

家庭用燃料電池設備に係る技術基準に関する規制見直し (熱交換器後の排気ガスが通ずる部分の配管材料の規制緩和要望に対する対応)

平成24年12月4日
商務流通保安グループ
電力安全課

1. はじめに

電気工作物となる燃料電池設備に使用する材料や構造等は、電気事業法に基づく発電用火力設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第51号。以下「火力設備の技術基準」という。）に適合する必要がある。

先般、一般社団法人日本ガス協会（以下「ガス協会」という。）から、家庭用燃料電池設備において、熱交換後の排気ガスが通ずる部分の配管材料を現行の不燃材に加え、難燃材も可とする規制緩和要望があり、政府として安全性に係る技術的確認が得られ次第、見直しを行う旨、閣議決定している（「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」（平成24年4月3日））。

今般、ガス協会へのヒアリング等を通じ、本要望について安全性に係る技術的データ等が揃ったことから検討を行い、本要望による見直しを行っても安全性は確保されるとの結論に至った。

2. 現行技術基準の概要

一般用電気工作物（主に家庭用）の燃料電池設備において、燃焼ガスを通ずる部分（熱交換器、配管等）の材料には、不燃材の使用が要求されている。

これは、一般用電気工作物の場合、事業用電気工作物と異なり、電気事業法上の工事計画届出、使用前自主検査・溶接事業者検査・定期事業者検査やボイラー・タービン主任技術者の選任義務等の保安規制が免除されており、基本的にメンテナンスフリーの設備となっていることから、技術基準において、一般家庭用等その使用形態等をかんがみて、保安上必要な部分については、事業用電気工作物に要求される技術基準よりも上乗せ規制されているためである。

なお、火力設備の技術基準では、難燃性及び不燃性の定義が定められていないものの、「電気設備の技術基準の解釈について」において、「難燃性」は炎を当てても燃え広がらない性質、「不燃性」は難燃性のうち、炎を当てても燃えない性質と定められている。

<火力設備の技術基準>

第六章 燃料電池設備（燃料電池設備の材料）

第三十条 燃料電池設備（ポンプ、圧縮機及び液化ガス設備を除く。次条において同じ。）に属する容器及び管の耐圧部分に使用する材料は、最高使用温度において材料に及ぼす化学的及び物理的影響に対し、安全な化学的成分及び機械的強度を有するものでなければならない。

2 燃料電池設備が一般用電気工作物である場合には、燃焼ガスを通ずる部分の材料は、不燃性及び耐食性を有するものでなければならない。ただし、ダイヤフラム、パッキン類、シール材その他の気密保持部材にあつては、難燃性及び耐食性を有することをもって足りる。

3 燃料電池設備が一般用電気工作物である場合には、電装部近傍に充てんする保温材、断熱材その他の材料は難燃性のものでなければならない。

3. 規制緩和要望とその対応方針

(1) 規制緩和要望

① 要望内容

排熱回収熱交換器の下流側は、不燃材ではなく、コストダウンが可能な難燃材でも可とする緩和を要望

② 要望の背景、具体的内容

第30条第2項において、「燃焼ガスを通ずる部分の材料は、不燃性及び耐食性を有するものでなければならない」と規定されているが、具体的には排熱回収熱交換器の下流は排ガス温度（※）が低いにもかかわらず、不燃性及び耐食性の採用が規定されており、コストアップの要因となっている。

