

平成 30 年度 経済産業省委託

石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）に関する報告書

平成 31 年 3 月

高圧ガス保安協会

まえがき

平成8年の液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下「液石法」という。）の改正（平成9年4月施行）により民生用バルク供給システムが導入され、これまでに29万基以上のバルク貯槽が生産された。これらのバルク貯槽には、液石法第16条第2項に基づく同法施行規則第16条第22号の規定に従って、製造後20年までに検査を行うことが義務付けられており、今後、検査され又は廃棄（くず化）されるが、その数は平成9年からの生産数の増加と同様に徐々に増加する。廃棄（くず化）作業にあたっては高圧ガス及びLPガスに関する知見のない産業廃棄物処理事業者がこれに関与する可能性もあり、残留ガスが貯槽内に残ったまま切断するなど作業時における負傷事故や危険な状態でバルク貯槽が放置される等の問題が懸念される。また、検査又は廃棄（くず化）のいずれの作業を実施する場合にもバルク貯槽内に残留するガスの回収処理が不可欠となり、再利用等することが検討されるものの、長期間の繰り返し充填により残留ガス中に着臭剤や不純物成分等が濃縮されることにより、燃焼性等に影響を及ぼし、又は品質管理上の問題が生ずることが懸念される。

従って、本調査研究においては、本格化するバルク貯槽の廃棄（くず化）に際して、適正かつ効率的な作業手順・方法等を確立するとともに、回収する残留ガスの確実な再生と品質管理の徹底を図るガイドラインの作成等を行うこととした。

目次

1 課題	1
2 目的	1
3 実施概要及び実施場所	2
3.1 実施概要	2
3.1.1 全体計画	2
3.2 平成 30 年度実施内容	3
4 作業工程	4
5 実施体制	5
5.1 実施体制	5
5.1.1 残留ガス処理設備における外気温影響確認試験	5
5.2 委員会等	6
5.2.1 委員会の構成	6
5.2.2 審議経過	6
6 実施結果	7
6.1 運用課題調査	7
6.1.1 残留ガス処理設備における不純物除去装置の繰返し回収可能性確認試験	7
6.1.2 残留ガス処理設備における外気温影響確認試験	68
6.1.3 再生ガスのおい強度確認試験	118
6.1.4 活性炭劣化度試験	132
6.1.5 残留ガス処理設備のプロセスシミュレーションによる再生可能条件検証	141
6.1.6 ガイドライン案	189
6.2 技術基準案の検討	190
6.2.1 バルク貯槽の告示検査の合理化案の方針検討	190
6.2.2 バルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に 基づいた技術基準案の見直しについて	204
7 まとめ	213
附属書 A 残留ガスの再生処理の品質に関するガイドライン案	219

1 課題

バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究

2 目的

平成8年の液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下「液石法」という。）の改正（平成9年4月施行）により民生用バルク供給システムが導入され、これまでに29万基以上のバルク貯槽が生産された。これらのバルク貯槽には、液石法第16条第2項に基づく同法施行規則第16条第22号の規定に従って、製造後20年までに検査を行うことが義務付けられている。

当該検査制度により貯蔵能力の小さなバルク貯槽については、事業性から検査を行わずに廃棄（くず化）されることが想定されるが、廃棄作業に当たっては高圧ガスないしLPガスに関する知見のない産業廃棄物処理事業者がこれに関与する可能性もあり、残留ガスが貯槽内に残ったまま切断するなど作業時における負傷事故や危険な状態でバルク貯槽が放置される等の問題が懸念される。また、バルク貯槽内の残留ガスを回収する場合であっても、長期間の繰り返し充てんにより残留ガス中に着臭剤や不純物成分等が濃縮されることにより、これを再利用等する場合に燃焼性等に影響を及ぼす等、品質管理上の問題が生ずる。

従って、今後、本格化するバルク貯槽の廃棄（くず化）に際して、適正かつ効率的な作業手順・方法等を確立するとともに、回収する残留ガスの確実な再生と品質管理の徹底を図るガイドラインの作成を行うことを目的とする。

3 事業内容

3.1 実施概要

本調査事業は、3.1.1に掲げる全体計画に基づき、平成30年度は3.1.2に掲げる調査研究を実施する。

3.1.1 全体計画

バルク貯槽内から回収される残留ガスの再利用等に際して、ガスの再生と品質管理の徹底を図るためのガイドライン案の作成及び実効性の検証を行う。

また、バルク貯槽の廃棄（くず化）作業時における事故防止や放置防止等に資するための、適正かつ効率的な作業手順・方法等を取りまとめた技術基準案の検討を行うものとし、具体的には、以下の3項目の調査研究を行う。

- ・ 運用課題調査
- ・ ガイドライン案の作成及び検証
- ・ 技術基準案の検討

なお、全体計画の内容は、事業の進展に伴って得られる知見等を踏まえ、必要に応じ、見直すこととする。

(1) 運用課題調査

バルク貯槽内の残留ガスの取扱い（回収、廃棄、再利用など）に関する運用課題を把握するため、現状で、LPガス容器から残留ガスを回収している容器検査所等における回収設備の仕様、処理能力及び回収方法から検査所の規模・受入体制等を調査する。

また、残留ガスの回収後、ガス中の不純物成分の分離、LPガスの成分・濃度の確認などを主とした再生方法などについても調査を行い、運用課題を抽出する。

さらに、バルク貯槽の廃棄（くず化）については、作業の実態調査等を通して、廃棄物処理法等の関係法令等の整理など運用課題の調査を行う。

(2) ガイドライン案の作成及び検証

運用課題の調査結果等を踏まえ、バルク貯槽内から回収される残留ガスの再利用等に際して、以下の項目を主体としたガイドライン案を作成し、その実効性等について検証を行う。

- ① 残留ガスの回収
- ② 残留ガスの燃焼性
- ③ 不純成分の分離・除去等
- ④ ガス成分・濃度の検査
- ⑤ 品質管理
- ⑥ 再生ガスの再利用ないし廃棄基準

(3) 技術基準案の検討

バルク貯槽を廃棄（くず化）していく作業課程において、作業員等の事故防止やバルク貯槽が不法放置されることを防止するために、①で調査した運用課題と合わせて必要な法令及び技術基準等について適合性を検証し、保安規制に係る整合化及び性能規定化の抽出・検証を行う。

さらに、これらを基に、適正かつ効率的な作業手順・方法等を取りまとめた技術基準案を作成し、その効果ないし効率について検討を行う。

実施項目	H28fy	H29fy	H30fy
① 運用課題調査	→	→	
② ガイドライン案の作成及び検証	→	→	→
③ 技術基準案の検討	→	→	→

3.2 平成 30 年度実施内容

(1) ガイドライン案の作成及び検証

ガイドライン案に残留ガス処理設備の管理条件等を規定するため、以下の試験等を実施、検証し、再生ガスの成分分析、におい強度確認等を評価する。

- ① 残留ガス処理設備における不純物除去装置の繰返し回収可能性確認試験
- ② 残留ガス処理設備における外気温影響確認試験
- ③ 残留ガス処理設備のプロセスシミュレーションによる再生可能条件検証

上記調査結果等を踏まえ、バルク貯槽内から回収される残留ガスの再利用に関する品質管理や作業手順等を取りまとめたガイドライン（案）を作成する。

(2) 技術基準案の検討

バルク貯槽の廃棄等に伴う事故防止や不法投棄等を防止するため、バルク貯槽の告示検査関連基準及びバルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に基づき、技術基準案の策定、見直し等並びに告示検査方法の合理化等の可能性について検討を行う。

(3) 委員会の設置

本調査事業の実施に当たり、実験及び結果の分析・評価等に対して専門的な観点から助言を受け、その円滑な推進を図るため、学識経験者、行政、液化石油ガス輸入事業者、液化石油ガス販売事業者、液化石油ガス容器検査事業者、バルク貯槽メーカ、附属機器等メーカ、プラントエンジニアリングメーカー等から構成する委員会（委員：10名）を設置し、3回開催する。

4 作業工程

実施項目	平成 30 年									平成 31 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
① ガイドライン案の 作成及び検証	→											
イ. 繰返し回収可能性 確認試験	→											
ロ. 外気温影響確認試 験	→											
ハ. シミュレーション による再生可能条件 検証	→											
② 技術基準案の検討	→											
③ 委員会の開催			○						○			○

5 実施体制

5.1 実施体制

本事業の実施に当たっては、LPガスの化学的・物理的性質、バルク貯槽の設置基準や維持管理基準に係る技術的根拠や制定経緯並びにバルク貯槽の廃棄（くず化）に係る事故事例や法規制など、LPガス及びバルク供給システムに関連する幅広い知見が求められるため、高圧ガス保安協会液化石油ガス部内に知見、経験等を考慮して人選した以下に示す調査研究プロジェクトチームを設置し、調査研究の計画立案、計画に基づく必要な調査、各種実験等の実施、結果の取りまとめ等を行う。

また、目標とした研究成果が確実に得られるよう、日本LPガス団体協議会とも協力して事業に取り組む。

5.2 委員会等

本調査事業の実施に当たり、実験及び結果の分析・評価等に対して専門的な観点から助言を受け、その円滑な推進を図るため、学識経験者、行政、液化石油ガス輸入事業者、液化石油ガス販売事業者、液化石油ガス容器検査事業者、バルク貯槽メーカー、附属機器等メーカー、プラントエンジニアリングメーカー等から構成する委員会を設置した。

