' + 0.100$$

$\rho_0$  : 衝突前のヘリウムのガス密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$$\rho_{60} = -0.00621 \times (P_{60}')^2 + 1.72 \times P_{60}' + 0.100$$

$\rho_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガス密度 (kg/m<sup>3</sup>)

- 3.5.5.3.3. 3.5.5.3.2. で得られたガス密度を用いて、衝突前と衝突60分後の各々のヘリウムのガス量を求める。ただし、内容積については、ガス容器内でヘリウムのガスの圧

力を測定した場合はガス容器の内容積、ガス容器下流の最初の減圧弁上流でヘリウムのガスの圧力を測定した場合はガス容器とガス容器下流の最初の減圧弁上流までの間の内容積とする。

$$Q_0 = \rho_0 \times V \times (22.4/4.00) \times 10^{-3}$$

$Q_0$  : 衝突前のヘリウムのガス量 (m<sup>3</sup>)

$V$  : 内容積 (L)

$$Q_{60} = \rho_{60} \times V \times (22.4/4.00) \times 10^{-3}$$

$Q_{60}$  : 衝突60分後のヘリウムのガス量 (m<sup>3</sup>)

$V$  : 内容積 (L)

3.5.5.3.4. ヘリウムのガス漏洩率を求める。

$$\Delta Q = (Q_0 - Q_{60}) \times 10^3$$

$$RHe = \Delta Q / 60$$

$\Delta Q$  : 衝突60分後のヘリウムのガス漏れ量 (NL)

$RHe$  : ヘリウムのガス漏洩率 (NL/min)

3.5.5.3.5. ヘリウムのガス漏洩率を水素ガス漏洩率に換算する。

$$RH = 1.33 \times RHe$$

$RH$  : 水素ガス漏洩率 (NL/min)

3.5.6. 容器附属品は、車両のその付近の最外側（後部を除く。）まで200mm以上である位置に取り付けられていなければならない。また、ガス容器の取付部は、常用の圧力でガス容器に圧縮水素ガスを充填した状態において、自動車の種類に応じ次の3.5.6.1.又は3.5.6.2.に掲げる走行方向に直角な水平方向の加速度により、破断しないものでなければならない。この場合において、加速度に係る要件への適合性は、計算による方法で証明されるものであってもよい。なお、3.5.5.が適用される自動車にあっては、3.5.6.1.の要件は適用せず、また、試験を実施する側については、容器附属品が車両のその付近の最外側（後部を除く。）まで200mm以上である位置に取り付けられていなくてもよい。

3.5.6.1. 専ら乗用の用に供する乗車定員9人以下の自動車又は貨物の運送の用に供する車両総重量3.5t未満の自動車  $\pm 78.4 \text{ m/s}^2$

3.5.6.2. 専ら乗用の用に供する乗車定員10人以上の自動車又は貨物の運送の用に供する車両総重量3.5t以上の自動車  $\pm 49 \text{ m/s}^2$

3.5.7. 配管の支持具の金属部分は、配管に直接接触するものであってはならない。ただし、配管が支持具にろう付け又は溶接されている場合は、この限りでない。

3.5.8. 両端が固定された配管は、中間の適当な部分が湾曲しているものであり、かつ、1m以内の長さごとに支持されていなければならない。

3.5.9. 排気管、消音器等によって著しく熱の影響を受けるおそれのあるガス容器及び配管等には、適当な防熱措置が施されていなければならない。また、直射日光を受けるガス容器にあっては、おおいその他の適当な日よけを有していなければならない。

