

保安検査方法見直し  
検討委員会報告書

平成16年6月

高圧ガス保安協会

# 目次

1 . はじめに	
1 . 1 検討の目的	1
1 . 2 検討の対象とした検査	1
1 . 3 検査周期（時期）について	1
2 . 委員構成及び開催状況	
2 . 1 保安検査方法見直し検討委員会のメンバー	2
2 . 2 委員会活動状況	2
3 . 本報告書の構成とその内容	
3 . 1 主要検査項目・設備に関する検査の方法について	3
3 . 2 自主検査の充実と民間規格の整備・活用 及び中長期的課題について	3
4 . 主要検査項目に関する検討結果	
4 . 1 肉厚測定について	4
4 . 2 開放検査について	6
4 . 3 気密試験について	9
4 . 4 圧力計・温度計	11
4 . 5 インターロック	13
4 . 6 緊急遮断弁	15
5 . 個別機器に関する検討結果	
5 . 1 動機器について	17
5 . 2 空気液化分離設備について	17
5 . 3 LNG受入基地について	18
5 . 4 液化石油ガス製造事業所について	19
5 . 5 圧縮天然ガススタンドについて	20
6 . 自主検査の充実と民間規格の整備・活用	
6 . 1 自主検査の充実	22
6 . 2 規制基準の性能規定化と民間規格の活用	23
6 . 3 中長期的課題について	25

# 1 . はじめに

## 1 . 1 検討の目的

高圧ガス製造関連設備の保安検査については、経済産業省令でその検査の方法が詳細にわたり規制されているが、現在の保安検査については、設備の使用環境等によらず全ての設備に一律の検査方法が適用されている等の問題がある。このため、検査の実態、対象設備の状況等を踏まえ、保安の維持・向上の観点から実効性のある望ましい検査の方法を検討し、関係法令の見直しに反映する。

## 1 . 2 検討の対象とした検査

本委員会においては、上記目的を達成するため、当初、省令で定められた保安検査方法の見直し案について検討を開始した。しかしながら、設備の検査については、本来、その設備を所有する事業者が自ら責任をもって実施すべきであり、第三者の関与の度合いにかかわらず、科学的・技術的根拠に基づき必要な検査を必要な頻度で実施すべきものである。また、事業者における自主検査を充実することこそが、保安の維持・向上に不可欠である。このような観点から、検査の方法としては、まず、事業者による自主検査を対象とすることとした。また、一般に自主検査には規制対象外の設備や日常検査、通常検査等も含まれるが、本委員会としては、事業者が、自らの設備について技術基準に適合しているかどうかについて定期に実施すべきものとして高圧ガス保安法で義務づけられている「定期自主検査」を対象として、そのあり方を検討した。保安検査の方法については、定期自主検査の方法の中から必要と考えられる部分を抽出し、都道府県、指定保安検査機関及び高圧ガス保安協会が実施すべき検査の方法として提案することとした。

## 1 . 3 検査周期（時期）について

いずれの検査項目についても、その周期（時期）は適切に設定される必要がある。本委員会においては、できるだけ合理的な検査周期（時期）の提案を行うよう努めた。現在の保安検査及び定期自主検査において採用されている「1年に1回」という検査周期を残している箇所については、必ずしも十分な技術的検討を行い提案したものではない。

現在、法令により、大部分の検査について1年に1回の実施が義務づけられている。これまで長年にわたり実施されてきた1年に1回の検査とこれを前提とした設備の維持管理は、我が国の高圧ガス設備において達成されてきた保安レベルの基礎をなすものとして、評価されるべきものである。しかしながら、保安の一層の向上を図っていくには、検査周期（時期）をア・プリアリに1年に1回と決めるのではなく、余寿命予測や設備の特性、使用環境、故障による影響等を含むよりきめ細かな設備の維持管理の中で、検査周期（時期）も決定されることが重要と考える。

これまでは、設備毎の適切な検査周期（時期）について十分検討されてきたとは言えず、原則となる検査周期を変更する場合に限って、その妥当性を評価してきた。今後は、設備の維持管理の原点に立ち返り、検査周期（時期）についても十分検討することが必要と考える。

## 2. 委員構成及び開催状況

### 2.1 保安検査方法見直し検討委員会のメンバー

(敬称略・順不同)

【委員長】	大島 榮次	東京工業大学 名誉教授
【委員】	木村 雄二	工学院大学 副学長 教授
	小林 英男	東京工業大学 大学院 教授
	迫原 修治	広島大学 大学院 教授
	松山 久義	早稲田大学 大学院 教授
	渡邊 勝彦	東京大学 生産技術研究所 教授
	鈴木 一彦	神奈川県 工業保安課 副技幹
	田中 信	大阪府 保安対策課 総括主査
	美間 芳正	山口県 消防防災課 調整監
	小林 俊和	新日本石油精製(株) 常務取締役
	荒川 健治	(株)ジャパンエナジー 取締役常務執行役員
	前川 美之	三菱化学(株) 常務取締役
	吉田 壽夫	丸善石油化学(株) 常務取締役
	阿部 己喜雄	日本酸素(株) 専務取締役
	竹川 克鷄	ガス保安検査(株) 代表取締役社長
	岩崎 雅光	高压ガス保安協会 理事
【事務局】	高压ガス保安協会	総合企画部、高压ガス部

### 2.2 委員会活動状況

第1回委員会	平成15年12月10日(水)
第2回委員会	平成16年 1月27日(火)
第3回委員会	平成16年 2月19日(木)
第4回委員会	平成16年 3月24日(水)
第5回委員会	平成16年 4月23日(金)
第6回委員会	平成16年 5月31日(月)
第7回委員会	平成16年 6月30日(水)

### 3 . 本報告書の構成とその内容

本報告書の構成とその内容は以下の通りである。

#### 3 . 1 主要検査項目・設備に関する検査の方法について

本委員会では、関係業界のニーズを踏まえ、見直す必要があると考えられる以下の検査項目について、一般的・共通的な検査の方法を検討するとともに、一般的・共通的な検査の方法がそのまま適用し難い設備を取り上げ、当該設備に関する検査の方法を個別に検討した。これらの検討結果が、今回の検査の方法の具体的な見直しの中心的な部分である。

( 検討した主要検査項目 )

- ・肉厚測定 ( 強度確認 )
- ・開放検査 ( 耐圧性能確認 )
- ・気密試験
- ・圧力計・温度計
- ・インターロック
- ・緊急遮断弁

( 検討した設備 )

- ・動機器
- ・空気液化分離設備
- ・LNG 受入基地
- ・LPG 製造事業所
- ・圧縮天然ガススタンド

#### 3 . 2 自主検査の充実と民間規格の整備・活用及び中長期的課題について

民間事業者による自主保安を推進するには、自主検査の充実を図ることが重要であり、そのためには、合理的な検査が実施できるよう、最新の知見を反映した技術的・科学的根拠に基づく検査の方法に関する民間規格の整備が必要である。このような観点から、民間規格の整備・充実に関する提案を行うとともに、特に、上記検討結果を反映した民間自主規格として KHK 基準「定期自主検査実施要領」を早期に制定することを求め、そのドラフトを提案した。また、定期自主検査実施要領から必要な箇所を抽出し、保安検査方法の詳細基準「保安検査基準」のドラフトも提案した。定期自主検査実施要領については、KHK において正式な基準作成手続きを開始する。また、保安検査基準については、国における法令上の位置付けに関する検討結果を踏まえ、制定のために必要な手続きが行われることとなる。なお、KHK から「保安検査基準」についても KHK 基準として策定し、保安検査の方法に関する仕様規定として国に提案したい旨の考えが示された。

さらに、本報告書においては、より長期的な課題に関し、委員会において出された意見も取りまとめて記載した。

## 4 . 主要検査項目に関する検討結果

### 4 . 1 肉厚測定について

#### ( 1 ) 肉厚測定の考え方

供用中検査における強度確認は、技術基準で求められている高圧ガス設備の強度が、供用中にも維持されていることを確認するために実施するものである。

設備の強度は時間の経過とともに低下するものではあるが、使用している材質や使用環境によってその割合は異なるものであり、設備毎の対応が必要となる。もちろん、設備は、これらの材質や環境による強度低下を考慮し設計されているが、供用中検査においては、これら設計時に想定したことが想定どおりに維持しているか否かを確認することが大切であり、また、想定外の事象が発生していないことを併せて確認することが重要となる。

肉厚測定は、強度を確認するための重要な検査項目であるが、これを的確に実施するためには、測定箇所と測定時期が適切に設定される必要がある。このため、肉厚測定は目視検査や日常点検結果、保全履歴等を踏まえて実施することが重要である。

したがって、設備の余寿命予測が的確に行われる場合には、この予測による適切な測定時期、測定箇所及び検査の方法に基づいて肉厚測定を行うことが望ましい。この際に、測定箇所の選定は、余寿命予測結果を継続的に検証するためにも重要な項目であり、十分な検討が必要である。また、使用材料や使用環境等から定期的な肉厚測定を要しないと考えられる設備または合理的な測定周期（時期）が設定できる設備については、これをあらかじめ明示しておくことが適当と考える。

#### ( 2 ) 肉厚測定の周期（時期）及び検査の方法

上記の考え方を踏まえ、検査の方法として次のように整理できる。

余寿命予測が的確に行われている設備については、余寿命予測の結果に基づいた測定周期（時期）及び検査の方法を採用できる。

使用材料、使用環境、実績等から定期的な肉厚測定を要しない設備又は合理的な測定周期（時期）を設定できる設備については、設備名、測定周期（時期）を明示しておく。

上記 及び に該当しない設備については、原則として、1年に1回以上、高圧ガス設備の使用環境を十分に考慮し、適切な箇所を選定して肉厚測定を行う。

#### ( 3 ) 余寿命予測に基づく測定周期（時期）及び検査の方法を設定するための民間規格

余寿命予測が的確に行われていることについては、これを実施する事業者が説明責任を果たす必要があるが、余寿命予測に基づく検査周期（時期）等の設定の方法が予め規格として整備されていれば、多くの事業者において合理的な検査の方法の採用が促進され、また、その妥当性を確認する立場にある自治体等の保安検査実施者における評価が円滑かつ適切に実施されることが期待される。したがって、今後、

このための民間規格を整備していくことが重要である。

民間規格については、高圧ガスを扱う事業の多様性を踏まえれば、業種・業態に応じてきめ細かく整備していくことが望まれるが、同時に、業種・業態に共通する部分をガイドラインとして示しておくことは、詳細規格の整備を促進するとともに、規格が策定されるまでの間、実運用を可能とする上で重要と考えられる。『耐圧性能・強度に係る検査周期（時期）のためのガイドライン』を参考資料 - 1 に示すが、今後、更に検討を深め、また、実運用の経験を反映し、そのブラッシュアップを図ることが重要である。

#### （４）肉厚測定箇所を選定について

肉厚測定箇所を選定についても、上記ガイドラインと同様、今後内容を深めていく必要があるが、以下のような整理ができると考えられる。なお、『肉厚測定箇所選定についての参考資料』を参考資料 - 2 に示す。

##### 配管系の管理単位の考え方

- ・設備毎を単位とする管理を原則とするが、配管系にあっては、同一の内部流体条件下であって腐食環境が同一とみなされる場合には、その配管系を一つの管理単位として考えることができるものとする。

##### 肉厚測定箇所選定の考え方

- ・腐食・エロージョンの起こりやすい箇所が明確にされ、測定箇所を選定されていること。
- ・内面腐食・エロージョンの発生する部位については、静機器毎または配管系の腐食系毎に、材料と内部流体の腐食性、温度、流速等の運転条件、形状、構造、流れの状態が考慮され、測定箇所が選定されていること。
- ・静機器にあっては、目視検査の結果を踏まえ、測定箇所が選定されていること。
- ・外部腐食の考えられる保温施工箇所にあっては、保温材下腐食の発生の可能性を考慮し、適切な測定箇所が選定されていること。

#### 【参考】保安検査の方法と周期（時期）の現状

##### 〔検査の方法〕

高圧ガス設備が十分な強度を有していることを非破壊検査設備等肉厚測定用器具を用いた測定又はその記録により検査する。当該測定は、条件の異なる場所ごとに最も肉厚の減少しやすい箇所について数点以上行う。

##### 〔周期（時期）〕

1年に1回行う。

## 4.2 開放検査について

### (1) 開放検査の考え方

設備が使用される圧力に対して十分耐えるものであることを確認することは、事故・災害の発生防止の上で最も重要な事項のひとつである。

このため、設備の製作時には耐圧試験を実施し、設備の耐圧性能の確認を行っているが、使用されている設備に実際に加わる圧力以上の負荷を与えることはその設備の安全性を損なうおそれがある。設備の供用中においては、腐食による肉厚減少、溶接部等の割れの発生等が的確に検査されれば、あらためて耐圧試験を行う必要はなく、設備内面の腐食、割れの状況を開放検査等で確認することにより、耐圧性能は確保できるものと考えられる。その意味において、供用中における開放検査は重要な検査項目である。

開放検査を的確に実施するためには、開放時期が適切に設定される必要がある。すなわち、開放検査は肉厚測定や保全履歴等を踏まえて適切な時期に実施することが重要である。

したがって、設備の余寿命予測が的確に行われる場合には、この予測による適切な周期（時期）に基づいて開放検査を行うことが望ましい。この場合、余寿命予測結果を継続的に検証することも重要である。また、使用材料や使用環境等から開放検査を要しないと考えられる設備については、これを明示しておくことが適切と考えられる。

### (2) 開放の周期（時期）及び検査の方法

上記の考え方を踏まえ、開放の周期（時期）及び検査の方法として次のように整理できる。

設備設置後の耐圧性能の確認方法としての耐圧試験は原則として不要とし（溶接補修等を行った場合は除く。）必要に応じ肉厚測定とともに開放検査を実施することにより、供用中の設備の耐圧性能を確認する。

余寿命予測が的確に行われている設備については、余寿命予測の結果に基づいた開放の周期（時期）及び検査の方法を採用できる。

使用材料、使用環境、実績等から腐食、割れ等の劣化の問題がないと判断できる設備については設備名を明示し、原則として開放検査を不要とする。

内部に人が入れないものが多い配管その他で、大きさ、形状、内部の構造等により内部から検査を実施することが困難な設備については、開放検査の代替措置として、外部からの非破壊検査を実施する。

現行、開放検査の代替措置として認められている外部からの非破壊検査の適用対象設備を、貯槽に限定しないこととする。すなわち、所定の条件に適合する場合には、外部からの非破壊検査の実施を可能とする。

上記～に該当しない設備については、原則として設備の種類、材料等に応じて定める期間内（現行製造細目告示に定める周期（時期）に相当）に開放検査を行う。

目視により欠陥の有無を明らかに判定できる場合には、目視のみによる検査を認めることとする。

(3) 余寿命予測に基づく開放の周期(時期)及び検査の方法を設定するための民間規格

4.1(3)項での記述と同様に、事業者及び自治体等の保安検査実施者における評価が円滑かつ適切に実施できるような民間規格の整備が重要である。参考資料 - 1に『耐圧性能・強度に係る検査周期(時期)のためのガイドライン』を示しているが、今後、更に検討を深め、また、実運用の経験を反映し、そのブラッシュアップを図るとともに、これをベースとして業種・業態に応じた詳細規格の整備を図ることが重要である。

(4) 配管の維持管理のための民間規格

構造上開放検査の実施が困難な配管については、外部からの非破壊検査等の実施により耐圧性能の確認を行うことができると考えられるが、過去の事故事例からも言えるように配管に起因する事故が多いことも事実である。配管の事故をなくすためには、定期的な検査と併せて日常の維持管理についても傾注することが重要であり、これについては民間規格を整備し、配管の維持管理の基準を整備してゆくべきと考える。なお、配管系のうち弁類の維持管理については、5.1で後述する動機器の考え方と同様に、弁類の分解点検・整備のための周期に合わせ、耐圧部の健全性の確認を行うことが適切と考えられる。

(5) 「外部から非破壊検査を行うことにより開放検査の代替とすることができるための条件」の考え方については、次のような条件が考えられる。

- ・推定余寿命が10年以上であること
- ・同一か類似した条件での4年以上の運転実績により、腐食及びエロージョンの状況が把握されていること

(6) 「目視により欠陥の有無を明らかに判定できる場合」の考え方については、次のような整理が考えられる。

- ・「目視により欠陥の有無を明らかに判定できる場合」とは、目視による判定が困難な割れが生じない場合、すなわち、割れが発生しない材料と使用環境の組み合わせの場合であって、かつ、非破壊検査により割れが発生していないことが確認できた場合とし、この場合には、以降の開放検査において、目視により異常がなければ非破壊検査を省略することができるとする。

【参考】保安検査の方法と周期(時期)の現状

〔検査の方法〕

高圧ガス設備を耐圧試験用設備を用いた常用の圧力の1.5倍以上(第二種特定設備にあっては、常用の圧力の1.3倍以上)の圧力で水その他の安全な液体を使用し行う耐圧試験(液体を使用することが困難であると認められるときは、常用の圧

力の 1.25 倍以上（第二種特定設備にあつては、常用の圧力の 1.1 倍以上）の圧力で空気、窒素等の気体を使用して行う耐圧試験）又はその記録により検査する。ただし、当該設備の内部及び外部について、目視及び経済産業大臣が定める非破壊検査設備による測定又はその記録による欠陥の有無を検査し、その結果、割れ、傷、腐食等の欠陥がないか、又は欠陥があつてもグラインダー加工等で措置できる軽微なものであつて、当該欠陥の補修部の非破壊検査設備による検査で異常のないことが確認された場合は、設備の種類、使用材料等の区分に応じ経済産業大臣が定める期間内についてはこの限りでない。

【検査項目は、省令の技術上の基準に対応し、耐圧試験が規定されているが、実態としては、ただし書きによる目視及び非破壊検査（開放検査）による代替が殆ど。なお、貯槽については、告示で定める体制、能力、試験方法等の要件に適合する場合には、1 回おきに開放せずに外部からの超音波探傷試験により代替できるとされている。】

#### 〔周期（時期）〕

耐圧試験を実施することとすれば、1 年に 1 回行うこととなるが、開放検査を実施することとすれば、告示で定める設備の種類、使用材料等の区分に応じた周期（時期）で行えばよい。なお、貯槽並びにポンプ及び圧縮機については、告示で定める体制、能力、文書化等の要件に適合する事業者の場合には、告示で定める範囲内で周期（時期）を延長できる。

## 4.3 気密試験について

### (1) 気密試験の考え方

設備から高圧ガスを漏れいさせないことは、事故・災害の発生防止のうえで最も基本的かつ重要な事項のひとつであり、供用中の検査において気密試験は重要な検査項目である。

気密試験は、原則としては、1年に1回、運転開始前に、危険性のない気体を用い、常用の圧力（通常の使用状態において、当該設備等に作用する圧力（当該圧力が変動する場合にあっては、その変動範囲のうちの最高の圧力）をいう。）以上の圧力において漏れいのないことを確認することが適当と考えられる。しかしながら、常温下で昇圧すると保安上不都合が生じる場合や、停止した状態で行う試験では試験の目的を達せない場合がある。また、設備を開放しない年における気密試験において、敢えて原則どおりに内部流体を全て危険性のない気体に置換し試験を行わなければ気密性能の確認ができないとは考えにくい。このような場合には、運転状態の高圧ガスを用いて、運転状態の圧力、温度において試験を行うことが適当であると考える。

### (2) 気密試験の方法

上記の考え方を踏まえ、検査の方法として次のように整理できる。

- ・気密試験は、1年に1回、危険性のない気体を用い、常用の圧力以上の圧力において実施することを原則とする。しかし、運転状態の高圧ガスを用いて試験を行うことが適当な場合があり、その場合には常用の圧力まで昇圧することが困難なケースがあるので、運転状態の高圧ガスを用いる場合には運転状態の圧力で試験を行うことを可能とする。なお、具体的な検査の方法は以下の通りとすることが適当。

(注)常用の圧力は、省令で「通常の使用状態において、当該設備等に作用する圧力(当該圧力が変動する場合にあっては、その変動範囲のうちの最高の圧力)」と定義されているが、事業者は、大気温度、冷却水温度の変動に伴う圧力変動、製品グレードに伴う圧力変動、余裕しろ等を考慮して常用の圧力の数値を定めており、試験時点での運転状態では常用の圧力まで昇圧できない場合が多い。

[ 設備を開放（分解点検・整備、清掃等のために行う開放を含む。以下、同じ。）した場合 ]

原則として、危険性のない気体を用い、常用の圧力以上の圧力において実施する。ただし、次の例のような場合には、当該運転状態の圧力で、当該運転状態の高圧ガスを用いて気密試験を実施できることとする。

運転状態の高圧ガスを用いることが適当な場合

- ・窒素等の試験用ガスを用いて常温下で昇圧し、気密試験を行うことにより、保安上不都合を生じる場合（例えば、焼炭脆化の問題）。

- ・ 停止した状態での試験用ガスを用いた気密試験では、気密試験の目的を達せない場合（例えば、ポンプは、停止時に試験をすれば通常軸封部から漏えいが生じる）。

運転状態の高圧ガスを用いても気密試験の目的が達せられる場合

- ・ 運転状態の高圧ガスを用いても気密試験の目的が達せられると判断される場合（ただし、判断基準については参考資料 - 3 に『運転状態の高圧ガスを用いる気密試験を行う場合のガイドライン』を示す。）

〔設備を開放しない場合〕

当該運転状態の圧力で、当該運転状態の高圧ガスを用いて気密試験を実施する。

【参考】気密試験方法と周期（時期）の現状

〔検査の方法〕

高圧ガス設備を運転状態若しくは運転を停止した状態又は耐圧性能の確認後の組立状態における気密試験用設備を用いた常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又はその記録により検査する。

〔周期（時期）〕

1年に1回行うことが義務づけられている。

## 4.4 圧力計・温度計

### (1) 圧力計・温度計の検査の考え方

圧力計・温度計（以下「圧力計等」という。）は、正常な運転状態であることの確認、異常発生 of 早期発見等プラントの運転監視及び保安確保のために必要不可欠なものであり、圧力計等は正常に圧力（温度）を指示するものでなければならない。

そのためには、定期的に圧力計（温度計）精度確認器具等を用いて圧力計等の精度を確認することが必要であるが、運転中に当該検査を行うことは圧力計等の脱着作業を伴い、ガス漏れを起こす恐れのある危険作業となる。

しかしながら、石油精製プラント、石油化学プラント等では、運転のため同一箇所又は近傍に複数の圧力計等を設置しており、これらの圧力計等すべてが同時に誤差を生じるということは考えにくいので、検査の対象となる圧力計等と同一箇所又は近傍に複数の圧力計等が設置されている場合には、これらの圧力計等と比較することにより圧力（温度）の指示が正しいか否かの確認は可能である。

したがって、当該検査の方法を圧力計等の運転中検査の方法として認めることが適当と考える。

また、許容誤差については、JISが整備されている圧力計等については、当該JISに規定されている許容誤差を採用することが適当と考える。

### (2) 検査の方法

上記の考え方を踏まえ、圧力計等の検査の方法として次のように整理できる。

なお、以下の考え方については、平成11年度経済省委託事業「圧力計・温度計の保安検査周期の検討」の委員会において検討され、その報告書の中において示されているものである。

運転中における圧力計等の検査の方法は、検査の対象となる圧力計等と同一箇所又は近傍にDCS等の複数の圧力計等が設置されている場合であって、一定の要件を満足する場合には、対象圧力計等をこれらと定期的に比較することにより確認する。

なお、停止中の検査の方法については、現行どおり圧力計（温度計）精度確認器具等を用いて圧力計等の精度を確認する。

JISが存在する圧力計等については、当該JISに規定されている許容誤差を採用する。

上記及びに関わらず、使用環境、使用実績等から定期的に検査を要しない又は合理的な検査周期（時期）を設定できる設備については、設備名、検査周期（時期）等を明示しておく。

### 【参考1】

平成11年度経済省委託事業「圧力計・温度計の保安検査周期の検討」の報告書の中では、一定の要件について次のような整理がされている。

- ・圧力計等の寿命（劣化等による寿命。上記報告書では、設置後20年程度であれば問題なしとされている。）が連続運転期間以上であること

- ・ 圧力計等及び DCS の検出端の位置がほぼ同じであり、圧力（温度）の変化により圧力計等と DCS の指示値にタイムラグが生じないこと
- ・ 圧力計と DCS を比較した記録が 5 年間以上保管されており、同一の指示値の場合は誤差（一定の差で推移している場合は振れ幅）が、最小目盛りの 1/2 以下であること
- ・ 半年に 1 回以上 DCS と比較し、誤差（一定の差で推移している場合は振れ幅）が J I S に規定された許容誤差以下であること。ただし、当該圧力計等の J I S が整備されていない場合は、告示に掲げる許容誤差以下であること

【参考 2】圧力計・温度計の検査の方法と周期（時期）の現状

〔検査の方法〕

高圧ガス設備の圧力計（温度計）の設置状況を目視、図面等により検査し、当該温度計の精度を温度計（圧力計）精度確認器具を用いた測定又はその記録により検査する。

〔周期（時期）〕

2 年に 1 回行うことが義務づけられている。

## 4.5 インターロック

### (1) 検査の考え方

インターロック機構は、高圧ガス保安法に基づく技術基準において「可燃性ガス若しくは毒性ガスの製造設備、又はこれらの製造設備の計装回路の保安上重要な箇所に、適正な手順以外の手順による操作が行われることを防止するため、又はこれらの製造設備が正常な製造の行われる条件を逸脱したとき自動的に当該製造設備に対する原材料の供給を遮断する等により、当該製造設備内の製造を制御するために設置する」旨規定されている。

この保安上重要な箇所に設けられたインターロック機構の作動性能を確認することは重要な検査項目のひとつであり、具体的には一定期間の範囲で、不適切な手順で製造を行う、又は正常な製造条件を逸脱した条件を入力し、その結果その手順では製造ができないこと、又は自動的に原材料が遮断され、製造が制御される（即ち製造停止）ことを確認することである。

このために実施する検査としては、インターロック作動条件時の信号発信、信号伝送回路の確認、動作側の信号入力、駆動媒体及び動作機構の作動確認等の総合的な点検・整備後の確認試験が最も大切で正確な検査である。この検査によってインターロックを構成する全ての部品、システムの健全性の確認ができる。

### (2) 検査の方法

#### 停止中検査

上述のとおり、インターロックシステムの健全性を確認するため、原則として1年に1回作動確認試験を行う。

#### 運転中の検査の方法

インターロックの作動確認試験を行うためには、運転を停止する必要があるが、現在の制度の下で、1年を超えて連続運転が認められるケースとして認定保安検査実施者制度があり、事業者から申請された連続運転期間に対して、連続運転を阻害する要因が網羅的に把握され、運転中に実施される検査や余寿命予測等によって次回停止検査時までの保安確保が総合的に確保されていることを確認して認められている。

しかしながら、1年以上の連続運転が認められた高圧ガス製造設備にあっても、システムを構成している部品の特性等によっては、運転中であっても、その機能維持の状況を確認することが必要と判断される場合がある。即ち、電子部品には兆候なく突然に故障するという特徴があり、また、連続運転期間中の寿命に関するデータも少ない。

従って、当面はこのような寿命予測の不確実さを考慮して、設備の保安確保を図る上で重要な手段である、保安上重要なインターロック機構については、1年に1回運転中に確認できる方法で、その時点での構成部品の健全性を確認する試験が必要であると考えらる。