（※）排ガス温度は、50℃程度

下流側について現在使用している不燃材（ステンレス、鉄板など）から難燃材（樹脂、ポリプロピレンなど）にすることで数万円のコストダウン効果が見込まれる。

（内閣府規制・制度改革に関する分科会第2ワーキンググループ（エネルギー）（第3回）（平成24年1月12日）ガス協会提出資料より抜粋）

(2) 政府の対応方針

（エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針（平成24年4月3日閣議決定））

① 規制・制度改革の内容

家庭用燃料電池の技術基準につき、事業者の意見を踏まえ、安全性に係る技術的確認が得られ次第、見直しを行う。

② 実施時期

平成24年度検討開始、結論を得次第措置

4. 検討の視点

現行の火力設備の技術基準における燃焼ガスを通ずる部分の材料に係る規定については、一般家庭用等の使用形態や設備の構造上のリスク等を考慮して規定されているもの。

このため、以下の視点にて、検討を行うこととする。

(1) 使用形態及び構造上のリスクの把握

(2) (1)を踏まえた上で、事故発生防止の観点から、不燃材から難燃材に変更した場合の安全性評価

(3) 仮に、排気ガス配管が破損等した場合の事故拡大防止・影響緩和措置等に係る安全性評価

5. 検討内容

4. 検討の視点に沿って以下のとおり、検討を行った。

(1) 使用形態及び構造上のリスクの把握

① 家庭用燃料電池設備のしくみと今回規制緩和対象となる部位の把握

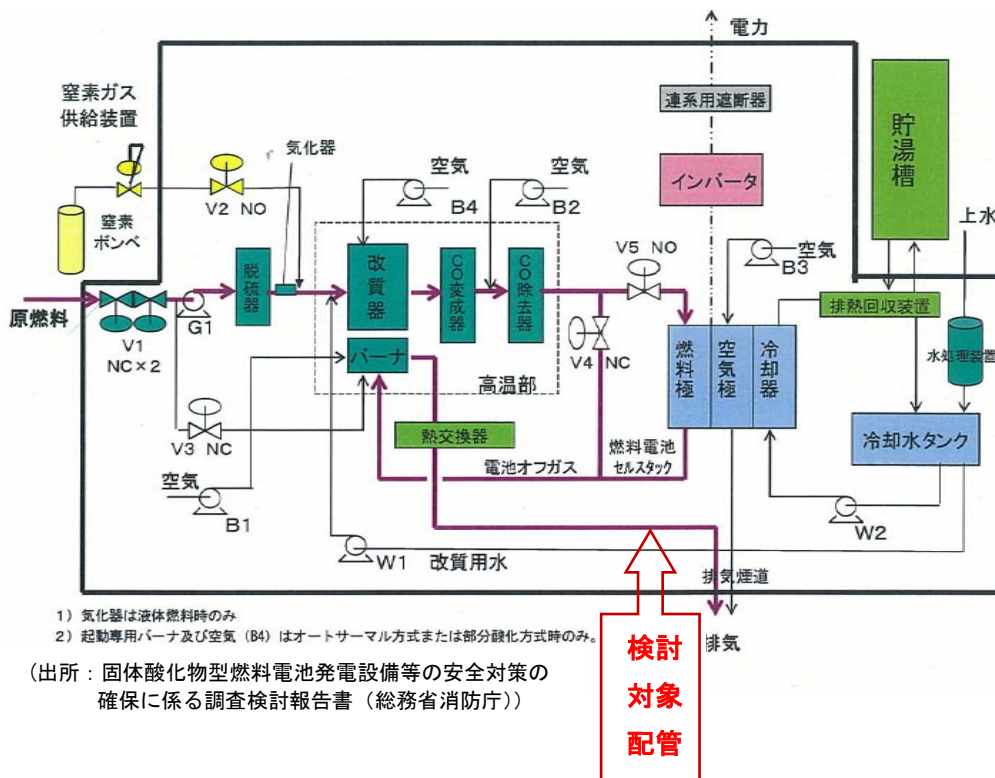
家庭用燃料電池設備は、原料である都市ガスや液化石油ガス（LPG）から水素を取り出し、その水素と空気（酸素）とを化学反応させて、電気と水（水蒸気）を作り出すシステムである。電気はインバーターで交流電気に変換され、水（水蒸気）は、排熱回収熱交換器（以下、単に「熱交換器」という。）にて熱交換を行うことにより、上水や貯湯槽の別ラインからの水をお湯に暖め、家庭等へ供給される。