5.2.1 委員会の構成

バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究委員会（敬称略、委員長以下五十音）

【委員長】

日秋 俊彦 日本大学 生産工学部 教授

【委員】

飯田 正史 一般社団法人全国LPガス協会 保安部 保安技術担当部長

榎本 正徳 一般社団法人エルピーガス供給機器工業会 専務理事

小新 達彦 コーシン産業株式会社 代表取締役社長

後藤 新一 国立研究開発法人産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門
名誉リサーチャー

駒木 裕史 一般社団法人ガス石油機器工業会 ガス機器技術委員長

澤 俊行 広島大学 名誉教授

三宮 毅之 富士工器株式会社 バルクプロジェクト部長

田口 文男 アストモスエネルギー株式会社 国内事業本部 技術部 部長補佐

間宮 慎一 株式会社サイサン 取締役 コンプライアンス本部 保安部 部長

森田 健司 埼玉県 危機管理防災部 化学保安課 液化石油ガス担当 主幹

山崎 貞男 サンリン株式会社 技術顧問

【関係者】 経済産業省 産業保安グループ 保安課 ガス安全室

5.2.2 審議経過

バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究委員会

第1回 平成30年6月20日（水）

- ・平成30年度事業実施計画について

第2回 平成30年12月12日（水）

- ・シュミレーション結果についての検証
- ・残留ガス再生試験結果についての検証
- ・ガイドライン案の検証
- ・バルク貯槽告示検査の合理化についての検証
- ・バルク貯槽の廃棄等に係る保安規制の整合のための技術基準案の検討

第3回 平成31年3月1日（金）

- ・シュミレーション結果についての検証
- ・残留ガス再生試験結果についての検証
- ・ガイドライン案の検証
- ・バルク貯槽告示検査の合理化についての検証
- ・バルク貯槽の廃棄等に係る保安規制の整合のための技術基準案の検討

6 実施結果

6.1 ガイドライン案の作成及び検証

運用課題の調査結果等を踏まえ、バルク貯槽内から回収される残留ガスの再利用等に際して、以下の項目を主体としたガイドライン案を作成し、その実効性等について検証を行う。

6.1.1 残留ガス再生設備（圧縮機再生方式）における連続再生試験

6.1.1.1 概要

平成29年度の委託事業（平成29年度石油ガス等供給事業の保安確保に向けた安全管理技術の調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）に関する報告書）において、バルク貯槽から回収した残留ガスを一般的に用いられている設備によって再生したところ、プロパン、ブタンなどの成分は、品質ガイドラインを満たすものの残渣分及び全硫黄は、日本LPガス協会の「品質ガイドライン」を満たしていないことがわかっている。

本年度においては、当該残渣分及び全硫黄を除去することを目的として平成29年度に用いた残留ガス再生設備（圧縮機再生方式）（以下、「再生設備」という）を利用し、以下の試験等を行った。

[油分混入経路確認試験]

圧縮機で再生された再生ガスにおいて、圧縮機の前後より再生ガスをサンプリングし、分析することで、再生ガス中の油分が残留ガスの自然気化由来のものか、圧縮機由来のものかを検証した。

[ろ過フィルター事前評価試験]

再生設備に、専用の残渣分及び全硫黄の除去を行うための不純物除去設備を増設する改造工事を行い、不純物除去設備で用いるろ過フィルターを選定するために、各種ろ過フィルターの性能を検証し評価した。

[連続再生試験]（ろ過フィルター＋活性炭）

再生設備に不純物除去設備を追加した「残留ガス再生処理設備」により、ろ過フィルター及び活性炭の連続再生試験を行い、繰り返し再現性の調査及び交換頻度等について検証し、圧縮機再生方式における再生処理方法を検証した。

[連続再生試験]（活性炭＋活性炭）

不純物除去設備の内、残渣分の除去を目的としたろ過フィルターに対し、これを活性炭に代えて、不純物除去の再生方法の比較検証を行った。

※平成29年度報告書で使用した用語は、以下のように読み替える。

- ・圧縮機及びガスコンプレッサー（コンプレッサー、ガスコン）は、同意語とする。
- ・自然気化方式は、圧縮機再生方式と読み替える。
- ・除去フィルターは、ろ過フィルターと読み替える。

6.1.1.2 各種試験等

6.1.1.2.1 油分混入経路確認試験

再生ガス中の残渣（主に油分）が残留ガス中の残渣に起因するものか、圧縮機に使用されているオイルによるものかを検証した。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げる設備及び試験方法で実施する。

別紙概略図6.1.1-1に試験実施概要を示す。

① 残留ガス再生設備

残留ガス再生設備は、表 6.1.1-1 に示す。

表 6.1.1-1 残留ガス再生設備

	設 備	備 考
残留ガス 再生設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）	別紙 概略図 6.1.1-1 参照
	ガスコンプレッサー （圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力を有すること）	
	計器類（圧力計、温度計等）	

② 試験方法

本試験では、告示検査期限を迎えるバルク貯槽を検査又は廃棄するために残留ガスを残留ガス回収用貯槽に受入し、圧縮機による再生処理を行い検証する。

a) 残留ガスの回収

- ・残留ガス回収貯槽の底部から 50kg 程度のガスを排出後サンプリングする。
- ・残留ガス回収貯槽の底部から更に 100kg 程度のガスを排出後、サンプリングする。

B) 再生ガスの回収

- ・ガスコンプレッサーの出入り口において、サンプリングする。
- 50kg 排出時と更に 100kg 排出時の再生試験の 2 回において行う。

残留ガス及び再生ガスの回収用としてサンプリングに用いた設備を表 6.1.1-2 に示す。

表 6.1.1-2 サンプルング用設備

	設 備	備 考
サ ン プ リ ン グ 用 設 備	残留ガス回収用容器 (5kg 容器)	2 本 [※]
	再生ガス回収用容器 (5kg 容器)	4 本 [※]
	残留ガス回収用高圧ホース	2 本 [※]
	再生ガス回収用高圧ホース	4 本 [※]
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本 L P ガス団体協議会協力

③ 分析方法

※油分混入経路確認試験を行うにあたり、分析項目は、油分（蒸発残渣）について測定する。

サンプルングした検体は、以下を対象にした測定項目に対し定量分析を行う。

油 分：JLPGA-S-03 日本 L P ガス協会規格「L P ガス蒸発残渣分試験方法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法
その他	油分 (C6~)	75°C	JLPGA-S-03
		105°C	

残留ガス回収・再生設備 圧縮機再生方式 概要図

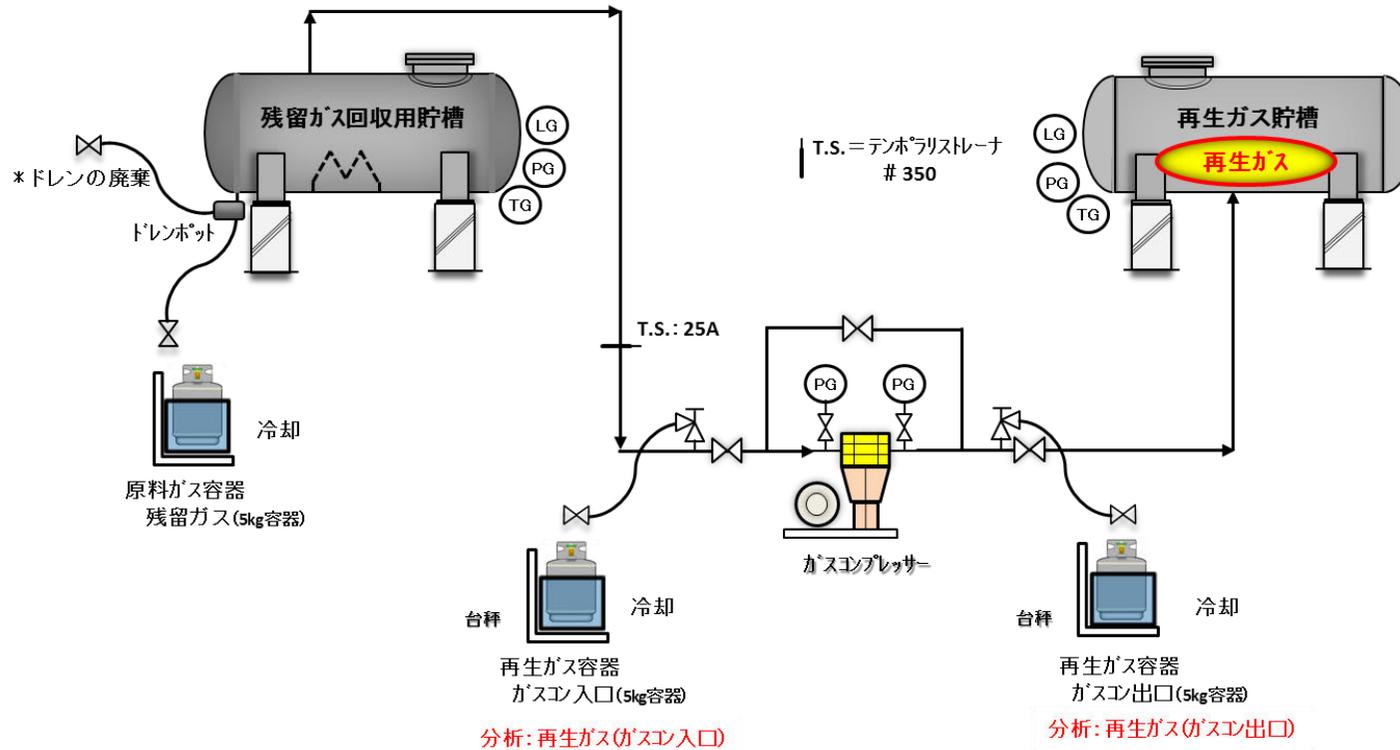
2018年6月

○基本フロー：残留ガス貯槽内の残渣分等による再生ガスの影響調査

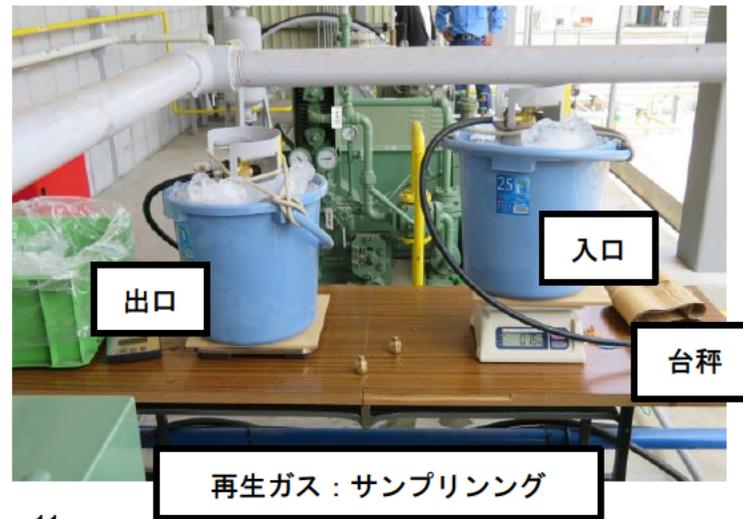
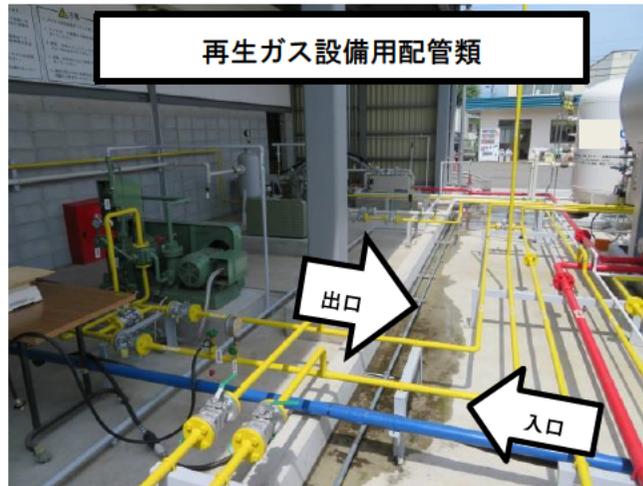
残留ガス貯槽内のドレン等の影響を検証する。