具体的には、運転中に実施可能な方法として、模擬信号入力試験方式を採用する。

( 3 ) インターロック機構の維持管理基準の整備について

現行規制において、原則として1年に1回の検査が義務づけられてきたこともあり、設備毎の適切な検査周期(時期)について十分検討されてきたとは言えず、原則となる検査周期(時期)を変更する場合に限って、その妥当性を評価してきたが、今後は、設備の維持管理の原点に立ち返り、検査周期(時期)についても検討することが必要と考える。

インターロック機構は保安確保上特に重要なシステムであり、今後、連続運転期間の長期化やリスクベースの安全管理の導入を目指そうとすれば、特にその評価が重要となる。適切な評価・判断を行うためにも、インターロック機構の維持管理について、関連業界や学会の技術的知見を結集し、民間基準を整備し、活用していくことが重要と考える。

( 4 ) 保安上重要な箇所に設置するインターロックの解釈について

保安検査の対象となる「保安上重要な箇所に設置するインターロック」の解釈が、自治体毎に相当範囲の幅がある。「保安上重要な箇所」の定義は、設備の種類、設置された周囲の条件等によって異なり、一律に規定できるものではないが、極端な差は避けるべきであると考ええる。

従って基本的な適用範囲の明確化について調整する必要があると考える。

【参考】インターロックの検査の方法と周期(時期)の現状

〔検査の方法〕

可燃性ガス若しくは毒性ガスの製造設備又はこれらの製造設備の計装回路について、インターロック機構の設置状況を図面又は記録により検査し、その機能を作動試験又はその記録により検査する。

〔周期(時期)〕

1年に1回行うことが義務づけられている。

## 4.6 緊急遮断弁

### (1) 検査の考え方

緊急遮断弁は、高圧ガス保安法に基づく技術基準において「特殊反応設備又は高圧ガス設備の事故の発生が直ちに他の製造設備に波及するおそれのある設備について、緊急時に安全に、かつ、速やかに遮断するために設置する。また、高圧ガス（液化ガス）の貯槽に取り付けた配管に液化ガスが漏洩したときに安全に、かつ、速やかに遮断するために設置する」旨規定されている。従ってこの緊急遮断弁の機能が常に確保されるよう定期的に点検を行う必要がある。具体的には、停止時に遮断弁本体及びそれを作動させるシステム（作動信号、作動媒体等）を総合的に点検、整備を行った上で行う作動確認試験と、遮断性能確認のための漏えい量検査を実施することが必要と考える。

### (2) 検査の方法

#### 停止中検査

上述のとおり、緊急遮断弁の健全性を確認するため、原則として1年に1回作動確認試験及び弁座漏えい量検査を行う。

#### 運転中の検査の方法

緊急遮断弁の作動確認試験及び弁座漏えい量検査を行うためには、運転を停止する必要があるが、現在の制度の下で、1年を超えて連続運転が認められるケースとして認定保安検査実施者制度があり、事業者から申請された連続運転期間に対して、連続運転を阻害する要因が網羅的に把握され、運転中に実施される検査や余寿命予測等によって次回停止検査時までの保安確保が総合的に確保されていることを確認して認められている。

しかしながら、1年以上の連続運転が認められた高圧ガス製造設備にあっても、システムを構成している部品の特性等によっては、運転中であっても、その機能維持の状況を確認することが必要と判断される場合がある。即ち、電子部品には兆候なく突然に故障するという特徴があり、また、連続運転期間中の寿命に関するデータも少ない。さらに、長期間作動せずに同一の位置に固定された弁棒が、プロセス流体の影響等によって固着等による作動不良を起こす懸念がある。

従って、当面はこのような寿命予測の不確実さを考慮して、設備の保安確保を図る上で重要な手段である緊急遮断弁については、1年に1回運転中に確認できる方法で、その時点での構成部品の健全性を確認する試験が必要であると考えられる。

具体的には、緊急遮断弁の運転中検査は、作動確認試験（部分作動確認試験でも可）とし、弁座漏えい量検査は停止時検査において実施することとする。

なお、貯槽の配管に設置された緊急遮断弁についても、運転中検査は作動確認試験（部分作動確認試験でも可）とし、弁座漏えい量検査は開放検査時に実施することとする。但し3年を超える長周期或いは開放検査周期が定められていないような貯槽の場合は、5年以内の間に、作動確認試験及び弁座漏えい量検査を実施することとする。

### (3) 緊急遮断弁の維持管理基準の整備について

現行規制において、原則として1年に1回の検査が義務づけられてきたこともあり、設備毎の適切な検査周期（時期）について十分検討されてきたとは言えず、原則となる検査周期（時期）を変更する場合に限って、その妥当性を評価してきたが、今後は、設備の維持管理の原点に立ち返り、検査周期（時期）についても検討することが必要と考える。

緊急遮断弁は保安確保上特に重要なシステムであり、今後、連続運転期間の長期化やリスクベースの安全管理の導入を目指そうとすれば、特にその評価が重要となる。適切な評価・判断を行うためにも、緊急遮断弁の維持管理について、関連業界や学会の技術的知見を結集し、民間基準を整備し、活用していくことが重要と考える。

**【参考】緊急遮断弁の検査の方法と周期（時期）の現状**

〔検査の方法〕

貯槽の配管、又は特殊反応設備等に設けた遮断弁の状況を目視により検査し、遮断弁の機能を作動試験又はその記録により検査する。

〔周期（時期）〕

1年に1回作動確認試験及び弁座漏えい量検査を行うことが義務づけられている。

## 5 . 個別機器に関する検討結果

一般的・共通的な方法をそのまま適用しがたい設備については、個々にその検査のあり方及び検査の方法について検討を行った。

### 5 . 1 動機器について

#### ( 1 ) 動機器の耐圧性能及び強度の考え方

動機器を設計するに当たっては、設計圧力又は設計温度により発生しうる最大応力に対する安全な強度を有することはもちろんのこと、ノズル部に発生する外力による影響、使用条件・環境を考慮した安全率、加工代・設計誤差を考慮した安全率等を加えて設計を行っているため、通常特定則で要求されている必要肉厚と比べかなりの余裕がある肉厚となっている。

また、動機器は、耐食及び摩耗を考慮した材料選定を行っており、通常摺動部以外での減肉傾向は殆どないが、もしも腐食・摩耗による減肉が発生した場合には、動機器の場合には性能低下として異常が現れるので、運転状態を監視することにより異常の発見が可能と考えられる。

更に回転機器は、日常及び定期の点検に加え、運転時間に基づいた開放点検（軸受け部、メカニカルシール部、リング等摺動部の部品交換）が必要であり、この時期を捉えて内面の劣化状況等の把握ができると考えられる。

（参考資料 - 4 『動機器耐圧部の肉厚測定のあり方について』参照）

#### ( 2 ) 検査の方法

上記の状況を踏まえ、動機器の検査のありかたとして次のように整理できる。

- ・過去の検査経験及び評価結果によって、明らかに減肉が認められない場合には、毎年の肉厚測定を不要とする。
- ・固定的な開放周期（時期）を不要とし、摺動部の分解点検・整備のための開放周期（時期）に合わせ、耐圧部の目視検査を実施する。目視により劣化が認められた場合に肉厚測定等を行う。

### 5 . 2 空気液化分離設備について

#### ( 1 ) 基本的な考え方

空気液化分離装置のコールドボックス（以下「C / B」という）内の機器、配管については、次の理由により、その内部及び外部から腐食・減肉の要素がないことやC / Bの安全対策が施されていることから、開放（耐圧）検査、肉厚測定、気密試験の方法について見直しを検討した。

また、C / B内の温度計については、設置後は周囲を断熱材に覆われ、取り出しが相当困難となること、温度計に起因するトラブルの殆どは取り出す際又は再設置

の際の短絡又は断線であること等から温度計の検査の方法のあり方について見直しを行った。(詳細は参考資料 - 5 『空気液化分離設備の耐圧試験等について』及び参考資料 - 6 『空気液化分離設備 ( A S U ) の温度計について』参照)

#### 内部腐食

- ・取扱うガスは、空気成分であり、腐食性ではない。
- ・前処理プロセスにより空気中の不純物は除去されるため C / B 内機器には清浄な空気が導入される。
- ・主要材料は、耐食性がよく、低温脆性破壊がなく、かつ、靱性の大きいオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金を使用している。

#### 外部腐食

- ・C / B 内には乾燥窒素ガスをシールガスとして供給し、常時外槽圧力を大気より高く保持しており、これにより大気中の水分や腐食性ガス、雨水の浸入から保護されている。

#### C / B 内の安全対策

- ・C / B 外槽内圧力の常時監視
- ・外槽安全弁の設置
- ・C / B 内窒素ガスシールの実施

### ( 2 ) 検査の方法

上記の考え方を踏まえ、空気液化分離装置の検査のあり方として次のように整理できる。

空気液化分離設備の C / B 内の機器、配管については開放 ( 耐圧 ) 検査、肉厚測定 ( 強度確認 ) は不要とする。

空気液化分離設備の C / B 内の温度計については、膨張タービン出口温度計を代表とし、その測温素子及び指示計について次のように取り扱う。

- ・運転時に近傍に設置されている温度計と指示値の比較を行い、J I S に規定する許容誤差範囲内であることを確認する。
- ・5 年以内で膨張タービンの分解・整備に合わせ基準温度計との比較・校正を行う。

### ( 3 ) 類似設備の取扱い

空気液化分離装置の C / B と同様に、外部が不活性な断熱材で覆われ、窒素等不活性ガスにてシールされている、又はこれと同等 ( 例えば真空断熱 ) の高圧ガス設備であって、当該高圧ガス等による化学作用によって変化しない材料を使用している場合も同様の扱いが行えるものと考えられ、例えば、エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器がその一例として挙げられる。(アルミ熱交換器の詳細については、参考資料 - 7 『エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器の耐圧性能及び強度について』参照)

### 5.3 LNG受入基地について

#### (1) 基本的な考え方

LNG受入基地設備に適用される高圧ガス保安法に基づく検査の方法の見直しを  
考える上で、

LNG(NG)は腐食性がないガスであること

設備の使用材料、構造、設計並びに製作・施工時に徹底した品質管理がなさ  
れること

適切な維持管理を行い、過去の検査実績データ(最長約20年)から腐食減肉  
や割れ等の異常が認められていないこと

さらに、同設備に対する他法令(電気事業法、ガス事業法)における検査内容を  
踏まえ、開放(耐圧)検査、肉厚測定、気密試験の方法について見直しを検討した。  
(詳細は参考資料-8『LNG受入基地に関する検査の考え方について』参照)

#### (2) 検査の方法

上記の考え方を踏まえ、LNG受入基地の検査のあり方として次のように整理で  
きる。

LNG配管(ステンレス鋼)

- ・外観検査(目視検査)により、変形、破損、氷結等の異常の有無を確認する。
- ・長期的なエロージョンを考慮し、特定部位(機器出口曲管、制御弁下流部等)に  
ついて肉厚測定を行い、余寿命管理を行う。

NG配管(炭素鋼)

- ・外観検査(目視検査)により、塗膜劣化箇所等を確認し、劣化箇所に対し必要に  
応じ肉厚測定を行う。

オープンラック式LNG気化器(Al合金)

- ・定期的(1回/3年)な外観検査(目視検査)により、変形、破損、メタリコン  
剥離等を確認し、必要に応じて伝熱管溶接部のPTを実施する。
- ・メタリコン被膜の膜厚管理を行う。

LNGタンク(9%Ni鋼:内槽)

- ・定期的(1回/年)な外観検査(目視検査)により、変形、破損、氷結等の異常  
の有無を確認する。

BOG圧縮機(ステンレス鋼、炭素鋼)

- ・固定的な開放周期(時期)を不要とし、摺動部の分解点検・整備のための開放周  
期(時期)に合わせ、耐圧部の目視検査を実施する。目視により劣化が認められ  
た場合に肉厚測定等を行う。(5.1の動機器の考え方に同じ)

### 5.4 液化石油ガス製造事業所について

#### (1) 基本的な考え方

液化石油ガスは基本的に腐食性のないガスであり、内部からの腐食その他の材料

劣化を起こすおそれがなく、その点を考慮しての検査あり方の検討が必要と考えられる。また、他法令（ガス事業法）における同様の設備に対する検査の方法を踏まえ、開放（耐圧）検査、肉厚測定の方法について見直しを検討した。（詳細は参考資料 - 9 『液化石油ガス製造事業所の検査の方法について』参照）

## （２）検査の方法

上記の考え方を踏まえ、液化石油ガス製造事業所の検査のあり方として次のように整理できる。（一般的・共通的な方法を適用できるものも含む。）

### 高圧LPG貯槽

#### ・耐圧性能の確認

高圧LPG貯槽は、１年に１回以上の外観検査（目視検査）により、腐食、損傷等のないことを確認し、必要に応じて外面からの非破壊検査を実施する。

内面検査は、下記に定める期間内に実施することとするが、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

・設置後５年以内に初回の開放検査

・初回開放検査以後は１０年以内

・溶接補修を行った場合は、１年以上２年以内に開放し、異常がなければ次回を５年以内とし、更にその結果異常がなければその後は１０年以内

#### ・肉厚測定

高圧LPG貯槽の肉厚測定は、１年に１回以上、上記の外観検査（目視検査）を実施し、腐食・減肉が認められた箇所について肉厚測定器具を用いて実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

### 高圧LPG配管設備等

#### ・耐圧性能の確認

高圧LPG配管・弁類等は、１年に１回以上の外観検査（目視検査）により、腐食、損傷等のないことを確認し、必要に応じて外面からの非破壊検査を実施する。

#### ・肉厚測定

高圧LPG配管・弁類等の肉厚測定は、１年に１回以上、上記の外観検査（目視検査）を実施し、腐食、減肉が認められた箇所について肉厚測定器具を用いて実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

### 低温LPG貯槽

#### ・耐圧性能の確認

低温LPG貯槽は、現行規定のとおり、開放（耐圧）検査を不要とする。

#### ・肉厚測定

低温LPG貯槽の肉厚測定は、不要とする。

#### 低温LPG配管設備等

- ・耐圧性能の確認

低温LPG配管・弁類等は、1年に1回以上の外観検査（目視検査）により、保冷材の剥離・損傷、霜付き・氷結等のないことを確認し、必要に応じて保冷材を取り外して外面の状態について目視検査又は非破壊検査を実施する。

低温LPG配管・弁類の内面検査は不要とし、弁類等の作動状態の維持管理のため分解点検を実施する場合に、必要と考えられる場所の非破壊検査を実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

- ・肉厚測定

低温プロパン用配管・弁類等の肉厚測定は不要とする。

低温ブタン用配管・弁類等は、1年に1回以上、設置状態の異なる場所毎に1箇所以上測定場所を定めて肉厚測定を実施する。

但し、保冷材の剥離・損傷、霜付き・氷結等が確認された場所については、保冷材を取り外して外面の状態について目視検査又は非破壊検査を実施する。

また、分解点検を実施する場合には、必要と考えられる場所の肉厚測定を実施する。

なお、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

## 5.5 圧縮天然ガススタンドについて

### (1) 基本的な考え方

圧縮天然ガススタンドは、天然ガス自動車に天然ガスを充てんするための設備であり、高圧ガス保安法の規制を受けているが、圧縮天然ガススタンドで用いられている配管には径が細く、法で求める検査の実施が不可能なものがあり、検査の実効性の観点から不都合が生じているものがある。また、内容物である圧縮天然ガスは、内部からの腐食その他の材料劣化を起こすおそれがなく、その点を考慮しての検査あり方の検討が必要と考えられる。（詳細は参考資料 - 10『圧縮天然ガススタンドの検査の方法について』参照）

### (2) 検査の方法

上記の考え方を踏まえ、圧縮天然ガススタンドの検査のあり方として次のように整理できる。

ガス圧縮機に付属している配管類、蓄ガス器、高圧ガス配管は、外観検査（目視検査）を実施し、かつ、外観検査（目視検査）により異常の見られた箇所について肉厚測定等を実施している場合には開放検査を不要とする。なお、肉厚測定等の結果、補修等の対応が必要とされれば補修等を実施する。

天然ガススタンドに設置されている安全弁のうち、呼び径25A未満のものについても、JIS規格と同等の性能、構造をもつものについては、検査周期を2年とする。

## 6 . 自主検査の充実と民間規格の整備・活用

本委員会においては、高圧ガス設備の供用中検査のうち、現状を見直すべき検査項目について前章の通り検討を行ったが、併せて、高圧ガス保安の維持・向上の観点から自主保安の促進を図るため、今後の自主検査の充実等について検討を行い、検討結果を以下の通りとりまとめた。

### 6 . 1 自主検査の充実

#### ( 1 ) 自主保安の推進と自主検査の充実

高圧ガス取締法から高圧ガス保安法への改正（平成 9 年 4 月）により、自主保安の推進が明確に打ち出されたものの、供用中検査については、検査の方法に関する民間規格の整備が進んでいないなど、現状において民間セクターの自主的取り組みは必ずしも十分ではないと考えられる。

高圧ガス設備の保安は、事業者及び個々の従業員の保安活動が自律的に行われ、かつ継続的に改善されてはじめて確保されるものである。供用中検査についても、自治体等の第三者が実施する保安検査のみで十分な保安が保証されるものではない。第三者による検査は、事業者による自主検査が適切に行われた結果として現れる設備の健全性を確認するものと考えべきである。

我が国の製造業全体について設備年齢が高くなっているとの指摘があるが、高圧ガス分野についても例外ではなく、今後、設備の使用履歴や設備年齢等に応じた保守管理の充実・改善を図っていくことが、これまで以上に重要になると考えられる。事業者による自主検査は、保守管理活動の中でも設備の健全性を維持する上で特に重要な活動であり、KHK なども含めた民間セクターは、自主検査の充実に主体的・積極的に取り組むことが必要と考える。

#### ( 2 ) 定期自主検査の方法に関する民間規格の整備

自主保安の充実を図るためには、民間において主体的に科学的・技術的根拠に基づく合理的な検査の方法を検討し、自らの規格として整備していくことが重要である。このような活動があつてこそ、第三者チェックである保安検査の方法も改善が期待される。

具体的には、本委員会で検討した結果を反映した検査の方法を、KHK 基準「定期自主検査実施要領（仮称）」として作成し、以後、適切な策定・見直しプロセスにより、最新の技術的知見をタイムリーに反映し、その改善を図っていくことが適当と考える。

なお、定期自主検査は、文字通り自主検査であることから、検査の方法も全ての事業者に画一的に適用されるべきものではないが、「このような方法であれば技術基準適合状況を確認する上で適切である」というものを標準化することは有効と考える。

#### ( 3 ) 記録の信頼性確保、トレーサビリティの向上について

保安検査においては、現状でも都道府県が検査を行う場合に定期自主検査記録の確認により行われる場合があるが、保安検査実施者自らが実際に行う目視や実測等による場合と異なり、事業者の作成した記録を活用する検査については作成された記録の信頼性とトレーサビリティの確保が不可欠である。

記録の信頼性確保については、例えば次の事項が事業者の規程類において明確に規定されていることが必要と考える。

検査の計画から実施要領、記録管理までの手順

検査結果の適正な評価体制等

なお、トレーサビリティの向上については、記録の標準化(様式・記載例等を示したガイドラインを KHK 等が作成)を図るべきと考える。また、記録の保存期間について法令上明確にすることも必要である。

## 6.2 規制基準の性能規定化と民間規格の活用

### (1) 一般的な規制基準のあり方について

安全規制をより効果的、効率的に行うためには、最新の知見、技術を適時基準として規制に取り込み、利用できる体制を確立することが肝要である。

しかしながら、従来省令に定められた技術基準は、設備の仕様や材料、構造を具体的に規定した仕様規定であるものが多く、こうした仕様規定のもとでは、事業者による技術開発やトラブルを踏まえた新しい知見が機動的に取り入れにくくなっている。

したがって、規制における技術基準のあり方は、要求される性能を中心とした規定(性能規定)とし、それを実現するための仕様には選択の自由度を与える制度とすべきである。

また、規制基準が性能規定化された場合には、事業者は自ら採用する具体的な仕様が規制基準で要求する性能を満たしていることを示すこととなるが、あらかじめ規制基準で要求する性能を満たす民間規格が明らかになれば、当該民間規格に基づいた仕様を採用することで、規制基準を満たしていると判断することができる。したがって、技術的な妥当性を有する民間規格や国際規格を機動的に採用できるような制度を積極的に導入すべきである。

### (2) 高圧ガス業界の現状及び方向性について

#### 性能規定化と民間規格採用

高圧ガス保安法においては、規制基準の性能規定化が進められてきており、詳細基準については、具体的な例を例示基準として示すことにより一般の便宜を図る方法がとられている。今後、効果的・効率的な保安の確保を図るためには、民間規格の採用を進めることが必要である。

なお、保安検査の基準については、省令の別表に保安検査の方法の細かな仕様が定められており性能規定化に至っていないが、今後、効果的、効率的な検査を実施するためには、性能規定化を図るとともに民間規格の採用を進めることが重要である。

## 高圧ガス分野における民間規格整備の方向性

高圧ガスを扱う業界は多種多様であり、性能規定で求められる具体的な仕様についても、業種・業態によって異なってくることも十分に考えられる。したがって、それぞれの業種・業態に応じたきめ細かい民間規格を整備していくことが必要であるが、それと同時にそれぞれの規格の整合性を図ることも重要である。そのためには、それぞれの規格に共通する部分をガイドラインとして示すとともに、そのガイドラインの下で各業種・業態に応じた規格や機器・設備の特性に応じた規格等種々の民間規格等が階層的に構築されていくことが有効な方法と考える。

なお、高圧ガス保安法の規制対象となる設備の中には、ガス事業法等他の規制法の対象となる事業においても用いられているものがある。また、その中には例えば LNG 受入基地や LPG 貯槽のように、既に維持管理を含む民間規格が整備され、使用されているものもある。同様の設備については、基本的に同じレベルの維持管理が行われるべきであり、同様の設備であって既に民間規格が実際に使用されているものについては、法規制の枠を超え、これを活用してゆくことが合理的と考える。

さらに、非破壊検査などの技術規格や検査員の認証制度は、JIS や日本非破壊検査協会規格などで別途制定されており、分野にかかわらず適用されることが原則である。民間規格の中にはこれを適宜引用し、活用することが合理的である。

### 「定期自主検査実施要領」と他の詳細規格との関係

上記のような高圧ガス分野の特徴を踏まえれば、「定期自主検査実施要領(仮称)」は、業種や設備によらない共通のガイドラインとして設備の維持管理のための検査の方法の基本的事項を網羅したものになると考えられる。具体的には、概括的な検査の方法を定めたものに、本委員会における検討の成果を反映したものを適宜再構成し、また、必要な解説や参考資料を加えたものが想定される。

しかしながら、検査の基本的事項のみで、実際の検査が実施できるものではない。また、定期に実施する自主検査は、保守管理活動の一部であり、設備の点検についてのみ見ても、定期に実施する検査の他に、日常の巡視点検や通常検査などが行われている。

したがって、「定期自主検査実施要領」で定めた内容を具体化したり、定期自主検査のみならず、日常の巡視点検なども含む設備の維持管理を適切に実施するための事業者自身の規格の整備が重要と考えられる。(参考資料 - 11 『保安検査関連基準の体系図』参照)

## 民間規格作成プロセス

定期自主検査要領等民間規格の策定にあたっては、その作成プロセスが産学界から偏りのないメンバーの選定を行うとともに、公衆審査を経るなど、公正、公平、公開を重視し、公共的な性格を有するものとなっていることが必要である。また、常に最新の知見を反映できるように定期的な見直し・改定を行うシステムとなっていることも必要である。今後、産学官を挙げて民間規格の策定の体制を整備してゆくことが重要である。民間規格が、信頼性が十分高いものとして認め

られ活用されるためには、このような作成プロセスを経て、規格自体が十分な実力を備えることが基本と考える。

なお、KHK においては、これまでも数多くの自主基準を作成してきているが、KHK 基準が十分高い信頼性を持ち、関係者に安心して活用されるものとなるよう、この機会にその作成プロセスを見直すことが必要である。本委員会で提案した「保安検査基準（案）」及び「定期自主検査実施要領（案）」について今後、KHK 基準として制定作業が進められるが、KHK 基準制定のために設けられている技術委員会での検討はもちろん、技術委員会での規格作成の規程や公衆審査などの制度を整備して、今後の各方面からの要望と批判に十分応えられるよう準備しておく必要がある。

### 6.3 中長期的課題について

本委員会においては、保安検査と定期自主検査の位置づけそのものを見直すべきとの提案もあった。具体的には、検査は、本来事業者が自ら実施するものであり、第三者による検査は、事業者による検査が適切に行われているかどうかを確認するものではないか、したがって、保安検査と定期自主検査についてもこのような観点から位置づけを見直すべきではないかという提案である。

本委員会は、保安検査と定期自主検査の供用中検査に関し、事業者や自治体等が直面している喫緊の課題について解決策を提案することが第一の使命であり、直ちに実施すべきであり実施できると考えられるものを本報告書に取りまとめ提案している。保安検査と定期自主検査の位置づけについては、引き続き関係者間で検討が継続されることを期待する。

## 参 考 資 料

本資料は、本報告書の理解を助けるための参考として委員会で配布された資料等を事務局の判断で整理・要約等を行い、添付しているものです。

## 参考資料 目次

参考資料 - 1	耐圧性能・強度に係る検査周期（時期）のためのガイドライン.....	参 - 1
参考資料 - 2	肉厚測定箇所選定についての参考資料.....	参 - 5
参考資料 - 3	運転状態の高圧ガスを用いる気密試験を行う場合のガイドライン	参 - 17
参考資料 - 4	動機器耐圧部の肉厚測定のあり方について.....	参 - 18
参考資料 - 5	空気液化分離設備の耐圧試験等について.....	参 - 20
参考資料 - 6	空気液化分離設備（ASU）の温度計について.....	参 - 29
参考資料 - 7	エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器の耐圧性能 及び強度について	参 - 32
参考資料 - 8	LNG受入基地に関する検査の考え方について.....	参 - 42
参考資料 - 9	液化石油ガス製造事業所の検査の方法について.....	参 - 46
参考資料 - 10	圧縮天然ガススタンドの検査の方法について.....	参 - 51
参考資料 - 11	保安検査関連基準の体系図.....	参 - 63

## 耐圧性能・強度に係る検査周期（時期）のためのガイドライン

### 1. 目的

本ガイドラインは高圧ガス製造事業者が、自社の高圧ガス製造施設の高圧ガス設備について、適切な設備管理の下、適正な余寿命管理を行っており、事業者自ら耐圧性能・強度に係る検査周期（時期）を設定することが出来る事業者の判定を行うための指針である。

### 2. 適用設備

高圧ガス設備の内、設備の完成検査後2年以上の運転実績と1回以上の耐圧性能・強度に係る検査実績がある設備を対象とする。

但し、改造、取り替え等があった場合で以下に該当する設備は、上記に係らず余寿命管理により検査周期（時期）を設定する設備に含めることができる。

- ・運転条件が類似しており、増設、改造、取り替え前と同等以上の材料を用いた設備にあって、過去の検査履歴から、当該設備の余寿命予測ができる設備

また、動機器については固定的な開放周期を不要とし、摺動部の分解点検・整備に合わせた開放周期を設定するため、当該適用設備の対象から除く。

### 3. 用語の定義

当該ガイドラインで用いる定義は、次による。

#### 1) 腐食

材料と環境との間で起きる、化学的・電気化学的反応の結果生じる損傷をいう。

#### 2) エロージョン

流動する環境物質(流体及び流体に含まれる固形物質など)により、設備等の部材が磨耗を受ける現象をいう。

#### 3) エロージョンコロージョン

腐食とエロージョンが重複し、互いに助長しあって設備等の部分が磨耗を受ける減肉現象をいう。

#### 4) 劣化損傷

使用環境によって材料の強度や靱性が低下する、高温劣化、応力腐食割れ、疲労割れなどの割れ、材質劣化等の現象をいう。

#### 4. 検査周期（時期）を自ら設定できる事業者の要件

以下に示す事項に関する規程・基準類が整備され、現に設備管理に活用されている事業者であること。

##### 4.1 検査計画管理

1) 静機器毎又は配管系の腐食系毎に検査結果の評価解析、重要度、最近の運転実績及び保全履歴を十分に確認、分析ならびに評価し、その結果に基づいて検査計画が立案されていること。