- 3.6. ガス充填口
- 3.6.1. ガス充填口には、流出防止機能を有するガス充填弁が備えられていなければならない。
- 3.6.2. ガス充填口は、次の3.6.2.1.から3.6.2.3.までに掲げる基準に適合するものでなければならない。
- 3.6.2.1. ガス充填口は、充填の容易な位置に取り付けられていること。
- 3.6.2.2. ガス充填口は、客室及び荷室その他の換気が十分にされない場所に取り付けられていないこと。
- 3.6.2.3. ガス充填口は、露出した電気端子、電気開閉器その他の着火源から200mm以上離れていること。
- 3.7. 配管等の気密性能等
- 3.7.1. 配管等は、常用の圧力で外部に対して気密性を有する耐久性のある堅ろうなものであり、かつ、別紙1「気密・換気試験」の3による配管等の気密試験を行ったときに、ガス漏れがないものでなければならない。
- 3.7.2. ガス充填弁からガス容器の下流の最初の減圧弁までの間の配管等は、3.7.1.によるほか、水素脆性を考慮した常用の1.5倍以上の耐圧性能を有する耐久性のある堅ろうなものでなければならない。
- 3.8. パージ
- 3.8.1. 燃料電池システムからパージされた水素を含むガスを大気中に排出する燃料電池自動車にあっては、パージされたガスが水素濃度4%を超えて大気中へ排出され又は漏れてはならない。
- 3.8.2. 燃料電池システムからパージされた水素を含むガスを大気中に排出する燃料電池自動車にあっては、パージされたガスの大気中への排出時の水素濃度に関し、別紙2「パージされたガスの排出時の水素濃度の測定」に定める方法により求めた最大水素濃度が4%を超えないものでなければならない。
- 3.9. 水素ガス漏れ検知等
- 3.9.1. 主止弁から燃料電池スタック（燃料電池自動車以外の自動車にあっては原動機）に至る構成部品（一体形成の配管を除く。）を設置している区画内の上部付近等検知しやすい位置には、水素ガス漏れを検知する装置（以下「水素ガス漏れ検知器」という。）を少なくとも一個装備していなければならない。ただし、次の3.9.1.1.又は3.9.1.2.に該当する構造にあっては、この限りでない。
- 3.9.1.1. 主止弁から燃料電池スタック（燃料電池自動車以外の自動車にあっては、原動機）に至る構成部品（一体形成の配管を除く。）が、上方に十分開放された空間に配置されている構造
- 3.9.1.2. 主止弁から燃料電池スタック（燃料電池自動車以外の自動車にあっては、原動機）に至る構成部品（一体形成の配管を除く。）から漏れた水素ガスを滞留することなく、

次の3.9.1.2.1.から3.9.1.2.3.までに掲げる方法により大気中に導く構造となっており、かつ、その経路の適切な位置に水素ガス漏れ検知器が少なくとも一個装備されている構造

- 3.9.1.2.1. 客室内及び荷室内に導くものでないこと。
- 3.9.1.2.2. タイヤハウス内に向けて導くものでないこと。
- 3.9.1.2.3. 露出した電気端子、電気開閉器その他の着火源に向けて導くものでないこと。
- 3.9.2. 水素ガス漏れ検知器により水素ガス漏れを検知した場合に、運転者に水素ガスが漏れていることを警報する装置を備えなければならない。
- 3.9.3. 水素ガス漏れ検知器により水素ガス漏れを検知した場合に、水素ガスの供給を遮断する装置を備えなければならない。
- 3.9.4. 警報装置は、運転者が容易に確認できる位置に備えなければならない。
- 3.9.5. 水素ガス漏れ検知器、運転者への警報及び水素ガスの供給を遮断する装置は、別紙3「水素ガス漏れ検知器等の試験」による試験を行ったときに、水素ガスを検知し、警報装置が作動し、及び水素ガスの供給を遮断するものでなければならない。なお、複数の水素システムを備えている自動車にあつては、水素ガス漏れが生じている水素システムの水素ガスの供給を遮断するものでよい。
- 3.9.6. 水素ガス漏れ検知器に断線又は短絡が生じたときに運転者席の運転者に警報する装置を備えなければならない。
- 3.10. 圧力計及び残量計
- 3.10.1. 運転者席には、最初の減圧弁の一次側の圧力を指示する圧力計又は最初の減圧弁の一次側の圧力にガス温度による補正を加えて算出した水素ガスの残量を示す残量計を備えなければならない。