- ① 残留ガス貯槽のドレンを廃棄する。(50kg ≒ 100ℓ : 8cm)
- ② 残留ガス貯槽のドレンを多量に廃棄する。(100kg ≒ 200ℓ : 13cm)

* 計150kg ≒ 300ℓ : 17cm 除去



設備写真



(2) 試験結果

① 再生試験記録

a) 50kg排出

試験記録

試験実施日 2018年 7月25日(水)

天候 晴れ

外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様					圧縮機:仕様 COSMO-290		再生ガス貯槽:仕様				採取容器 No C-0-①	採取容器 No C-1-①	採取容器 No C-2-①	備考
	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)		
28.4	20.0	0.8	70cm 37%	1,280.6	0.7	0.9	27.0	0.9	60cm 30%	1,017.5	7.46	7.46	7.46		

前作業:50kg排出

試験前の状態 9時50分

液密度 *0.7MPa 508.6kg/m3

液密度 *0.8MPa 502.3kg/m3

残留ガス貯槽 液温15℃~20℃の範囲		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0kg以上		備考 表示No.	採取容器圧力 (MPa) 出荷前 ○月○日 気温○○℃
液温度 (℃)	圧力 (MPa)		*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	残留ガス貯槽 (kg) No C-0-①					
29.2	20.5	0.8	70cm 37%	1,280.6	---	---	---	---	---	---	---	10.46kg 10.46-7.46=3.0kg		採取容器 No C-0-① 3.0kg	7月26日 28℃	
再生ガスの採取		---	---	---	---	*採取準備:10分間ガスコン運転		---	---	---	---	ガスコン入口 (kg) No C-1-①	ガスコン出口 (kg) No C-2-①		0.82MPa	
採取開始	10時34分	29.5	19	0.59	68	---	0.58	1.2	32	1.15	64	---		採取容器 No C-1-① 1.7kg	7月26日 28℃0.89 MPa	
採取中	10時39分	---	18	0.55	67	---	0.52	1.25	35	1.2	65	---		採取容器 No C-2-① 3.29kg	7月26日 28℃0.88 MPa	
採取中	10時44分	---	17	0.52	66	---	0.52	1.25	36	1.25	66	---				
採取中	10時49分	---	15	0.51	66	---	0.5	1.25	37	1.25	67	---	18分後 10.75kg 10.75-7.46=3.29kg			
採取中	10時54分	---	14	0.5	65	---	0.48	1.22	38	1.25	68	---				
採取中	10時59分	---	13	0.49	64	---	0.46	1.22	39	1.22	68	---				
採取中	11時04分	---	11	0.47	64	---	0.45	1.22	39	1.2	69	---			ガスコン入口配管:30.8℃ ガスコン出口配管:71.4℃	
採取中	11時09分	---	10	0.45	64	---	0.45	1.2	39	1.2	70	---				
採取中	11時14分	---	10	0.45	64	---	0.44	1.22	39	1.2	70	---				
採取中	11時19分	---	9	0.43	64	---	0.43	1.2	39	1.2	71	---				
採取中	時 分	---			---											
採取終了	11時23分	30.9	9	0.42	64	---	-	-	39	1.2	71	---	46分後 9.16kg 9.16-7.46=1.7kg	←3.0kg以上		
時 分		---	※貯槽温度が大きく低下しているため、最低の採取量で終了する。													

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

b) 100kg排出

試験記録

試験実施日 2018年 7月25日(水)

天候 晴れ

前作業:(50) +100kg排出	外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様 COSMO-290		再生ガス貯槽:仕様				採取容器 No C-0-②	採取容器 No C-1-②	採取容器 No C-2-②	備考	
		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)		
試験前の 状態	13時10分	33.1	24.0	0.76	62cm 31%	1,071.4	0.75	0.9	29.0	0.96	72cm 38.3%	1,282.5	7.46	7.46	7.46	

液密度 504.9kg/m3 液密度 *0.92MPa 489.7kg/m3

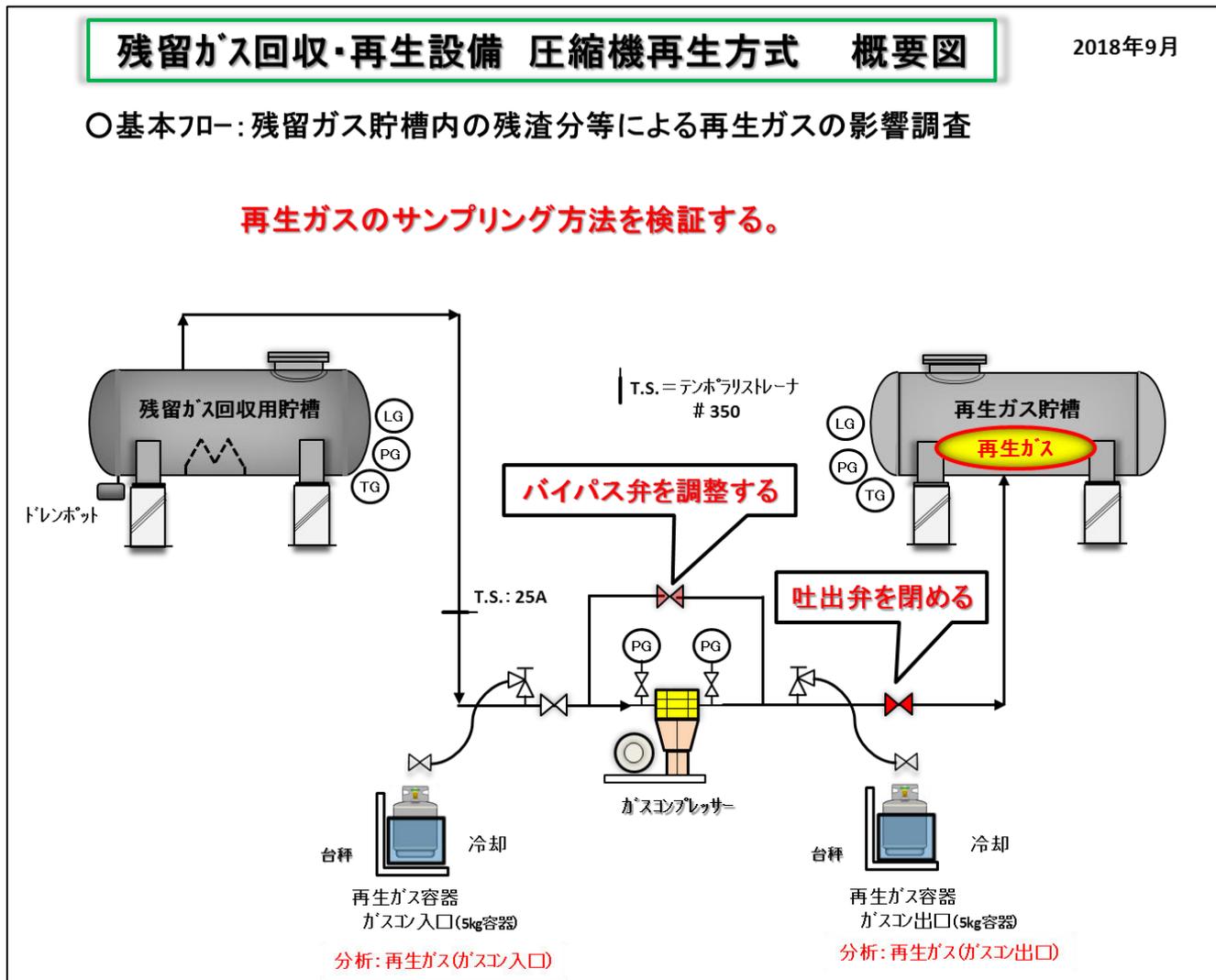
残留ガス貯槽 液温15℃~20℃の範囲	外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0kg以上		備考 表示No.	採取容器圧力 (MPa) 出荷前 ○月○日 気温○○℃
		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	残留ガス貯槽 (kg) No C-0-②			
残留ガス 採取	13時30分	33.6	24	0.76	62	---	---	---	---	---	---	---	11.02kg 11.02-7.46=3.56kg	採取容器 No C-0-② 3.56kg	7月26日 28℃
再生ガスの採取	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	ガスコン入口 (kg) No C-1-②	ガスコン出口 (kg) No C-2-②	0.81MPa
採取開始	14時03分	34.2	20	0.62	60	---	0.68	1.24	34	0.68	76	---			採取容器 No C-1-② 7月26日
採取中	14時08分	---	17	0.6	59	---	0.66	1.25	36	1.2	79	---			2.44kg 28℃0.88 MPa
採取中	14時13分	---	16	0.58	58	---	0.55	1.23	37	1.2	79	---			採取容器 No C-2-② 7月26日
採取中	14時18分	---	16	0.55	58	---	0.54	1.22	38	1.2	79	---			3.29kg 28℃0.88 MPa
採取中	14時23分	---	15	0.55	57	---	0.52	1.2	38	1.15	81	---	16分30秒後 10.75kg 10.75-7.46=3.29kg		
採取中	14時28分	---	14	0.52	56	---	0.52	1.18	38	1.15	81	---			
採取中	14時33分	---	14	0.51	56	---	0.52	1.18	38	1.15	82	---			
採取中	14時38分	---	14	0.51	55	---	0.52	1.18	38	1.12	83	---			
採取中	14時43分	---	14	0.5	55	---	0.5	1.16	37	1.1	84	---			
採取中	14時48分	---	14	0.5	55	---	0.5	1.14	37	1.1	85	---			
採取中	時 分	---			---	---						---	50分後 9.9kg 9.9-7.46=2.44kg		
採取終了	14時53分		14.0	0.50	55	---	0.5	1.13	37.0	1.10	85	---			←3.0kg以上
	時 分	---													