2) 設備等及び運転上の変更が行われる時には、腐食・エロージョン・劣化損傷の進展に対する影響を評価し、その都度検査計画の見直しを行っていること。

3) 検査記録、保全履歴が適切に管理され、検査計画の立案に際して活用できていること。

4) 設備等の設計、建設段階にて考慮された腐食・エロージョン・劣化損傷の対策（薬液の注入、ライニング、電気防食、構造設計上の配慮等）の性能が維持されていることを確認し、運転条件の変更、改造などによる環境変化がある場合には、性能の低下及びその防止対策の必要性を調査、検討を行っていること。

5) 設備維持に関する新しい知見が得られた場合には、必要に応じて、設計基準、保全基準及び運転基準などの関係基準にその内容を反映されていること。

##### 4.2 腐食・エロージョン・劣化損傷要因の把握

1) 高圧ガス設備の内外面に発生する可能性のある腐食、エロージョン・劣化損傷要因が網羅的に抽出され、分類・整理し、検査管理区分を明

確にしていること。

- 2) 配管系（相互に連結された配管の集合体であり、付属品を含む）は、腐食系（同一の内部流体条件下にあって、腐食環境が同一とみなされる範囲）毎に適切に区分し管理していること。

なお、腐食、エロージョン・劣化・損傷の分類の一例として下記のような分類がある。

流体及び材料の組み合わせ或いは使用条件等によって発生する減肉  
全面腐食、エロージョン、孔食、外面腐食等

流体及び材料の組み合わせ或いは使用条件等によって発生する劣化損傷  
・応力腐食割れ、水素誘起割れ、疲労割れ、水素脆化、高温酸化  
クリープ、低温脆化、熱疲労等

製作時或いは施工時（補修、改造等）の内在欠陥が顕在化した劣化・損傷要因  
・遅れ割れ、溶接欠陥等

#### 4.3 検査箇所を選定

- 1) 腐食・エロージョン・劣化損傷要因毎の検査箇所は静機器毎（配管系にあっては、腐食系単位毎）に、材料と流体の腐食性、温度・流速等の運転条件、形状、構造、流れの状態を考慮した適切な検査箇所が選定されていること。
- 2) 肉厚測定に関しては、測定する検査点の考え方、設定の方法が明確になっていること。
- 3) 静機器においては、目視検査の結果を踏まえ、検査箇所が選定されていること。
- 4) 外部腐食の検査箇所は、保温施工箇所にあつては、保温材下腐食の発生の可能性を評価するために適切な検査箇所とし、保温が施工されていない箇所については、外面の腐食状況の確認が目視により行われて

いること。なお、塗装、コーティング、メッキ等が施されている箇所  
にあつては、塗装等の外観を目視により確認し、著しい劣化を認め  
た場合には、当該部位の腐食の有無が検査されていること。

#### 4.4 検査方法

目視検査、肉厚測定、非破壊検査これらの適切な組み合わせにより、腐食・  
エロージョン及び劣化損傷状況が検出されていること。

#### 4.5 余寿命管理

腐食・エロージョン及び劣化損傷要因に対して、設備の余寿命予測が可能  
なものと困難なものに分類し、余寿命予測が可能なものについては、次の  
事項を明確にし、的確な余寿命予測を実施することにより、次回検査時期  
までの耐圧性能・強度が担保されていること。

1) 腐食・劣化損傷における長期間の傾向や短期間の変動を適確に把握し、  
要因に応じた腐食・エロージョン・劣化損傷速度の決定方法、余寿命  
評価の算定方法が明確になっていること。

2) 算出された余寿命に基づく次回検査時期の設定方法が明確になってい  
ること。

また、余寿命予測が困難なものについては、設備に予想される腐食、劣化  
損傷の発生を防止する措置など十分な対策を実施し、その効果が次回検査  
時期まで担保されていること。

#### 4.6 検査体制

前項までの検査計画から検査の実施、評価・解析を行えるだけの十分な技  
術的な検討体制が明確になっていること。ただし、検査の内、非破壊検査  
を外注業者に委託する場合は、検査会社の技術力の評価を行った上で採用  
を検討する体制、検査データの評価・解析は自社で行える体制が明確にな  
っていること。

#### 4.7 検査記録の作成、保存、活用

設備の設置以降実施した耐圧性能・強度に係る検査の記録が作成され、  
保存されていること。また、その検査結果が設備管理に活用されているこ  
と。

肉厚測定箇所選定についての参考資料

高圧ガス設備の耐圧性能の確認のために行う肉厚測定は、以下に示す腐食事例等を考慮し選定実施する。

肉厚測定は、非破壊検査設備等の肉厚測定用器具を用い、設備ごとに数点以上測定する。(配管系にあっては、ほぼ同一の腐食環境となり、類似形態の腐食を受ける範囲ごとに)

静機器の肉厚測定については、内面目視検査の状況も考慮し選定実施する。

a) **配管内部の腐食**

- **流れの滞留箇所** 主配管から分岐されて他端が閉止状態にある枝管では、流動性が少なくスケール等の堆積による、堆積物下の腐食が起りやすくなるので注意する。
- **管路の曲り箇所** 高流速の配管等において、エルボやベンドなどの流れ方向が急激に変化する箇所では、偏流及び旋回流が発生し、局所的に大きい腐食・エロージョンを生ずることがある。
- **流れの分流・合流箇所** 分流、合流及びそれに伴う偏流によって流れの状態が変化する箇所、特に流体が管壁に衝突する箇所では、腐食が発生することがある。
- **流れが絞られるなど、急変する箇所** オリフィスの挿入箇所、管径や流路が急変する箇所では、流れの状態が変化する。オリフィスの例では、オリフィス口での流速の上昇、オリフィス下流における渦流の発生が挙げられ、静圧回復点近傍までの箇所に腐食の発生する事例がある。
- **注入箇所** 水や薬品を注入する箇所では、注入される流体の物性と運転条件によって、局部腐食が生じることがある。注入流体の拡散が十分でない場合は、偏流が生じこの影響は上下流に及ぶ。直管部の主流が乱流の場合の腐食範囲は、注入点より上流方向へはおおよそ管径の3倍、下流方向へはおおよそ管径の20倍までとの報告事例がある。またインナーノズルがない場合は注入された流体は主管内壁に沿って流下し、管壁を著しく減肉する可能性がある。
- **凝縮箇所** ベーパーライン、リアクター下流の反応生成物ラインなどでは、コンデンサー上流配管中でベーパーが部分的に凝縮する場合がある。このとき凝縮液(特に凝縮水)中に腐食性物質が濃縮し、配管が腐食されることがあり特に初期の凝縮液は、腐食性物質が高濃度

となるので腐食が激しくなる例がある。

- **蒸発する箇所** ホットバイパスが混入する箇所、減圧箇所、本管の流れが停滞している場合のジャケット配管、トレース付き配管などで配管内の液体が部分的に蒸発することがある。このとき気相中に腐食性物質が含まれる場合、その成分が濃縮され、配管が腐食される場合がある。またスチームコンデンセートの部分フラッシュにより調節弁下流では、エロージョンが発生することがあるので注意する。
- **固体又は液滴、気泡を含む流速のある流体の配管** エロージョンは、通常、流れの方向が変わる箇所又はフラッシュが起こっている調節弁の下流のような流れに乱れのある部分で、多量の固体を含む流れ又は高速度の液滴、気泡を含む流れの配管系に発生する。エロージョンによる侵食の形態は、方向性を持った溝、丸穴、波形及び窪みになる。また、撓みのあるコンデンセートラインなどでは、滞留したコンデンセート部分での流速の乱れからエロージョンが発生することがあるので注意することが望ましい。
- **高流速で乱流の激しい箇所** 腐食とエロージョンが同時に発生・進展すると、各々が単独に発生する場合よりも著しい減肉がある。このようなエロージョンコロージョンは、高流速で乱流の激しいところで発生する。特に、流体中に水硫化アンモニウム及び硫酸を含む環境では流速による影響に注意する。  
具体的な詳細箇所は、付図（腐食・エロージョンが起こりやすい箇所）による。

## b) 設備外部腐食

- 1) **保温配管・機器（保冷及び火傷防止配管含む）** 保温配管・機器では、保温材への雨水浸入などにより保温材下の配管に腐食が発生する。最も一般的な保温材下腐食は、炭素鋼では局部腐食、オーステナイトステンレス鋼では塩化物応力腐食割れである。これら保温材下腐食発生の可能性を評価するため、保温などの健全性を検査することが重要である。保温材下腐食が起こりやすい配管系及び共通的な構造部位を表1及び表2に示す。

なお、保温材下腐食の起こりやすい共通的な構造の詳細は、付図（腐食・エロージョンが起こりやすい箇所）による。

表 1 保温材下腐食の起こりやすい設備

設備	該 当 例
噴霧や水蒸気に直接曝され易い配管系・機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷水塔付近の配管・機器</li> <li>・スチームトラップ近傍の配管</li> <li>・スチームトレース配管の保温内継手</li> </ul>
保温材内に湿気を吸収蓄積する可能性のある配管系・機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ - 4 ~ 150 程度で運転されている炭素鋼配管・機器</li> <li>・使用中は 150 以上であるが、間欠運転される炭素鋼配管</li> <li>・本管から分岐され 150 以下となる滞留部及び付属品</li> <li>・火傷防止対策施工配管</li> </ul>
保温材に含まれる塩素が応力腐食割れに対して活性となる配管系・機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 65 ~ 210 程度で運転されているオーステナイト系ステンレス鋼配管・機器</li> </ul>
保温外装が損傷する可能性のある配管系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・振動配管</li> <li>・コーティング又はラッピングが劣化している配管</li> </ul>

備考 表中の温度は、配管内部流体温度を示す。

表 2 保温材下腐食の起こりやすい共通的结构

部 位	構 造 例
保温及び外装の貫通部	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベント、ドレン部</li> <li>ハンガー保持部</li> <li>パイプシュー取付部</li> <li>トレース管貫通部</li> <li>ステージなどの貫通部</li> </ul>
保温末端部	<ul style="list-style-type: none"> <li>フランジ、付属品</li> <li>鉛直配管</li> </ul>
外装の損傷又は欠落部	<ul style="list-style-type: none"> <li>膨れ(腐食生成物)部</li> <li>変色(高温やけ)部</li> <li>止めバンドの外れ部</li> <li>重ね合せ部の外れ部</li> <li>はぜ掛けの弛み部</li> </ul>
シール施工部	<ul style="list-style-type: none"> <li>硬化部分</li> <li>亀裂部分</li> <li>欠落部分</li> </ul>

## 2) 保温が施工されていない設備

- 裸配管・機器 目視検査にて、配管・機器外面の腐食状況の確認を行う。
- 塗装、コーティング、メッキなど 塗装、コーティング、メッキなどの外観を目視検査する。塗装、コーティングなどに著しい劣化等を認められた場合には、当該部分の配管本体の腐食の有無を検査する。
- サポートなどの取付け部 サポート取付け部の配管表面に注意して、目視検査を行う。サポート取付け部の腐食の発生しやすい箇所は、付図（腐食・エロージョンが起こりやすい箇所）に示す。

## 配管系の腐食・エロージョンの発生しやすい箇所

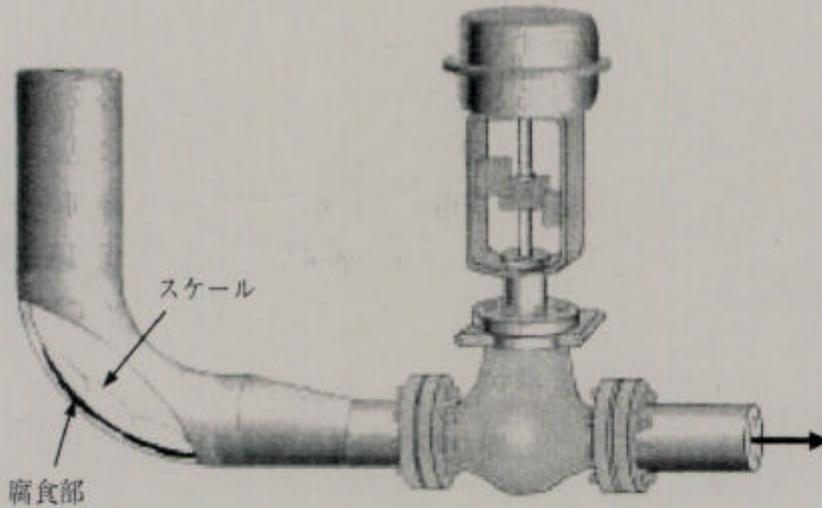
本図は、“配管系の腐食・エロージョンが発生しやすい箇所”の事例を、一部の自明な例を除き、具体的に図示したものである。

### 図示例の類別

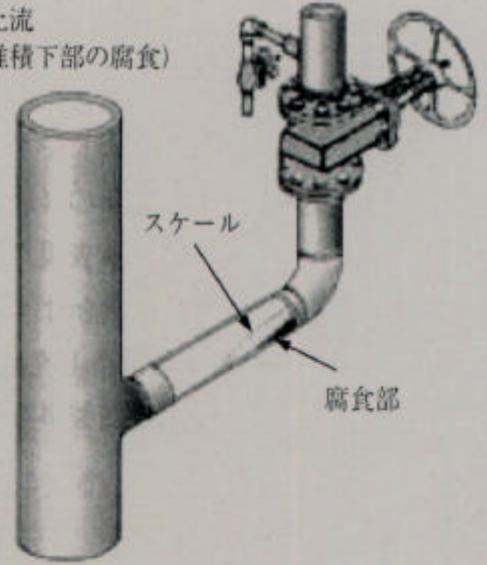
- 1．流れの滞留箇所
- 2．路の曲り箇所
- 3．流れの分流・合流箇所
- 4．流れが絞られるなど、流れが急変する箇所
- 5．注入箇所
- 6．凝縮箇所
- 7．蒸発する箇所
- 8．撓み配管下部
- 9．保温材施工部
- 10．サポート取付部
- 11．埋設配管立上り部
- 12．土壌との接触部
- 13．防油堤貫通部

# 1. 流れの滞留箇所

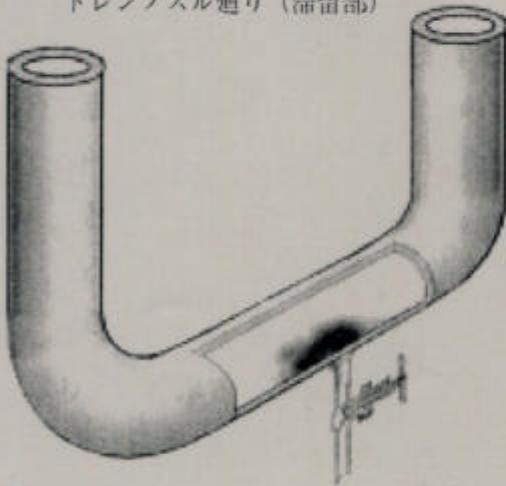
コントロールバルブ上流  
(スケール堆積下部の腐食)



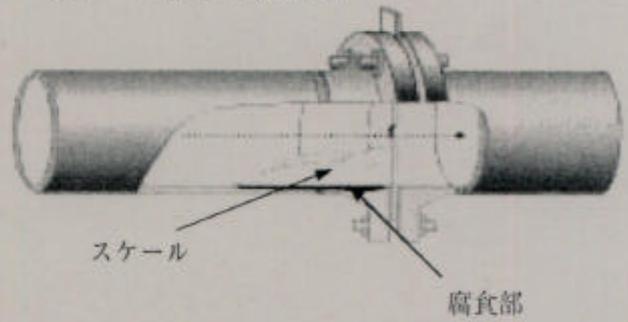
閉止バルブ上流  
(スケール堆積下部の腐食)



ドレンノズル廻り (滞留部)

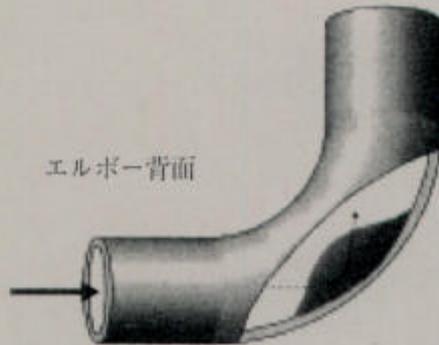


オリフィスプレート上流  
(スケール堆積下部の腐食)

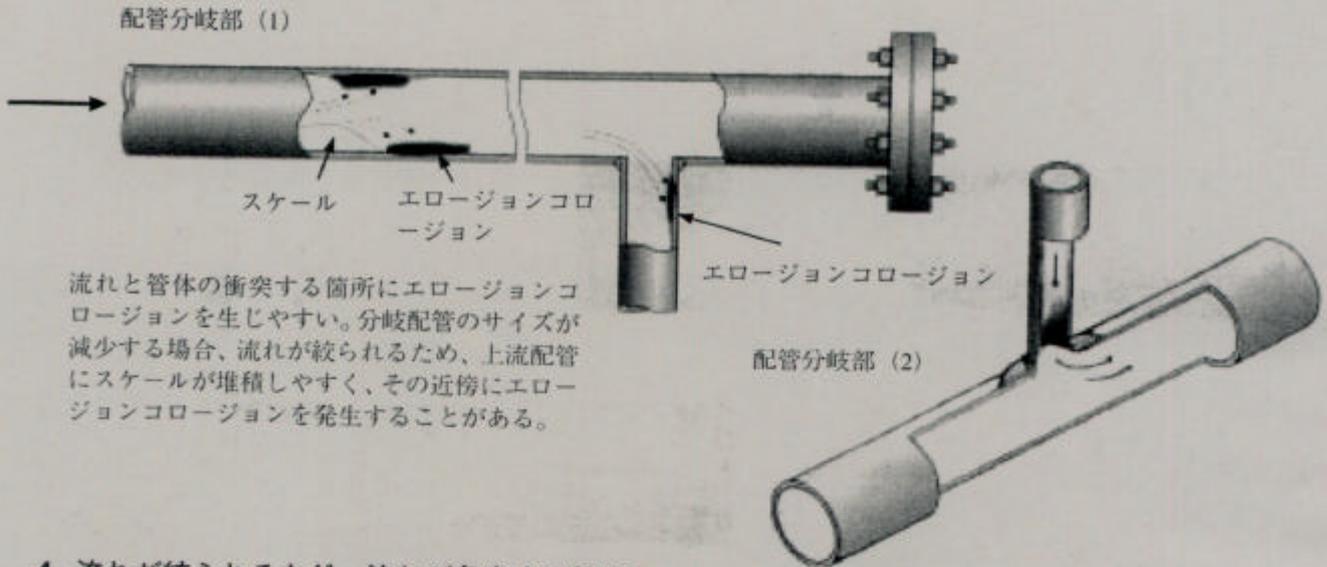


# 2. 管路の曲り箇所

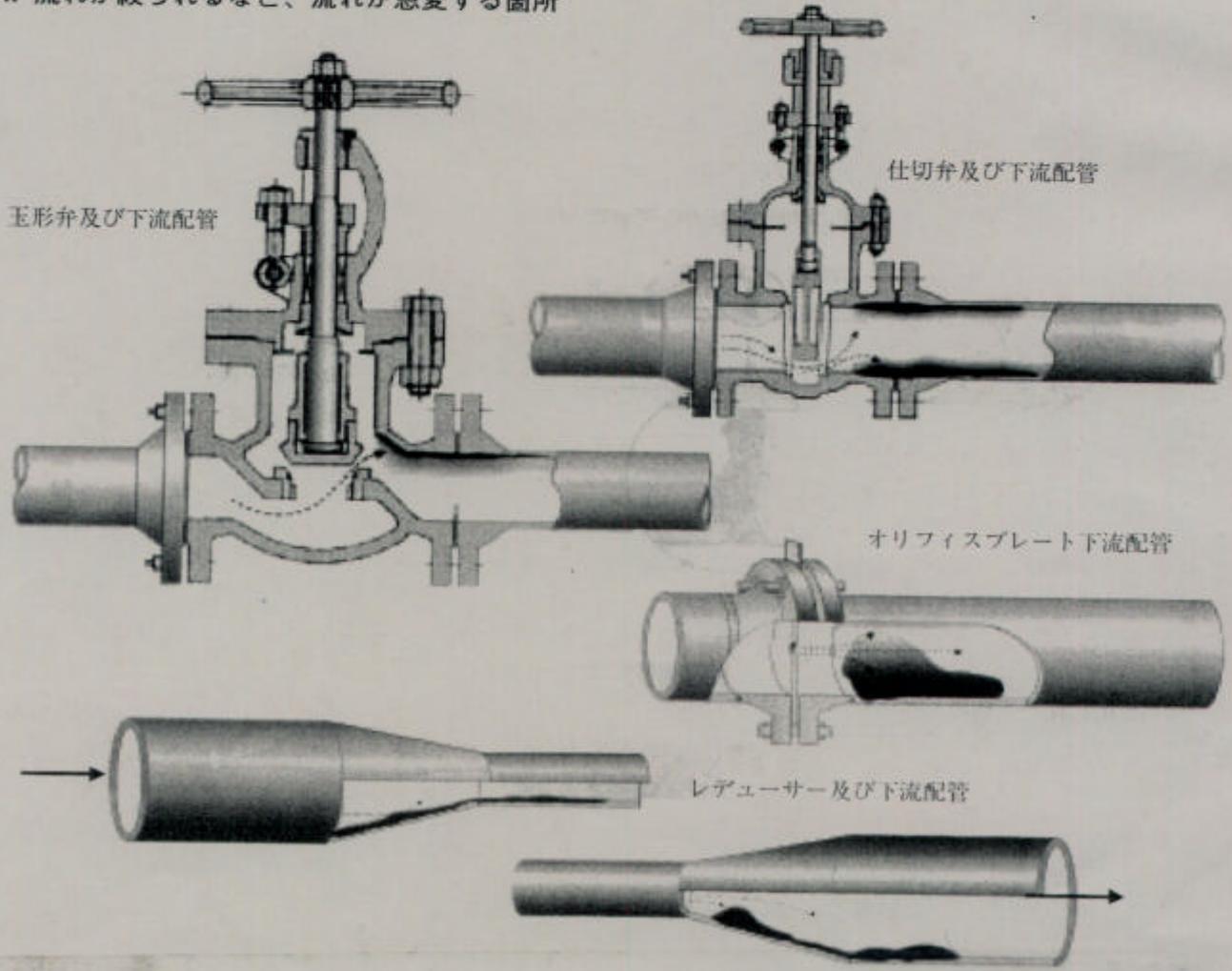
エルボー背面



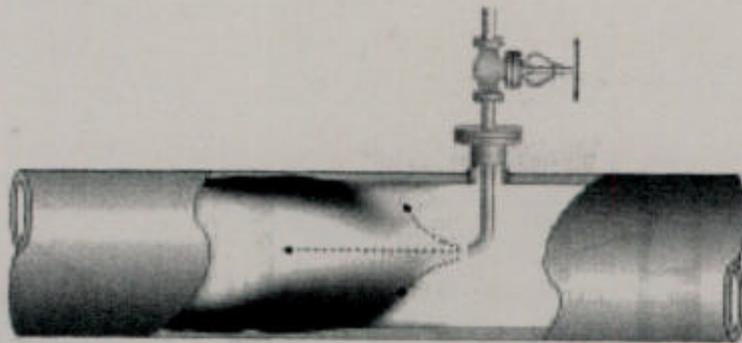
### 3. 流れの分流・合流箇所



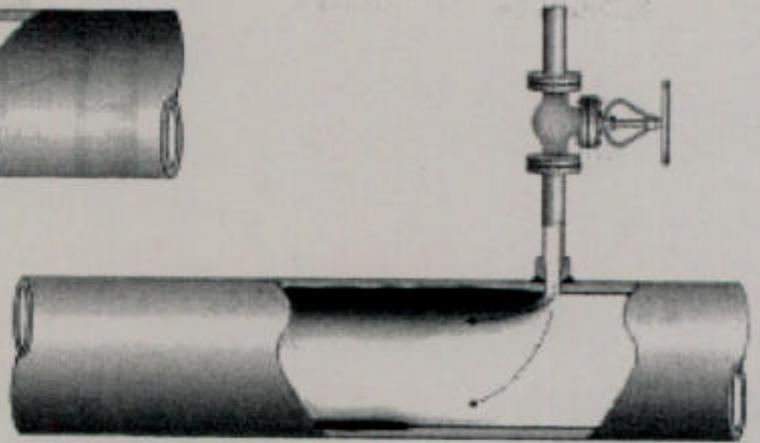
### 4. 流れが絞られるなど、流れが急変する箇所



## 5. 注入箇所



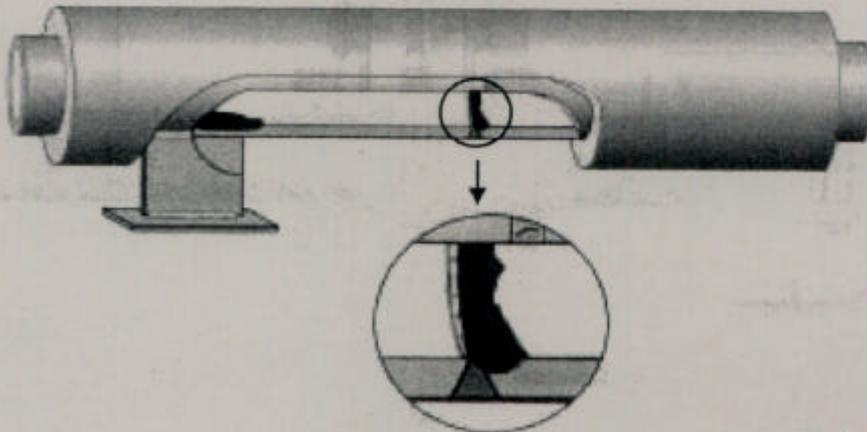
(インナーノズルタイプ)



(インナーノズルなし)