## 別紙1

## 気密・換気試験（本技術基準3.5.2.1.、3.5.2.3.及び3.7.1.関係）

## 1. 格納室の気密試験

## 1.1. 試験用ガス

試験用ガスは、ヘリウム又は二酸化炭素とする（下記2.においても同様とする）。

## 1.2. 試験方法

1.2.1. 格納室の換気口に試験用ガス導入ホース、検知器用ホース及び圧力計用ホースを挿入し、当該換気口を完全密閉する。

1.2.2. 格納室に試験用ガスを吹き込み、容器格納室の内圧を10kPaにした後、5分間その状態を保つ。

1.2.3. その後、格納室の各シール部分について、ガス検知器によりガス漏れの有無を検知する。

## 2. 格納室の換気試験

## 2.1. 試験方法

1.2.の試験終了後、すべての換気口を解放し、その後の格納室内の試験用ガスの濃度変化を30秒毎に計測する。この計測は、20分間又はガス濃度が0%になるまで行う。

## 3. 配管等の気密試験

3.1. 停車状態であり、かつ、配管等に圧力がかかった状態を維持し、高圧部から燃料電池スタック（燃料電池自動車以外の自動車にあつては、原動機）に至るまでの配管等の確認可能な個所についてガス検知器又は検知液（石けん水等）を用いて水素ガス漏れの有無を検知する。

## 別紙2

## パージされたガスの排出時の水素濃度の測定（本技術基準3.8.2.関係）

## 1. 測定装置

水素濃度を測定する装置（本別紙中において「測定装置」という。）は、下表に定める能力を有する接触燃焼式水素検知器又は同等の性能を有するものであること。

表 接触燃焼式水素検知器の能力

項目	能力
検知範囲	水素濃度0～4%
水素濃度の読み取り	水素濃度0.1%程度まで最小読み取りが可能であること
指示誤差	水素濃度±0.2%以下
計測間隔	100ms以下

## 2. 測定場所

風の影響が少ない場所とする。

## 3. 測定方法

## 3.1. 測定の準備

- 3.1.1. 試験自動車の燃料電池システムは、十分暖機されていること。
- 3.1.2. 測定装置は、使用開始前に十分暖機する。
- 3.1.3. 測定装置の計測部を、パージされたガスの流れの中心線上であって、パージ・ガス排出部から100mm以内のなるべく近い位置に設置する。
- 3.1.4. 測定中に燃料電池システムが自動的に停止する場合は、燃料電池システムが停止しないような処置を施すこと。

## 3.2. 測定

次の3.2.1.及び3.2.2.の手順によりパージを行わせ、その間の水素濃度を測定する。

- 3.2.1. 試験自動車は停車状態で、キースイッチを回して燃料電池システムを始動後、1分間以上放置し、再びキースイッチを停止し、その間の水素濃度を測定する。
- 3.2.2. キースイッチ停止後、パージが終了するまで水素濃度を測定する。

## 4. 最大水素濃度

最大水素濃度は、測定された水素濃度の最大値に測定装置の指示誤差を加えたものとする。

## 別紙3

## 水素ガス漏れ検知器等の試験（本技術基準3.9.5.関係）

## 1. 試験条件

## 1.1. 試験自動車

試験自動車は、次の1.1.1.及び1.1.2.に掲げる状態とする。

1.1.1. 試験用ガスを放出させるために必要な場合を除き、ボンネット・フード及び荷室の蓋、扉等は閉じていること。

1.1.2. 試験に影響を与えるおそれのある部品以外の部品は正規のものでなくてもよい。

## 1.2. 試験用ガス

空気に水素を混合した水素濃度3.9%±0.1%のガスを用いる。

## 1.3. 試験場所

風の影響が少ない場所とする。

## 2. 試験方法

## 2.1. 試験の準備

2.1.1. 試験自動車が燃料電池自動車の場合にあつては、燃料電池システムを起動するとともに、試験自動車は暖機された停車状態とする。試験自動車が燃料電池自動車以外の自動車の場合にあつては、暖機されたアイドリング状態とする。

