

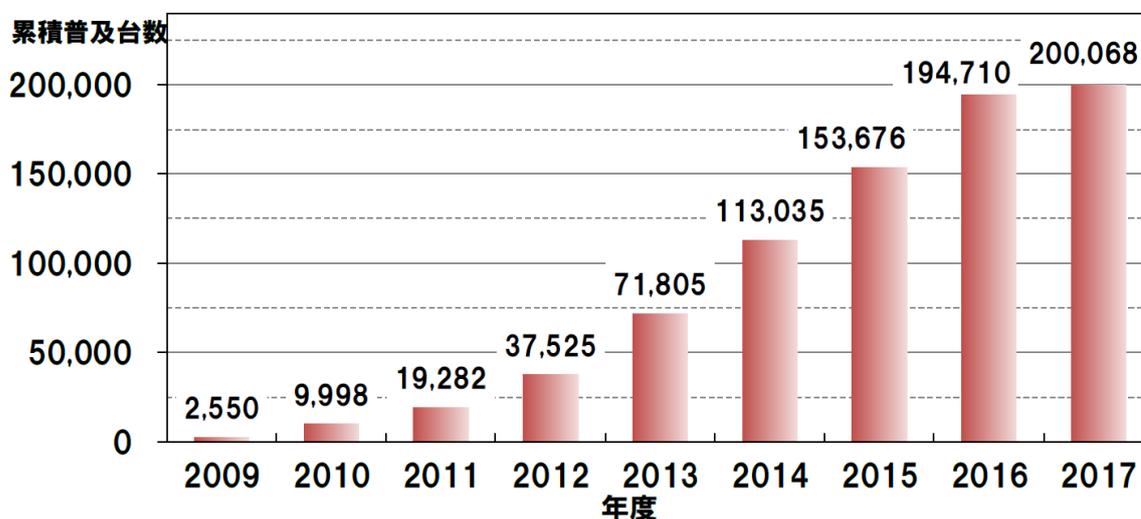
### 第3章 純水素形燃料電池発電設備及び火を使用する燃料電池発電設備の現状調査

#### 第1節 火を使用する燃料電池普及状況

##### 3.1.1 火を使用する燃料電池（以下、第3章、第1節及び第2節では「エネファーム」という。）の普及状況

2009年の実用化より普及が進み、2017年で累積台数が20万台を超えており、今後も順調に普及台数が増えていくと予想される。2014年からは、SOFCタイプも加わっており、2016年度の実績では、約35%を占めている。

#### 「エネファーム」普及台数の推移



※民生用燃料電池導入支援補助金 交付決定ベース（一般社団法人 燃料電池普及促進協会集計）  
（2017年度は5月9日時点）

図 3.1.1-1 エネファームの普及台数（日本ガス協会ホームページより）

##### 3.1.2 純水素燃料電池の普及状況

###### (1) 製品例1：ブラザー工業

ブラザー工業では、純水素燃料電池を商品化しており、図 3.1.2-1 のラインナップを持っている。



図 3. 1. 2-1 ブラザー工業の純水素燃料電池

(2) 製品例 2 : 東芝燃料電池システム

東芝燃料電池システムの純水素燃料電池ラインナップを図 3. 1. 2-2、表 3. 1. 2-1 に示す。

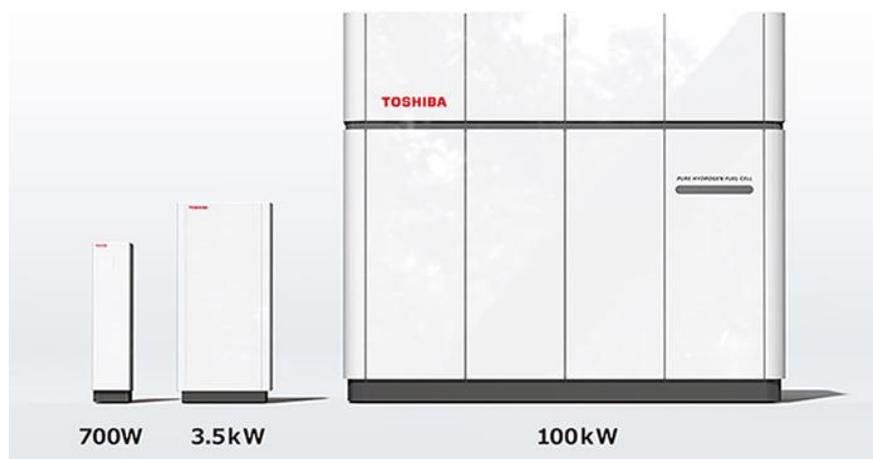


図 3. 1. 2-2 東芝燃料電池システムの純水素燃料電池

表 3. 1. 2-1 東芝燃料電池システムの純水素燃料電池の基本仕様

定格*	700W	3.5kW	100kW
方式	PEFC	PEFC	PEFC
燃料	純水素	純水素	純水素
発電効率 (定格)	55%LHV	55%LHV	50%LHV
総合効率	95%LHV	95%LHV	95%LHV
電気取り合い	単相三線	単相三線	三相三線
設計寿命	80,000 時間	80,000 時間	80,000 時間
外形(mm)	W340 × D510 × H1493	W845 × D580 × H1898	W4000 × D2400 × H3500

• 条件により出ない場合があります

### (3) 純水素燃料電池の適用事例

現状は主に研究・実証用の用途であるが、一例として、以下のような導入が実施されており、今後も台数が増えていくことが予想されている。

ア	山梨県米倉山太陽光発電所	700W	3台
イ	水素ステーション静岡	700W	2台
ウ	水素ステーション芝公園、池上、仙台、刈谷	700W	5台
エ	北九州水素タウン	700W	12台、100kW 1台※
オ	山口県周南市	700W	3台、3.5kW 2台、100kW 2台
カ	岐阜県八百津町 防災センター	5kW	
キ	東京都 信越ポリマー本社	700W	機

※ リン酸形燃料電池。他は全て固体高分子形



図 3.1.2-3 北九州水素タウン設置の 100kW 純水素燃料電池（りん酸形）



図 3.1.2-4 北九州水素タウン設置の 700W 純水素燃料電池



図 3.1.2-5 山口県周南市で稼働中の 100kW 純水素燃料電池



図 3.1.2-6 山梨県米倉山太陽光発電所の 700W 純水素燃料電池 (3 台)



図 3.1.2-7 水素ステーション静岡の 700W 純水素燃料電池 (2 台)