具体的には、都市ガスやLPGを改質器内で水蒸気と反応させて水素を取り出し、燃料電池セルスタック内の燃料極に送る。その際、炭素も改質器で二酸化炭素となり、同時に燃料極に送られる。一方、当該セルスタック内の空気極に空気中の酸素を取り込むことにより、水の電気分解の逆の化学反応が生じ、電気と水（水蒸気）が発生する。その際、当該セルスタックで化学反応仕切れなかった余剰分の水素、酸素及び二酸化炭素が、電池オフガスとして燃焼部に送られる。今回対象となっている排気ガスは、当該燃焼部（バーナ）で水素と酸素が燃焼する過程で発生するもの（主成分は二酸化炭素及び水蒸気）である。

今回規制緩和の検討を行う対象配管は、当該排気ガスが排熱回収の熱交換器を出てから排気口出口（排出口）で排出されるまでをつなぐ配管である（図1参照）。

なお、家庭用燃料電池設備には、水の電気分解の逆反応を推進する機能として、燃料極と空気極の間に電解質という物質が存在し、当該電解質に高分子膜（フッ素系樹脂）を使用する固体高分子型燃料電池（PEFC）、酸化物セラミックス（安定化ジルコニアなど）を使用する固体酸化物型燃料電池（SOFC）の2種類がある。

図1 家庭用燃料電池のしくみ【固体高分子型燃料電池（PEFC）の例】



② 設置場所

現在、戸建住宅の設置スペースの確保できる玄関先や住宅脇など、全て屋外に設置されている。今後、集合住宅への設置が見込まれるが、ベランダ、メーターボックス内、廊下、アルコーブ等の屋外設置が想定されている。

【使用例】



(出所：東京ガスライフバルホームページ、サイセンホームホームページ)

③ 使用上及び構造上のリスク

今回対象となる排気ガス配管は、燃焼部で燃焼後に作られた排気ガスが、熱交換器を介した後に通ずる配管であることから、当該排気ガスが高温であった場合は、排気ガスに曝されている当該配管において、破損・火災等が発生するおそれがある。

また、仮に、当該排気ガスが破損等した配管から燃料電池ユニット内(筐体)に充満・滞留した場合には、高温の排気ガスによる火傷をはじめ、ユニットそのものが破損等に至るリスクが存在することになる。

(2)不燃材から難燃材に変更した場合の安全性評価

① 不燃材と難燃材の性能の違い

前述のとおり、電気事業法¹では、「難燃性」は炎を当てても燃え広がらない性質、「不燃性」は難燃性のうち、炎を当てても燃えない性質と定めている。また、建築基準法²では、「難燃材料」の定義として、通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後5分間は、燃焼しないこととされている。

② 難燃材適用要望箇所における破損等の安全性評価

現在設置されている家庭用燃料電池設備における検討対象の熱交換器出口の排気ガス温度について、ガス協会が行った現行の運転状況の測定結果は以下のとおり。

¹ 電気設備の技術基準の解釈第1条第三十二号及び第三十四号で規定。

² 建築基準法施行令第1条第六号で規定。

(i) 発電時

国内メーカー3社の最新機種による熱交換器出口の排気ガス温度の測定結果は表1のとおり。いずれの機種でも100℃を大きく下回ることが確認された。

表1 排気ガス温度測定結果³

燃料電池種類	PEFC		SOFC
	A社	B社	C社
排気ガス温度	57.6℃*	33.8℃	38.4℃

* ; 環境温度45℃で測定した結果 (他は室温で測定)

(ii) 起動時

図2のように、過去において導入された機種には、起動時に一時的に排ガス温度が100℃を超える機器もある。しかし、設計段階において、排熱回収装置に冷却水を導入するタイミングを制御することで高温防止の制御を組み込むことが可能としており、最新の機器では、そのような制御を取り入れていることから、起動時の温度上昇はほとんど見られていない(図3参照)。