## 6. 凝縮箇所

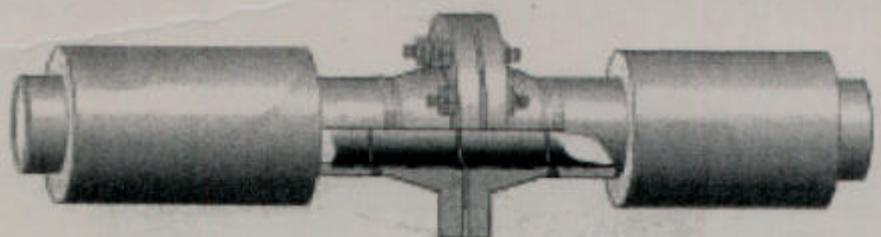
サポート取付部及び溶接部



サポート取付部はフィン効果による局部冷却により、優先的に腐食されやすい。

また、溶接部は、裏波ビードの形状により、流れが乱れ、局所的な初期凝縮部となりやすい。

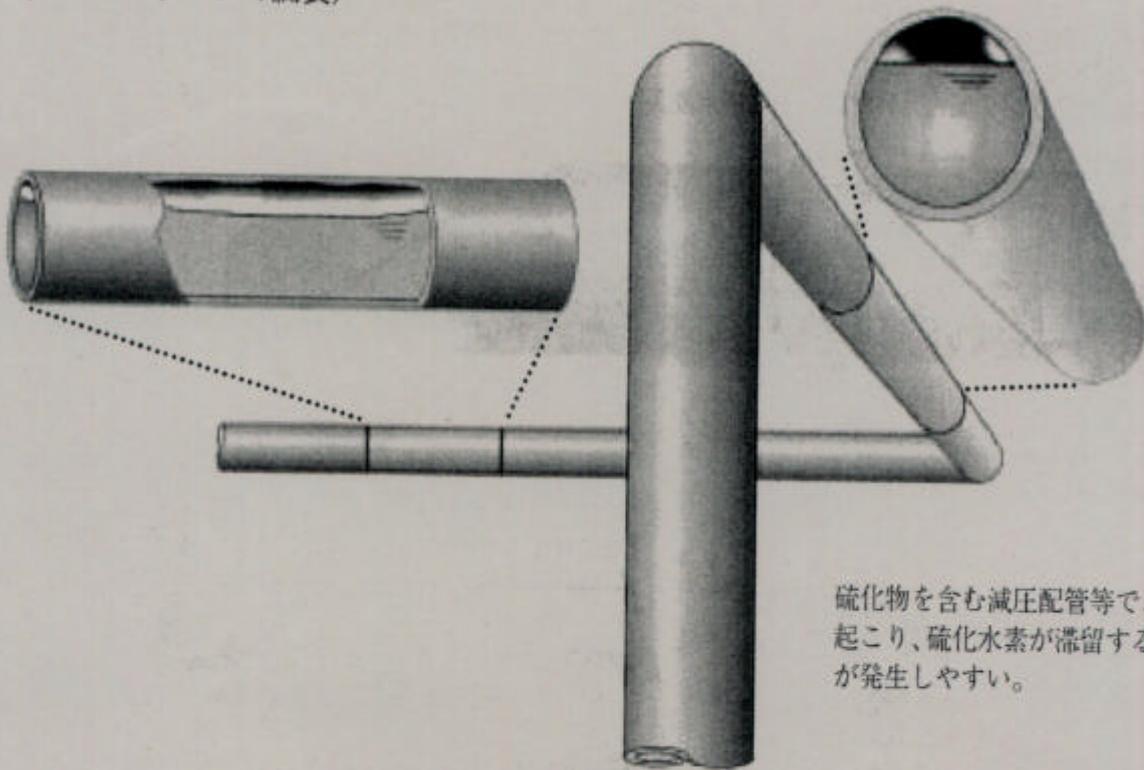
保温を施工していない部位



局部的に保温を施工していない部分で水分が凝縮しやすく、優先的に腐食を受けやすい。

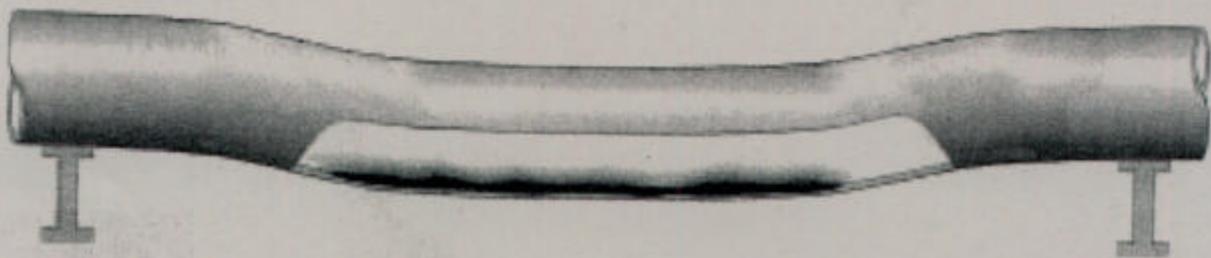
## 7. 蒸発する箇所

(ベーパーゾーンの腐食)



硫化物を含む減圧配管等で、気液分離が  
起こり、硫化水素が滞留する上部に腐食  
が発生しやすい。

## 8. 撓み配管下部

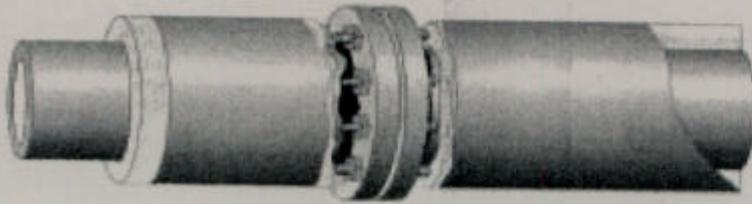


長い導管の撓み部分にドレンが滞留し、下部に腐食を受けやすい。

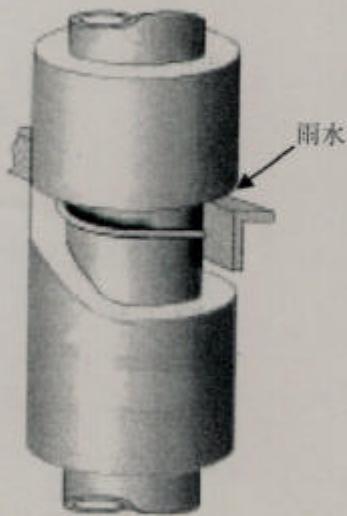
## 9. 保温材施工部

(保温が施工しにくい部位で、雨水の浸入により発生する腐食)

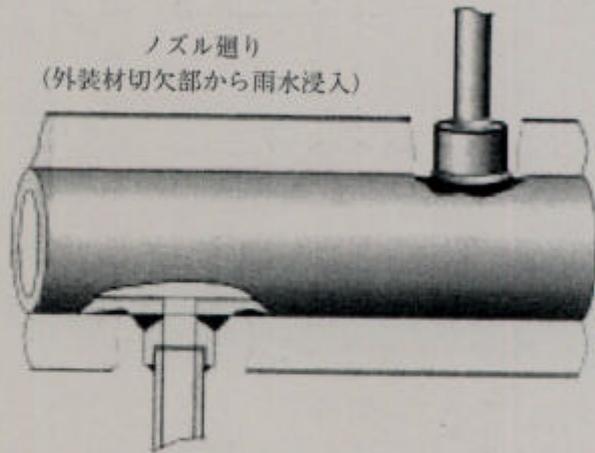
フランジ部 (外装材端部から雨水浸入)



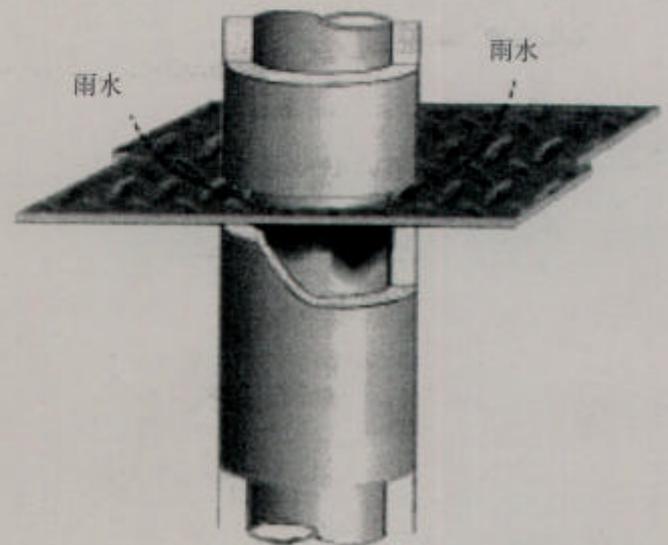
サポート取付部  
(外装材切欠部から雨水浸入)



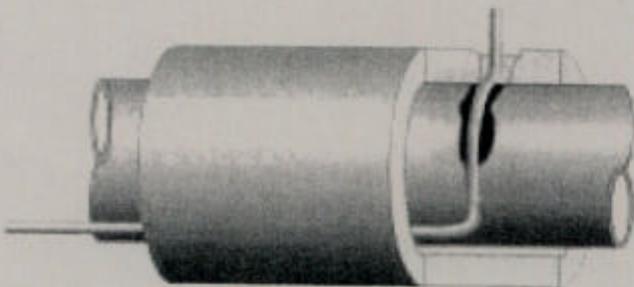
ノズル廻り  
(外装材切欠部から雨水浸入)



ステージ貫通部  
(外装材端部から雨水浸入)

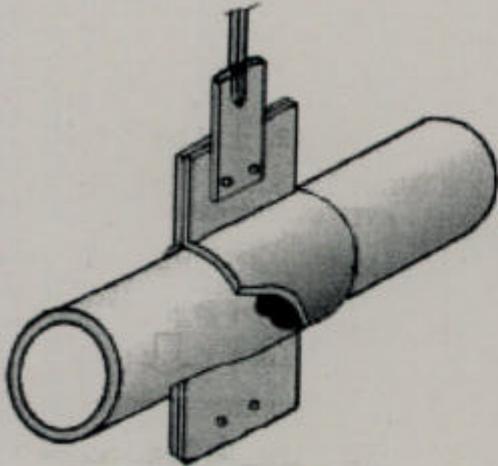


抱線入口出口  
(外装材切欠部から雨水浸入)

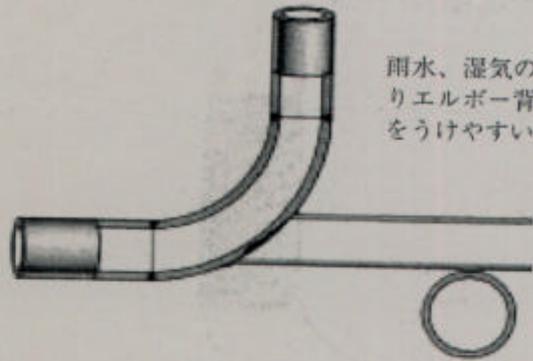


# 10. サポート取付部

ハンガーサポート部

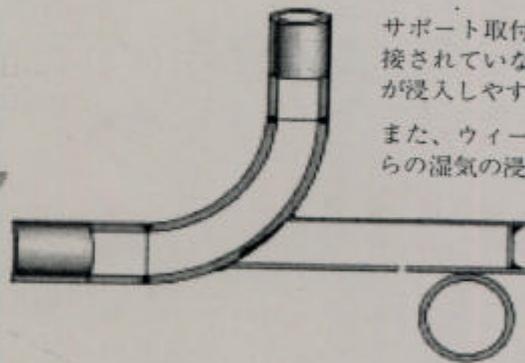


ダミーサポート取付部 (エンドプレートなし)



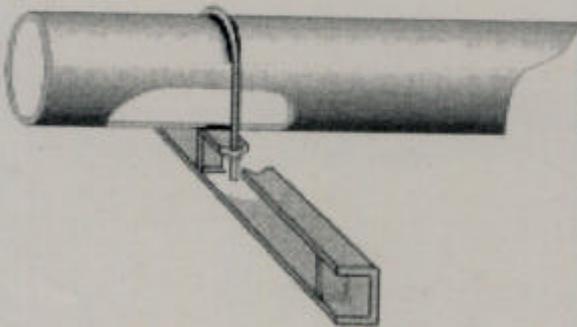
雨水、湿気の浸入によりエルボー背面に腐食をうけやすい。

ダミーサポート取付部 (エンドプレートあり)

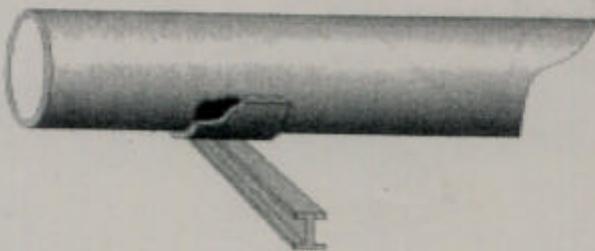


サポート取付部が全周溶接されていない場合雨水が浸入しやすい。  
また、ウィーブホールからの湿気の浸入もある。

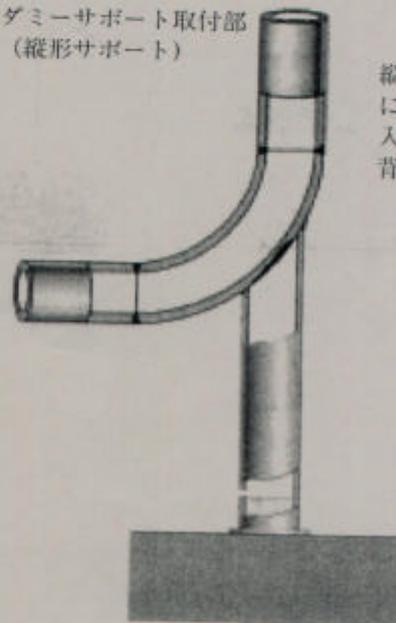
Uバンド下部及びサポート接触部



サポート・スリーブ接触部

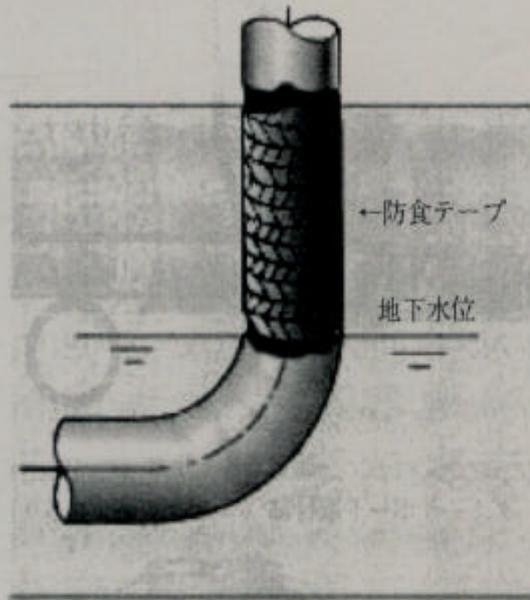


ダミーサポート取付部 (縦形サポート)



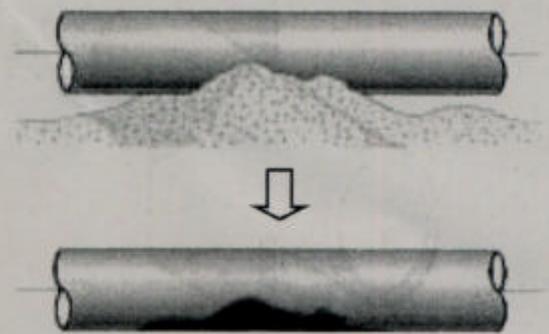
縦形でも、上図と同様に、雨水又は湿気の浸入によりエルボーの背面が腐食される。

### 11. 埋設配管立上り部

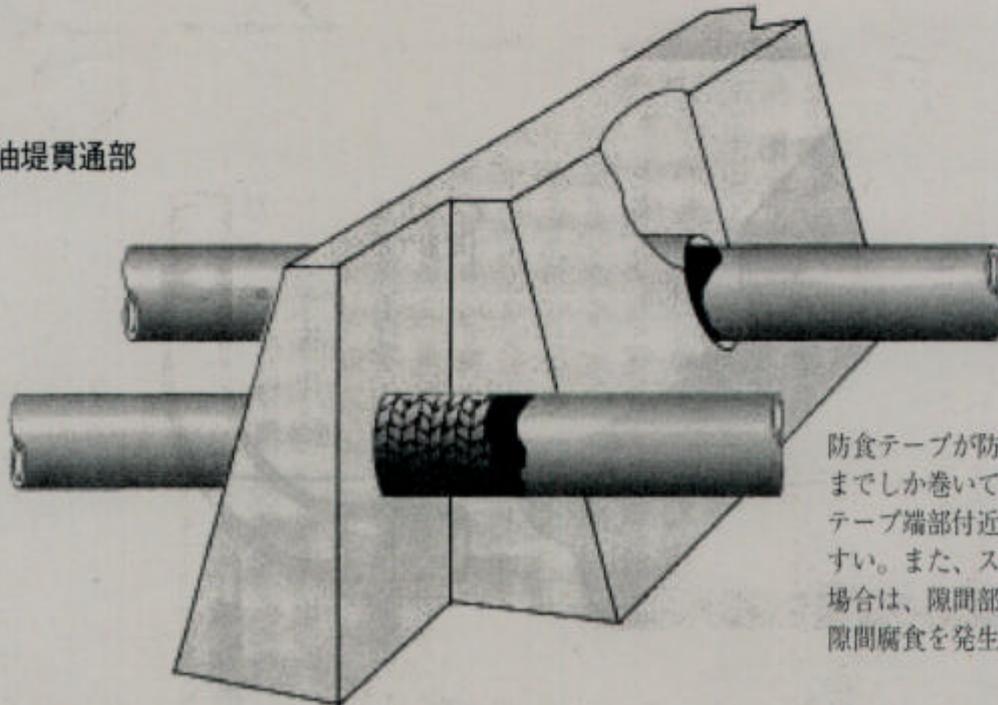


地表面付近及び防食テープ端部に腐食を受けやすい。特に防食テープが地中部分にしか巻いてないものは注意を払う必要がある。また、地下水位レベル付近にも腐食を受けやすい。

### 12. 土壌との接触部



### 13. 防油堤貫通部



防食テープが防油堤内又は法面までしか巻いてない場合、防食テープ端部付近に腐食を受けやすい。また、スリーブタイプの場合は、隙間部に雨水が浸入し隙間腐食を発生しやすい。

### 運転状態の高圧ガスを用いる気密試験を行う場合のガイドライン(案)

毒性ガスを取り扱わない製造施設であって、1. に掲げる要件を満足するものにあつては、2. に掲げる方法に従って実施することにより、危険性がなく、かつ、気密試験の目的が達せられると判断でき、例外的に運転状態の高圧ガスを用いて気密試験を行うことができるものとする。

1. 例外的に運転状態の高圧ガスを用いて気密試験を行うことが認められる製造施設の要件( 、 、 の全てを満足すること)

フランジ接合部を限りなく少なくするように設計された製造施設であること。

配管が大口径のため、気密試験の実施前後の仕切板の挿入・取外し復旧時に、施工不良を起こす恐れがあり、万が一施工不良が起きたとき、施工不良の結果が運転状態の条件で初めて顕在化する懸念のある製造施設であること。

気密試験を行う系の内容積が非常に大きく、かつ、運転温度に超低温の部分を含み、仕切り板の挿入・取外しに伴い漏れ込む空気中の水分の置換、乾燥等のために、本来の気密試験に使用する不活性ガスの他に、相当量の不活性ガスが必要となる製造施設であること。

2. 運転状態の高圧ガスを用いて行う気密試験の方法

まず、ユーティリティ窒素等危険性のない気体を用いた試験により、漏えいの有無を確認する。

次に、運転状態の高圧ガスを用いた気密試験を行う。

この場合、圧力は段階的に上げることとし、異常のないことを確認しながら昇圧する。

別途、運転圧力が高くなる時点(夏期、製品グレード変更時)に再度運転状態で気密試験を行い、漏えいの有無を確認する。

なお、及び に先立つ開放検査に際して、並びに 及び の気密試験に際しては、気密試験要領及びフランジ等の継手開放部のボルトの締付管理、ホットボルティングその他の入念な施工管理に関する規定・基準類が整備され、現に設備管理に活用されている必要がある。

## 動機器耐圧部の肉厚測定のあるり方について

- 1 . 動機器の点検のポイント
- 2 . 動機器耐圧部の設計思想
- 3 . 高圧ガスの動機器の検査の現状と問題点

### 動機器の点検のポイント：ポンプ(例)

#### 日常点検及び定期点検

- ・ 日常の運転状態監視  
流量、圧力、電流値、振動・異音、シール部からの洩れ、調節弁の開度
- ・ 定期の回転部の振動管理  
軸受け磨耗状況

#### 開放検査

- ・ 軸受け、メカニカルシール、リング等の経年劣化部品の交換
- ・ 割れの確認（目視、非破壊検査）
- ・ 腐食・磨耗の確認（目視、肉厚測定）

\* 腐食及び磨耗を考慮した材料選定を行っているが、腐食・磨耗による減肉が発生した場合は、ポンプの性能低下が起こり運転状態監視で発見可能

## 動機器の耐圧部の設計思想

設計圧力又は設計温度により発生しうる最大応力に対する安全な強度

ノズル部に発生する外力を許容する強度

使用条件・環境を考慮した安全率

加工代・製作誤差を考慮した安全率



特定則第12条に比して余裕のある肉厚での設計・製作

## 高圧ガス動機器の検査と現状の問題点

回転機器の減肉は、性能低下に直結するため耐食材料の選定及び必要肉厚 に対して余裕を持った設計が行われている。殆どの回転機は、減肉傾向が確認されないにも係わらず、毎年肉厚測定を行っている。運転時間に基づく摺動部品の分解点検・整備の周期に関係なく、耐圧部の点 検のために開放検査周期が定められている。



<見直し要望内容>

1. 過去の経験及び評価によって明らかに減肉が認められない場合は、毎年の肉厚測定を不要とする。
2. 固定的な周期は不要とし、摺動部の分解点検・整備のための開放周期に合わせ耐圧部の目視検査を実施する。目視検査の結果、劣化が認められる場合は肉厚測定を行う。

## 空気液化分離設備の耐圧試験等について

空気液化分離設備（以下「ASU」という。）のコールドボックス（以下「C/B」という。）内機器については、その耐圧、強度に係わる大きな事故はない。また、漏洩トラブルの発生は少なく、また万一発生しても早期に発見でき、大きな事故に至ったことはない。そのためASUメーカー各社は耐圧試験、強度確認（肉厚測定）は不要であるとの認識であり、その見解を以下に纏めた。

### 1. 1. ASUの概要、

ASUのプロセスフローの概要を図1に示す。ASUは概略旧タイプと新タイプの2種類に分類される。その違いは次のとおり。漏洩トラブルの発生率が異なる（5項参照）が、それ以外は安全上の観点では基本的に同じである。

表1 ASU分類

	旧タイプASU	新タイプASU
C/B内 断熱材	ロックウール	パーライト
原料空気 前処理装置	リベックス <sup>1</sup>	MS吸着器

ASUのC/Bは、空気の精留プロセスが行われる設備で、主熱交換器、精留塔等の機器と配管類で構成され、その周りを不活性な断熱材（パーライトやロックウール）にて覆い、外槽と称される枠（鋼板製が多い）に収めたものである。

### 2. 構成材料と使用環境による腐食等による劣化要因

C/B内の構成機器、配管は次の理由により、その内部及び外部から腐食、減肉する要素がない。

日本酸素㈱の独自の調査によれば、約22年稼動したASUのC/B内配管（ステンレス、アルミニウム）について変形、腐食等の目視検査、肉厚検査、溶接部の浸透探傷検査、引張試験、水圧破壊検査を実施したが、いずれも問題ないことを確認している。

#### 1) 内部腐食

取扱うガスは、空気成分であり腐食性ではない。

前処理プロセスにより空気中の不純物は除去されるためC/B内機器には清浄な空気が導入される。（ASUにおける汚染物質の分析調査例：表2）

主要材料は、耐食性がよく、低温脆性破壊がなく、かつ、靱性の大きいオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金を使用している。

#### 2) 外部腐食

C/B内には乾燥窒素ガスをシールガスとして供給し、常時外槽圧力を大気より高く保持している。これにより大気中の水分や腐食性ガス、雨水の浸入を防ぎ、C/B内機器は保護される。

### 3. 欧州におけるASUのC/B内検査、安全対策

#### 1 リベックス

リベックス（Reversing Heat Exchanger）は前処理装置（アルミプレートフィン熱交換器）で、C/B内に位置するが、流入する空気を製品ガスや廃窒素ガスと熱交換することにより低温化し、その流路に水分および炭酸ガスを結露・凝固させて除去（コールドトラップ）清浄な空気を精溜塔等に導くものである。空気と廃窒素ガスの流路は短時間に切替わり、結露・凝固した水分および炭酸ガスは、廃窒素ガスに同伴し大気へ放出される。

## 1) 欧州

### 各国の検査基準

E I G A の非公式データによれば、欧州各国の超低温容器の検査基準は表 3 のとおりである。一部を除き、殆どの国で C / B 内の検査は行われていない。

### EIGA 基準による検査基準、安全対策

- ・ C / B 内の定期的検査、試験は除外するが、機器を改造・保守のため取り出すことがある場合には、可能な範囲で実施すること。
- ・ 「C / B 内のシールガスの監視が漏洩発見に有効である。」と推奨。

表 3 欧州各国の超低温機器検査基準

国名	外面検査	内面検査	圧力試験	備考
ドイツ	なし	なし	なし	機器の修復時は実施
フランス	40 ヶ月毎	なし	なし	
オランダ	6 年毎	なし	なし	
スペイン	なし	なし	設計圧力*1.1/15 年	
スウェーデン	なし	なし	なし	
イギリス	なし	なし	なし	

## 2) 米国

米国 CGA の ASU に関する基準 ( 基準番号 : P - 8 )

C/B 内の検査を特に定めていない。

「大きな漏洩を発見するには外槽圧力の監視が重要であり、安全のための陽圧の窒素ガスシールが必要」としている。

## 4 . C / B 内開放検査

### 1) 実施状況

C / B 内の開放検査の実績は少ない。また、検査を実施している設備であっても、毎年実施しているケースはない。いずれも事業者が、都道府県に承認をいただいた上で行われているものである。

### 2) 検査結果

検査結果を表 4 に示すが、異常は発見されていない。

\* 非公式データであるが、欧州において 1960 ~ 1970 年代に機器の変更や改造の際実施された ASU の超低温機器の目視検査、圧力試験等の結果も全て問題なしであったとのことである。

## 5 . C / B 内漏洩トラブルと安全対策

### 5 . 1 C / B 内の漏洩トラブル

C / B 内の漏洩トラブルは、旧タイプ ASU に数多く発生している ( 表 5 参照 ) 。原因は断熱材荷重、繰り返し熱負荷、溶接不良、フランジ締付不足であり、耐圧試験、肉厚測定によって予見できるものはない。旧タイプ ASU にトラブルが多いのは、次の理由である。

断熱材の比重が大きく配管等への負荷が大であること

( 充填状態で通常、ロックウール 220 kg / m<sup>3</sup>、パーライト 60 kg / m<sup>3</sup> )

リベックスが圧力・温度の変動を頻繁に受け、また切り替えに伴う衝撃等も加わり、条件的

に厳しい環境下にある

しかし、これらのトラブルによる漏洩は、4.2項に記載した安全対策により早期に発見できしており、大きな事故に発展したことはない。今後、新タイプ ASU にリプレイスされることで発生頻度は減少していくことが期待できる。なお、ASU に関する事故は5.3項で紹介する。

表5 漏洩トラブル発生率(件/基・年)

トラブル発生設備・機器(情報元)	旧タイプ ASU	新タイプ ASU
C/B 内(日本酸素関連データ 1977~2001年)	0.054	0.0085
リベックス(EIGA 非公式データ 1968~1978年)	0.069	-
リベックス(日本酸素関連データ 1977~2001年)	0.022	-

## 5.2 安全対策

国内で実施されているASUのC/B内の漏洩トラブルに対する安全対策は次の3項目、EIGA、CGAも推奨している方法である。

- C/B外槽内圧力の常時監視
- 外槽安全弁の設置
- C/B内窒素ガスシールの実施

## 5.3 ASUの事故

近年発生した事故は表6に示す通りである。中でも、1997年に海外で発生したリボイラー/コンデンサー(以下「R/C」という。)に関する事故が特筆される。しかし、これらの事故は、設備の耐圧性能、強度の劣化を原因とする事故ではない。