図 3.1.2-8 東京都 信越ポリマー本社 700W 機



図 3.1.2-9 岐阜県八百津町 防災センター 5kW 級機

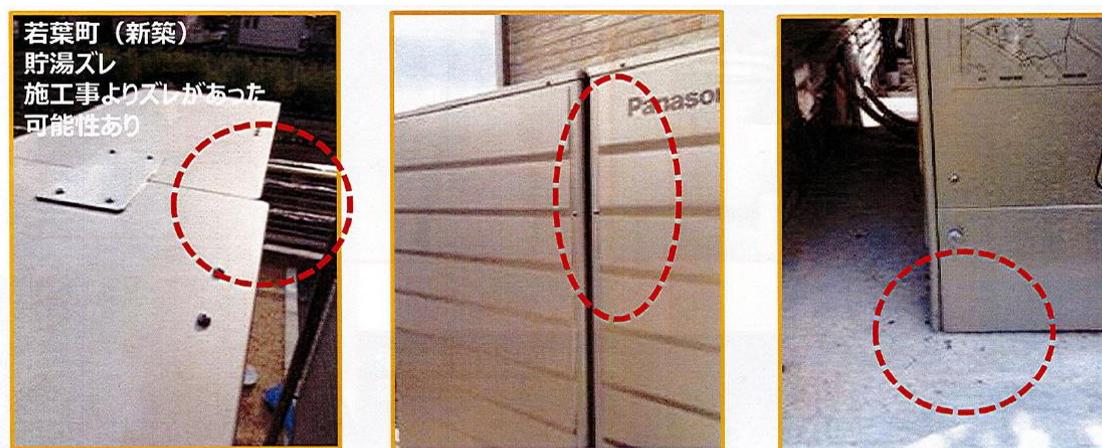
## 第2節 事例（火災、故障）

### 3.2.1 一般

過去に火災による被害を受けたエネファームの事例や、機器異常で不安全となった故障事例はない。一方で、地震や洪水で被災したケースは存在し、調査の結果、安全が確保されていることが確認されている。それらの事例を以下に示す。

### 3.2.2 地震による被災事例

平成 28 年熊本地震では、多くのエネファームが強い揺れを受けた。地震発生後のガス会社およびメーカーによる影響調査の結果、以下のとおり、一部の機器において、多少のゆがみ、ひずみが見られたものの、不安全な状況になった事例は 1 台もないことが確認された。



- 損傷について  
震災に伴う損傷は少ない。震度が大きかったエリアでは外的要因にて損傷報告あり。

図 3.2.2-1 平成 28 年熊本地震によるエネファームへの影響

### 3.2.3 洪水による被災事例

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨では、鬼怒川堤防が決壊し、茨城県常総市を中心とした浸水被害があり、エネファームも 18 台が水没被害を受けた。調査の結果、17 台は再利用不可となったが、火災や不安全な状況となった事例は 1 台もないことが確認されている。

## 調査例



27cmの浸水



23cmの浸水



72cmの浸水

図 3.2.3-1 平成 27 年関東・東北豪雨によるエネファームへの影響

### 第 3 節 具備されている安全装置

今回検討対象の純水素燃料電池に備わる安全装置は、火を使用する燃料電池と同様の設計思想により構成されており、次に示すようにセンサー部、ロジック部及び動作部から構成されている。

#### 3.3.1 センサー部

燃料電池を制御する上で必要となる温度、電圧等の物理量を計測するものである。法令等で定められる保護動作機能の一覧を表 3.3-1 に、純水素燃料電池に設けられたセンサーの取り付け例を図 3.3-1 に示す。

これらのセンサーはいずれも、物理量をアナログ信号として出力するものである。例えば、温度検知器では、一般にサーミスタによって温度を検知している。サーミスタは、温度によって抵抗が変化する特性を有しており、正常時はこれに電流を流し、両端の電圧を計測することによって温度の検出を行っている。

これらセンサーに異常が生じた場合は、レンジオーバーを検知することによって、センサーの異常を検知することができる。前述のサーミスタを例にとると、サーミスタの故障モードは大きく分けて二つあり、一方は断線（抵抗が無限大）による故障、他方は短絡（抵抗がゼロ）による故障である。これらの故障が発生した場合は、制御装置が普段あり得ない電圧を検出するために、センサーの故障と自己認識することができるものである。