2.1.2. 水素ガス漏れ検知器に確実に試験用ガスを吹きつけるために必要な場合には、次の2.1.2.1.から2.1.2.3.までの措置を実施してもよい。

2.1.2.1. 水素ガス漏れ検知器に試験用ガス導入ホースを取り付ける。

2.1.2.2. 水素ガス漏れ検知器周辺にガスを滞留させる手段を講ずる。

2.1.2.3. 水素ガス漏れ検知器を取り外す。

2.1.3. 燃料電池自動車にあつては、試験中に燃料電池システムが自動的に停止する場合は、燃料電池システムが停止しないような処置を施すこと。また、試験自動車が燃料電池自動車以外の自動車であつて、自動的にアイドリングを停止する機能を備える場合は、原動機が停止しないような措置を施すこと。

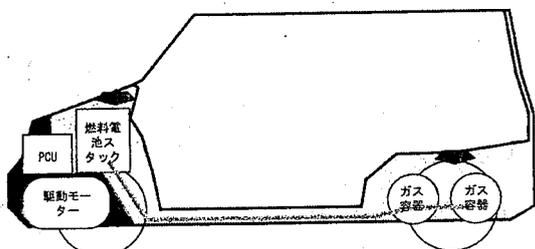
2.1.4. 水素ガスの供給を遮断する装置の作動状況を確認できないものにあつては、遮断弁の動作信号又は供給電力をモニタすることにより確認してもよい。

## 2.2. 試験

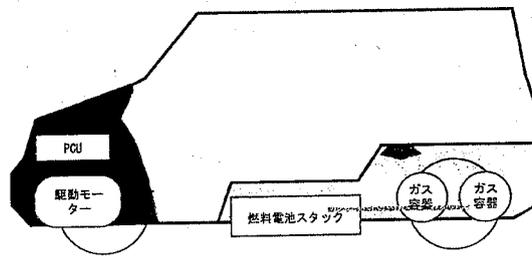
水素ガス漏れ検知器に試験用ガスを吹きつける。

(参考) 燃料電池自動車の水素ガス漏れ検知器の装備例 (本技術基準3.9.1.関係)

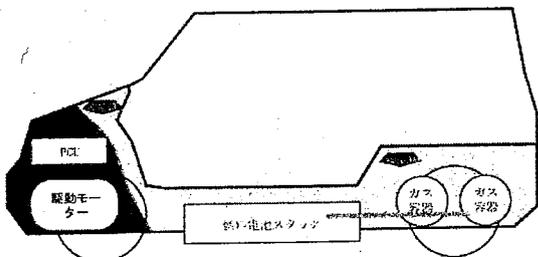
	モータールーム		水素ガス漏れ検知器
	車体 (客室及び荷物)		配管等
	水素構成部品 (主止弁から燃料電池スタックに至る構成部品 (一体成形の配管を除く。)) を設置している区画		出力コントロール・ユニット