### 1) 中国の撫順における爆発事故

隣接するエチレン製造装置から放出された大量の炭化水素類が、ASU空気吸入装置から浸入し、これらがR/C内で流路閉塞・濃縮・析出し、発火、R/Cおよび上部塔(低圧塔)に延焼・爆発したものと推定されている。

### 2) マレーシアのピンツールにおける爆発事故

当時広範囲に発生していた山火事で発生したヘイズ(もや、すす等)がASU空気吸入装置に浸入し、これらがR/C内で流路を閉塞、ヘイズに含まれる可燃物(例えば炭素)や炭化水素が濃縮・析出し発火、R/Cおよび上部塔(低圧塔)に延焼・爆発したものと推定されている。

## 6. 類似設備の耐圧試験等

次の設備は、ASUまたはこれに類似した設備であり、高圧ガス保安法およびその告示において耐圧試験は不要とされている。

- ・法第56条の7で規定される指定設備のうち窒素製造用ASU(施行令第15条第1号)  
... 当該設備は、耐圧試験だけでなく保安検査も免除されている。
- ・二重殻貯槽、メンブレン式貯槽、コールドエバポレータ

## 7. 見直し案

以上のとおりASUのC/Bは、その内部、外部とも腐食する要因がないこと、海外の状況、検査実績、漏洩トラブル・事故発生状況等に鑑み、耐圧試験、強度確認(肉厚測定)は不要と考える。

また、ASUのC/Bと同様に、外部が不活性な断熱材で覆われ、窒素等不活性ガスにてシールされている、あるいはこれと同等(例えば真空断熱)の高圧ガス設備であって、当該高圧ガス等に

よる化学作用によって変化しない材料を使用している場合には、耐圧試験および強度確認（肉厚測定）を省略することができるものと考えている。但し、ガスの漏洩が発生した場合には、速やかに発見できる安全対策が施されることが必要である。

類似設備：A S Uの真空断熱C / B

エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器

その他の超低温設備のC / B)

以上

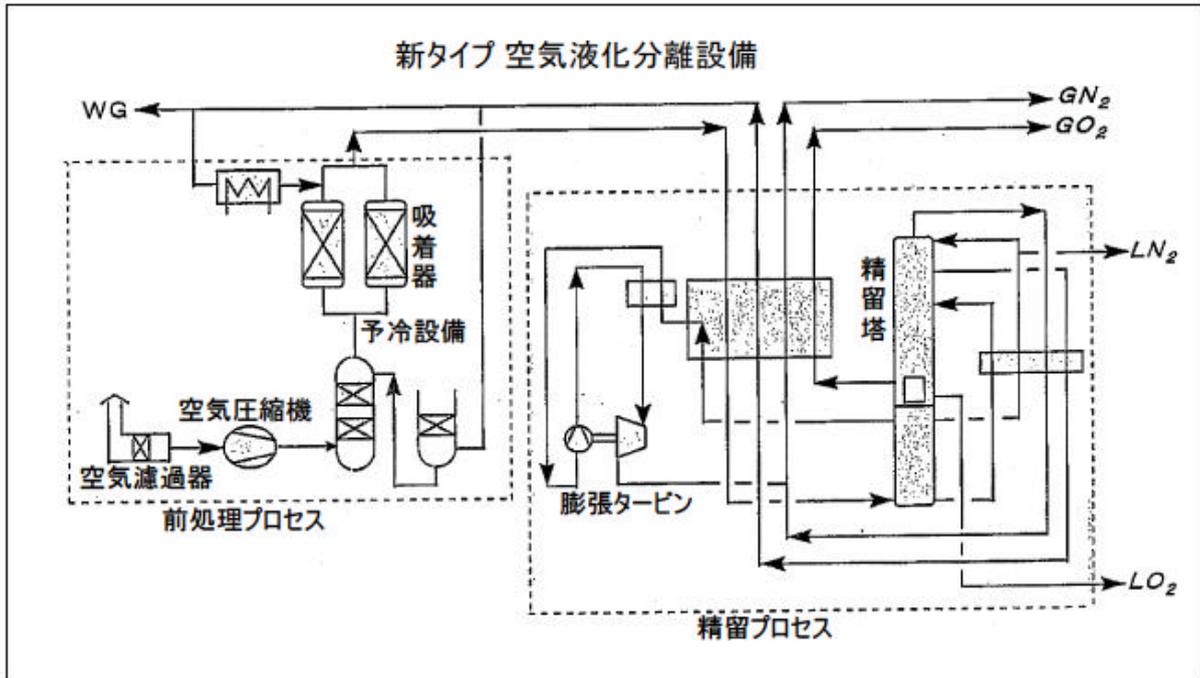
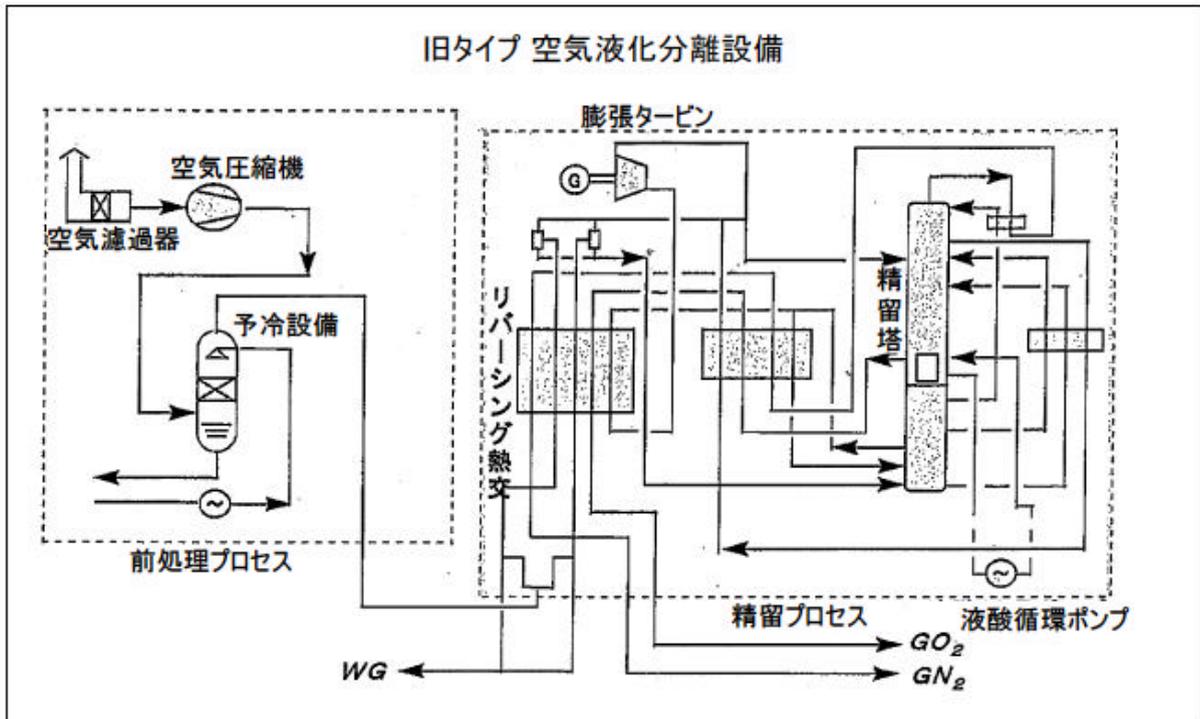


図1 空気液化分離設備プロセスフロー概要

表2 空気液化分離装置に侵入する汚染物質の分析調査結果例 \*ASU型式 NR-107型、場所 神奈川県川崎市  
 (1年のうち春夏秋冬各1回測定) 単位 ppm 検出 (1ppb以下) × 検出せず (0.5ppb以下) 検出 (1ppb以下) × 検出せず (0.5ppb以下)  
 分析方法 GC :ガスクロマトグラフ GCMS:ガスクロマト-質量分析 IR 赤外吸光  
 以下のガスの他、炭化水素類、フロン類、ケトン類 など86種類分析。殆ど検出されず。

ガス種類	環境大気	液体空気	液体酸素(主コン)	液体酸素(タンク)	液体窒素	分析方法
H2	<1~1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5~2	GC
He	4~5	<1	<1	<1	<1~3.5	GC
CO	1.6	0.5	<0.5	<0.5	<0.05~<0.5	GC、GCMS、IR
CO2	350~394	7~35	<0.1~7.5	0.1	<0.1~1.0	GC、GCMS、IR
N2O	0.3	0.5~1.4	<0.1~1.1	<0.1	<0.1~1.0	GCMS、IR
SO2	×	×	×	×	×	GCMS
CS2		×	×	×	×	GCMS
COS				×	×	GCMS
CH4	1.6~1.8	5.7~7.0	31~40	17	<0.001	GC
C2H6	<0.02	<0.02~0.02	0.68~1.7	0.11	<0.02	GC
C2H4	<0.02	<0.02~0.02	<0.02	<0.02	<0.02	GC
C2H2	<0.02	<0.02~0.02	<0.02	<0.02	<0.02	GC
C3H8	1~3ppb	6~15ppb	0.1~0.15	9ppb	×	GC、GCMS
C3H6	~3ppb	×	×	×		GCMS
n-ブタン	~4ppb	4~8ppb	3~10ppb		×	GCMS
i-ブタン	~5ppb	2~6ppb	5~16ppb		×	GCMS
ブテン	~2ppb	×	×	×		GCMS
ブタジエン	×	×	×	×	×	GCMS
n-ペンタン	~1ppb	×	×	×	×	GCMS
ベンゼン	2~21ppb					GCMS
トルエン	1~5ppb	×	×			GCMS
スチレン		×	×	×	×	GCMS
エチルベンゼン	~1ppb	×	×	×	×	GCMS
m、p-キシレン	1~2ppb	×	×	×	×	GCMS
o-キシレン	~1ppb	×	×	×	×	GCMS
メチルアルコール	2~14ppb	×	×	×	×	GCMS
エチルアルコール	×	×	×	×	×	GCMS
n-プロパノール	×	×	×	×	×	GCMS
フロン113	~40ppb	×	×	1ppb	×	GCMS
アセトアルデヒド	9~17ppb	×	×	×	×	GCMS
アセトン	8~80ppb	×	×		×	GCMS

【参考】水分 新タイプASUのMS吸着器出口 (= C / B入口) 露点 : -76 (仕様値 = 保証値) 実際 約 -90  
 旧タイプASUのリベックス入口空気温度 約30 出口空気温度 約-170 (露点は とほぼ同等)

表 4 空気液化分離設備コールドボックス開放検査結果

注 本検査データは当該設備の検査の抜粋を記載したものである。

NO.	事業所名	設備番号	設置年月	断熱状況	検査方法	機器名	検査部位	材料	内部流体	検査年 / 検査結果			
										1970	1981	2002	
1	A社	A号	1970	ロックウール N2シール	溶接部P	リベックスR3上部 リベックスR4上部 配管 精留搭本体 循環吸着器 C2H2吸着器	Air, RN2ノズル 集合管末端 リベックス上部 上部筒鏡板 下部ノズル 本体胴部 下部ノズル	A2P7 A2P7 A2P7 A2P7	Air, RN2 Air, RN2 Air, RN2 GN2 Lair LO2 Lair	OK	OK	OK	
										肉厚測定	4.3		3.9-4.2
											4		3.8-4.0
											5		4.7-4.8
											4	4.35	
											14	14.7	
4	4.35	3.4-3.4											
2	B社	A号	1987.9	ハ-ライト N2シール	溶接部P	E04循環熱交 E04循環熱交 配管 E04循環熱交 E04循環熱交	配管 配管 配管 配管	A-5083TD-0 A-5083TD-0 A-5083TD-0 A-5083TD-0	GN2 LN2 GN2 LN2	OK	OK	OK	
										肉厚測定	6.3		6.4
											4.5		4.4
											OK		OK
											OK		OK
											OK		OK
OK		OK											
3	C社	A号	1971.3	ロックウール N2シール	溶接部P	アセチレン吸着器 循環吸着器	下部鏡板 吸着器廻り配管	A2P7	Lair LO2	OK	OK	OK	
										肉厚測定	(10.0)設計	12.8	12.7
											(2.5)設計	2.3	2.3
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
OK	OK	OK											
4	D社	B号	1976.4	ロックウール N2シール	溶接部P	膨張タービン 循環吸着器	本体胴 本体胴	A-5083P A-5083P	Lair LO2	OK	OK	OK	
										肉厚測定	(17.0)設計	18.4	17.9
											(3.0)設計	2.9-3.0	2.9-3.1
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
OK	OK	OK											
5	E社	C号	1989.1	ロックウール N2シール	溶接部P	膨張タービン 膨張タービン 膨張タービン	入口配管 バイパス配管 ブ-スター吐出配管	A-5083TD-0 A-5083TD-0 A-5083TD-0	GN2 GN2 GN2	OK	OK	OK	
										肉厚測定	(2.5)設計	2.5	2.4
											(2.5)設計	2.5	2.4
											(3.0)設計	2.9	2.8
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
OK	OK	OK											
4	D社	A号	1974.3	ハ-ライト N2シール	溶接PT	精留搭	本体	A5083P-O	Lair	OK	OK	OK	
										肉厚測定	8.8	8.7	8.7
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
											OK	OK	OK
OK	OK	OK											
5	E社	A号	1973.1	ハ-ライト N2シール	肉厚測定	下部塔	A5083P-R	Lair	15	16	15.25		
									15	15.9	15.1		
									15	15.7	15.12		
									15	15.9	15.25		
									OK	OK	OK		
									OK	OK	OK		

表 6 ASU事故一覧

番号	事故・故障の名称	発生日	事業所名	事故種類	事故概要	事故原因
1	コンデンサー破裂事故	19570219	A社	爆発/破損	ASU(3m <sup>3</sup> /H)は平成2月19日 0:00頃内部でボンという音がして中低圧圧力が0となった。加熱分解したところ、コンデンサー下部半田付け部に亀裂が発生していた。	内部に白い粉(炭酸ソーダ?)が蓄積されており、これに炭化水素等が蓄積されこれが爆発したものと推定される。このASUはハイランド社製のもので、液酸放出などが無い。
2	MS吸着筒内作業時発火	19921107	B社	火災	建設中のASUにおいて、溶接手直し中のMS吸着塔内で火災事故が発生し内部で作業中の3名が死亡した。	MS吸着塔内でグラインダ-作業時、液体酸素貯槽からタコ-リ-車に充填する際に放出されるガス回収系統からMS吸着器の再生用ブロー管経由で高濃度酸素が、MS吸着塔内に侵入して作業時発生する火花を着火源として火災に至った。
3	ASU A号装置パ-ライト取り出し中に、パ-ライトに埋没し死亡事故	19950904	C社 酸素工場		酸素工場ASU A号装置の定期点検・整備の作業中、保冷箱内で作業を行っていたところ同僚が異常な声を聞き、被災者が見当たらないため監督者他に応援を求め、捜索していたところ被災者のいた付近のパ-ライトの1.5m-1.1m下に埋没した被災者を発見した。直ちに、救急隊員にて応急処置し送院したが、病院で死亡が確認された。	
4	撫順 ASU事故	19970516	D社 化学工場	火災/爆発	撫順市のエチレン製造工場で、爆発があった模様。同工場には、慎州製の6000m <sup>3</sup> /HのASUが設置されているが、エチレン製造装置が停止し、そこから大量の炭化水素が放出され、ASUに侵入し爆発が起こったとのこと。この事故で、4人が死亡し、その外にも怪我人がでた。	エチレン製造装置から放出された大量の炭化水素類がASUに浸入し、R/C内で流路閉塞・濃縮・析出し、発火、R/C及び上部等に延焼・爆発したと推定。
5	ASUの爆発事故(マレーシア・ピンツール)	19971225	E社 石油精製工場	火災/爆発	正常に安定稼働中のASUの主凝縮器で爆発が起き、更に、この爆発が天然ガスを原料として液体燃料を合成する石油精製・合成装置の爆発を引き起こした。これにより、液体燃料タンク12基中2基が爆発・炎上した。被害は5km四方に及び、数トンに及ぶ破片が1.3km離れた所で発見された。	事故当時広範囲に発生していた山火事によるヘイズがASUに浸入し、これらがリボイラー/コンデンサー(R/C)内で流路を閉塞、ヘイズに含まれる可燃物(炭素など)や炭化水素が濃縮・析出し発火、延焼・爆発したと推定。

表 6 ASU事故一覧

番号	事故・故障の名称	発生日	事業所名	事故種類	事故概要	事故原因
6	中国 江西省での酸素製造装置 (ASU) 爆発事故	20000821	F社	爆発	検査中の1500m <sup>3</sup> /Hの酸素製造装置 (中国製のASUと推定)の液化機が突然爆発した。 この爆発により、2階建ての作業場の一部が倒壊し、多数の死傷者が出た。現場には3200m <sup>3</sup> /H 1台、1500m <sup>3</sup> /H 2台の酸素製造装置があった。	請負の検修工による液化酸素の未排出。 他に、推定された原因 :酸素が漏れてパーライトに吸着しており、メンテのためにパーライトを出した際、作業員がそばでたばこを吸ったか、金属の道具同士がぶつかり、火花をだし、爆発にいたった。
7	ASU パーライト噴出 飛散事故	20030501	G社	その他	4月30日定修のためASU B号装置を停止し、5月1日午前1時よりコールドボックス (CB)内の断熱材 (パーライト)の加温を開始した。1時40分頃にCB加温弁を開方向に調整したところ1時50分頃CB内圧上昇ともに開放していた中段のマンホールからパーライトが噴出し周囲に飛散・堆積 (推定飛散量 :約500m <sup>3</sup> )した。道路に飛散したパーライトは大型ショベルカーで回収し構内に山積み、その他はバキュームカー及び人海戦術で回収した。(飛散防止として散水を実施。)	加温弁 (50A)の開操作量が大きかったため、主熱交BOX上部マンホールより加温空気とともにパーライトが放出され、主熱交BOXが空洞化し、そこへ精留塔BOXのパーライトが流れ込み、主熱交BOX上部マンホールよりパーライトが放出したと推定。
8	レシプロ式膨張機のフィルター爆発	20030519	H社	爆発	レシプロ式膨張機のベアリングから異音があったため、ベアリングを交換し、その後の試運転の際に膨張機入口の遠隔操作の遮断弁を開けた (手動の入口弁があるが、開のままであった。)とき、遮断弁の入口側にあったフィルターが爆発・破損 (エレメントが焼け、鉄板も変形していた)し、-20度の低温ガスが噴出した。近くにいる男性従業員5人が風圧で倒され、1人が低温の空気を吸い込み重症、他も軽い怪我を負った。ベアリングは半年から1年に1回交換しており、今回も従来通りの作業をしていた。事故を起こしたのは、3基あるASUのうち66年8月稼働の37年経過したC号装置。 人的被害 :5名 負傷 物的被害 :フィルター吹き飛ば	急速にバルブを開けたため、高圧の空気が高流速でながれ、乾燥機のゲル粉、あるいは配管のスケールの同伴による摩擦熱で発火したと推定。

空気液化分離設備（ASU）の温度計について  
（コールドボックス内）

1. 現状

現行法規制では、温度計は製造細目告示第6条により年1回の基準温度計による比較検査が義務付けられているが、ASUのコールドボックス（以下「C/B」という。）内温度計の検査は、ループチェックであり、断線・絶縁、指示計が正しく機能しているかの確認が行われている。製造細目告示で規定された基準器との比較は行われていない。その理由は、C/B内温度計は一度設置すると周囲は断熱材に覆われるため、取り出しが相当困難であること、取り出す際、或いは再設置の際に短絡あるいは断線といったトラブルが発生することである。実際にこれまでC/B内温度計のトラブルはこの断線、短絡のみである。

C/B内温度計は、測温素子に抵抗体や熱電対を使用している例が多いが、常温以下～超低温の範囲で使用するので、経験的に劣化が発生しないことが判明している。これらの素子はシース管で保護されているが、更に保護管という金属製ケースに収められて、直接ガスに接触しない構造となっている。従って、劣化する条件はないといえる。これまでに温度計の精度劣化による事故・トラブルの発生はない。

2. C/B内の重要温度計と法定温度計

C/B内の温度計で重要な役目を果たすものとして、次の位置の温度計があげられるが、いずれも保安上重要な温度計ではない。

- ①リベックス冷端部温度計（導入空気と廃窒素ガスの流路）
- ②過冷器出口製品液化ガス温度計
- ③膨張タービン出口温度計

C/B内の低温部分の温度は、主熱交出口、下部塔、凝縮器、上部塔等、概ね $-180^{\circ}\text{C}$ 前後であり、これを保持するのは膨張タービン出口温度である。従って、C/B内の法定温度計としては、膨張タービン出口温度計と定め、これを管理していけばよいと思料する。

3. 結論

C/B内の温度計については、膨張タービン出口温度計を代表とし、その測温素子及び指示計について、

- ・ 運転時に近傍に設置されている温度計と指示値の比較を行い、JISに規定する許容誤差範囲内であることを確認する。
- ・ 5年以内で膨張タービンの分解・整備に合わせ基準温度計との比較・校正を行うこと。

なお、ASUのC/B内のこの他の温度計については、自主基準により、運転時に近傍に設置されている温度計と指示値の比較を行い、JISに規定する許容誤差範囲内であることを確認する。また、設備停止中には測温素子の断線・短絡検査は実施し、指示計については模擬入力による検査・校正を実施する。

以上

空気液化分離設備（ASU）の温度計について  
（コールドボックス内）

1. 現状

現行法規制では、温度計は製造細目告示第6条により年1回の基準温度計による比較検査が義務付けられているが、ASUのコールドボックス（以下「C/B」という。）内温度計の検査は、ループチェックであり、断線・絶縁、指示計が正しく機能しているかの確認が行われている。製造細目告示で規定された基準器との比較は行われていない。その理由は、C/B内温度計は一度設置すると周囲は断熱材に覆われるため、取り出しが相当困難であること、取り出す際、或いは再設置の際に短絡あるいは断線といったトラブルが発生することである。実際にこれまでC/B内温度計のトラブルはこの断線、短絡のみである。

C/B内温度計は、測温素子に抵抗体や熱電対を使用している例が多いが、常温以下～超低温の範囲で使用するので、経験的に劣化が発生しないことが判明している。これらの素子はシース管で保護されているが、更に保護管という金属製ケースに収められて、直接ガスに接触しない構造となっている。従って、劣化する条件はないといえる。これまでに温度計の精度劣化による事故・トラブルの発生はない。

2. C/B内の重要温度計と法定温度計

C/B内の温度計で重要な役目を果たすものとして、次の位置の温度計があげられるが、いずれも保安上重要な温度計ではない。

- ①リベックス冷端部温度計（導入空気と廃窒素ガスの流路）
- ②過冷器出口製品液化ガス温度計
- ③膨張タービン出口温度計

C/B内の低温部分の温度は、主熱交出口、下部塔、凝縮器、上部塔等、概ね $-180^{\circ}\text{C}$ 前後であり、これを保持するのは膨張タービン出口温度である。従って、C/B内の法定温度計としては、膨張タービン出口温度計と定め、これを管理していけばよいと思料する。

3. 結論

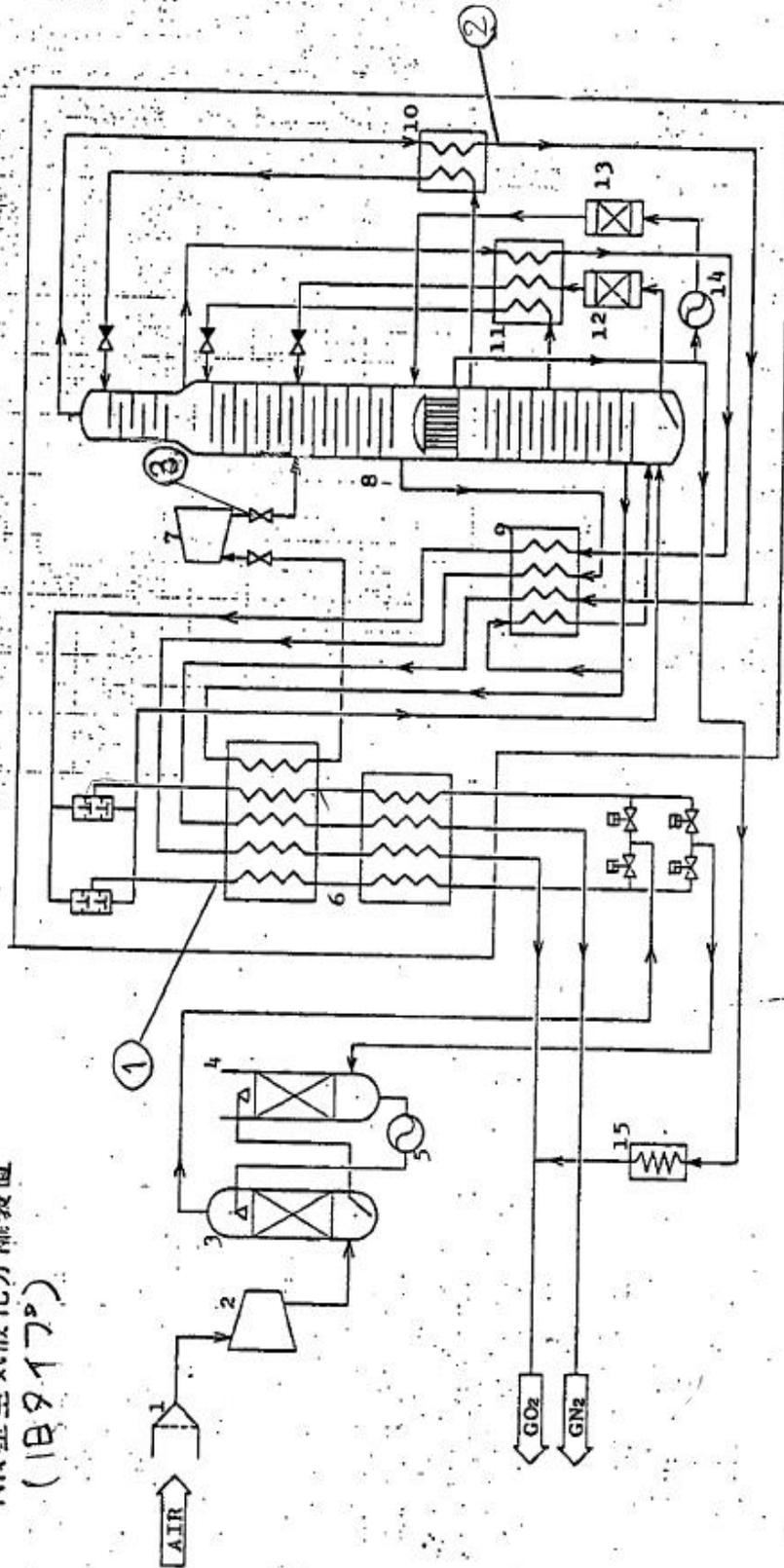
C/B内の温度計については、膨張タービン出口温度計を代表とし、その測温素子及び指示計について、

- ・ 運転時に近傍に設置されている温度計と指示値の比較を行い、JISに規定する許容誤差範囲内であることを確認する。
- ・ 5年以内で膨張タービンの分解・整備に合わせ基準温度計との比較・校正を行うこと。

なお、ASUのC/B内のこの他の温度計については、自主基準により、運転時に近傍に設置されている温度計と指示値の比較を行い、JISに規定する許容誤差範囲内であることを確認する。また、設備停止中には測温素子の断線・短絡検査は実施し、指示計については模擬入力による検査・校正を実施する。