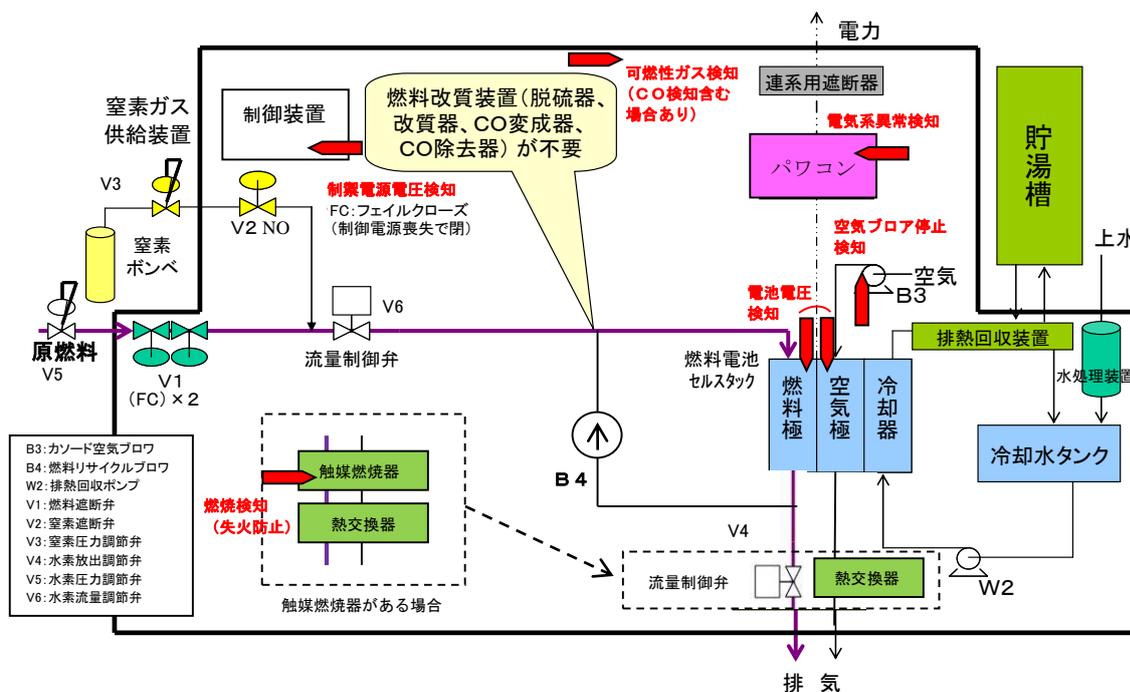
表 3.3-1 燃料電池の保護動作機能一覧<sup>※1</sup>

構成要素	保護動作項目	関連基準
燃料電池 セルスタック	電池温度高	電技省令 4 4 条、電技解釈 4 5 条 条例(例) 8 条の 3
	電池電圧低	電技省令 4 4 条、電技解釈 4 5 条 条例(例) 8 条の 3
	電池過電流	電技省令 4 4 条、電技解釈 4 5 条 条例(例) 8 条の 3
燃料改質系 <sup>※2</sup>	改質器温度高	火技省令 3 4 条、火技解釈 4 9 条 条例(例) 8 条の 3
	改質器バーナ失火	火技省令 3 4 条、火技解釈 4 9 条 条例(例) 8 条の 3
その他機械系	換気用送風機異常	火技省令 3 3 条、火技解釈 4 8 条
	窒素元圧低	電技省令 4 6 条、電技解釈 4 7 条
	制御電源電圧低下	電技省令 4 6 条、電技解釈 4 7 条
	制御装置異常	火技省令 3 4 条、火技解釈 4 9 条 条例(例) 8 条の 3
	可燃性ガス検知	火技省令 3 3、3 4 条 火技解釈 4 8、4 9 条 条例(例) 8 条の 3
	燃焼空気ブロワ停止	火技省令 3 6 条
	パッケージ温度高	火技省令 3 4 条、火技解釈 4 9 条 条例(例) 8 条の 3 都条例 8 条の 3
電気系	交流過電流	電技省令 6 3 条、電技解釈 1 4 9 条 条例(例) 8 条の 3
	交流過電圧	電技省令 1 4 条、1 5 条、 2 0 条、4 4 条 電技解釈 2 2 7 条
	交流不足電圧	
	周波数異常	
	単独運転検出装置	
	直流分流出	電技省令 1 6 条 電技解釈 2 2 1 条
漏電遮断(地絡保護)	電技省令 1 5 条 電技解釈 2 0 0 条	

※1 これらの安全設備は、「JIS C 8822 小型固体高分子形燃料電池システムの安全

基準」、および日本電機工業会（JEMA）発行「定置用小形燃料電池の技術上の基準及び検査の方法」にも規定されている。

※2 純水素燃料電池には改質器は存在しないが、触媒燃焼器がある場合には、改質器バーナと同等の安全装置が求められる。



### 3.3.2 ロジック部

センサー部で得られたアナログ信号をデジタル信号に変換して、燃料電池の電磁弁、回転器の制御を行うものである。

制御装置には、制御装置が正常に作動しているかどうかを常時監視するウォッチドッグタイマ機能が具備されている。

ウォッチドッグタイマとは、制御装置が正常かどうかを常に監視するためのタイマであり、制御装置が正常に動作している場合は、ある一定の間隔でウォッチドッグタイマに対して信号を発信し、ウォッチドッグタイマではこの信号を定期的受信することにより、制御装置が正常に動作していると判断する。

一方、制御装置が停止した場合は、ウォッチドッグタイマへの信号の発信がなくなる（特定の時間間隔以内に制御装置からの信号が届かない）ため、制御異常と判断し、各種補機類の駆動電源を停止することができる。ウォッチドッグタイマの概念図を図 3.3-2 に示す。

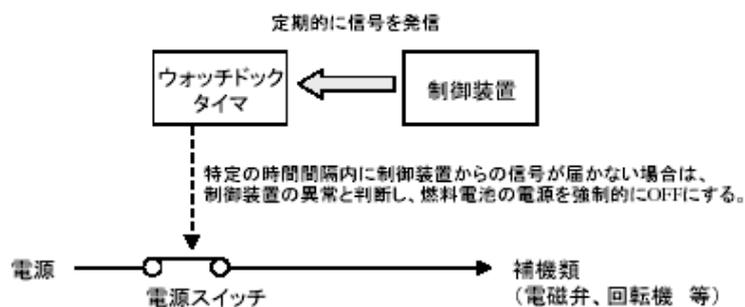


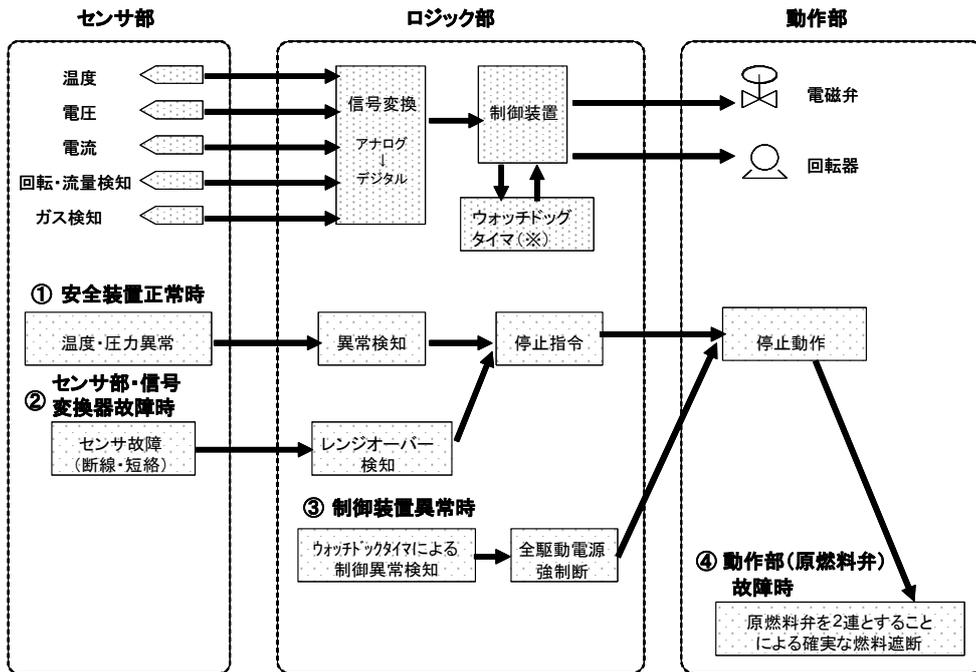
図 3. 3-2 ウォッチドッグタイマの概念図

### 3. 3. 3 動作部

異常が生じたときに、制御装置からの制御信号によって燃料電池を安全に停止させるための構成部品であり、代表的なものとして原燃料遮断弁が掲げられる。

原燃料遮断弁は、それぞれに独立した制御信号が出力される二つの弁が直列に設置されており、万一片方の弁が閉にならない状況になったとしても、他方の弁で確実に閉止できる構造となっている。また、この弁はノーマルクローズタイプとなっていることから、駆動源が喪失した場合は閉となり原燃料の供給を遮断することができる。これら安全装置の構成を図 3. 3-3 に示す。