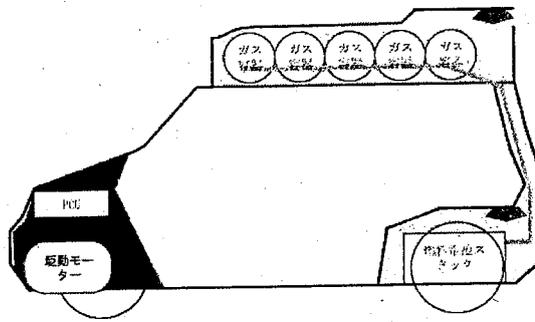
(1) 水素構成部品がモータールームと車体床下に配置されている例



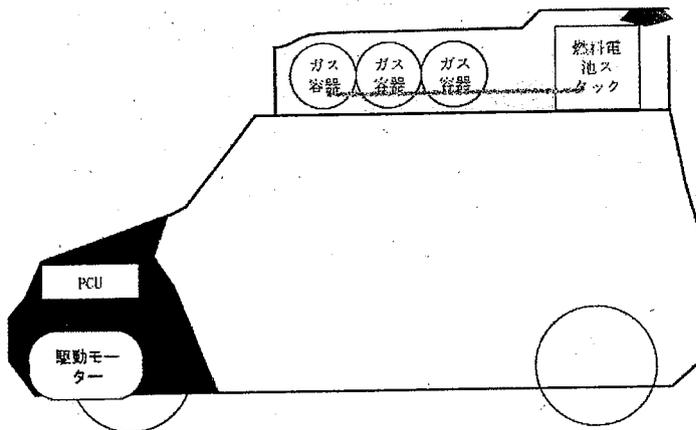
(2) 水素構成部品がモータールームとは隔離されている車体床下に配置されている例



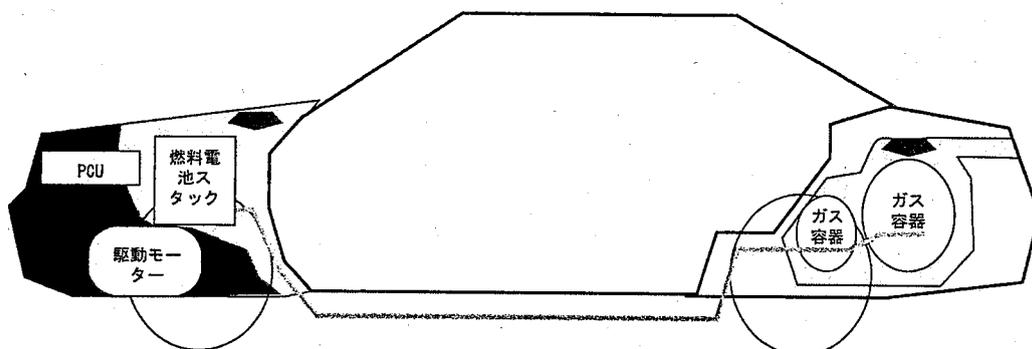
(3) 水素構成部品が車体床下に配置されている例 (上部が2つある例)