以上

NR型空気液化分離装置  
(18917°)



- |         |             |            |
|---------|-------------|------------|
| 1 空気圧過器 | 6 クリアンク熱交換器 | 11 過冷却器    |
| 2 空気圧縮機 | 7 膨脹タービン    | 12 アセトン吸着器 |
| 3 水洗冷却塔 | 8 精溜塔       | 13 循環吸着器   |
| 4 冷水塔   | 9 液化器       | 14 液酸循環ポンプ |
| 5 水ポンプ  | 10 過冷却器     | 15 蒸発器     |

## エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器の耐圧性能及び強度について

エチレンプラントの低温・超低温用アルミ熱交換器は長期間使用しても健全であり、その耐圧、強度に係わる大きな事故はない。漏えいトラブルの発生事例は少なく、漏えいトラブルが万一発生しても早期に発見できるため、大きな事故に至った例はない。したがって、エチレンプラントを有する石化の会社では、耐圧性能および強度に係わる検査は不要であると認識している。以下にその見解をまとめた。

### 1. エチレンプラントの概要

エチレンプラントの概略フローを参考図 - 1 に示す。加熱炉を出た分解ガスは急冷され、液状成分を分離したのち、アルカリ洗浄、脱水、乾燥し、精留工程を経てエチレン、プロピレンを得る。

乾燥から脱メタンに至るフローを参考図 2 に示す。ガスは、先ず脱水装置により -120 に近い露点まで乾燥され、超低温の冷却系を通過する間にほとんどの炭化水素が液化する。液化した流れが脱メタン塔に供給され、塔頂側にメタン・リッチのガス、塔底側に  $C_2$ 、 $C_3$  を主成分とすると炭化水素の液体に分離される。塔底から出た液は、その後の精留工程でエチレン、プロピレンなどに分離される。ここで必要な超低温は、別に設置されたエチレンとプロピレンを冷媒とする冷凍システムで作られる。さらに、脱メタン塔の塔頂から分離されたメタン・リッチのガスを膨張タービンで膨張させることにより超低温熱源が補われる。

アルミ熱交換器は、この超低温冷却系およびその他のエチレン・プロピレンの冷凍系（リボイラー等）に、約 25 基ほど設置されている。

### 2. アルミ熱交換器の構造

アルミ熱交換器の構造のスケッチを参考図 - 3 から - 5 に示す。基本的な構造は、参考図 - 3 に示すとおり、ひとつの流路は 2 枚の仕切り板（Separate Sheet）とサイド・バー（Side Bar）に挟まれたフィンに沿って確保される。これらは全てアルミニウム合金を用いてあり、口付けによって接着されている。図 - 3 の構造のものを何段にも積み重ね、さらにヘッダーとノズルを溶接で取り付け、参考図 - 5 に示すような熱交換器が製作される。エチレンプラント用アルミ熱交換器の例として、工場から出荷される直前のものを参考図 - 6 に示す。参考図 - 5 の右上のスケッチに示すとおり、仕切り板を介して A 流体から B あるいは C 流体へ伝熱される。また、仕切り板は異なる流体間の圧力隔壁でもあり、流体間の圧力差に耐える強度を有する。

これらの参考図で明らかかなように、一体構造に製作されたアルミ熱交換器の開放は（機械的に切断するなど、破壊しない限り）不可能であり、したがって開放検査はできない。仮にフランジ部から目視で検査する場合でも、ヘッダーにつながりながらパイプの部分を見ることになるが、アルミ熱交換器はノズル、接続配管を含めて厚い保冷材に覆われているために、検査を行うことが容易でない。

### 3 . 構成材料と腐食等の劣化要因

エチレンプラントで用いられる低温・超低温のアルミ熱交換器は、前項で説明したたとおり、アルミニウム合金のプレートフィン・タイプの熱交換器である。プロセス流体は、その前の工程で重質分や腐食性の $H_2S$ などが完全に除去された、アルミに対して汚れや腐食性のない流体である。また、エチレンとプロピレンの冷媒は、エチレン、プロピレンそのものであり、アルミに対して汚れや腐食性がない。外部は、単体設置のものは厚い保冷材で覆われて、コールドボックス（CB）内設置のものは外槽がありパーライトが充填されている。したがって、外部腐食の要因もない。

#### （1）劣化要因

- 内部要因

汚れや腐食性のない流体である。

- 外部要因

単体設置のものは、厚い保冷材で覆われており外部腐食の要因はない。

また、CBの中に設置されているものは、外槽があり断熱材と乾燥窒素が封入されており、

外部腐食の要因はない。

### 4 . 長期使用したアルミ熱交換器の健全性の確認

長期間エチレンプラントで使用したアルミ熱交換器を分解し、内部の健全性を確認したことが数件報告されている。

#### （1）供用中アルミ熱交換器の抜き取りによる確認試験

A社のエチレンプラントで供用中（使用開始後13年経過）のアルミ熱交換器からひとつのコアを取り外し、各種の試験を行なった。耐圧性能、気密性能、強度（肉厚）、さらに切断し、その他内部の健全性の確認（ミクロ組織検査、染色浸透探傷等）において異常は認められず、長期の使用後も健全であり、安全を確保できることを確認した。

##### 1) 対象のアルミ熱交換器（2E-24）

- 対象のアルミ熱交換器概略フローおよび仕様：図 1
- 材質 A3003（Al-Mn系合金）
- 流体（Aパス）分解ガス（Bパス）プロピレン
- 供用期間 1973年から1986年（13年間）
- 製作者：株神戸製鋼所

## 2) 確認試験の概要・結果

- 試験・調査実施者：(株)神戸製鋼所
- 実施年月：1986年8月（報告書作成）

### 溶接部のP T

- コアに溶接されている溶接部全線について染色浸透探傷を実施
- 結果：割れ、その他の溶接部欠陥は認められなかった

### 耐圧テスト

- テスト圧力(kg/cm<sup>2</sup>G) (Aパス) 61.8 (Bパス) 15.9
- 結果：漏れ、異常な変形は認められなかった

### 気密テスト

- テスト圧力(kg/cm<sup>2</sup>G) (Aパス) 45.4 (Bパス) 11.7
- 結果：漏れは認められなかった

### 内部漏えいテスト

- 気密試験圧力をAパス側にかけて、Bパス側にマノメータを付けて放置による漏れをチェック
- 結果：漏れは認められなかった。

### 開口部の外観チェック

- Aパス、Bパスの開口部の外観をチェック
- 結果：異物の詰まり、腐食等異常は認められなかった

### コア内部の外観検査

- 切断し、コア内部の外観を観察
- 結果：腐食など異常は観察されなかった

### マクロ、ミクロ観察

- 外観的に異常は認められなかったが、念のために、両パスのフィンと仕切り板のマクロ、ミクロ観察
- 結果：ロウ付け、フィン、仕切り板それぞれの状態は良好であった。

### 肉厚

- 板厚を測定
- 結果：
  - フィン、仕切り板ともに、納入時の板厚の公差内にあり、腐食などの減肉はない
  - サイドバー、ヘッダー、ノズルともに、JIS板厚の公差内にあり減肉ない

### サイドバーロウ付部の強度試験

- 結果：十分な破壊強度があり、破断面にロウ付けの不完全接着は認められ

ない。

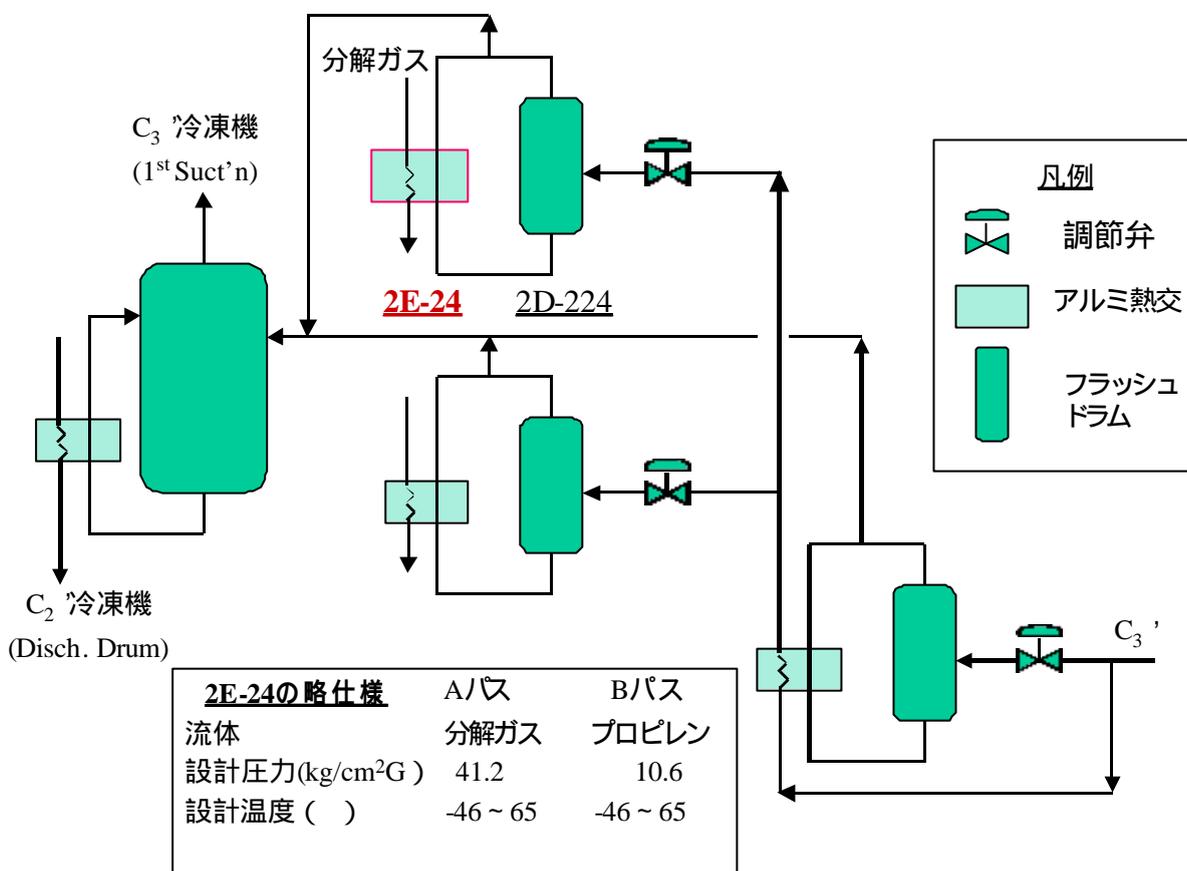


図-1 検査を行ったアルミ熱交換器周りのフロー

(2) プラント改造時の抜き取りによる確認試験

B社において、プラント改造時にアルミ熱交換器を抜き取り、切断し内部を目視でチェック、さらに溶接部からテストピースを切り出し、非破壊検査(PT)を実施したが、異常は認められなかった。

5. トラブル事例

アルミ熱交換器のトラブル事例は数件報告されているが、大きな事故になったケースはない。これらの報告から、製作時の欠陥あるいは運転操作に起因するトラブルであることが判明している。

## ( 1 ) 製作時のロウ付け部の強度不足による漏えい

製作時のロウ付け部の強度不足による微小漏れが数件報告されている(表-1に1件記載)。この熱交換器は、1964年に設置され同一コアについて2回(1976年、1985年)の補修が行われ、1986年には更新された。

E社は、このとき取り外した熱交換器について種々の検査を行ない、ロウ付けに欠陥があった部分を除き、全く異常が認められないことを確認している。なお、1986年以降漏えいトラブルは報告されていない。

ヘッダー溶接部のPT	異常なし
耐圧テスト	異常なし(漏洩部を除く)
放置テスト(内部漏洩検査)	異常なし
コア断面外観検査	腐食・その他異常なし
ロウ付け部強度試験	漏洩近傍部材強度は新材強度の50%以下
ロウ付け状況	漏えいの無い部分のロウ付け状況は内部に1mm以下の欠陥点在 溶接ビード極近傍はロウ材が破断・再溶融状態又は線上欠陥あり

## ( 2 ) 破損したアルミ熱交換器の試験結果

C社において、運転操作ミス(被加熱側液封のまま入熱)によりヘッダーの破損を経験したが、破損がアルミ熱交換器の劣化によるもので無いことを機械試験等で検証した。このアルミ熱交換器は、運転開始後32年を経過したものである。

### 外観検査

溶接線溶着状態：設計溶接効率65%以上の脚長の保持を確認。  
内外面、フィンプレートも清浄であり腐食は認められない。

### PT検査

ヘッダータンク内外面の溶接線PT検査：欠陥検出せず。

### 破面SEM解析

破断面の結果、延性破壊であり、脆性・疲労破面は確認されず。  
(シミュレーションの結果、設計圧力の約4倍を負荷した可能性が強く、圧力過上昇により破損に至った。)

### ミクロ観察

材料の冶金的問題はない。

### 硬度測定

材料の母材・溶接線ともに硬度測定の結果異常無し。

#### 引張試験

母材および溶接線からテストピースを採取し、機械試験実施。

0.2%耐力、引張り強さ、伸びとも規格値を満足し、経年劣化は認められない。

#### 組成分析

金属組成も規格値を満足。

### 6. アルミ熱交換器の耐圧性能および強度に係る検査

アルミ熱交換器に係る開放検査および強度に係る検査は、低温で使用される機器であることおよびその設置の状況から、実施することが非常に困難であるが、機会を捕らえて種々実施されており、実施例を表-1に示す。

#### (1) 開放検査

アルミ熱交換器は口ウ付けした一体構造になっており、開放検査はできない。したがって、開口部からの目視が主な検査方法であるが、アルミ熱交換器はC Bの中に設置、あるいは単体設置で厚い保冷材に覆われていること並びに開放による湿分の侵入及び凍結が運転の阻害要因になることから、開放を避け、その代わり単体設置の熱交換器について外部からのRTによる検査が実施されているケースがある。

前述の供用中アルミ熱交換器の抜き取り・破壊検査、その他表-1に報告されている内部の検査において腐食等の異常は認められたケースはない。

#### (2) 肉厚測定

アルミ熱交換器は、C Bの中に設置、あるいは単体で厚い保冷材に覆われている。したがって、アルミ熱交換器の肉厚を直接検査できないが、機会を見て、測定が行われている。表-1に示すとおり、肉厚の減少等の異常が認められたケースはない。

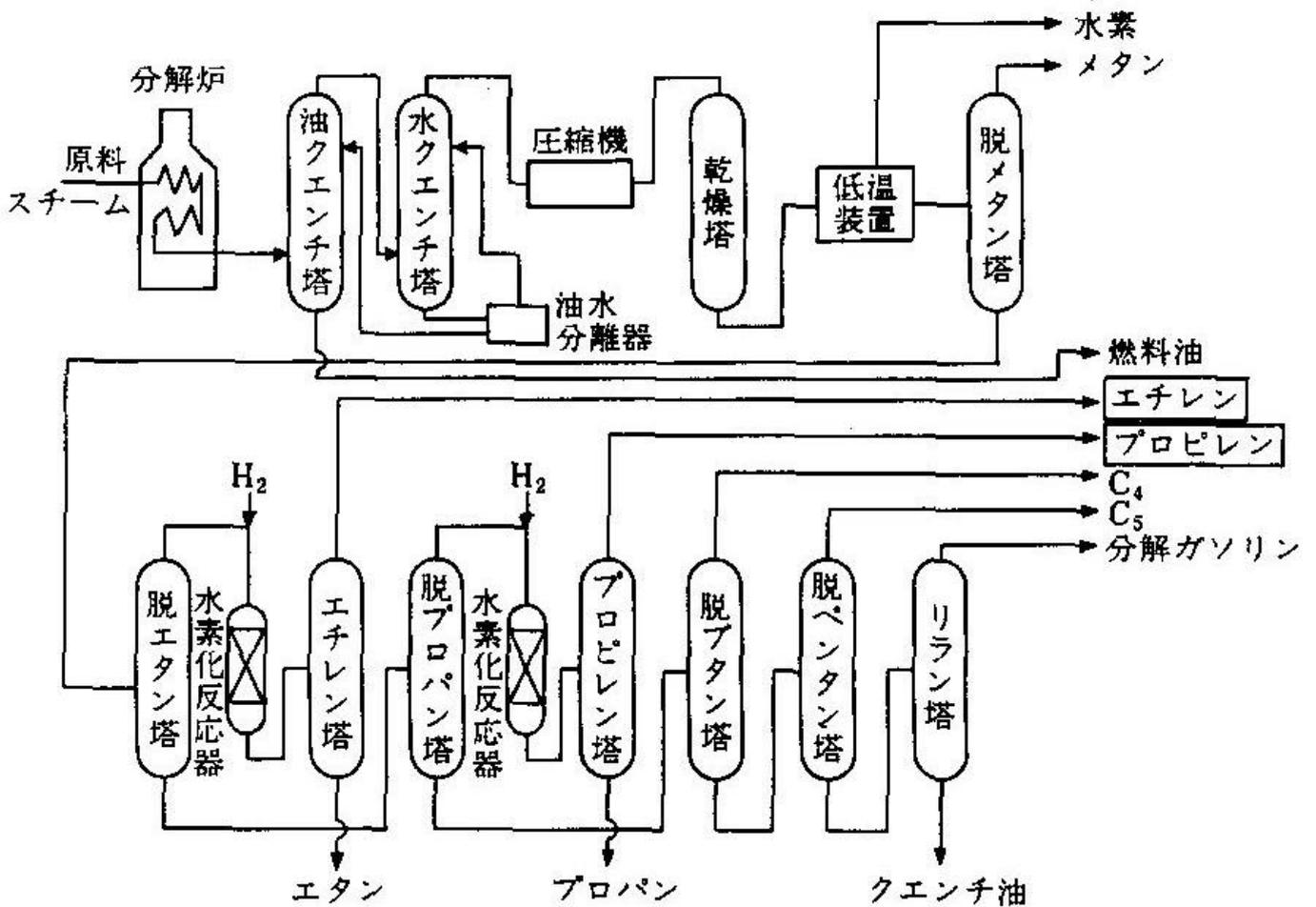
### 7. アルミ熱交換器の安全対策

C B内に設置した熱交換器は、ASUと類似の安全対策(C B外槽内圧力の監視、外槽安全弁の設置及びC B内窒素シールの実施)を行うことで、万一微小漏れが発生しても、早期発見ができる。単体設置の熱交換器については、微小漏れが発生した段階で、保冷材表層に霜の付着等の異常が発見されるので、その時点でガス検知器での確認を行ない、必要に応じて処置を行うことにより、事故の発生を防ぐことができる。

8. 見直し案

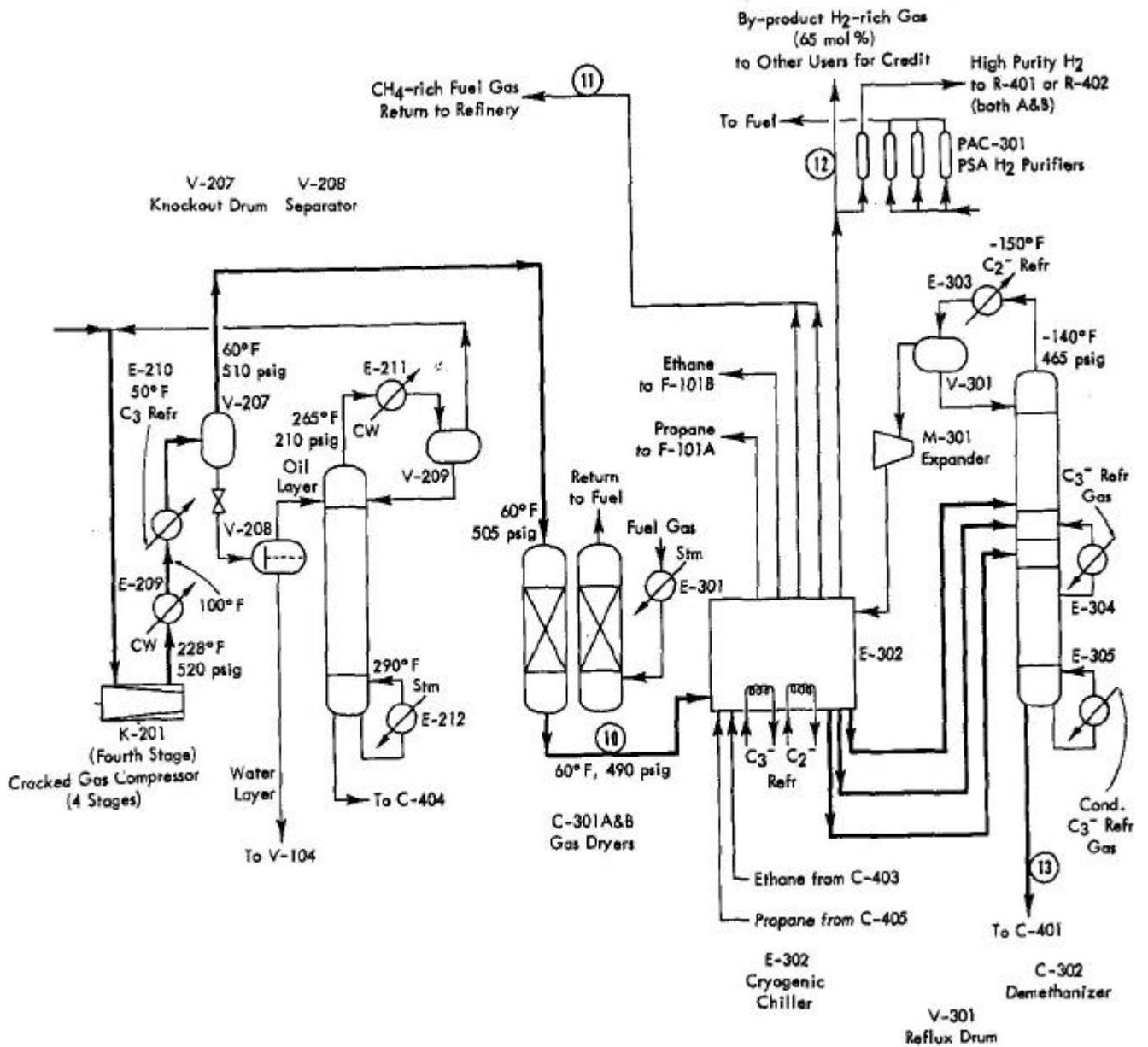
以上のとおり、エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器は、外部・内部の腐食等劣化要因がないこと、また抜き取り・切断後の各種内部検査で長期間使用した後も健全であることが確認されていることから、アルミ熱交換器の耐圧性能及び強度に係る検査は、不要と考える。このような設備は、日常の点検・パトロールを適切に行ない漏れがないことを確認することにより、保安を確保できる。