以上のことから、これら安全装置はセンサー部、ロジック部及び動作部の一部又は全部が故障したとしても燃料電池を安全に停止させることができるフェイルセーフ（あらかじめ故障が起こることを想定し、被害を最小限にとどめるよう工夫しておくという安全思想）に基づき設計されていることが確認できる。



※ウォッチドッグタイマ：制御装置が正常に動作しているかどうかを常時監視するタイマ機能である。ある一定時間毎に相互で通信を取り合うように作られたもので、この通信が途切れた時点で制御装置の異常が発生したことを検出する。

図 3. 3-3 安全装置の構成及びフェイルセーフ設計

#### 第 4 節 想定されているハザード（出火、感電、水素漏えい等）

##### 3. 4. 1 ハザード分析の手順

平成 19 年 3 月総務省消防庁発行の「固体酸化物型燃料電池発電設備等の安全対策の確保に係る調査検討報告書」では、純水素燃料電池のハザード分析を、図 3. 4-1 の手順により行っている。

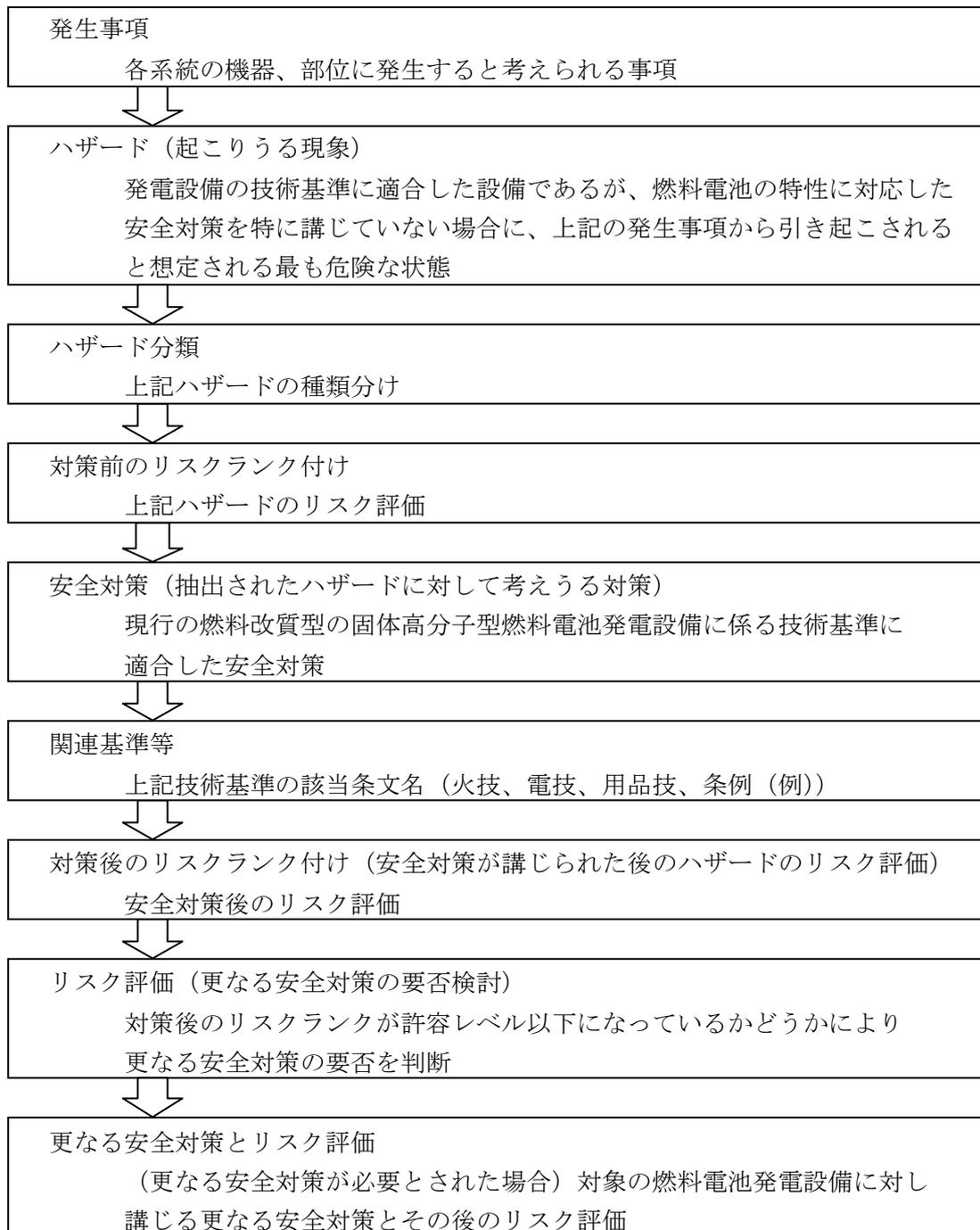


図 3.4-1 ハザード評価フロー

### 3.4.2 ハザード分析の結果（平成 19 年 3 月の評価結果）

本手順により実施されたハザード分析の結果は以下のとおりであり、3 つの項目が抽出されているが、必要な対策をとることで、リスクが許容レベルにできると評価さ

れた。

- (1) 触媒燃焼器の高温がパッケージ内部へ伝搬するハザード  
このリスクに対しては、パッケージ表面温度の異常高温を防止する安全対策により、安全性が確保できる。
- (2) 触媒燃焼器で不完全燃焼が起きた場合には、残留水素の排出されるハザード  
このリスクに対しては、「不完全燃焼防止機能」、「十分な給排気の確保」により安全性が確保できる。
- (3) 燃料系リークによりパッケージ内に水素が漏洩し、着火延焼するハザード  
このリスクに対しては、「燃料ガスが漏れても滞留しない構造」、「可燃性ガス漏洩の検知により停止」、「(着火した時には) パッケージ内温度高により停止」の多重の安全対策を施すことでリスクランクを許容レベルまで下げられる。

なお、(1)、(2)は、触媒燃焼器が存在しない構成においては、適用されない。

### 3.4.3 ハザード分析の追加検討

本検討にて、平成 19 年 3 月のハザード評価をもとに、最新の純水素燃料電池の構成を踏まえ、一部の追加評価を実施した。

平成 19 年の検討時と異なり、現在主流となっているのは、触媒燃焼器がなく、微量の水素を放出する構成である。このような構成では、触媒燃焼器に関連するリスクがない代わりに、水素放出に関するリスクが発生する。従って、これらのハザードに関して追加検討を行った。この結果概要は以下のとおりである。