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

(3) サンプリング方法の検証試験

概略図 6.1.1-2



① 試験記録

試験記録

試験実施日 2018年 9月10日(月)

天候

前作業:50kg排出	外気温 °C	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		再生ガス貯槽:仕様				採取容器 No C-1-③	採取容器 No C-2-③	備考
		液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	
試験前の 状態	13'時50分	22	3.0	0.37	85							MRE-09157 7.5kg	MRE-09158 7.5kg	

残留ガス貯槽 液温15°C~20°Cの範囲	外気温 °C	残留ガス貯槽				圧縮機		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上		備考 表示No.	採取容器圧力 (MPa) 出荷前 ○月○日 気温○○°C
		液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	ガスコン入口 (kg) No C-1-③	ガスコン出口 (kg) No C-2-③		
残留ガス 採取	時 分					--	--	--	--	--	--				月 日 °C
再生ガスの採取		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				MPa
採取開始	14時20分	19.0	5.0	0.40	86	0.39	1.21	--	--	--	--			採取容器 No C-1-③	9月 10日 19.0°C
採取中	14時36分	--	5.0	0.40	86	0.39	1.21	--	--	--	--	3.35			0.75MPa
採取中	15時30分	--	7.0	0.43	88	--	--	--	--	--	--	回収量0.5kg 冷凍庫(-20°C)へ 移動		採取容器 No C-2-③	9月 10日 19.0°C
採取中	時 分	--				--	--	--	--	--	--				0.73MPa
採取中	時 分	--				--	--	--	--	--	--				
採取中	時 分	--				--	--	--	--	--	--				
採取終了	17時30分	19.0	10.0	0.47	90	--	--	--	--	--	--	1.5		←3.0kg以上	

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

② 分析結果

LPガスの品質に関する ガイドライン	18年9月10日採取		
日本LPガス協会	試験体：排出せず。ガスコン出口弁閉		
商業用プロパン：基準値	未採取	C-1-③	C-2-③
蒸発残渣分（質量ppm）	原料	ガスコン入口	ガスコン出口
75°C(C6～)：60以下		434	136
105°C(C17～)：10以下		8：合格	96
	貯蔵量：85%	105°C残渣は、合格	何れも基準値以上

特記事項

- 1) ガスコン入口部のサンプリングは、再生ガスが通過する配管の上部より採取しており、これ故、再生ガス中の底流部成分は、採取されていない可能性もある。これに対し、ガスコン出口弁を閉にしたことにより、採取した再生ガスは、ほぼほぼ、実際の再生ガスではないかと推察する。
 昨年の試験結果の数値内と、ほぼ同じ結果となった。
 これより、サンプリングについては、ガスコンプレッサー出口弁を閉として採取することとする。
- 2) ガスコン内の油分等の混入については、機械摩耗等により、再生ガス中に混入しないとは断定できないので、ガスコンプレッサー出口の再生ガスを、ろ過フィルター或いは活性炭を用いて再生することとする。

以上

6.1.1.2.2 ろ過フィルター事前評価試験

6.1.1.2.2.1 連続再生試験用設備改造工事

ろ過フィルター事前評価試験及び以降の試験を行うために、再生設備に、専用の残渣分及び全硫黄の除去を行うための不純物除去設備を増設する改造工事を行った。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙概略図 1 に試験実施概要を示す。

① 残留ガス連続再生処理試験設備

残留ガス連続再生処理試験設備は、表 6.1.1-3 に示す。

既存の再生処理設備において、新たに連続再生試験用の不純物除去設備を増設し、フィルター及び活性炭の連続試験を行うための改造工事を行う。

* 連続再生試験に必要な設備等は表 6.1.1-3 に示すとおり。

表 6.1.1-3 残留ガス連続再生処理試験設備

	設 備	備 考
残留ガス 再生処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）	既存設備
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力を有すること。）	
	計器類（圧力計、温度計等）	
不純物除去設備 増設設備	油分除去用フィルター設備	新設 別紙、概略図 6.1.1-3 参照
	硫黄分除去用フィルター設備	
	試験用計器類（圧力計等）	
連続再生試験用 備品	テポラリ-ストレー 1 式	配管内に設置
	各種フィルター 1 式	
	各種活性炭 1 式	