以上



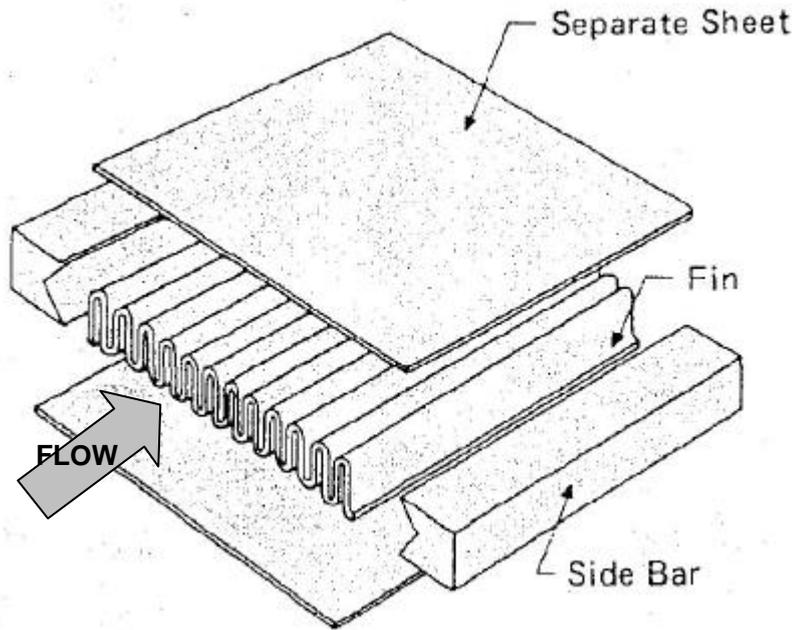
参考図 - 1 エチレンプラント 概略フロー \*

\* 出典：「高圧ガス保安技術」 高圧ガス保安協会

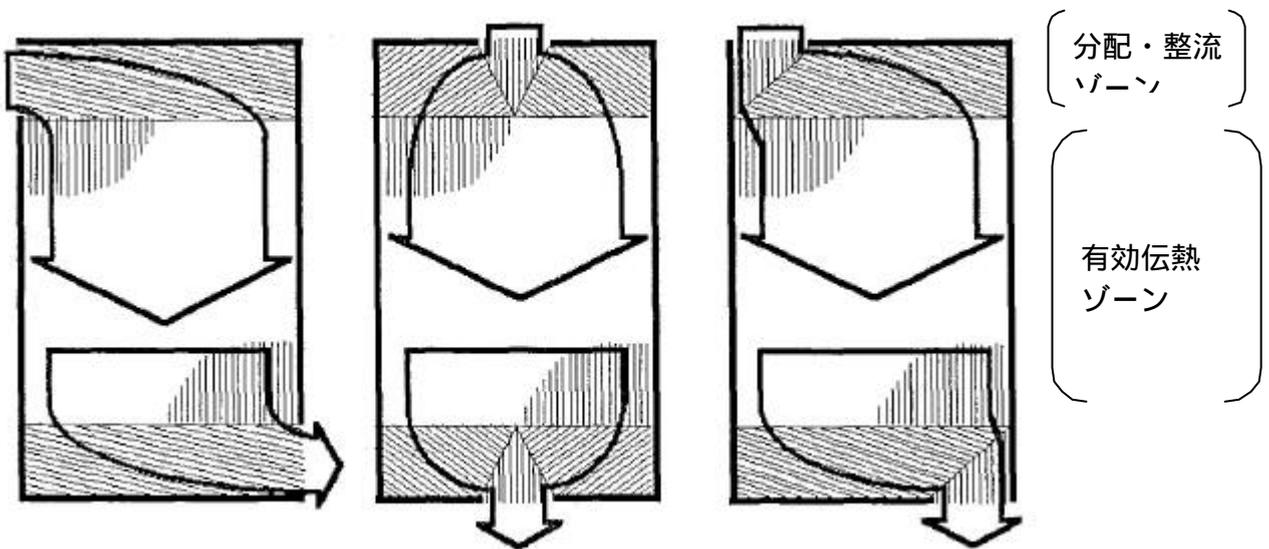


参考図 - 2 分解ガス圧縮機から脱メタン塔に至るフロー \*

\* 出典：S R I、1981

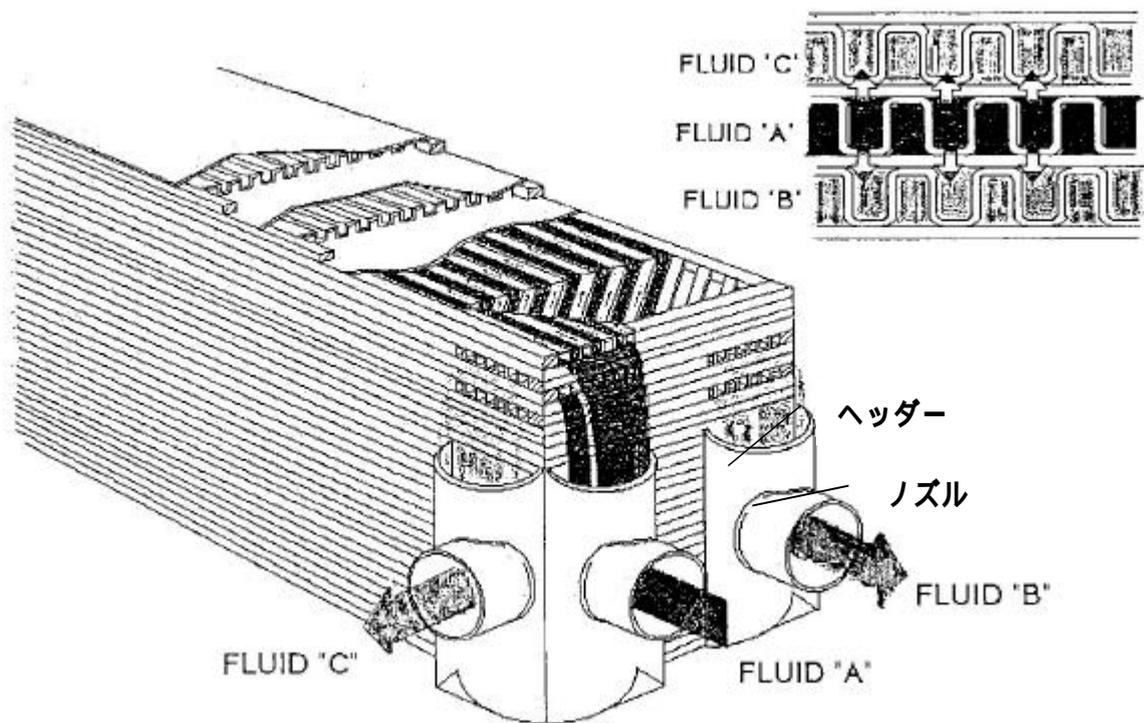


参考図-3 アルミ熱交換器の伝熱部断面（単層）

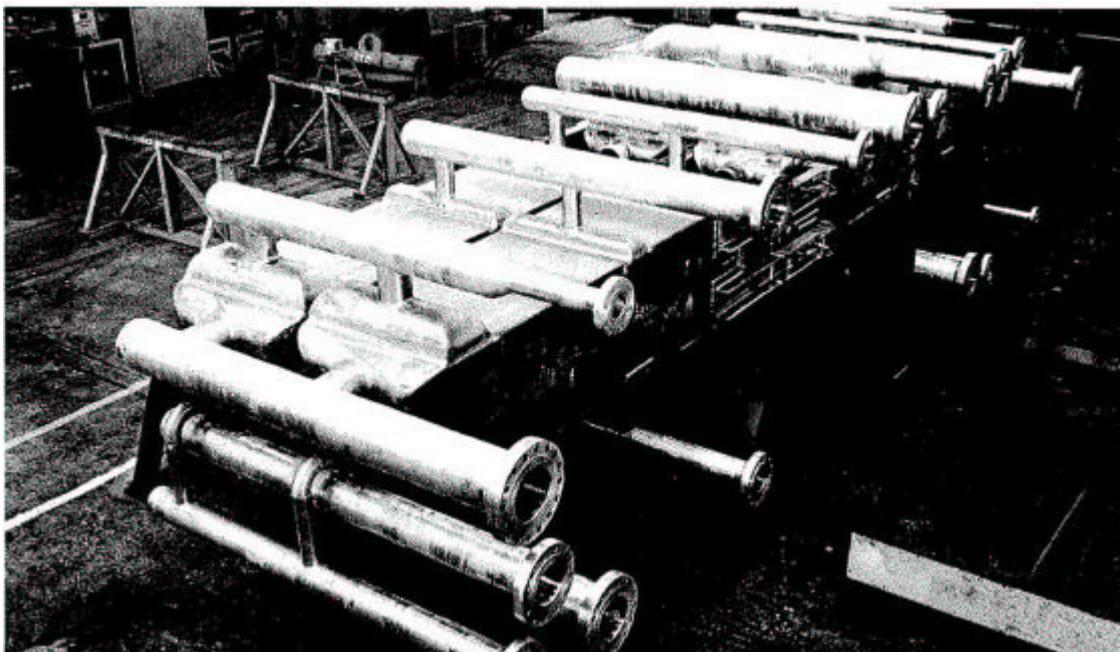


参考図 - 4 アルミ熱交換器の流路アレンジメント

出典：参考図 - 3 ~ -6 メーカー資料から  
（注釈を一部挿入）



参考図-5 アルミ熱交換器の構造例（三流体）



参考図 - 6 エチレンプラント用アルミ熱交換器の例

## LNG受入基地に関する 検査の考え方について

### 検査方法見直しの基本的な考え方について

#### 見直しの基本的な考え方

LNG受入基地設備に適用される現行の高圧ガス保安法の検査方法の見直しを考える上で、

1. LNG (NG) は腐食性がないガスであること
2. 設備の使用材料、構造、設計並びに製作・施工時に徹底した品質管理がなされること
3. 適切な維持管理を行い、過去の検査実績データ（最長約20年）から腐食減肉や割れ等の異常が認められていないこと

に基づき、さらに同設備に対する他法令（電気事業法、ガス事業法）における検査内容を踏まえ、開放（耐圧）検査、肉厚測定、気密試験の方法の見直しを要望する。

#### 本資料について

本資料においては、LNGに腐食性がないこと及び各設備の材料、構造、設計・製作段階で考慮される主な内容を整理し、それぞれの設備に対する維持管理方法について、現行の保安検査方法（開放、肉厚、気密）に対する要望内容と合わせてまとめる。

なお、維持管理とは、例えば「LNG受入基地設備指針」（JGA指-102-03）において、「維持管理要領」として日常点検内容や一定期間毎の検査内容等について詳細に述べられている。本資料は、一定期間毎に実施する検査内容のみを取り扱ったものであり、同指針を踏まえたものである。

# LNGについて

### LNGチェーン

**海外液化基地**

ガス井戸、油井戸 → 分離ガス、原油 → 前処理 (S分、水、CO<sub>2</sub>の除去) → 液化 → 貯蔵・蔵出し → LNGタンカー → 受入貯蔵 → 気化 → 発電用燃料、工業用燃料、都市ガス

**受入基地**

前処理の方法  
S分、炭酸ガスの除去  
硫化水素等の硫黄化合物や炭酸ガスは、通例、アルカリ性のアルカールミンを用いて吸収除去されている。  
水分の除去  
凝縮にて水分を粗分離し、その後固体脱水剤（モレキュラーシーブ等）によりさらに脱水される。

### 実際のLNG組成

組成 (mol%)					
メタン	CH <sub>4</sub>	91.30	ヘンタノ以上 C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ~	0.01	
エタン	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5.37	窒素	N <sub>2</sub>	0.02
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.42	酸素	O <sub>2</sub>	0.00
イソブタン	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.46	二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	0.00
ノルマルブタン	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.42	合計		100

不純物 (mg/Nm <sup>3</sup> )	
硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	0.48 (0.32ppm)
全硫黄 (TotalSulfur)	0.97 (0.68ppm)

PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA  
(=イノトネリアの第三者検定機関) 発行の分析結果

### 検査実績データ

検査実績データから減肉傾向は認められない。他データは参考1-1、1-2、2参照。

#### < LNG配管のデータ >

保冷循環ポンプミニマフロー配管 (P21, P22)

#### < NG配管のデータ >

低圧送出配管

#### < LNGの腐食性に関する参考文献 >

LNG受入設備指針 (JGA指-102-03 (社) 日本ガス協会)  
第1章1.3解説 1LNGの性状  
天然ガス中に含まれる炭酸ガス、硫化水素、水分等の不純物は精製工程で除去されているので、腐食性はない。  
液化ガス設備規程 (JEAC3709-2000 (社) 日本電気協会)  
第2章2.2.1LNG 不純物を分離して精製されているので、毒性・腐食性はない。

## LNG配管、NG配管について

- 使用材料、構造
  - LNG配管には、低温靱性に優れたステンレス鋼 (SUS304, SUS316) を使用し、外面には保冷材を施工する。
  - 常温のNGを通ずるNG配管には炭素鋼 (STPG370等) を使用し、外面には防食塗装を行っている。
- 設計・製作
  - 配管溶接部は全線について検査 (材料検査、開先検査、非破壊検査) し、欠陥のないことを確認する。
  - ステンレス配管の溶接には低炭素系溶接材料を使用し、溶接による鋭敏化部の粒界腐食割れ、SCCを未然防止する。
  - 漏洩防止のため、配管・弁・配管・配管の接合には極力溶接構造を採用する。また、フランジ接合部については締め付けトルク管理を行う。
- 現状と今後の維持管理内容及び要望内容

LNGホップ等の開放時に、付属配管の内面確認、肉厚測定を実施している。

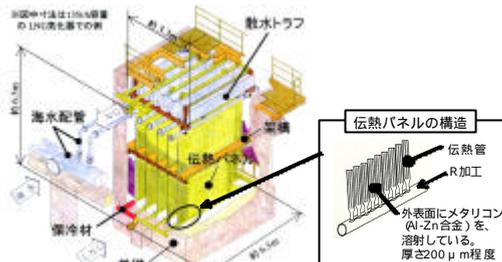
#### < LNG配管の構成例 >

	現 状		今後の維持管理内容		要望内容
	方法	頻度	方法	頻度	
LNG配管	・LNGホップ等の開放時に、付属配管の内面確認を実施している。 異常は認められていない。	機器開放時	・変形、破損、氷結等の異常の有無を目視で確認する。異常があれば開放する。	随時	・開放検査を不要とする。異常があれば開放するので、異常有無に拘わらず、定期的に開放することは不要とする。
	・変形、破損、氷結等の異常の有無を目視で確認している。 異常は認められていない。	随時			
	・LNGホップ等の開放時に、付属配管を肉厚測定している。 測定結果から減肉はない。(参考1)	1回/年	・長期的な浸食を考慮し、機器出口曲管、制御弁下流部等の測定部位を特定して肉厚測定を行い、余寿命管理する。	余寿命予測により設定	・毎年の肉厚測定を不要とする。減肉しやすい箇所を特定した余寿命管理を可能とする。
	・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行っている。 (常設のガス検知器による常時監視も実施)	1回/年	・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行う。 (常設のガス検知器による常時監視も実施)	1回/年	・実ガス・運転圧力で、気密試験が可能なることを明確にする。
NG配管	・BOG圧縮機等の開放時に、付属配管の内面確認を実施している。 異常は認められていない。	機器開放時	・変形、破損等の異常の有無を確認する。異常があれば開放する。	随時	・開放検査を不要とする。異常があれば開放するので、異常有無に拘わらず、定期的に開放することは不要とする。
	・変形、破損等の異常の有無を目視で確認している。 異常は認められていない。	随時			
	・毎年、肉厚測定を実施している。 測定結果から減肉はない。(参考2)	1回/年	・外観検査により、塗膜劣化箇所等を確認する。劣化箇所に対して、肉厚測定を実施する。	随時	・毎年の肉厚測定を不要とする。外観検査結果から劣化箇所があれば、実施することとする。
	・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行っている。 (常設のガス検知器による常時監視も実施)	1回/年	・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行う。 (常設のガス検知器による常時監視も実施)	1回/年	・実ガス・運転圧力で、気密試験が可能なることを明確にする。

## オープンラック式LNG気化器について

- プロセス上の役割
  - LNGタンクからポンプにより送られたLNGを気化させて常温ガス(NG)とし、ユーザーに供給する。
- 使用材料・構造
  - 伝熱管には低温靱性および熱伝導性に優れたアルミ合金を使用する。
  - オープンラック式気化器は、海水を熱源とし伝熱管内部を流れるLNGと伝熱管外部を流下する海水とを熱交換させ、常温ガス(NG)とするものである。
  - 多数の伝熱管からなるパネル、パネルの外面に海水を流すための散水トラフ並びにこれらを支持する基礎、架構から構成される。
- 設計・製作
  - 伝熱管表面には犠牲陽極となるメタリコン(アルミ-亜鉛合金)を溶射し海水腐食を防止する。
  - 起動停止時に伝熱管に発生する熱応力を解析し、伝熱管下部ヘッダ溶接部にR加工を施す等により、十分な疲労強度(1回/1日の起動停止の繰り返しでも約900年以上)を有している。
- 現状と今後の維持管理内容及び要望内容

オープンラック式LNG気化器の構造



	現状		今後の維持管理内容		要望内容
	方法	頻度	方法	頻度	
LNG気化器	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観検査により、変形、破損、メタリコン剥離等を確認している。</li> <li>必要に応じて、伝熱管溶接部(伝熱管-ヘッダ配管の溶接部)の非破壊検査(PT)を実施している。</li> </ul>	1回/3年	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観検査により、変形、破損、メタリコン剥離等を確認する。</li> <li>必要に応じて、伝熱管溶接部(伝熱管-ヘッダ配管の溶接部)の非破壊検査(PT)を実施する。</li> </ul>	1回/3年	外観検査を実施する。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>供用中の開放検査は不可能。</li> <li>気化器更新時の内部確認結果より、流速や形状から滞留等が懸念される箇所においても異常は認められていない。</li> <li>又過去に浸食等による不具合もない。</li> </ul>	気化器更新時	<ul style="list-style-type: none"> <li>異常が認められた場合は、速やかに原因を調査し、修理等状況に応じた処置をする。</li> </ul>	都度	開放検査を不要とする。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタリコン上からの肉厚測定は不可能であり、メタリコン膜厚測定及び伝熱管外径測定を行っている。</li> <li>メタリコン膜厚測定結果から、再溶射を決定している。(参考3)</li> </ul>	膜厚管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタリコンの膜厚測定及び伝熱管外径測定を行う。</li> </ul>	膜厚管理	肉厚測定を不要とする。メタリコン膜厚管理とする。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行っている。(常設のガス検知器による常時監視も実施)</li> <li>ただし、外観検査時に発泡液等による伝熱管溶接部の気密試験を行っている。</li> </ul>	1回/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行う。(常設のガス検知器による常時監視も実施)</li> <li>ただし、外観検査時に発泡液等による伝熱管溶接部の気密試験を行う。</li> </ul>	1回/年	実ガス・運転圧力で、気密試験が可能なことを明確にする。

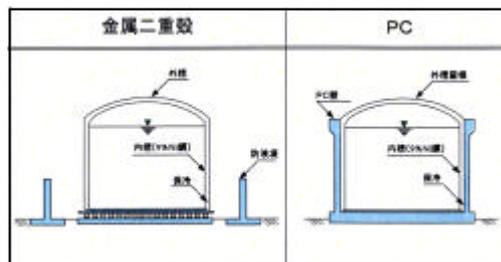
## LNGタンクについて

- 使用材料・構造
 

地上式タンクの主な構造例を右図に示す。LNGタンクは内槽、保冷材、外槽から構成される二重殻構造を有している。

  - 内槽: LNGを貯蔵する容器で、材料には低温靱性に優れた9%Ni鋼を使用している。
  - 保冷材: 外部入熱によるボイルオフガス(BOG)の発生を抑えるため、保冷層を設置する。
  - 外槽: 保冷材を保持し、外気の侵入を防ぐため、気密構造としている。

代表的な地上式LNGタンクの構造



- 設計・製作
  - 内外槽間には窒素ガスを封入している。
  - 内槽の溶接は大部分を高品質の溶接ができる自動溶接機により実施する。
  - 溶接部について、材料検査、開先検査、非破壊検査(PT、RT)を全数実施し、溶接部に欠陥のないことを確認している。
  - 内槽は、受入、払出による液面変化等にて繰り返し応力を受けるが、地上式タンクの場合、最も発生応力が厳しい側板-底板隅肉溶接部において約600年以上の疲労強度を有している。

### 3. 見直しの要望内容と見直し後の維持管理内容

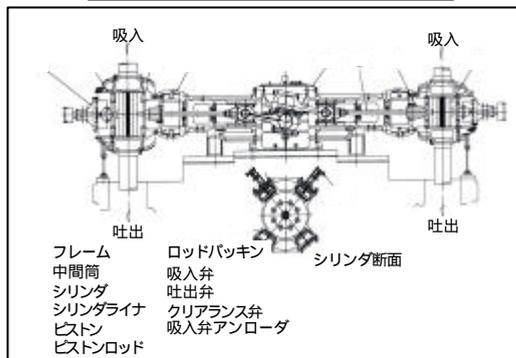
	現状		今後の維持管理内容		要望内容
	方法	頻度	方法	頻度	
LNGタンク	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造上肉厚測定は不可能である。</li> <li>腐食減肉による不具合はない。</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観検査により、変形、破損、着霜等の異常の有無を確認する。</li> </ul>	1回/1年	肉厚測定を不要とする。

開放検査、気密試験は、現行の高圧ガス保安法において除かれている。

## BOG圧縮機について

1. プロセス上の役割
  - ・BOG圧縮機はLNGタンクから発生するボイルオフガス（BOG）を昇圧して送ガス（NG）系統に送出し、LNGタンクの運転圧力を一定に制御する役割を担っている。
2. 使用材料、構造
  - ・圧縮機の型式としては、水平対向往復動式（レシプロ）が多く採用されている。構造例を右図に示す。
  - ・圧縮機本体材料の内、低温部は低温靱性に優れたステンレス鋳鉄、アルミニウム合金を使用する。
3. 設計・製作
  - ・吸込ガス（BOG）が極低温であり、BOGに接する部分（シリンダー）は潤滑油を使用しなくなり無給油構造としている。十分なシール性、耐摩耗性に優れたものを使用している。（連続運転時間12000時間以上）
  - ・起動、停止・負荷変動により温度変化（常温 - 低温）を繰返すステンレス配管、タンクにはSCC対策として、外面塗装を実施する。
4. 見直し要望内容と見直し後の維持管理内容

BOG圧縮機（レシプロ型）構造図



	現 状		今後の維持管理内容		要望内容
	方法	頻度	方法	頻度	
BOG圧縮機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法令上の周期は5年だが、運転時間に基づいて摺動部点検手入りの為、開放（分解点検）を行っている。</li> <li>・開放時に、耐圧部の目視並びに駆動部の目視、PT、MTを行っている。</li> </ul>	運転時間管理 [実績最大] 1回/4年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・摺動部点検手入りの為、開放（分解点検）を行う。</li> <li>・開放時に、耐圧部の目視並びに駆動部の目視、PT、MTを行う。</li> </ul>	運転時間管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転時間に応じた開放検査（分解点検）を可能とする。固定的な周期（1回/5年）を不要とする。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年1回の肉厚測定は実施せず、開放時に耐圧部の目視を行っている。</li> <li>・<u>開放時の内部確認結果、耐圧部の腐食形状等の異常はない。</u></li> </ul>	開放時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開放時の目視結果から必要に応じて劣化箇所の肉厚測定を行う。</li> </ul>	開放時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・毎年の肉厚測定を不要とする。開放時の外観検査結果から劣化箇所があれば、実施することとする。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行っている。（常設のガス検知器による常時監視も実施）</li> </ul>	1回/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期に実ガス・運転圧力で、携帯用ガス検知器で気密試験を行う。（常設のガス検知器による常時監視も実施）</li> </ul>	1回/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実ガス・運転圧力で、気密試験が可能であることを明確にする。</li> </ul>

## 開放検査（耐圧）及び肉厚測定について（まとめ）

検査の目的：設備が使用圧力に対して十分な耐力を有し、また肉厚（強度）が維持されていることの確認

ガス事業法、電気事業法  
適用基地での検査内容も  
同じ内容である。

設備名 (使用材料)	高圧ガス保安法 での検査内容		不具合の発生要因に対するLNG設備での考え方							その他	要望内容		実施する内容		
	開放 検査	肉厚 測定	減肉			割れ					開放検査	肉厚測定	方法		頻度
			内面	外面	浸食	強度不良	溶接不良	SCC	疲労				開放検査	肉厚測定	
LNG配管 (7050鋼)	1回/ 3年	毎年	LNGに腐食性は無い。22年経過の配管でも減肉はない。1	保冷材で被覆。凍結環境で腐食の発生はない。	実績から浸食による減肉はない。1	製作時の耐圧試験で確認している。	製作時に全線のRT、PTにより有害欠陥を削除。	低炭素系溶接材料を採用。19年経過の配管も割れなし。2	温度・圧力の変動幅は小さくL-1017L外ない。	構造及び適用上、開放による内面確認は実施不可能。	不要とする。	不要とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観検査により、変形、破損、氷結等の異常の有無を確認する。</li> <li>・長期的な浸食を考慮し、曲管、弁下流部等 3を対象に余寿命管理する。</li> </ul>	余寿命予測で設定 随時	
NG配管 (炭素鋼)	1回/ 3年	毎年	NGに腐食性は無い。19年経過の配管でも減肉はない。4	塗膜劣化を外観点検で確認可能。劣化箇所を肉厚測定を行う。	ガス体による浸食はない。	同上	同上	-	同上	構造及び適用上、開放による内面確認は実施不可能。	同上	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観検査により、塗膜劣化箇所等を確認する。</li> </ul>	随時	
オープンラック式 LNG気化器 (A1合金)	1回/ 3年	毎年	LNGに腐食性は無い。	外面マクロンの膜厚管理を行う。	-	同上	同上	-	設計時に、熱応力解析し、十分な疲労強度を確保。5	構造上、開放検査、肉厚測定は実施不可能。	同上	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観検査により、変形、破損、マクロ割離等を確認する。</li> <li>・必要に応じて、伝熱管溶接部のPTを実施する。</li> <li>・マクロ被膜の膜厚測定、伝熱管外径測定を行う。</li> </ul>	1回/3年 膜厚管理	
LNGタンク (内槽材料：9Ni鋼)	-	毎年	同上	内外槽間に窒素ガスを封入。腐食はない。	-	同上	同上	-	温度・圧力の変動幅は小さくL-1017L外ない。	構造上、肉厚測定は実施不可能。	現行法で不要。	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観検査により、変形、破損、氷結等の異常の有無を確認する。</li> </ul>	1回/1年	
BOG圧縮機 6 (1段ステンレス 2,3段炭素鋼)	1回/ 5年	毎年	同上	塗膜劣化等での外観点検で確認可能。劣化箇所を対象に肉厚測定を行う。	-	同上	同上	付属配管、スバルタケには外面塗装を行う。外観点検で劣化状況を確認。	温度・圧力の変動を受ける。	摺動部消耗品（ピストンリング）の定期交換を要するため、開放は必要。	運転時間による開放（分解点検）を行う。	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・摺動部点検手入りの為開放（分解点検）を行う。</li> <li>・開放時に、耐圧部の目視、駆動部の分解及びPT、MTを行う。</li> <li>・目視結果から劣化箇所の肉厚測定を行う。</li> </ul>	運転時間管理	

1 LNG #7出口等の直管、曲管部や弁下流部を対象とした実績データ有り。  
 2 17年経過配管溶接線約800箇所を対象としたPT結果から割れがないデータ有り。  
 3：機器付属配管等に設定し、機器開放時に合わせて実施する。  
 4 LNG気化器、BOG圧縮機出口のNG配管の実績データ有り。  
 5：(誤例) 1回/1日の起動停止繰り返しで約900年以上の疲労強度確保。  
 6:BOG圧縮機付属スバルタケは、使用環境がNG配管の要望内容と同じ。

## 液化石油ガス製造事業所の検査の方法について

### 1. 常温高圧LPG設備

#### (1) 高圧LPG貯槽の耐圧性能及び肉厚の確認検査

##### 耐圧性能の確認

高圧LPG貯槽は、年1回以上外観検査（目視検査）により、腐食、損傷等のないことを確認し、必要に応じて外面からの非破壊検査を実施する。

高圧LPG貯槽の内面検査は、下記に定める期間内に実施することとするが、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

- 設置後5年以内に初回の開放検査を行う。
- 初回開放検査以後は10年以内に実施。
- 開放検査の結果、欠陥が発見され溶接補修等を行った場合は、次回は1年以上2年以内に開放検査を行い、異常がなければ以後5年以内に実施とし、以後の開放検査結果で続けて2回以上溶接補修等の欠陥がなければ、その後は10年以内に実施。

- \* 1 LPGは非腐食性ガスであることから、原則定期的な外面検査で確認できることとし、LPG中に硫化水素が10ppm以上混入した場合は、上記に関らず必要に応じて開放検査を実施する。
- \* 2 貯槽開放検査における欠陥は、製造時の残存欠陥である場合が多いことから、製造後5年以内に開放検査を行い、内面の状況を確認することとした。
- \* 3 日本ガス協会「LPG貯槽指針」において、LPG貯槽は製造後5年以内に開放検査を行い、以後10年以内に開放検査実施と規定されており、同様の仕様によるLPG貯槽であることから、概略基準の整合化を図った。

##### 肉厚測定

高圧LPG貯槽の肉厚測定は、1年に1回以上前記の外観検査（目視検査）を実施し、腐食・減肉が認められた箇所について肉厚測定器具を用いて実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

## 液化石油ガス製造事業所の検査の方法について

### 1. 常温高圧 L P G 設備

#### (1) 高圧 L P G 貯槽の耐圧性能及び肉厚の確認検査

##### 耐圧性能の確認

高圧 L P G 貯槽は、年 1 回以上外観検査（目視検査）により、腐食、損傷等のないことを確認し、必要に応じて外面からの非破壊検査を実施する。

高圧 L P G 貯槽の内面検査は、下記に定める期間内に実施することとするが、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

- 設置後 5 年以内に初回の開放検査を行う。
- 初回開放検査以後は 10 年以内に実施。
- 開放検査の結果、欠陥が発見され溶接補修等を行った場合は、次回は 1 年以上 2 年以内に開放検査を行い、異常がなければ以後 5 年以内に実施とし、以後の開放検査結果で続けて 2 回以上溶接補修等の欠陥がなければ、その後は 10 年以内に実施。

- \* 1 L P G は非腐食性ガスであることから、原則定期的な外面検査で確認できることとし、L P G 中に硫化水素が 10ppm 以上混入した場合は、上記に関らず必要に応じて開放検査を実施する。
- \* 2 貯槽開放検査における欠陥は、製造時の残存欠陥である場合が多いことから、製造後 5 年以内に開放検査を行い、内面の状況を確認することとした。
- \* 3 日本ガス協会「L P G 貯槽指針」において、L P G 貯槽は製造後 5 年以内に開放検査を行い、以後 10 年以内に開放検査実施と規定されており、同様の仕様による L P G 貯槽であることから、概略基準の整合化を図った。

##### 肉厚測定

高圧 L P G 貯槽の肉厚測定は、1 年に 1 回以上前記の外観検査（目視検査）を実施し、腐食・減肉が認められた箇所について肉厚測定器具を用いて実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

(注) 製油所及び石油化学プラント設備におけるLPG設備について

- 製油所及び石油化学プラントにおける高圧LPG設備は、精製装置等と一体化して設置・使用されており、設備仕様・運転条件等が異なることから、本書の検討対象からは除外とし、石油連盟・石油化学工業会の検討結果によるとする。

## 2. 低温LPG設備

### (1) 低温LPG貯槽の耐圧性能及び肉厚の確認検査

#### 耐圧性能の確認

低温LPG貯槽は、現行製造細目告示規定のとおり耐圧性能の検査（耐圧検査又は開放検査における非破壊検査）を不要とする。

- \* 1 LPGは非腐食性ガスであることから、内面腐食の恐れはなく、かつ、二重殻構造である場合は内外槽間に乾燥窒素ガスを封入していることから、内槽外面も腐食の恐れはないことより、開放検査は不要とし、LPG中に硫化水素が10ppm以上混入した場合は、上記に関らず必要に応じて開放検査を実施する。
- \* 2 低温LPG貯槽は、常時低温状態にて維持されており、開放検査を実施する場合は常温状態に昇温するため、内槽材は熱膨張による応力発生が生じ、かつ、大気に暴露されるため開放検査中に腐食の発生が促進されることより、低温LPG貯槽は異常がない限り開放検査不要とした。