- (1) 水素放出機能がある構成の場合は、「水素放出時に、排気中に水素が多量に放出されるハザード」がリスクとして抽出される。これは、「排ガス中の水素濃度が著しく上昇した場合（燃焼部のないものに限る）」という日本電機工業会（JEMA）の自主基準に従うことで、リスクを除外し安全を担保することができる。
- (2) 都条例の位置及び管理を追加、外部火災については、建築物との距離を 3m 確保することで安全を担保することができる。

## 第4章 純水素形燃料電池発電設備及びその周辺設備に係る課題と検討事項

### 第1節 純水素形燃料電池発電設備

#### 4.1.1 純水素燃料電池に係る課題

純水素燃料電池に係る課題については、第3章第4節「想定されているハザード(出火、感電、水素漏えい等)」にて、ハザード分析検討を行い、純水素燃料電池については、第3章第4節記載の対策を満たすことで、リスクを下げる事ができるとした。

その中では、純水素燃料電池は、通常運転時や、出火時に周囲へ延焼させないための距離について、出力によらず建築物から3m以上確保することとしている。一方で、現行の火を使用する燃料電池についての都条例第8条の3の距離の規定は、以下のとおりである。

#### (1) 出力10kW以上の場合【都条例第8条の3第3項】

ア 都条例第3条第1項第1号(イ及びロ並びに規則で定める設備の点検及び整備に必要な空間を確保する規定を除く)

※ 火災予防上安全な距離として、火を使用する燃料電池の使用に際して、付近にある可燃物に対する熱的影響による火災を防ぐため、一定の距離を保つ必要がある。

イ 都条例第11条第1項第7号

火災予防条例施行規則第4条に規定される距離が必要

燃料電池発電設備本体	周囲	0.6m以上
	相互間	1.0m以上

ウ 都条例第11条第2項

『屋外に設ける燃料電池発電設備にあつては、建築物から3m以上の距離を確保する必要がある。ただし、不燃材料で造り、またはおおわれた外壁で開口部のないものに面するときは、この限りでない。』

#### (2) 出力10kW未満の場合【都条例第8条の3第4項】

ア 都条例第3条第1項第1号(イ及びロ並びに規則で定める設備の点検及び整備に必要な空間を確保する規定を除く)

『火災予防上安全な距離として、第三者検査機関が実施している防火性能評定等によって定められる距離以上を確保する必要がある。』

※ 燃料電池発電設備の使用に際して、付近にある可燃物に対する熱的影響による火災を防ぐため、一定の距離を保つ必要がある。

#### (3) 出力10kW未満を複数台設置し(機器相互間3m以内)同一系統で電力を供給する全出力10kW以上の場合【都条例第8条の3第3項】

(1)と同じ

東京2020大会では、純水素燃料電池の出力を30~40kWと計画しており、単体あ

るいは複数台での設置が考えられる。設置場所の制約を考慮すると、特に複数台の設置では、建築物との距離の確保が困難となることが予想される。そこで、単体の出力が小さい純水素燃料電池の燃焼性状を検証し、複数台設置した場合の建築物との距離の緩和が可能かどうかを検討することとした。

また、検証結果をもとに、建築物との距離を確保する条件となる出力の目安についても検討した。

#### 4.1.2 純水素燃料電池に係る検討の基本方針

消防法上の規制は、純水素燃料電池が、外部からのもらい火等により、燃焼したとしても、周囲の固体高分子形燃料電池発電設備や可燃物への延焼防止を目的としている。

本検討では、単品の純水素燃料電池の安全性を高め、純水素燃料電池がもらい火により燃焼した場合でも、周囲の純水素燃料電池や可燃物に延焼しないようにすることを検討の基本方針とした。

この基本方針を実現するため、純水素燃料電池内にある原料供給ガス（水素）導入部に、電磁弁〔駆動源（電源）が喪失した場合には弁を閉じるタイプ（フェイルクローズ）〕のものを2個直列に設置することで、火災の際に継続した水素ガスの流入を防ぎ、拡大被害の防止を図れるかを検討する必要がある。

## 第2節 建築物への水素供給

### 4.2.1 基本的な考え方について

#### 4.2.1.1 安全性評価について

安全性を評価するにあたっては、以下の検討が経済産業省の「平成29年度水素導管供給システムの安全性評価事業」で行われている。

- (1) 安全性確保に必要な要素の抽出について
- (2) 水素の特性に基づく事故発生リスク

なお、(1)については、安全性確保に必要な要素を抽出し、その要素を満たす仕様の検討を行っている。また、(2)については、水素の特性に基づく事故発生リスクの検討を都市ガスとの比較により行い、その結果を(1)の仕様の検討に反映させている。

（以下「総合調査（水素導管供給に関する安全性評価等調査）報告書」P10, P11 抜粋）

#### (1) 安全性確保に必要な要素の抽出について

ア 水素導管供給の安全性確保に向け、「水素が漏えいしないこと」、「水素導管が想定される発生応力に耐えうること」が必要となることから、建設時と維持管理時の二段階に分け、「気密性」及び「要求される強度以上の強度」を有することを規定すべく表4.2.1.1-1の①～⑥を抽出した。

イ また、維持管理上の項目として、万一の事態として、漏えいが発生した場合等

を想定し、早期発見に資する事項として表 4.2.1.1-1 の⑦、⑧を、また非常時の対応方法として⑨を抽出し検討することで、安全な水素導管供給に向けて必要となる事項を整理した。

表 4.2.1.1-1 安全性確保に必要な要素の抽出

段階	安全性確保に必要な要素		
	大項目	小項目	検討すべき事項
建設	気密性及び要求される強度以上の強度を有する工	A) 安全な機械的性質を有する材料	①工作物の材料
		B) 漏えいしない構造、要求される強度以上の強度	②設計・接合方法
	作物を建設すること	C) 上記 A)B) を満たしていることの確認	③検査
維持管理	気密性及び要求される強度以上の強度を有する工	A) 腐食の防止	④防食措置
		B) 損傷の防止	⑤防護措置
	作物を維持すること		⑥他工事管理
	万一、漏えいが発生した際に早期に発見可能とすること		⑦付臭措置
			⑧定期漏えい検査
	万一を想定した非常時の対応を整備すること		⑨非常時対応

(2) 水素の特性に基づく事故発生リスクの検討について

安全性確保に必要な各要素に対する仕様を検討する上で、水素の特性を考慮する必要があることから、拡散性や燃焼範囲、着火エネルギー、火炎の視認性といった水素の特性に基づきリスクの検討を都市ガスとの比較により行い、対応策の検討を行った(表 4.2.1.1-2)。