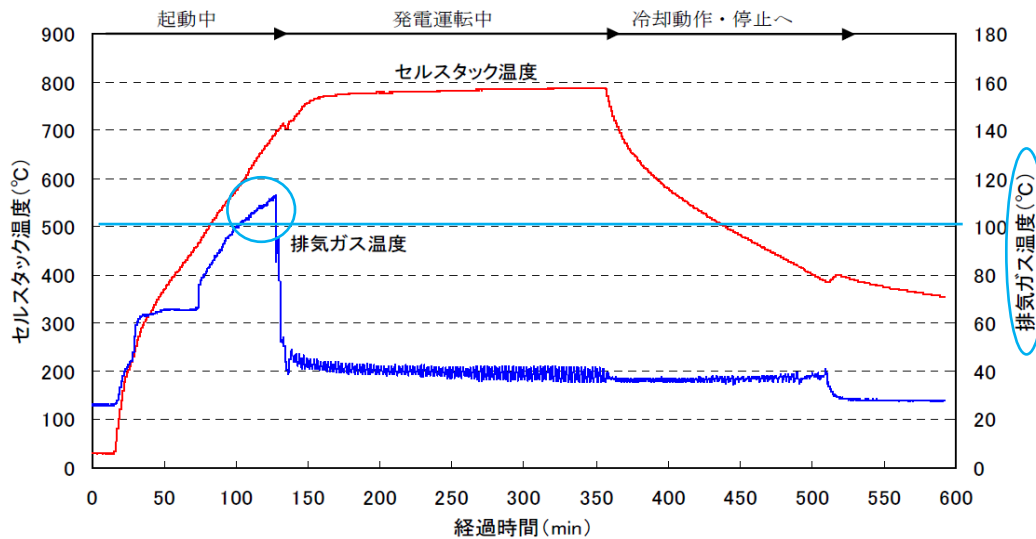


図2 起動から停止までの排ガス温度の推移

(平成17~21年度 「NEDO 水素社会構築共通基盤整備事業 定置用燃料電池システムに係わる規制再点検及び標準化のための研究開発」にて取得したデータ)