② 増設工事

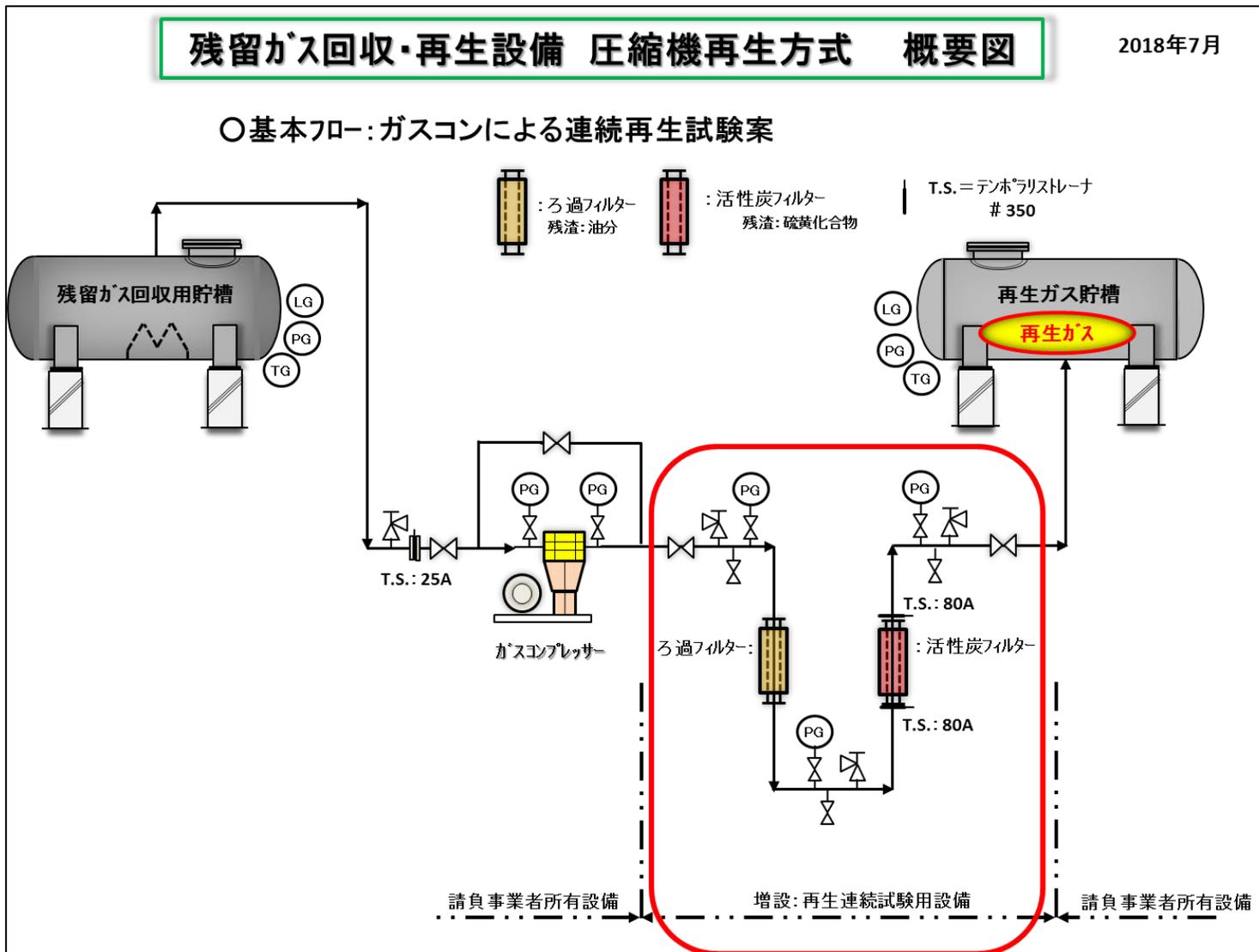
別紙、概略図 6.1.1-3 に基づき、再生設備の改造工事を施工をする。

a) 機器等

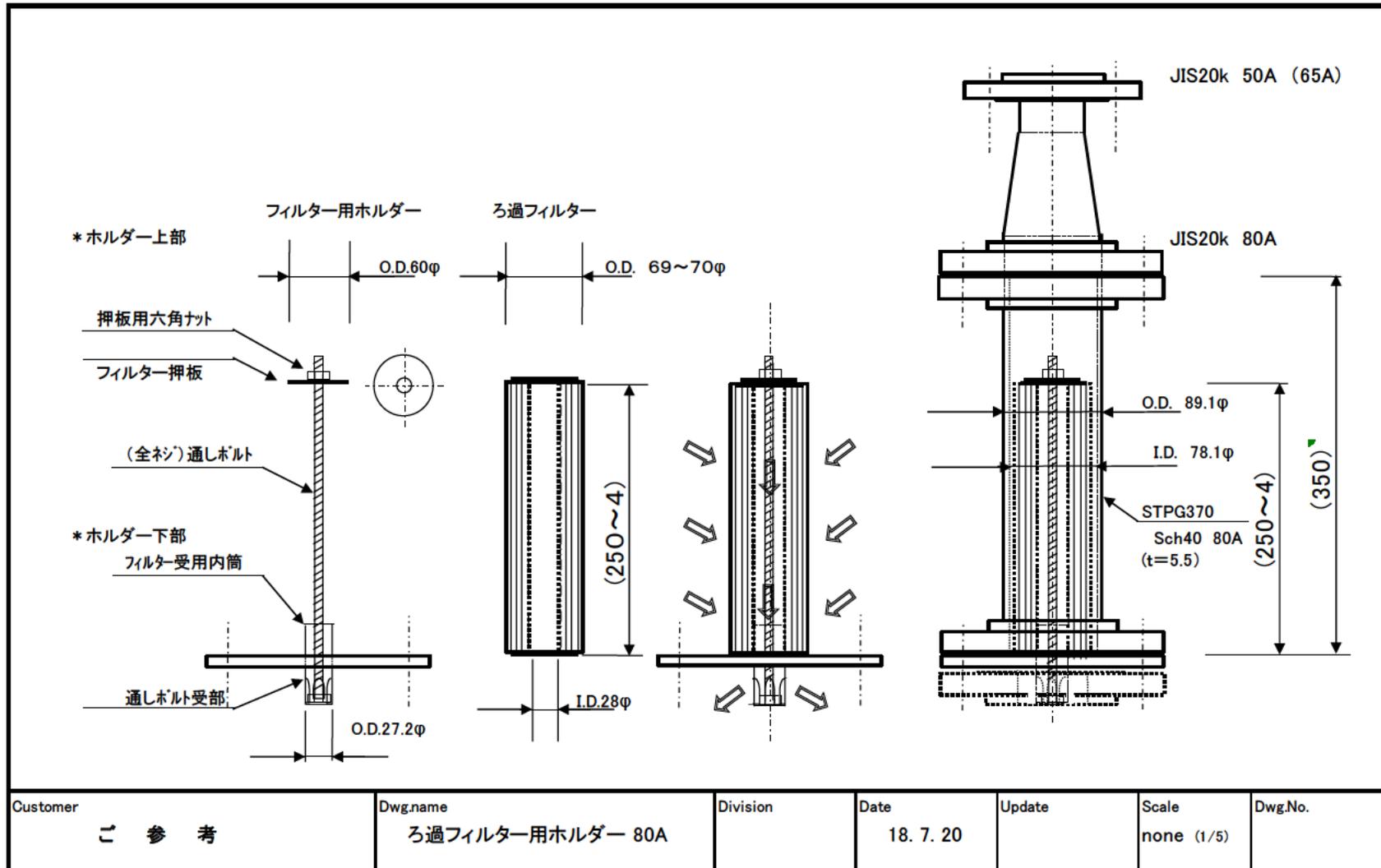
別紙概略図 6.1.1-3 を参照し、連続再生試験に必要な機器・設備等を用意する。

- 1) 弁類 ボール弁を主体とし、フィルター設備の前後等に設置する。
- 2) サンプリング弁 連続再生試験の分析用ガス取り出し弁を設置する。
- 3) 圧力計 連続再生試験の運転管理用として圧力計を設置する。
- 4) ろ過フィルター及び活性炭用ホルダーは、別紙図 6.1.1-4 ろ過フィルター用ホルダー図を参照して製作する。

概略図 6.1.1-3



別紙図6.1.1-4



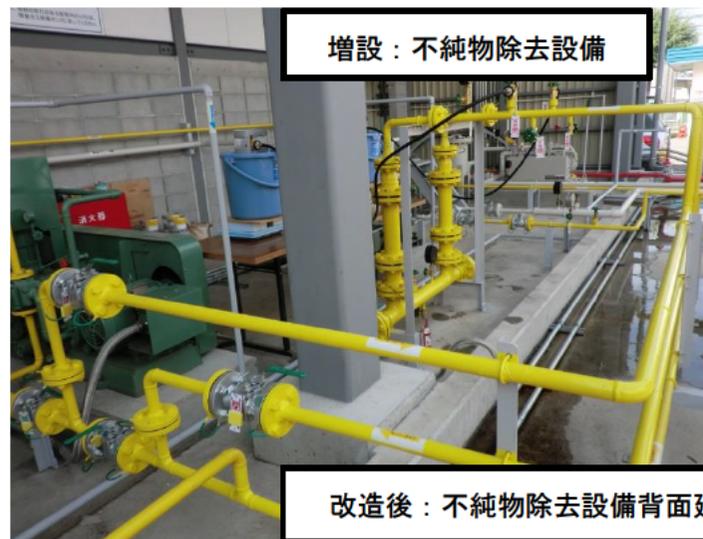
設備写真 1 / 2



改造後：ガスコンプレッサー廻り



増設：不純物除去設備



改造後：不純物除去設備背面廻り

設備写真 2 / 2

増設設備

増設：不純物除去設備

出口

入口

ろ過フィルター用ホルダー

増設：不純物除去設備

再生ガス用ガスコンプレッサー

以上

6.1.1.2.2.2 ろ過フィルター事前評価試験

不純物等の除去においては、数種類のろ過フィルターを準備し、事前にこれらのろ過フィルターの評価試験を行い、連続再生試験に用いるろ過フィルターの選定を行う。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙概略図 1 に試験実施概要を示す。

① ろ過フィルター事前評価試験設備

ろ過フィルター事前評価試験設備は、表 6.1.1-4 に示す。

表 6.1.1-4 残留ガス連続再生処理試験設備

	設 備	備 考
残留ガス再生 処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）	別紙概略図 6.1.1-5 参照
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力を有すること。）	
	計器類（圧力計、温度計等）	
	ろ過フィルター（油分除去用）設備	
	活性炭フィルター（硫黄分除去用）設備	
	試験用計器類（圧力計等）	
事前評価試験 用備品	温度リ-ストナー 1 式	配管内に設置
	各種ろ過フィルター 1 式	
	各種活性炭	

② 試験方法

本試験では、再生処理設備に付設した不純物除去装置を使用し、3種類のろ過フィルターの事前評価試験を行い、ろ過性能を検証する。

a) 再生ガスの回収

- ・再生ガスの採取口は、ガスコンプレッサー出口とろ過フィルター出口の2箇とする。
- ・回収容器に再生ガスの重量が 3kg 以上になったときに再生ガスの回収を終了とする。
- ・3種類のろ過フィルターでそれぞれ回収する。

回収容器：容器 2 本×3 種類＝6 本

ろ過フィルター事前評価試験としてサンプリングに用いた設備を表6.1.1-5に示す。

表 6.1.1-5 サンプルング用設備

	設 備	備 考
サ ン プ リ ン グ 用 設 備	ガスコンプレッサー出口回収用容器（5kg 容器）	3 本※
	ろ過フィルター出口回収用容器（5kg 容器）	3 本※
	ガスコンプレッサー出口回収用高圧ホース	3 本※
	ろ過フィルター出口回収用高圧ホース	3 本※
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本 L P ガス団体協議会協力