表 4.2.1.1-2 水素の特性に基づく事故発生リスクの検討

		都市ガス	水素	評価理由	対応策
出火確率	漏えい確率	接合不良 (基準)	同等	・ 水素の方が分子量が小さく拡散速度も速いため、接合不良等による影響に敏感(漏洩しやすい)	・ 埋設部の接合はすべて溶接接合とし、検査基準を厳しく設定。 ・ 漏えいの可能性が比較的高い接合に関しては漏えい水素が滞留しない箇所に設置。
		腐食 (基準)	同等	・ 腐食の進行に関して、内在ガスの影響はない。	・ 都市ガスと同等の防食仕様を適用。
		水道漏えい時のサンドブラスト損傷 (基準)	同等	・ 水道漏えい時のサンドブラスト損傷に対して、内在ガスの影響はない。	・ 都市ガスと同等の防護対策を適用。
	外部損傷 (基準)	同等	・ 外部損傷に関して、内在ガスの影響はない。	・ 着火時の大きな影響度を考慮し、損傷防止措置を追加適用する。	
着火確率	閉空間 (基準)	大	・ 水素は燃焼範囲が広い 水素 約 4~75%、都市ガス 約 4~14% ・ 水素は着火エネルギーが低い 水素 約 0.02mJ、都市ガス 約 0.3 mJ	・ 漏えいの可能性が比較的高い接合に関して、漏えいした水素が滞留しない箇所に設置する。 ・ 漏えい時は水素ガスを即時に遮断し、管内水素をバージする。	
	開空間 (基準)	やや大	・ 小漏えい: 都市ガス・水素ともに瞬時に拡散し、双方も燃焼範囲に入る空間は極めて小さい。 ・ 大漏えい: 水素の方が燃焼範囲に入り易い。		
出火影響度	爆風のピーク圧力 (基準)	大	・ 爆風のピーク圧力は、都市ガス<水素 点火位置からの距離が 10m における実験例 <sup>※1</sup> 水素 約 100Pa(水素濃度 20.8%) メタン 約 15Pa(メタン濃度 12.4%)	(上記漏えい対策により出火確率そのものを低減する。)	
	火炎放射 (基準)	小	・ 放射強度は、都市ガス>水素 ・ 水素火炎は視認性が悪い。	・ 漏えい時は、水素ガスを即時に遮断し、管内水素をバージする。(水素火炎が継続することはない)	

※1 独立行政法人産業技術総合研究所「高圧ガスの危険性評価のための調査研究報告書」より

上記抜粋における安全性評価の結果と、都市ガスにおける「技術上の基準」「解釈例」等を踏まえ埋設部の水素導管仕様は決定されている。

4.2.2 今後の動向と対応について

「第2章第2節2.2.2.1 関連法規について」において述べた通り、水素供給についてはこれまでの経済産業省委託事業の成果から、都市ガス導管に関する技術基準が基本的に適用可能であるものの、包括的に妥当性が評価されているものではない。また、水素導管供給に関する規格等も整備されていない。今後、水素供給事業に関しては、東京2020大会後の選手村地区でのPR事業、および東京2020大会後の選手村地区における本格的な事業運用が予定されている。そのための安全性評価は主に公道下の埋設部は実施されているものの、本検討の対象となる敷地内の露出部等に関する安全性評価は未実施のところがある。前項のとおり安全性評価は、東京2020大会の選手村地区における水素事業に限定されたものであるものの、水素供給事業が普及することで、安全性に関する知見は蓄積され、規格等が整備されていくことに期待する。

今後の対応について、安全性に関する知見が蓄積されるまでは、水素供給事業者が個別の事案を踏まえて技術基準適合維持義務を果たすために必要な措置を行うことを大前提としたうえで、上乘せ等の基準はその都度適切に検討すべきである。なお、第2章第2節2.2.2.3で整理した実証試験における安全設備の事例については、ガス事業法の適用範囲外で試験を行っていることから、水素供給システムの設計・建設・維持管理に対する安全措置の位置付けが大きく異なることに留意が必要である。

#### 4.2.3 課題に関する対策

##### 4.2.3.1 東京2020大会後の選手村地区における供給方式や構造、安全設備について

東京2020大会後の選手村地区における水素供給事業の概要を図4.2.3.1-1に示す。なお、本報告書の作成時点においては、5-7街区の商業棟については、建築物への水素供給が想定されている。

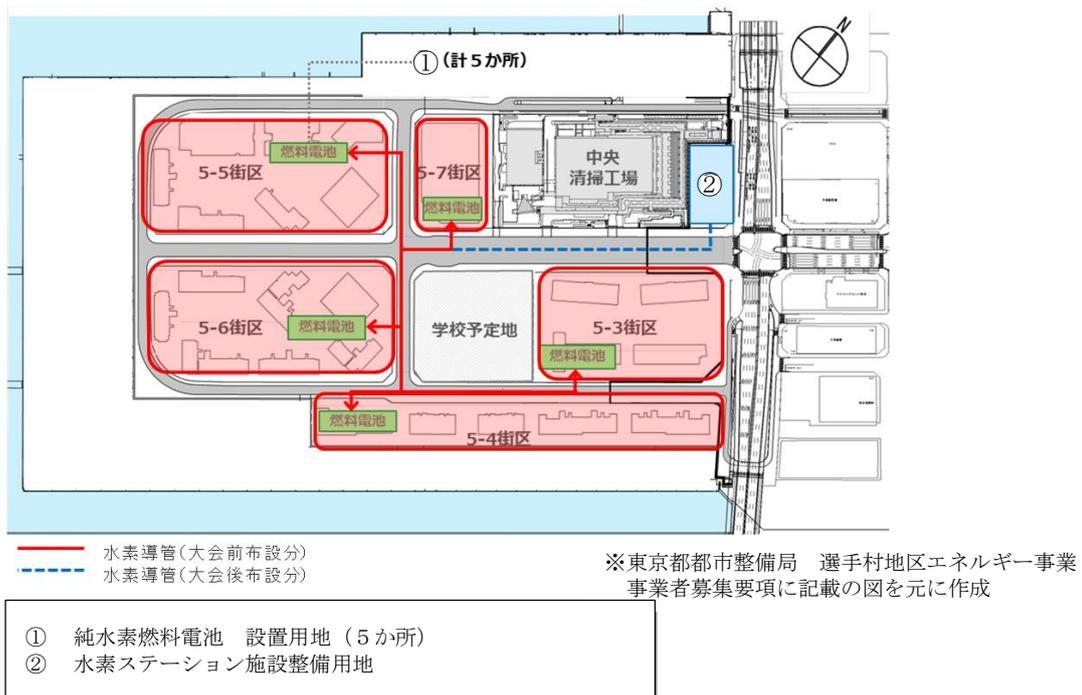


図 4.2.3.1-1 東京2020大会選手村地区における水素事業の供給概要

水素ステーション (②) 施設整備用地で製造された水素が、水素導管 (水素パイプライン) を通り、純水素燃料電池 (①) に供給される。純水素燃料電池については、概ね屋外の地上露出部に設置される予定であるが、5-7街区の商業棟については建物屋上への設置を想定している。そのため、建物への水素供給を検討するにあたり、供給事業者において、屋外露出導管によるケースと屋内導管によるケースに分けて、安全設備・対策がなされている。なお、本対策については、図 4.2.3.1-2、図 4.2.3.1-3 におけるガス工作物の範囲 (区分バルブまで) を対象とし、中圧供給によるものとする。