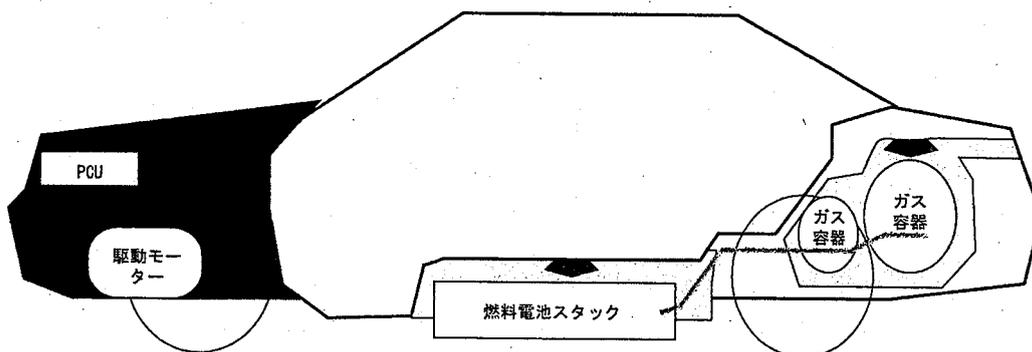
(4) 水素構成部品が屋根と車体床下とに配置されている例



(5) 水素構成部品が屋根に配置されている例



(6) 水素構成部品がモータールームと荷室内の格納室に配置されている例



(7) 水素構成部品が車体床下と荷室内の格納室に配置されている例

【本条の経緯】

▽新規追加<平17・3・31告386>▽3.5.5. 改正<平23・6・23告670>

## 燃料電池船の暫定安全ガイドライン策定に係る安全要件

水素燃料電池船の暫定安全ガイドラインの策定に向けて、船舶及び燃料電池等の対象範囲を定めた上で、燃料電池船に係る各システムの安全要件を検討する。

**1. 対象範囲**

船舶及び燃料電池等については、表 1 のとおり対象範囲を定めて、安全要件を検討する。

表 1：対象範囲の詳細

項目	対象範囲
船舶	総トン数 20 トン未満の小型船舶 (小型旅客船を含む)
電源	燃料電池と 2 次電池を利用したハイブリッド型の電源供給システム
燃料電池の型	PEFC 型
船舶への水素供給方法	移動式水素ステーション若しくは持ち運び式水素ポンペにより供給 ※圧力範囲は指定しない。
水素の形態	純水素（圧縮気体）を使用
酸素の供給方法	大気から供給
航行区域	平水区域

※なお、燃料電池の出力は、小型船舶における総トン数及び船内スペースにより、設置する燃料電池の大きさ・重量の制約を受けるため、対象範囲を限定しない。

なお、燃料電池関係の機器構成のイメージについて、図1に一例を示す。  
但し、必要機器及び配置等については、この限りではない。

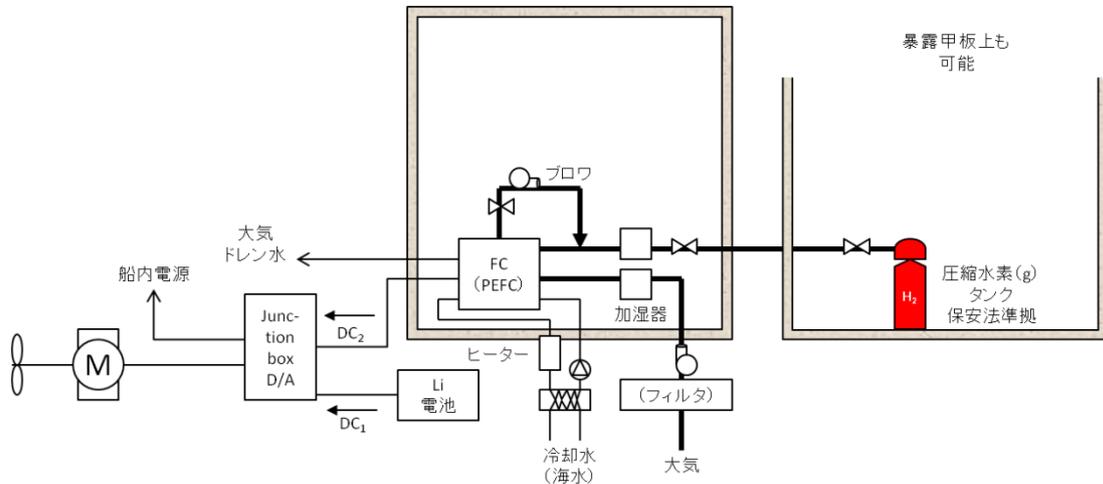


図1：燃料電池に係る機器のイメージ図

## 2. 安全要件等

### (1) 安全要件

燃料電池船に係る各システムについて、それぞれの安全要件を示す。

#### ① 動力源発生装置（水素燃料電池）

##### 【構造】

- 燃料電池及び関連機器（加湿器、空気圧縮機、排水設備、冷却水装置）は、塩害及び振動に耐えられるものであること。
- ※冷却水装置について、燃料電池が損傷した場合、水素が漏洩し、冷却水装置に水素が移動してくる可能性があるため、関連機器とする。