③ 分析方法

※事前評価を行うにあたり、分析項目は、油分（蒸発残渣）について測定する。

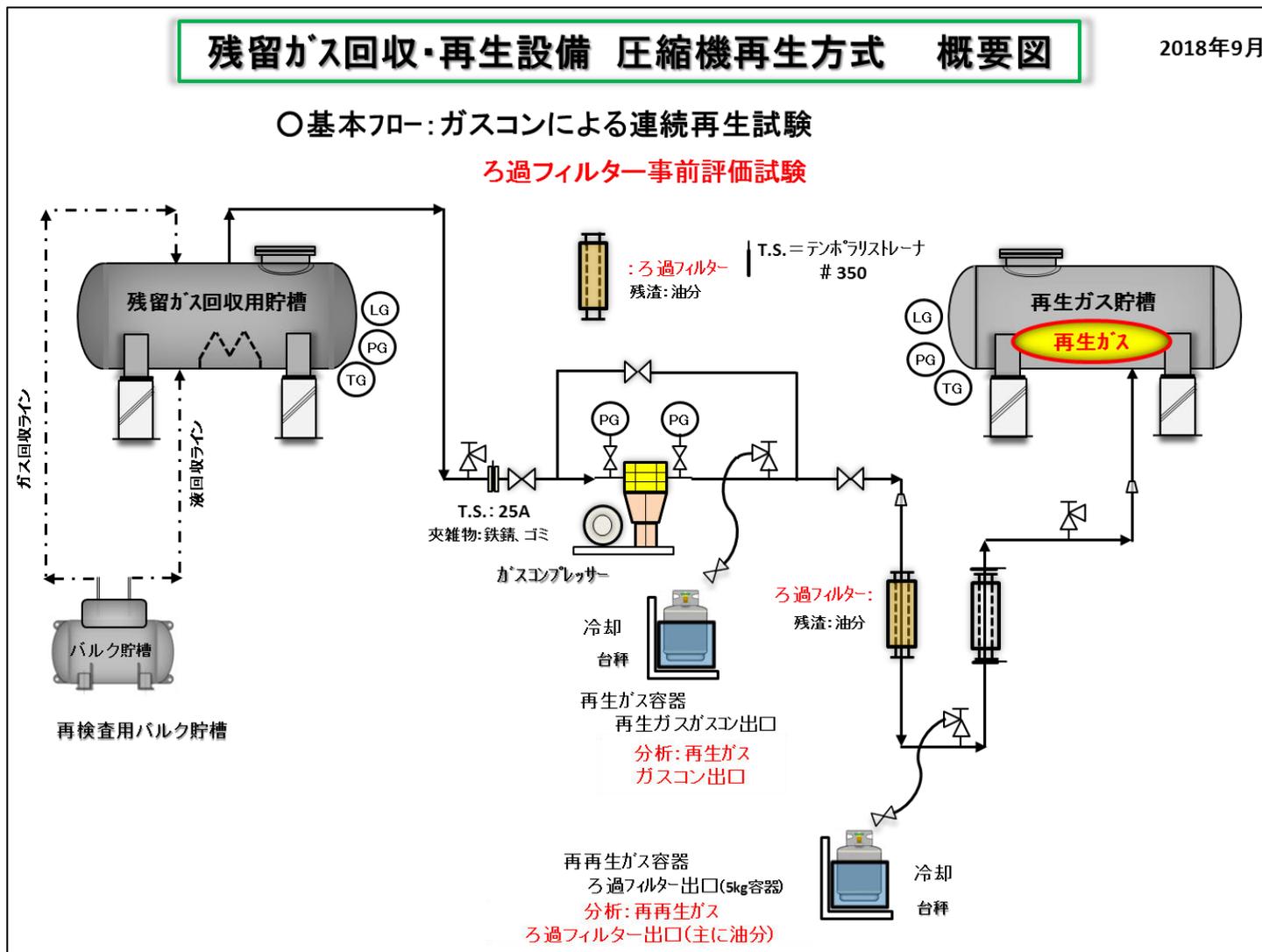
サンプルングした検体は、以下を対象にした測定項目に対し定量分析を行う。

油 分：JLPGA-S-03 日本 L P ガス協会規格「L P ガス蒸発残渣分試験方法」

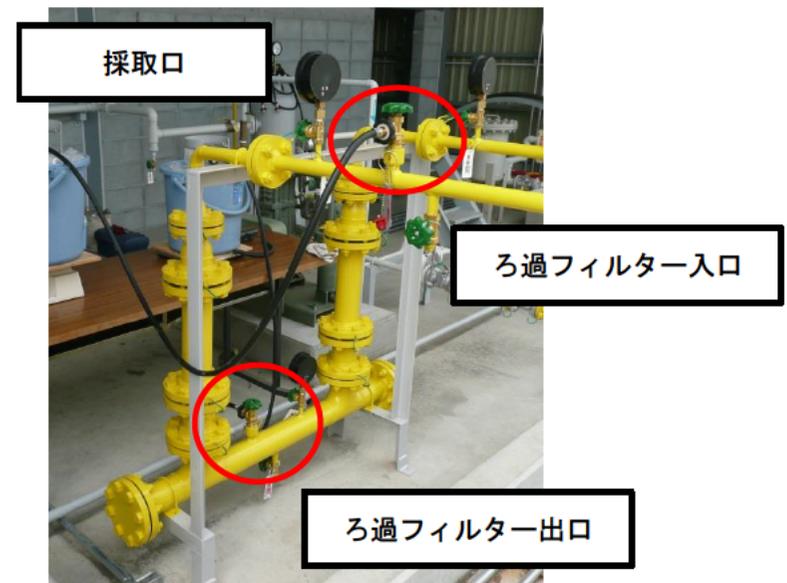
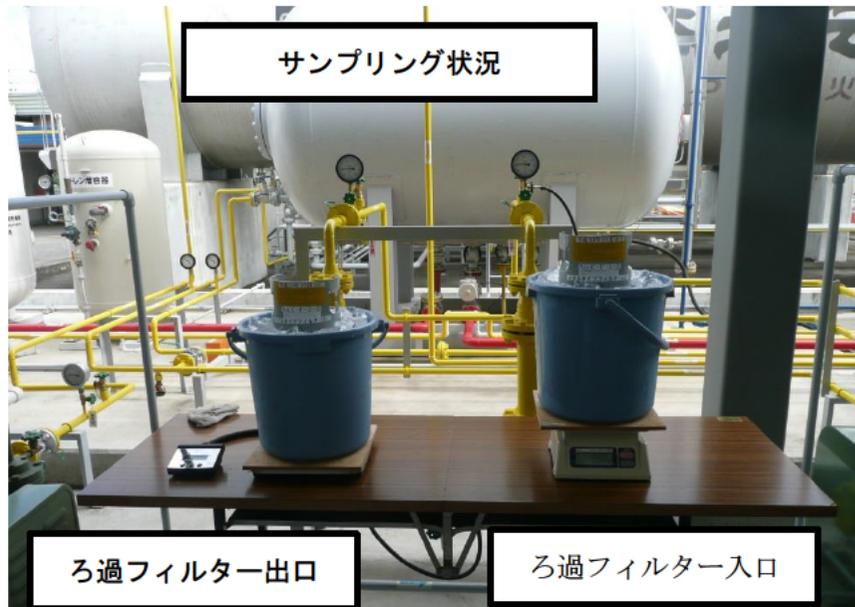
測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法
その他	油分（C6～）	75℃	JLPGA-S-03
		105℃	

概略図 6.1.1-5



試験写真



(2) 試験結果

① 試験記録：メタルタイプフィルター

残留ガス再生設備による再生ガス採取試験

試験記録：除去フィルター評価試験

試験実施日 2018年 10月10日(水)

型式：DFCM6-1M70

天候 晴れ

試験前の状態	10時00分	外気温 ℃	残留ガス貯槽：仕様				圧縮機：仕様		除去フィルター		再生ガス貯槽：仕様				採取容器 No C-F-1-③	採取容器 No C-F-2-③	備考	
			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)		
		21	17.5	0.58	67		0.55	0.8	0.8	0.8	17.5	0.68	24		MRE11107 7.55kg	MRE11110 7.5kg	約30分運転実施	
残留ガス貯槽 液温 15℃~20℃の範囲		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		除去フィルター		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0kg以上		備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前〇月〇日 気温〇〇℃
残留ガス採取	時一分		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)		
再生ガスの採取		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
採取開始	10時30分	21.0	15.5	0.52	66	0.52	1.1	1.1	1.1	29	0.98	29		0	0	フィルター入口 採取容器 No C-F-1-③	10月 11日 18.0℃	
採取中	10時40分	---	15.5	0.52	66	0.52	1.1	1.1	1.1	---	---	---	---	1.6	1.1	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-③	0.74MPa	
採取中	10時50分	---	15.5	0.52	66	0.52	1.1	1.1	1.1	---	---	---	---	2.9	2.6	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-③	10月 11日 18.0℃	
採取中	10時54分	---	15.5	0.52	66	0.52	1.1	1.1	1.1	---	---	---	---	3.3	3.7	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-③	0.74MPa	
採取中	時 分	---								---	---	---	---					
採取終了	10時54分	21.0	15.5	0.52	66	0.52	1.1	1.1	1.1	29	0.98	29		3.3	3.7	←3.0kg以上		
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管						除去フィルター出口(ヘッダー)配管						除去フィルター(活性炭)出口配管				
		若干のドレン分有						若干のドレン分有						若干のドレン分有				

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

② 試験記録：メンブレンタイプフィルター

残留ガス再生設備による再生ガス採取試験

試験記録：除去フィルター評価試験

試験実施日 2018年 10月10日(水)

型式:DFPT-045H69

天候 晴れ

試験前の状態	12時25分	外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		除去フィルター		再生ガス貯槽:仕様				採取容器 No C-F-1-②	採取容器 No C-F-2-②	備考
			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	
		22.5	16.0	0.51	64		0.51	1	1	1	30.0	0.95	31	MRE11094 7.54	MRE11103 7.52	約30分運転実施	

残留ガス貯槽 液温 15℃~20℃の範囲		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		除去フィルター		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0kg以上		備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前○月○日 気温○○℃
残留ガス採取	時一分		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)		
再生ガスの採取		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	フィルター入口 (kg) No C-F-1-②	フィルター出口 (kg) No C-F-2-②			
採取開始	13時00分	22.5	15.0	0.50	63	0.5	1.1	1.1	1.1	32	0.98	33		0	0	フィルター入口 採取容器 No C-F-1-②	10月 11日 18.0℃	
採取中	13時10分	--	15.0	0.50	63	0.5	1.1	1.1	1.1	--	--	--		3.1	2.8		0.73MPa	
採取中	13時12分	--	15.0	0.50	62	0.5	1.1	1.1	1.1	--	--	--		3.60	3.30	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-②	10月 11日 18.0℃	
採取中	時 分	--								--	--	--					0.72MPa	
採取中	時 分	--								--	--	--						
採取終了	13時12分	--	15.0	0.50	62	0.5	1.1	1.1	1.1	32	0.98	33		3.60	3.30	←3.0kg以上		
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管						除去フィルター出口(ヘッダー)配管						除去フィルター(活性炭)出口配管				
		若干のドレン分有						若干のドレン分有						若干のドレン分有				

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

③ 試験記録：気体用疎水性PTFEフィルター

残留ガス再生設備による再生ガス採取試験

試験記録：除去フィルター評価試験

試験実施日 2018年 10月10日(水)

型式:PFS020A01BA

天候 晴れ

試験前の状態	13時30分	外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		除去フィルター		再生ガス貯槽:仕様				採取容器 No C-F-1-①	採取容器 No C-F-2-①	備考	
			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)				風袋重量 (kg)
試験前の状態	13時30分	23	14.0	0.5	61		0.5	1	1	1	32.0	0.98	36		MRE11085 7.54kg	MRE11087 7.54kg	約30分運転実施	
残留ガス貯槽 液温 15℃~20℃の範囲		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		除去フィルター		再生ガス貯槽				採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上		備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前○月○日 気温○○℃
残留ガス採取	時一分		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)		
再生ガスの採取		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
採取開始	14時00分	23.0	14.0	0.50	61		0.5	1.1	1.1	1.1	32	0.98	36		0	0	フィルター入口 採取容器 No C-F-1-①	10月 11日 18.0℃
採取中	14時10分	---	14.0	0.50	61		0.5	1.12	1.12	1.12	---	---	---	---	2.2	2.4	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-①	0.73MPa
採取中	14時15分	---	14.0	0.50	61		0.5	1.12	1.12	1.12	---	---	---	---	3.20	2.90	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-①	10月 11日 18.0℃
採取中	14時21分	---	14.0	0.50	61		0.5	1.12	1.12	1.12	---	---	---	---	4.6	3.7	フィルター出口 採取容器 No C-F-2-①	0.73MPa
採取中	時 分	---									---	---	---	---				
採取終了	14時21分	---	14.0	0.50	61		0.5	1.12	1.12	1.12	32	0.98	36		4.6	3.7	←3.0kg以上	
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管						除去フィルター出口(ヘッダー)配管						除去フィルター(活性炭)出口配管				
		若干のドレン分有						若干のドレン分有						若干のドレン分有				