³ 実際の機器には排気ガス温度測定用のセンサーが設置されていないので、これらの値は排気ガスの配管の外側に温度センサーを取り付けて測定したものの。

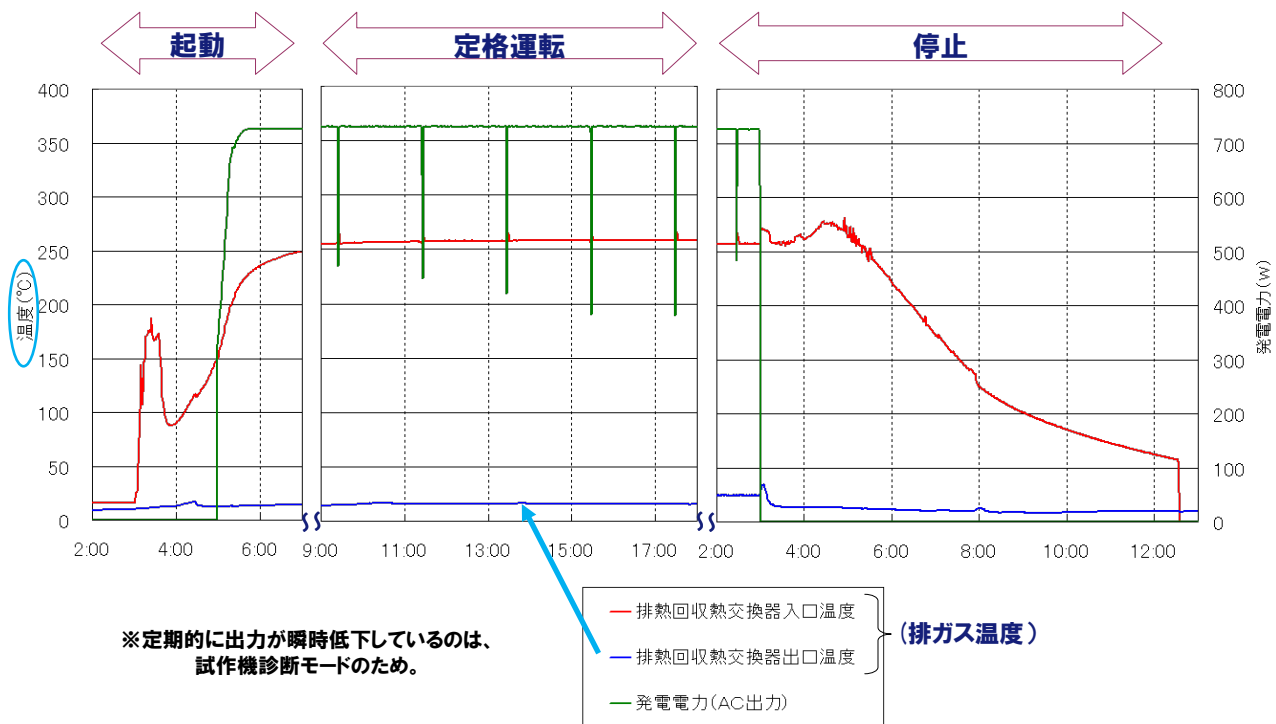


図3 起動から停止までの排ガス温度の推移（平成23年度に測定した最新機器でのデータ）

（ガス協会提供）

また、起動時に排気ガス温度が100℃を超えることがあったとしても、一時的なものであることから、難燃材が燃焼等するような環境には至らないと考えられる。

以上の測定結果及び機器の設計から、熱交換器出口の排気ガスの温度は、起動時、定格運転時及び停止時を通じて、著しい高温が継続されることはなく、当該排気ガスが通ずる配管が常に高温に曝されることは考えられない。

さらに、排気ガスは、電池オフガス（主に水素と酸素）が燃焼部で燃焼したもので、その主成分は二酸化炭素及び水蒸気であることから、毒性がなく不燃性である。

以上、現行の家庭用燃料電池設備の測定結果及び機器の設計から、熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管に係る材料については、現行技術基準で規定されている不燃材から難燃材に変更したとしても、難燃材が破損等する可能性は相当低く、リスクは小さいと考えられる。

しかしながら、今後、家庭用燃料電池設備として、国内外を問わず様々な機種を導入も想定される。今回の現行機種での検討結果では、排気ガスによる著しい高温が継続されることはなく、排気ガスが通ずる配管が常に高温に曝されることはないことが確認されたものの、今後の多種多様な機種の導入を考慮すれば、排気ガス温度が一定の温度以下となるものに限りに、当該排気ガスが通ずる配管に係る材料について、難燃材を適用できるとすることの方が適当と考える。この場合の排気ガスの温度については、現在家庭用燃料電池設備の中で既に使用されている難燃材のパッキン、シール材等の耐熱温度(140℃以上)（表2参照）等を考慮すれば、120℃程度が適当と考えられる。

表2 難燃材のパッキン、シール等の耐熱温度の例

(参考)

部 材 名	パッキン	Ｏリング	シール材	(難燃材排気ガス配管の候補例 ⁴⁾)
使用箇所 ⁵	排ガス配管の空気流入止めバルブ等	排ガス排出口	排ガス配管の継ぎ目等	・自動車排ガス処理装置部品等 ・自動車の断熱材等
メーカー	a社	a社	b社	c社
耐熱温度	140℃	220℃	260℃	150~200℃
材 質	エフレン・フロン・シリコンゴム	フッ素ゴム	フッ素樹脂	・ポリフェニレンサルファイト ・エフレン・フロン・シリコンゴム (ガス協会提供)

(3) 難燃材が破損等した場合の事故拡大防止・影響緩和措置等に係る安全性評価

次に、仮に、熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管が破損等し、当該排気ガスが燃料電池ユニット内（筐体）に充満・滞留した場合には、排気ガスによる火傷をはじめ、ユニットそのものが破損等のおそれと考えられる。このため、排気ガス配管が破損等した場合の事故拡大防止及び事故影響緩和措置等に係る安全性評価を行った。