##### 【配置】

- 燃料電池及び関連機器（加湿器、空気圧縮機、排水設備）は、独立した区画内に設置する。
- 区画の上部は、水素が滞留しない構造とする。
- 通風装置（30回/h及び無火花構造）を区画の上部に設置する。  
※無火花構造：防爆構造であり、IBCコードに準拠
- 燃料配管は、フランジ継手を使用してはならない。また、最高使用圧力の1.5倍の耐圧性能を有すること。
- 大気、ドレン水管の開口部は、暴露部の安全な場所に設ける。
- 同区画は、暴露部から直接出入りする構造であること。  
※居住区から同区画へ直接出入りできる構造としないようにする

##### 【保護】

- 水素ガス検知器を設置する。
- 緊急遮断弁を設置する。また、緊急遮断弁が作動して、管内に水素ガスが残留した場

合、残留した水素ガスを排出するための設備を保有すること（NK 鋼船規則 N 編を準用する）。

- ・区画内の水素濃度が約 1.2%（30%LEL）を超えた場合、区画内の電気設備の使用を停止するよう措置を講じる。
- ・煙式火災探知機を設置する。
- ・区画内に消火設備を設置する。  
※他の設備に火炎伝播しないようにするため、消火設備を設置する必要あり
- ・高圧ガス部分の管の肉厚は、NK 鋼船規則 N 編を準用する。

## ② 燃料供給装置（水素タンク及び供給ライン）

### 【構造】

- ・水素タンクは、温度を 40 度以下に維持し、塩害及び振動に耐えられるものであること。

### 【配置】

- ・水素タンクは燃料電池設置区画に隣接する独立した区画内に設置する。ただし、暴露甲板上に設置する場合は、塩害に耐えられるものであること。
- ・区画の上部は、水素が滞留しない構造とする。
- ・通風装置（30 回/h 及び無火花構造）を区画の上部に設置する。  
※無火花構造：防爆構造であり、IBC コードに準拠
- ・燃料配管は、フランジ継手を使用してはならない。また、最高使用圧力の 1.5 倍の耐圧性能を有すること。
- ・水素タンクは、常用危険物の規定（危険物船舶輸送及び貯蔵規則）を準用する。

### 【保護】

- ・水素ガス検知器を設置する。
- ・緊急遮断弁を設置する。また、緊急遮断弁が作動して、管内に水素ガスが残留した場合、残留した水素ガスを排出するための設備を保有すること（NK 鋼船規則 N 編を準用する）。
- ・区画内の水素濃度が約 1.2%（30%LEL）を超えた場合、区画内の電気設備の使用を停止するよう措置を講じる。また、区画内の電気設備を水素防爆型とする。
- ・水素タンクを衝突及び衝撃から保護するよう措置する。
- ・煙式火災探知機を設置する。
- ・区画内に消火設備を設置する。  
※他の設備に火炎伝播しないようにするため、消火設備を設置する必要あり
- ・水素タンクは、高圧ガス保安法に準拠する。
- ・高圧ガス部分の管の肉厚は、NK 鋼船規則 N 編を準用する。

## ③ 動力源としての安定供給装置（蓄電池への充放電設備、回生電力への措置（回生抵抗等）等）

- ・電力の安定供給を確保できるよう措置する。
- ・蓄電池については、小型船舶安全規則を適用する。

#### ④ 推進装置への給電装置

- ・電力の安定供給を確保できるよう措置する。
- ・小型船舶安全規則を適用する。
- ・電気推進船に関する機器は、NK 鋼船規則 H 編第 5 章（設備の冗長性に関わる要件を除く）を準用する。

#### (2) マニュアル作成

運航管理者は、燃料電池及び関連機器の健全性を確保できるよう、運用及びオペレーションマニュアルを作成して、船内に備え置くこと。



発行 一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052

東京都港区赤坂2丁目10番9号 ラウンドクロス赤坂

TEL : 03-5575-6425 (総務部)

03-5575-6427 (連携ユニット)

FAX : 03-5114-8941

URL : <http://www.jstra.jp/>

---

本書の無断転載・複写・複製を禁じます