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

④ 分析結果

LPガスの品質に関する ガイドライン	18年10月10日採取			メーカー名	S社
日本LPガス協会	気体用疎水性PTFEフィルター			品名	気体用疎水性PTFEフィルター
商業用プロパン: 基準値	未採取	C-F-1-①	C-F-2-①	型式	PFS020A01BA
蒸発残渣分 (質量ppm)	原料	フィルター入口	フィルター出口	形状	71.4φ × 250 内径22mm
75°C (C6~): 60以下		<10: 合格	50: 合格	ろ材材質	ポリプロピレン エアージェル用
105°C (C17~): 10以下		<10: 合格	40	ろ過精度	0.2μ m(滅菌) <small>米国食品医薬品局(FDA)ガイドライン対応</small>

LPガスの品質に関する ガイドライン	18年10月10日採取			メーカー名	D社
日本LPガス協会	メンブレンタイプフィルター			品名	メンブレンタイプフィルター
商業用プロパン: 基準値	未採取	C-F-1-②	C-F-2-②	型式	DFP
蒸発残渣分 (質量ppm)	原料	フィルター入口	フィルター出口	形状	69φ × 250 内径28mm
75°C (C6~): 60以下		<10: 合格	10: 合格	ろ材材質	テフロン 親水性
105°C (C17~): 10以下		<10: 合格	<10: 合格	ろ過精度	0.45μ m(77%)

LPガスの品質に関する ガイドライン	18年10月10日採取			メーカー名	D社
日本LPガス協会	メタルタイプフィルター * 金属			品名	メタルタイプフィルター
商業用プロパン: 基準値	未採取	C-F-1-③	C-F-2-③	型式	DFM
蒸発残渣分 (質量ppm)	原料	フィルター入口	フィルター出口	形状	70φ × 250 内径28mm
75°C (C6~): 60以下		10: 合格	110	ろ材材質	SUS316 水素、高圧ガス他
105°C (C17~): 10以下		<10: 合格	80	ろ過精度	1μ m(ミナル)

特記事項

- a) 三種類のフィルターで試験を行った結果、メンブレンタイプのフィルターは、フィルター出口において、ガイドラインの規定値を満足した。
- b) 次の連続試験で採用するろ過フィルターは、前記三種類の分析試験の結果が、時間を要したことより、気化器再生方式で事前に評価されたろ過フィルターを使用することとする。

以上

6.1.1.2.3 連続再生試験

従来の圧縮機による残留ガス再生処理設備に、専用の不純物除去装置を増設し、これに当該残渣分及び全硫黄等を除去するためのろ過フィルター及び活性炭を取り付け、当該設備による連続再生試験を行い、再生ガスの品質等について検証を行った。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙図 6.1.1-6 に試験実施概要を示す。

① 連続再生試験設備

表 6.1.1-6 残留ガス連続再生試験用設備

	設 備
残留ガス再生処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力を有すること。）
	計器類（圧力計、温度計等）
不純物除去設備 （残渣、全硫黄除去用）	ろ過フィルター（主に油分除去用）
	活性炭フィルター（主に硫黄分除去用）
	テンポラリーストレーナー（主に夾雑物）
	試験用計器類（圧力計等） 1 式

② 試験方法

本試験では、20日間程度の残留ガス連続再生試験を行い、定期的にサンプリングを行った。なお、設備の運転時間は、事業所の運転時間（営業時間）を参考に、1日概ね6時間程度運転し、当該設備運転時間内に表3に指定する条件により再生ガスをろ過フィルター上流部及び下流部、活性炭フィルター下流部にてサンプリングする。

（別紙図 6.1.1-6 及び設備写真参照）

再生処理量は1日概ね1ton(1,000kg)とし、20日間で累計約20ton(20,000kg)の処理を行い、通常の残留ガスの再生業務の運転中に所定のサンプリングを行った。表 6.1.1-7 に、再生ガス等のサンプリングに用いた設備を示す。

表 6.1.1-7 残留ガスサンプリング設備

	設 備	備 考
サンプリング設備	再生ガス回収用容器（5kg 容器）	24本 [※]
	再生ガス回収用高圧ホース	24本 [※]
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本LPガス団体協議会協力

表 6.1.1-8 再生ガスサンプリング頻度

		サンプリングのタイミング
1日目	初回	運転開始時
	第2回	運転終了時（運転約6時間後）
2日目	第3回	運転終了時（運転約6時間後）
3日目	第4回	運転終了時（運転約6時間後）
5日目	第5回	運転終了時（運転約6時間後）
10日目	第6回	運転終了時（運転約6時間後） 累計約10ton（10,000kg）処理
15日目	第7回	運転終了時（運転約6時間後）
20日目	第8回	運転終了時（運転約6時間後） 累計約20ton（20,000kg）処理

※フィルター前後の差圧が0.2MPaを超えた時点でサンプリングは終了とする。

※累計再生量約20ton、累計運転時間は約120時間とする。

※3サンプル×8回=24検体

③ 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

油分：JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

水分：JLPGA-S-02 日本LPガス協会規格「カールフィッシャー法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

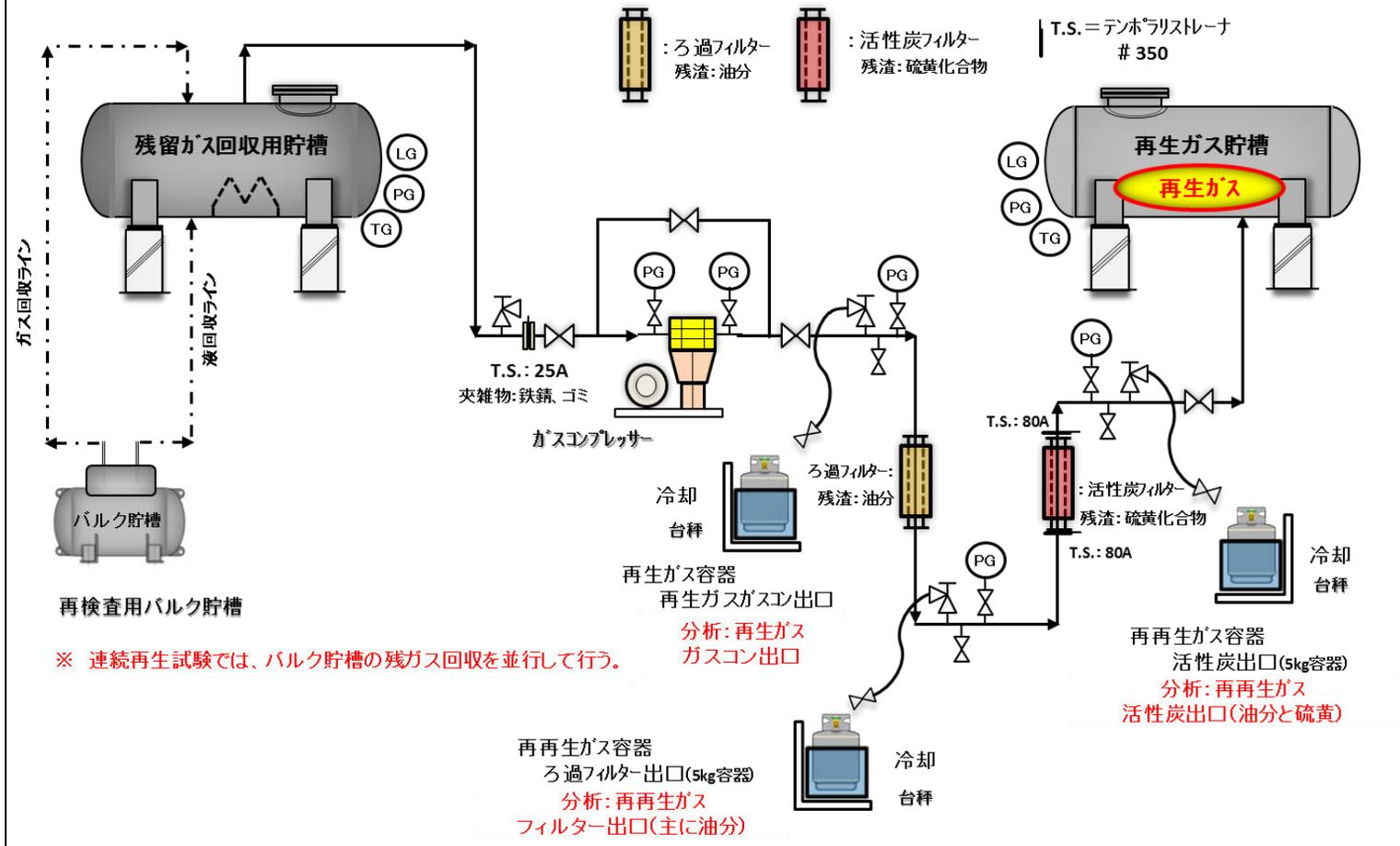
測定項目		測定範囲	分析方法	
組成	エタン+エチレン	0~100%	GC-TCD JIS K 2240	
	プロパン+プロピレン			
	ブタン			
	ブチレン			
	1,3-ブタジエン			
	ペンタン			
着臭剤	ジメチルスルフィド	>1ppm	GC-TCD	
	t-ブチルメルカプタン			
	i-プロピルメルカプタン			
その他	硫化水素			
	全硫黄分	>1ppm	JIS K 2240	
	メタノール	>1ppm	GC-FID	
	油分（C6～）	75℃	>10ppm	JLPGA-S-03
		105℃	>10ppm	
	水分	>5ppm	JLPGA-S-02	
水銀	>.001mg/Nm ³	JLPGA-S-07		