#### 肉厚測定

低温LPG貯槽の肉厚測定は、不要とする。

- \* 1 低温LPG貯槽の内槽については、LPG貯蔵中での肉厚測定は構造上実施不可能である。
- \* 2 LPGは非腐食性ガスであることから、内面腐食の恐れはなく、かつ、二重殻構造である場合は内外槽間に乾燥窒素ガスを封入していることから、内槽外面も腐食の恐れはない。

- \* 3 なお、開放検査実施の場合は、内部の減肉状態確認のため、必要箇所を肉厚測定実施とする。

## (2) 低温 L P G 配管設備等の耐圧性能及び肉厚の確認検査

### 耐圧性能の確認

低温 L P G 配管・弁機器類等は、年 1 回以上外観検査（目視検査）により、保冷材の剥離・損傷、霜付き・氷結等のないことを確認し、必要に応じて保冷材を取外して外面の状態について、目視検査又は非破壊検査を実施する。

低温 L P G 配管・弁機器類等の内面検査は不要とし、弁機器類等の作動状態の維持管理上にて分解点検を実施する場合に、必要と考えられる場所の非破壊検査を実施する。

但し、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

- \* 1 低温 L P G 配管・弁機器類等のうちプロパン用設備は、保冷材が施工されていることより、直接外観検査困難であり、かつ、保冷材下の配管等外面は凍結状態であることから、腐食発生の可能性は低い。
- \* 2 低温 L P G 配管・弁機器類等のうちブタン用設備は、保冷材が施工されていることより、設備全体を直接外観検査困難であるが、保冷材下の配管等外面は管理状況により腐食発生の恐れがあるため、測定場所を定めて年 1 回以上肉厚測定を実施し、状態を確認する。
- \* 3 L P G は非腐食性ガスであることから、原則 L P G 配管・弁機器類等は内面検査（開放検査）不要とし、L P G 中に硫化水素が 10ppm 以上混入した場合は、必要に応じて開放検査を実施する。
- \* 4 なお、弁機器類等は、作動状態の維持管理上定期的又は運転状況により分解点検を実施する必要があるため、当該分解点検時は必要と考えられる位置の非破壊検査を実施する。

## 肉厚測定

低温プロパン用配管・弁機器類等の肉厚測定は、不要とする。

低温ブタン用配管・弁機器類等は、年1回以上設置状態の異なる個所毎に1箇所以上測定場所を定めて肉厚測定を実施する。

但し、保冷材の剥離・損傷、霜付き・氷結等が確認された場所については、保冷材を取外し外観検査及び肉厚測定を実施する。

また、分解点検を実施する場合には、必要と考えられる場所の肉厚測定を実施する。

なお、余寿命予測が的確に行われている場合は、当該予測結果に基づき実施することができる。

- \* 1 低温プロパン用配管・弁機器類等は、保冷材が施工されていることより、運転状態において肉厚測定実施困難であり、かつ、保冷材下の配管等外面は凍結状態であることから、腐食発生の恐れはないと考えられ、肉厚測定不要とした。
- \* 2 但し、低温ブタン設備内の温度は - 1 ~ - 10 程度であることから、保冷状況によっては凍結状態となっておらず、従って外面腐食の恐れがあるため、定期的な肉厚測定実施とした。
- \* 3 L P G は非腐食性ガスであることから、L P G 配管・弁機器類等は内面腐食の恐れはないことから、外面検査にて管理可能とし、分解点検等実施時には状態確認のため必要と考えられる個所を肉厚測定実施とした。

## 圧縮天然ガススタンドの検査の方法について

天然ガス自動車に天然ガスを充填するインフラである圧縮天然ガススタンドは、現在全国 260カ所で稼働中である。圧縮天然ガススタンドは天然ガスを 25MPa まで圧縮するため、高圧ガス保安法の適用を受けている。現状での高圧ガス保安法では、圧縮天然ガススタンドに同様の検査を適用させると配管径が細く所定の検査が不可能である等検査の実効性の観点から不都合が生じている。また、内容物である圧縮天然ガスは内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがないことが明白であり、その実態に即した検査方法が必要と考える。そこで、後述の通り、保安検査方法の見直しをお願いするものである。

### 1. 天然ガススタンドの設備概要

天然ガススタンドの概略フローを図 1 に示す。このうち高圧ガス設備に該当する主な設備は、ガス圧縮機、蓄ガス器、ディスペンサー、高圧ガス配管及び安全弁等の機器類である。

設備名	使用圧力	設備概要
ガス圧縮機	0.1 ~ 25MPa	市中のガス導管より 0.1 ~ 0.8MPa の圧力で供給されたガスを 25MPa に昇圧しており、3 ~ 4 段のレシプロ式が用いられている。現在設置されているほとんどの圧縮機の能力は 250Nm <sup>3</sup> /h である。
蓄ガス器	~ 25MPa	圧縮されたガスを一旦蓄圧して、天然ガス自動車に充てんする際圧縮機のバックアップを行っており、大部分が特定則の設計基準で設計されている。幾何容積が 250L 及び 450L の容器を複数本組み合わせたもの。
ディスペンサー 高圧ガス配管	~ 25MPa	内径 12mm 程度の SUS-304 管が用いられている。
安全弁	設置箇所による	日本工業規格 B8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に準拠した仕様の安全弁を使用している。呼び径は 15A 以下のものを使用

### 2. 圧縮天然ガススタンドの高圧ガス設備の保安検査に関する法令について(今回検討対象部分)

#### (1) 法令体系

高圧ガス保安法第 35 条第 1 項

特定施設について、省令に定める方法で保安検査を実施

一般高圧ガス保安規則(一般則)第 79 条、第 82 条別表 3

告示で定めた特定施設について、検査方法、周期を定めている  
(耐圧試験、気密試験、開放検査、作動試験など)

製造施設的位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示(製造細目告示)第 14 ~ 16 条

特定施設毎の検査方法の詳細、検査周期を定めている  
(非破壊検査の方法、開放検査、作動検査の周期など)

(2) 検査方法について

対象設備	内容	適用法令
耐圧試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常用の圧力 1.5 倍以上の圧力で耐圧試験を実施 (非破壊検査による代替も可能)</li> <li>・ 機器による適用の差はない</li> </ul>	一般則 82 条別表 3 1 項 11 号
開放検査 (耐圧試験の代替)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非破壊検査として、内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみが定められている</li> <li>・ 機器による適用の差はない</li> </ul>	製造細目告示 15 条 1 項 (検査方法) 16, 17, 18 条 (検査周期)
安全弁作動試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安全弁の吹き出し及び吹き止まり圧力を確認する作動試験を実施</li> <li>・ 圧縮天然ガススタンドの安全弁の検査周期は 1 年 / 1 回</li> </ul>	一般則 82 条別表 3 1 項 20 号 (検査方法) 製造細目告示 14 条 (検査周期)

3. 現行法での問題点と見直し案について

以下の通り、検査の実効性の観点から改善すべき点があると考えられる。

対象検査		
対象設備	問題点	見直し案
保安検査全般		
全設備	耐圧試験の代替検査である開放検査など方法が限定的であり、その他の方法が認められていない	
耐圧試験		
全設備	完成検査時と同様に保安検査時にも耐圧試験を行なうことが原則となっている	保安検査時には耐圧試験を行わずしかるべき開放検査または同等の検査を実施すること  (資料 1)
開放検査		
全設備	耐圧試験の代替として、内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみが認められている。	
圧縮機	(1) ガス圧縮機に附属している配管類は小口径であり、内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能 (2) 圧縮天然ガスは内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがないが、開放検査を実施する必要がある	圧縮機等に附属する配管類は、以下の試験を実施すること ・ 開放検査の代替として外観検査を実施する ・ 外観検査で異常が見られた場合、肉厚測定または外部からの非破壊検査を実施  (資料 2)
蓄ガス器	(1) 蓄ガス器は小口径であり、内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能 (2) 圧縮天然ガスは内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがないが、開放検査を実施する必要がある	蓄ガス器は、以下の試験を実施すること ・ 開放検査の代替として外観検査を実施する ・ 外観検査で異常が見られた場合、肉厚測定を実施  (資料 3)

高圧ガス配管	(1)天然ガススタンド高圧ガス配管は小口径であり、内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能 (2)圧縮天然ガスは内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがないが、開放検査を実施する必要がある	高圧ガス配管は、以下の試験を実施すること ・開放検査の代替として外観検査を実施する ・外観検査で異常が見られた場合、肉厚測定または外部からの非破壊検査を実施  (資料4)
作動試験		
安全弁	(1)保安検査周期を延長できる安全弁の仕様は JIS 規格に限定されているため、天然ガススタンドのガス安全弁は呼び径が 25 未満であることから、JIS B8210(1994)に準拠しているものでも検査周期が一律 1 年である (2)圧縮天然ガスは内部からの腐食、弁の固着等を引き起す恐れがないが、安全弁の検査周期が一律 1 年である	圧縮天然ガススタンドに設置されている安全弁は JIS B8210(1994)と同等の性能、構造をもつものについて、JIS 規格品と同様に取扱う  (資料5)

#### 4. 圧縮天然ガスの性状が材料への腐食、割れ等に影響を及ぼさないことについて

##### (1) 天然ガススタンドへ供給される都市ガスの組成

天然ガススタンドへ供給される都市ガスの組成については高圧ガス保安法、ガス事業法等により下表のとおり規定されている。

条項	成分	規程内容
一般高圧ガス保安規則第7条第3項第3号	水分 硫黄分	容器に有害となる量の水分及び硫化物を含まないこと
ガス事業法第29条	硫黄分	人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがあるものの量が省令で定める数量を超えていないか検査、記録する
ガス事業法施行規則第29条第2項	硫黄分	標準状態における乾燥したガス1立方メートルにつき、硫黄全量にあつては、0.5グラム、硫化水素にあつては、0.02グラム以下
社)日本ガス協会「自動車燃料用天然ガス水分指針(JGA指-NGV05-96)」	水分	遵守すべき水分量と測定法を規定し、圧縮天然ガススタンドを設置・維持管理・運用する事業者等へ、周知を図っている

##### (2) 応力腐食割れについて

内容物の性状のうち、応力腐食割れに対し影響を及ぼすものはイオン化された硫黄分である。

上表より、内容物には硫黄分がほとんど含まれておらず、また、含まれている硫黄分は付臭のために入れられたTBMなどイオン化されない不活性な物質である。

よって、天然ガススタンドへ供給される都市ガスは応力腐食割れに対し、影響を及ぼさない

##### (3) 内部腐食について

上表より、内容物には硫黄分及び水分がほとんど含まれておらず、またその水分は水蒸気の状態で存在していることから蓄ガス器内部に滞留して腐食の原因となるおそれはない。

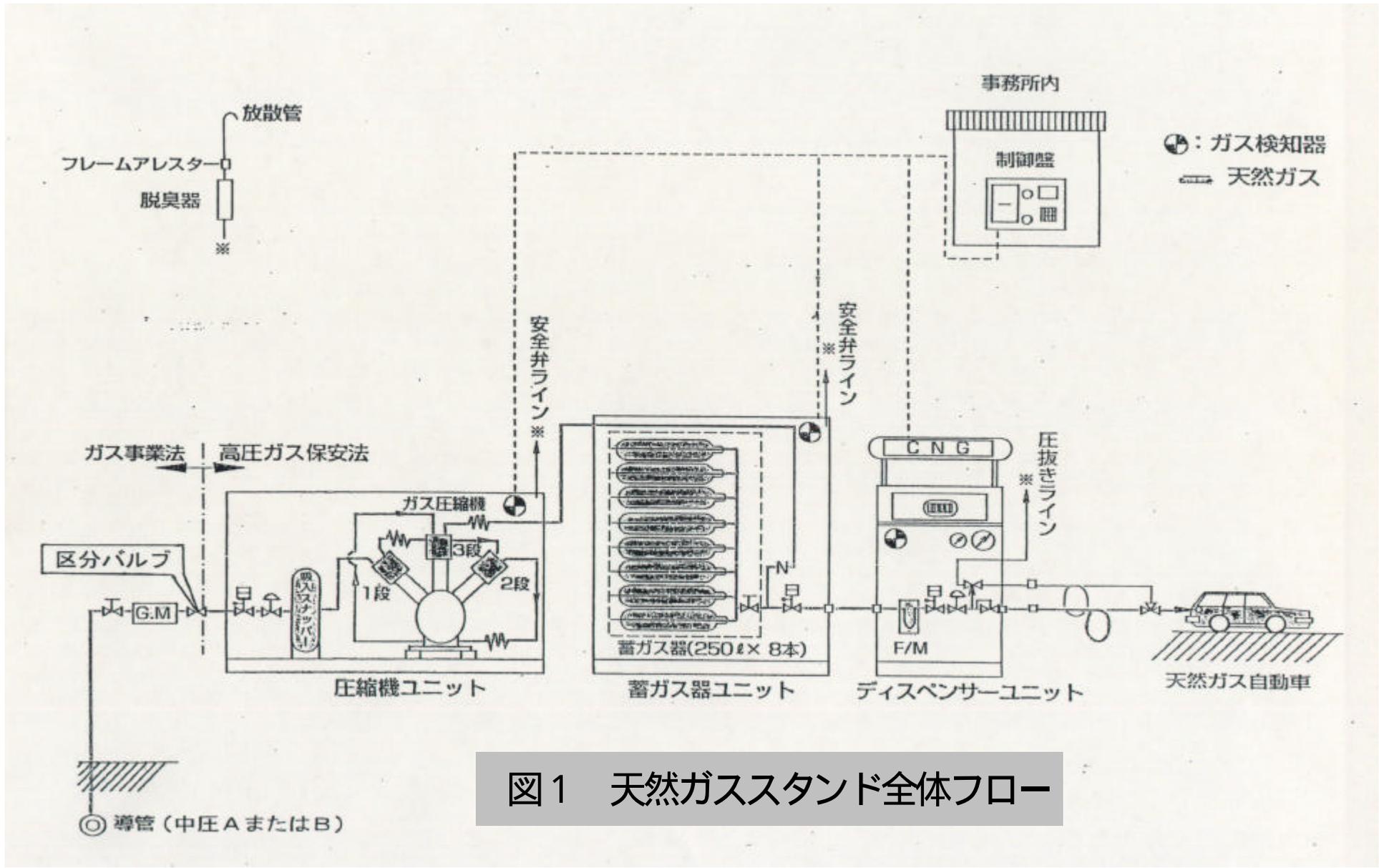


図1 天然ガススタンド全体フロー

## 天然ガススタンド高圧ガス設備の耐圧検査に関する法令見直し案について

## 1. 天然ガススタンドの設備概要

天然ガススタンドの概略フローを図 1 に示す。このうち高圧ガス設備に該当する主な設備は、ガス圧縮機、蓄ガス器、ディスペンサー、高圧ガス配管及び安全弁等の機器類である。

ガス圧縮機は市中のガス導管より 0.1～0.8MPa の圧力で供給されたガスを 25MPa に昇圧しており、3～4 段のレシプロ式が用いられている。

蓄ガス器では、圧縮されたガスを一旦蓄圧して、天然ガス自動車に充てんする際圧縮機のバックアップを行っており、大部分が特定則容器の設計基準で設計されている。

高圧ガス配管は、内径 12mm 程度の SUS-304 管が用いられている。

## 2. 耐圧検査に関する法令の記載について

・圧縮天然ガススタンドにおける蓄ガス器、圧縮機、配管は、耐圧試験を行うこととなっている。

(適用法規：高圧ガス保安法第 35 条第 1 項、一般高圧ガス保安規則(一般則)第 79 条、第 82 条及び同別表第三第 1 項第 11 号)

## 3. 現行法の問題点

以下の通り、検査の実効性及び安全性の観点から改善すべき点があると考えられる。

・完成検査時と同様に保安検査時にも耐圧検査を行なうことが原則となっている

耐圧試験の目的が使用される圧力に対して充分耐えるものであることの確認であるならば、設備の修復交換を行っていない場合には耐圧検査は完成検査時のみ実施し、保安検査時にはしかるべき検査(外観検査、肉厚測定等)で耐圧性能が維持されているか確認すべきである。

## 4. 見直し案について

天然ガススタンド高圧ガス設備の耐圧検査について以下の通りとしたい

現状

保安検査時には耐圧検査を実施すること  
(非破壊検査(内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験)で代替できる)

見直し案

保安検査時にはしかるべき検査(外観検査、肉厚測定等)を実施すること

## 天然ガススタンドガス圧縮機の開放検査(非破壊検査)に関する法令見直し案について

## 1. ガス圧縮機の開放検査に関する法令の記載について

- ・圧縮天然ガススタンドにおけるガス圧縮機は、耐圧試験を行なうこととなっているが、その代替措置として3年又は5年ごとに1回、非破壊検査設備による測定を実施することとなっている。  
(適用法規：高圧ガス保安法第35条第1項、一般高圧ガス保安規則(一般則)第79条、第82条及び同別表第三第1項第11号、「製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示(製造細目告示)」第16条)
- ・非破壊検査設備による測定の方法は内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみが認められている。  
(適用法規；製造細目告示第15条)

## 2. 現行法の問題点

以下の通り、検査の実効性の観点から改善すべき点があると考えられる。

- (1) ガス圧縮機に附属している配管類の内部からの磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能  
ガス圧縮機に附属している配管及びガスクーラーの口径は呼び径 15A 以下と細く、内部で人間が作業することを前提とした磁粉探傷試験または浸透探傷試験は物理的に不可能である
- (2) 内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがない場合も開放検査を実施する必要がある

## 3. 見直し案について

## (1) 見直し案

圧縮機の開放検査(非破壊検査)について以下の通りとしたい

現状

附属配管類の開放検査では、非破壊検査設備による測定の方法として内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみ認められる

見直し案

圧縮天然ガススタンドにおける圧縮機等に附属する配管類は、開放検査の代替として外観検査を実施すること。また、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定を実施すること。なお、溶接部に異常の見られる場合には外部からの非破壊検査(浸透探傷試験等)を実施すること

## (2) 見直し案の根拠

内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がない

天然ガススタンドの圧縮機の材質は機械構造用マンガンクロム鋼材、ボイラー用圧延鋼材等を使用している。

一方、本文より、高圧ガス保安法、ガス事業法等にて、天然ガススタンドに供給される都市ガスの組成は規定されており、内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がないことは明白である。

これまでの検査結果から、内部の腐食及び損傷、著しい肉厚の減少は認められていない  
弊協会にて224箇所のスタンドの内、120箇所の調査の結果、以下の通りであった

- ・ 1回以上開放検査を実施した圧縮機数 79台
- ・ 延べ開放検査回数 136回

開放検査方法については、以下の通りであった。

- ・ 圧縮機本体については主要部分の浸透探傷試験を実施
- ・ 配管類は物理的に法定の内部の非破壊試験は不可能であることから、都道府県と協議の上、外部から溶接部の浸透探傷試験及び継ぎ手部分等の肉厚測定を実施

これまでに内部の腐食及び損傷は認められていない。

上記、より圧縮機等に附属する配管類は、外観検査を実施すること、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定または溶接部の非破壊検査を実施することで安全性を確認できる。

## 天然ガススタンド蓄ガス器の開放検査(非破壊検査)に関する法令見直し案について

## 1. 蓄ガス器の開放検査に関する法令の記載について

- ・圧縮天然ガススタンドにおける蓄ガス器は、耐圧試験を行うこととなっているが、その代替措置として完成検査から2年後に1回、その後は3年又は5年ごとに1回、非破壊検査設備による測定を実施することとなっている。

(適用法規：高圧ガス保安法第35条第1項、一般高圧ガス保安規則(一般則)第79条、第82条及び同別表第三第1項第11号、「製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示(製造細目告示)」第16条)

- ・非破壊検査設備による測定の方法は内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみが認められている。

(適用法規；製造細目告示第15条)

- ・強度確認のため非破壊検査等肉厚測定器具を用いた測定(超音波板厚測定)を毎年実施している。

(適用法規：一般則第82条及び同別表第三第1項第13号)

## 2. 現行法の問題点

以下の通り、検査の実効性及び安全性の観点から改善すべき点があると考えられる。

## (1) 蓄ガス器内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能

蓄ガス器は最大内径400mm程度のボンベ形状をしており、内部で人間が作業することを前提とした磁粉探傷試験または浸透探傷試験は物理的に不可能である

(2) 内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがない場合も開放検査を実施する必要がある

## 3. 見直し案について

## (1) 見直し案

蓄ガス器の開放検査(非破壊検査)に関する耐圧試験の代替試験について以下の通りとした

い

現状

開放検査では、非破壊検査設備による測定の方法として内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみ認められる

見直し案

圧縮天然ガススタンドにおける蓄ガス器は、開放検査の代替として外観検査を実施すること。また、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定を実施すること

## (2) 見直し案の根拠

内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がない

蓄ガス器の材質は機械構造用マンガンクロム鋼(SCM435)を使用している。

一方、本文より、高圧ガス保安法、ガス事業法等にて、天然ガススタンドに供給される都市ガスの組成は規定されており、内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がないことは明白である。

これまでの検査結果から、内部の腐食及び損傷、著しい肉厚の減少は認められていない  
弊協会にて224箇所のスタンドの内、120箇所の調査の結果、以下の通りであった

- ・ 1回以上開放検査を実施した蓄ガス器数 64台
- ・ 延べ開放検査回数 87回

開放検査方法については、以下の通りであった。

- ・ 物理的に内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能であることから、都道府県と協議の上、内部をファイバースコープにより目視にて腐食等の確認を実施

これまでに内部の腐食及び損傷は認められていない。

また、建設後6年以上経過した61件のスタンドについて肉厚測定結果の経時変化を確認したが著しい肉厚の減少は認められていない。参考として、いくつかのスタンドの経時変化の例を資料3-3に示す。

なお、天然ガススタンドの蓄ガス器については特定則第29条での設計肉厚に対し余裕のある設計を実施している

蓄ガス器には構造上溶接線が存在しない

上記、より蓄ガス器は外観検査を実施すること、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定を実施することで安全性を確認できる

## 天然ガススタンド高圧ガス配管の開放検査(非破壊検査)に関する法令見直し案について

## 1. 高圧ガス配管の開放検査に関する法令の記載について

- ・圧縮天然ガススタンドにおける高圧ガス配管は、耐圧試験を行うこととなっているが、その代替措置として、非破壊検査設備による測定を実施することとなっている。

(適用法規：高圧ガス保安法第 35 条第 1 項、一般高圧ガス保安規則(一般則)第 79 条、第 82 条及び同別表第三第 1 項第 11 号、「製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示(製造細目告示)」第 16 条)

- ・非破壊検査設備による測定の方法は内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみが認められている。

(適用法規；製造細目告示第 15 条)

- ・高圧ガス等による化学作用によって変化しない材料を使用した配管は保安検査を受ける必要がない

(適用法規；製造細目告示第 13 条 1 項 2 号八)

## 2. 現行法の問題点

以下の通り、検査の実効性の観点から改善すべき点があると考えられる。

- (1) 天然ガススタンド高圧ガス配管内部の磁粉探傷試験または浸透探傷試験は不可能

天然ガススタンド配管の口径は内径 12mm と小さく、内部で人間が作業することを前提とした磁粉探傷試験または浸透探傷試験は物理的に不可能である

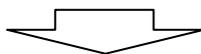
- (2) 内部からの腐食その他の材料劣化を引き起す恐れがない場合も開放検査を実施する必要がある

## 3. 見直し案について

## (1)見直し案

天然ガススタンドの高圧ガス配管の開放検査(非破壊検査)について以下の通りとしたい  
現状

開放検査では、非破壊検査設備による測定の方法として内部において行なう磁粉探傷試験または浸透探傷試験のみ認められる



## 見直し案

圧縮天然ガススタンドにおける高圧ガス配管は、開放検査の代替として開放検査の代替として外観検査を実施すること。また、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定を実施すること。なお、溶接部に異常の見られる場合には外部からの非破壊検査(浸透探傷試験等)を実施すること

## (2)見直し案の根拠

内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がない天然ガススタンドの高圧ガス配管の材質はSUS304を使用している。

一方、本文より、高圧ガス保安法、ガス事業法等にて、天然ガススタンドに供給される都市ガスの組成は規定されており、内容物である圧縮天然ガスは「組成上腐食その他の材質劣化を引き起す恐れ」がないことは明白である。

これまでの検査結果から、内部の腐食及び損傷、著しい肉厚の減少は認められていない

弊協会の調査の結果、これまでに、39件の天然ガススタンドで配管の検査を実施した。検査については、前述のとおり配管類は物理的に法定の内部の非破壊試験は不可能であることから、都道府県と協議の上、外部から溶接部の浸透探傷試験及び継ぎ手部分等の肉厚測定を実施しているが、これまでに内部の腐食及び損傷は認められていない。

なお、気密検査は毎年の保安検査で実施している。

上記、より圧縮天然ガススタンドの高圧ガス配管は、外観検査を実施すること、外観検査により異常の見られた箇所については肉厚測定または溶接部の非破壊検査を実施することで安全性を確認できる。

## 天然ガススタンドガス安全弁の検査周期に関する法令見直し案について

## 1. ガス安全弁の検査に関する法令の記載について

圧縮天然ガススタンドにおけるガス安全弁は、設定圧力による作動試験を行うこととなっている。

(適用法規：高圧ガス保安法第 35 条第 1 項、一般高圧ガス保安規則(一般則)第 79 条、第 82 条及び同別表第三第 1 項第 22 号)

作動試験実施の周期は以下の仕様により、3 区分に分類されている

(適用法規；製造細目告示第 14 条)

仕様	検査周期
日本工業規格 B8210(1994) 蒸気用及びガス用ばね安全弁(揚程式でリフトが弁座口径の 1/15 未満のもの、呼び径が 25 未満のソフトシート形のもの、下段のものを除く)	2 年
日本工業規格 B8210(1994) 全量式の蒸気用及びガス用ばね安全弁(呼び径が 25 未満のソフトシート形以外のもの)	4 年
上記以外の安全弁	1 年

## 2. 現行法の問題点

以下の通り、検査の実効性の観点から改善すべき点があると考えられる。

- ・天然ガススタンドのガス安全弁は呼び径が 25 未満であることから、検査周期が一律 1 年である

天然ガススタンドに使用されているガス安全弁は、呼び径 25 未満のものを使用しており、弁座口径も 15mm 未満となり、弁座口径以外の部分で日本工業規格 B8210(1994)に準拠した仕様の安全弁を設置した場合でも、検査周期は 4 年または 2 年とならず 1 年で実施しなければならない。

また、圧縮天然ガスは内部からの腐食、弁の固着等を引き起す恐れがないが、安全弁の検査周期が一律 1 年である

## 3. 見直し案について

天然ガススタンドガス安全弁の検査周期について製造細目告示第 14 条ト、チを以下の通り変更する。

- |   |
|---|
| ト．日本工業規格 B8210(1994) 蒸気用及びガス用ばね安全弁と同等の構造と性能をもつ安全弁(揚程式でリフトが弁座口径の 1/15 未満のものを除く)<br>2 年 |
| チ．日本工業規格 B8210(1994) 全量式の蒸気用及びガス用ばね安全弁と同等の構造と性能をもつ安全弁<br>4 年                          |

保安検査関連基準の体系図