① ガスの漏えい対策等

火力設備の技術基準⁶において、燃料ガスを対象としたガスの漏えい対策が義務付けられており、換気ファン又はそれに代わる滞留防止措置が講じられている。本措置を講じることにより、同時に、当該排気ガスの漏えい対策を講じることになる。なお、排気ガスは毒性がなく、不燃性であることから、漏えいに伴う被害は小さい。

② 運転中の異常による危害防止対策

排気ガスの温度は十分に低いものであるが、仮に高温の排気ガスが漏洩して筐体内温度が上昇した場合など運転中に異常を検知したときには、火力設備の技術基準⁷において義務付けられているインターロック機構などの「自動的かつ速やかに」停止する措置が既に講じられている。

③ 火傷の防止

火力設備の技術基準⁸において、既に火傷防止対策が義務付けられており、家庭用燃料電池設備は、排出口近くの見やすい箇所に火傷のおそれがある旨の表示等の措置が講じられていること、排気ガスの温度自体が高いものでないことから、排気ガスが筐体内に充満・滞留することにより火傷に至るリスクは小さいと考えられる。

⁴他用途における使用事例。

⁵家庭用燃料電池設備の中で既に使用されている難燃材の使用例。

⁶火力設備の技術基準第33条で規定。

⁷火力設備の技術基準第34条で規定。

⁸火力設備の技術基準第31条第2項及び第3項で規定。

以上のことから、熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管が破損等した場合の事故拡大防止及び事故影響の緩和措置等については、既に技術基準等の規制が存在し、設備としても当該規制に対応した対策が講じられているため、仮に熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管が破損等したとしても、リスクは小さいと判断できる。

5. まとめ

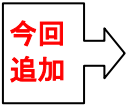
まず、現行の家庭用燃料電池設備について、使用形態と構造上のリスクの観点から、検討を行った。当該設備は、現状、屋外に設置されるものである。また、熱交換器の下流の排気ガスは、毒性がなく、不燃性であるとともに、運転中の熱交換器出口の排気ガスの温度については、現行の一部の機器においては起動時に一時的に100℃超が測定されるものの、そのとき以外は著しい高温が継続されないことが確認された。このため、当該排気ガスが通ずる配管が常に高温に曝されることは考えられない。

また、仮に、熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管が破損等した場合があったとしても、ガスの漏えい対策、非常用停止装置及び火傷防止対策の設置が既に講じられていることから、公共の安全確保の観点から問題はないものと考えられる。

ただし、今後の多種多様な機種を導入を考慮すると、排気ガスが通ずる配管に係る材料については、当該排気ガスが一定の温度以下となるものにとり、難燃材を適用することが適当である。

したがって、熱交換器の下流の排気ガスが通ずる配管の材料については、排気ガス温度に条件を付した上で、不燃性から難燃性に規制を緩和することが妥当である。

参考：（現行規制と見直し案のまとめ）

	燃料電池設備（一般用電気工作物である場合）	材料への要求事項		
		不燃性	難燃性	耐食性
現行規制	①燃焼ガスを通ずる部分（②以外）	○	×	○
	②燃焼ガスを通ずる部分（ダイヤフラム、パッキン類、シール材その他の気密保持部材）	—	○	○
	③電装部近傍に充てんする保温材、断熱材その他の材料	—	○	—
見直し案 	①燃焼ガスを通ずる部分（②及び③以外）	○	×	○
	②燃焼ガスを通ずる部分（ダイヤフラム、パッキン類、シール材その他の気密保持部材）	—	○	○
	③燃焼ガスを通ずる部分（熱交換器出口の排気ガス温度が120℃以下のものであって、当該熱交換器出口から排出口までの配管に限る。）	—	○	○
	④電装部近傍に充てんする保温材、断熱材その他の材料	—	○	—

6. 今後のスケジュール（案）

- ・ 省内法制化作業 12月～1月
- ・ パブリックコメント 2月～3月

・省令（技術基準）改正 3月末