(1) 水素導管を屋外露出導管とした場合

想定される配管ルートと安全設備を図 4. 2. 3. 1-2 に示す。

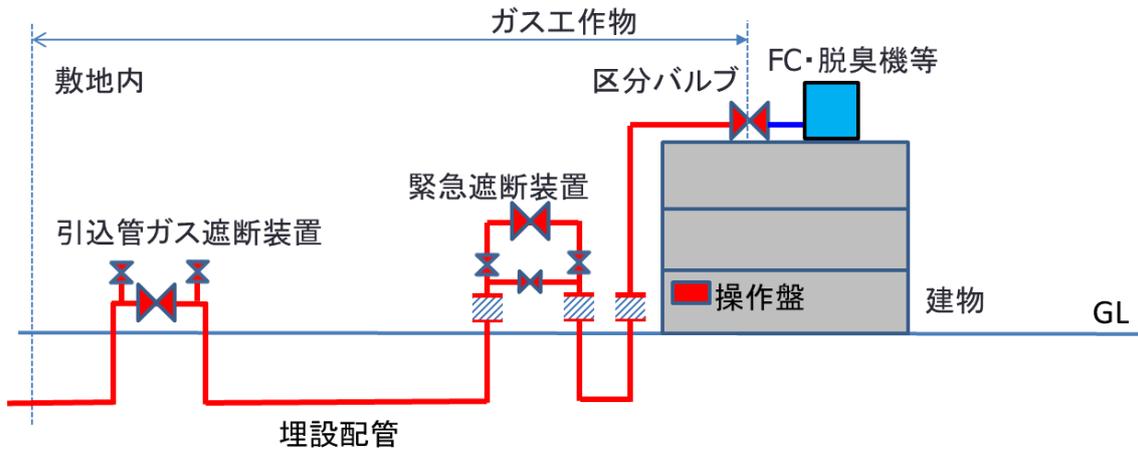


図 4. 2. 3. 1-2 屋外露出導管のケース

この場合、設置される予定の安全設備・対策は以下の様になる。

なお、(◆)については、東京2020大会後の選手村地区における水素供給事業者が自社仕様として検討中のものである。

ア 中圧供給のため、引込み管ガス遮断装置を設置し、緊急時に建築物への供給を速やかに操作し、停止できるようにする。

イ 防食として絶縁継手（フランジ）を土中から露出した建築物近傍に設置する。

ウ 中圧供給のため、緊急遮断装置とガス漏れ等の情報を把握できる場所（防災センター等）から直ちに遮断できるよう操作盤を設置する。（緊急遮断装置と操作盤については、水素ステーション設備整備用地の大元につく場合も可とする）

エ 屋外導管の支持方法は、地震等による応力影響が無いようにする。

オ 屋外縦導管長さが20mを超える場合は、熱応力の吸収措置を行う。

カ 埋設導管の他工事損傷防止は、導管上の防護措置を検討する。(◆)

キ 露出導管の他工事損傷防止は、導管を車両の接触する恐れがない場所に設置するとともに、水素と明示する。(◆)

ク フランジ部については、漏えい対策が必要か検討する。(◆)

(2) 水素導管を屋内導管とした場合

水素導管を屋内導管と想定した場合のモデルを図 4.2.3.1-3 に示す。

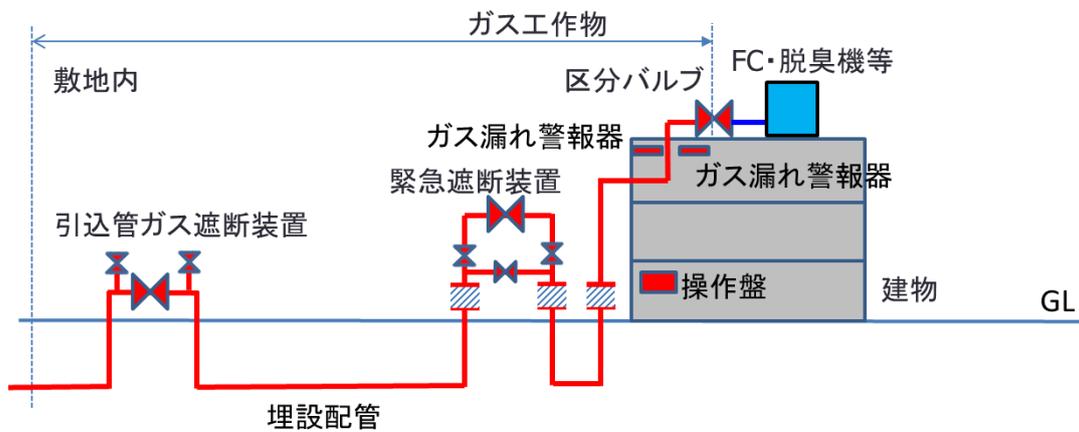


図 4.2.3.1-3 屋内導管のケース

建物内に水素導管が導管されるという観点から、前項の「水素導管を屋外露出配管とした場合」に対して、追加の安全設備・対策が必要である。具体的には以下のとおり。

- ア 外壁貫通部付近の建物内にガス漏れ警報器を設置する。
- イ 屋内導管の支持方法は、地震等による応力影響が無いようにする。
- ウ 屋内導管の接合方法を漏えいしづらい溶接接合等とする。(◆)
- エ 屋内導管が通る箇所は、ガス漏れ警報器の設置を検討する。(◆)
- オ 屋内導管は、他工事損傷防止として原則専用の導管スペース等の対策を取る。(◆)
- カ やむをえず他設備と同居する屋内導管で、パイプシャフト等の漏れたガスが滞留する恐れのある場所に導管をする場合は換気口を設けるか、電気設備を防爆構造等の安全措置を講ずる。

#### 4.2.3.2 建築物の防火防災安全のため配慮すべき対策

東京2020大会の選手村における水素事業で配慮すべき対策を以下に示す。本対策は、関係法令で定める規定によるほか、水素の特異性による出火防止、延焼拡大防止、避難安全の確保、構造安定性及び消防活動の安全性の確保を図ることを目的とした。なお、今後の中圧供給における水素事業の汎用的な対策としても活用できるよう考慮した（「＊」は、技術革新や調査研究等によって見直しが行われる可能性がある基準である）。

##### (1) 純水素燃料電池と配管との結合方法

水素の配管と純水素燃料電池との結合部分には、地震動等により損傷を受けないよう必要な措置を講ずること。

##### (2) 水素供給設備が有すべき性能

圧力が、中圧（0.1MPa以上1MPa未満）である水素の供給設備は、次のとおりとする。適用範囲は、区分バルブから敷地内の引込み管ガス遮断装置までとする。

なお、常時人が出入りするような建築物で、火災・災害等において、避難が必要なものに水素を供給する場合に適用する。

##### ア 水素の導管の材質及び接続方法

(ア) 材質及び接続方法は、水素に対する気密性、耐圧性及び化学的耐性を有すること。

(イ) 耐震性を考慮した、導管仕様及び導管支持とすること。

(ウ) 設置された状況により腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止するための適切な措置を講ずること。

##### イ 遮断装置

(ア) 緊急時に、地上から容易に遮断ができる適切な装置を、適切な場所に設けること。

(イ) 水素のガス漏れ等の情報を把握できる場所から水素の供給を停止できる装置を、建築物の外壁を貫通する箇所付近に設けること。

(ウ) 遮断装置は、水素に対する気密性、耐圧性及び化学的耐性を有すること。

(エ) 地震を感知し、速やかに建築物への水素の供給を停止できるようにすること。

##### ウ 警報器

(ア) 水素の導管が、建築物の外壁を貫通する箇所及び屋内を通る箇所には、適切な方法及び適切な検知区域に警報器を設置すること。

ただし、水素が漏れない措置又は漏れた水素が滞留するおそれのない場所に設置される場合は、この限りでない。

(イ) 警報器の作動状況を監視し、速やかに建築物への水素供給を停止できるようにすること。

##### エ 計量器

計量器を設置する場合は、地震時、計量器本体、周囲の水素の導管及び支持は、

建築物の想定応答加速度に耐えるものとする。

オ パイプシャフト等への設置

水素の導管は、電線、電気開閉器その他の電気設備を敷設してあるパイプシャフト内、ピット内、その他漏れた水素が滞留するおそれのある隠ぺい場所には設けないこと。

ただし、漏れた水素に着火しない措置が講じられている場合は、この限りでない。

カ 水素供給設備の表示

水素の導管、遮断装置等には、事故防止のため、表示を行うこと。

(3) 性能を有する構造

(2)を具体化した構造例は、以下のとおりとする。

ア 水素の導管の材質及び接続方法

(ア) 鋼管とすること。\*

(イ) 地震動及び地盤沈下を考慮し、必要に応じて建築物の引込部近傍（建築物外壁貫通部外側）に可とう性を持たせること。

(ウ) 接続は、フランジ接続又は溶接とすること。\*

(エ) 水素の導管は、一般社団法人日本ガス協会発行「供給管・内管指針（中圧設計・工事編）」、「内管耐震設計マニュアル（一般建物用）」に基づき設計すること。

(オ) 塗装、塗覆装、電氣的防食等による防食措置を施すこと。

イ 遮断装置

(ア) 引込み管ガス遮断装置は、道路境界線近傍の敷地内に地上から容易に操作し得る位置に設置すること。\*

(イ) 建築物の引込部近傍に、感震器と連動可能な緊急ガス遮断装置を次のとおり設置すること。

a 感震器は、250ガル以上の地震で、有効に作動できる場所<sup>※1</sup>に設置すること。

b 緊急ガス遮断装置が作動することにより、建築物への水素供給を遮断すること（非常電源に用いるガス専焼発電設備を除く。）。

c 非常時、防災センター等<sup>※2</sup>から押ボタンによって建築物への水素供給を瞬時に遮断すること。

d 緊急ガス遮断装置は次のいずれかにより、停電時作動可能とすること。

(a) 非常電源駆動式

(b) 気体圧駆動式（空気圧、炭酸ガス等）

e 緊急ガス遮断装置の作動時には、防災センター等において、作動の表示をし、警報を発すること。

※1 有効に作動できる場所とは、想定応答加速度が最も高いと想定される

階層が望ましい。

※2 防災センター等とは、建築物に設置されている消防用設備等の作動状況等を集中して監視できる場所をいう。

#### ウ 計量器

(ア) 計量器本体及びその取付支持は、建築物の想定応答加速度に耐えるものとする。

(イ) 計量器周囲の水素の導管は、建築物と共振しない導管系とすること。

(ウ) 地震時に計量器に大きな力が作用することのないよう、計量器周囲の水素の導管を堅固に固定すること。

#### エ パイプシャフト等への設置

漏れた水素が滞留するおそれのあるパイプシャフト等に設置する水素の導管は、次のとおりとする。

(ア) 水素の導管を設置するパイプシャフト等内には、他の導管等を設置しないこと。\*

(イ) 水素の導管は、電線、電気開閉器その他の電気設備を敷設してあるパイプシャフト内、ピット内、その他漏れた水素が滞留するおそれのある隠ぺい場所には設けないこと。ただし、水素のガス漏れ警報器及び付属する電線は、この限りでない。\*

(ウ) パイプシャフト等には、各階ごとに換気口※及び水素のガス漏れ警報器を設置すること。\*

(エ) 水素のガス漏れ警報器の作動状況が、防災センター等で監視できるシステムとすること。

(オ) 水素のガス漏れ警報器の監視盤は、緊急ガス遮断装置の操作盤の近傍に設置すること。

(カ) ガス漏れが発生した場合には、防災センター等において、その旨及び警報状況を表示すること。

※ 換気口とは、直接外気（開放廊下を含む。）に面しているもので、パイプシャフトの上部及び下部に 100 cm<sup>2</sup>程度の有効な開口部を有するものをいう。\*

#### オ 表示

(ア) 水素を扱う純水素燃料電池本体及び供給設備が識別できるよう明示すること。

(イ) 非常時に速やかに水素供給を停止するため、対応窓口等を明示すること。

#### カ 燃料容器

(ア) 水素の燃料容器は、通風の良い場所で、かつ、直射日光等による熱影響の少ない位置に設けるとともに、地震動等による転倒又は落下を防止する措置を講ずること。\*

(イ) 水素の燃料容器は、漏えいしたガスが建築物に流入しないよう、建築物の開口部と十分な距離を保有して設けること。\*