※再生ガスの内、活性炭出口のみ、全測定を行った。

残留ガス回収・再生設備 圧縮機再生方式 概要図

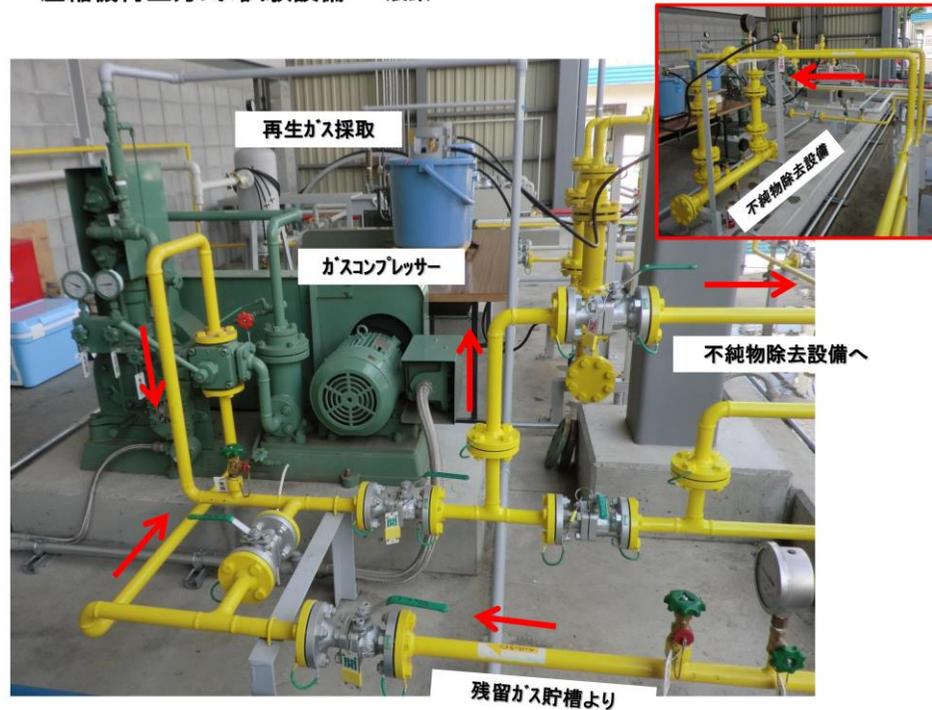
2018年8月

○基本フロー：ガスコンによる連続再生試験案

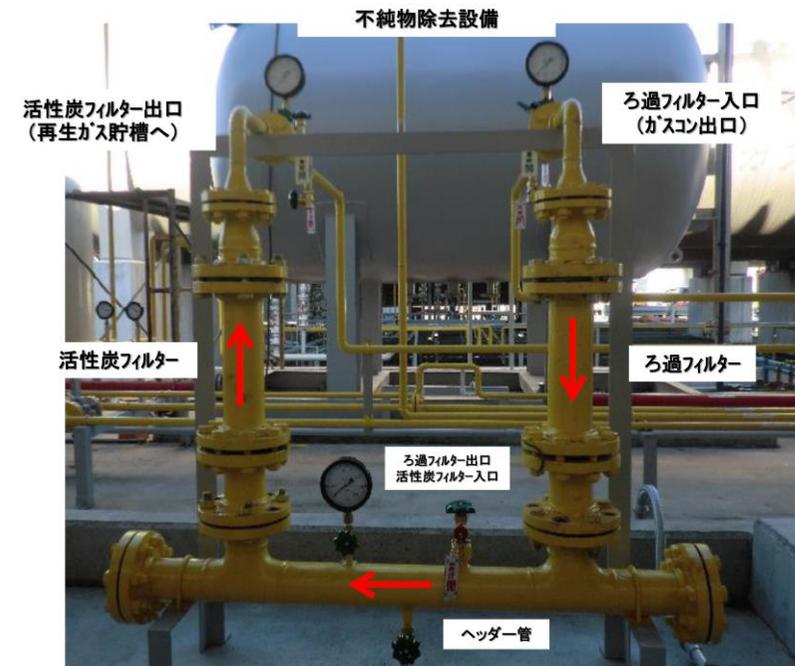


設備写真

圧縮機再生方式:試験設備 (長野)



圧縮機再生方式:試験設備 (長野)



(2) 試験結果

① 連続試験記録

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式：PPK-09NG-0050 5μm
 活性炭 型式：IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

1日目開始		外気温 °C	残留ガス貯槽：仕様				圧縮機：仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-1-①	採取容器 No C-C-1-②	採取容器 No C-C-1-③	再生ガス貯槽：仕様			
天気	晴れ		液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)
試験前の状態	10時10分	11.5	18.0	0.64	85.5	1,677	0.6	0.88	0.75	0.75	0.5	7.52	7.52	7.54	9.0	0.42	7	40	
残留ガス貯槽 液温 (15°C~20°Cの範囲)		外気温 °C	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa)		出荷前〇月〇日 気温〇〇°C
再生ガスの採取			液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口) フィルター入口 (kg) No C-C-1-①	(活性炭入口) フィルター出口 (kg) No C-C-1-②	(活性炭出口) 活性炭出口 (kg) No C-C-1-③				
採取開始	10時25分	12.5	16.0	0.55	85	1,663	0.58	1.1	1.1	1.1	1.1	0	0	0	フィルター入口 採取容器 No C-C-1-①		10月 23日 19.0°C		
採取中	10時40分	---	15.0	0.55	84	1,638	0.56	1.1	1.1	1.1	1.1				フィルター出口 採取容器 No C-C-1-②		10月 23日 19.0°C 0.69MPa		
採取中	時 分	---													フィルター出口 採取容器 No C-C-1-②		10月 23日 19.0°C 0.68MPa		
採取中	時 分	---													活性炭出口 採取容器 No C-C-1-③		10月 23日 19.0°C 0.73MPa		
採取終了	11時00分	13.0	14.0	0.55	83.5	1,625	0.52	0.98	1	1	0.78	3.58	4.33	3.68	←3.0kg以上				
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管				活性炭出口配管									
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。				少量の油分確認、 液化したガスが排出された。									

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式：PPK-09NG-0050 5μm

活性炭 型式：IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

1日目 終了		外気温 ℃	残留ガス貯槽：仕様				圧縮機：仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-2-①	採取容器 No C-C-2-②	採取容器 No C-C-2-③	再生ガス貯槽：仕様			
10月 23日(火)	天気 晴れ		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)
試験前の 状態	14時00分	18.5	16.5	0.6	78	1,481	0.6	1.2	1.3	1.3	1.3	7.54	7.56	7.52	34.0	1	68	1,225	
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備 考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa)		出荷前 〇月〇日 気温〇〇℃
再生ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)				
採取開始	14時20分	18.5	16.5	0.60	77	1,456	0.6	1.3	1.3	1.3	1.3	0	0	0	フィルター入口 採取容器 No C-C-2-①			10月 23日 19.0℃	
採取中	時 分	---																0.68MPa	
採取中	時 分	---																10月 23日 19.0℃	
採取中	時 分	---																0.645MPa	
採取中	時 分	---																10月 23日 19.0℃	
採取中	時 分	---																0.675MPa	
採取終了	14時30分	19.0	17.0	0.60	77	1,456	0.6	1.3	1.3	1.3	1.3	3.4	4.3	3.4	←3.0kg以上				
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管						活性炭出口配管							
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。						油分なし							

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式: PPK-09NG-0050 5μm
 活性炭 型式: IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

2日目 終了		10月 24日(水)	外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-3-①	採取容器 No C-C-3-②	採取容器 No C-C-3-③	再生ガス貯槽:仕様			
天候	晴れ	19		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)
試験前の 状態	15時50分	19	17.5	0.59	82	1,585	0.58	1.28	1.32	1.3	1.15	7.52	7.54	7.52	36.0	1.08	63	1,100		
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前〇月〇日 気温〇〇℃			
再生ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)					
採取開始	13時55分	19.0	17.5	0.59	82	1,585	0.6	1.2	1.3	1.25	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	10月 23日 19.0℃
採取中	時 分	--																		0.66MPa
採取中	時 分	--																		10月 23日 19.0℃
採取中	時 分	--																		0.66MPa
採取中	時 分	--																		10月 23日 19.0℃
採取中	時 分	--																		0.67MPa
採取終了	14時05分	19.0	16.5	0.58	81.5	1,572	0.6	1.15	1.25	1.2	1.2	3.48	3.22	3.48	←3.0kg以上					
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管						活性炭出口配管								
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。						油分なし								

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式: PPK-09NG-0050 5μm
 活性炭 型式: IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

3日目終了		外気温 °C	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-4-①	採取容器 No C-C-4-②	採取容器 No C-C-4-③	再生ガス貯槽:仕様			
天候	晴れ		液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)
試験前の状態	13時00分	18	15.0	0.55	88	1,745	0.55	1.25	1.35	1.3		1.18	7.54	7.52	7.54	37.0	1.1	69	1,251
残留ガス貯槽 液温 (15°C~20°Cの範囲)		外気温 °C	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前 〇月〇日 気温〇〇°C		
再生ガスの採取			液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)				
採取開始		13時10分	18.0	15.0	0.55	88	1,745	0.55	1.2	1.35	1.35	1.3	0	0	0	フィルター入口 採取容器 No C-C-4-①			10月 23日 19.0°C
採取中		時 分	--													フィルター出口 採取容器 No C-C-4-②			0.67MPa
採取中		時 分	--													活性炭出口 採取容器 No C-C-4-③			10月 23日 19.0°C
採取中		時 分	--																0.67MPa
採取中		時 分	--																10月 23日 19.0°C
採取中		時 分	--																0.68MPa
採取終了		13時23分	18.0	15.0	0.55	88	1,745	0.58	1.3	1.35	1.35	1.3	3.44	4.3	3.7	←3.0kg以上			
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管						活性炭出口配管							
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。						油分なし							

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式：PPK-09NG-0050 5μm
 活性炭 型式：IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

5日目終了		外気温 °C	残留ガス貯槽：仕様				圧縮機：仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-5-①	採取容器 No C-C-5-②	採取容器 No C-C-5-③	再生ガス貯槽：仕様			
10月 29日(月)	天気 晴れ		液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)
試験前の 状態	13時00分	18	14.8	0.53	63	1,100	0.52	1.18	1.28	1.2	1.08	7.54	7.52	7.54	35.0	1.02	67	1,200	
残留ガス貯槽 液温 (15°C~20°Cの範囲)		外気温 °C	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備 考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前〇月〇日 気温〇〇°C		
再生ガスの採取			液温度 (°C)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)				
採取開始	13時08分	18.0	14.8	0.53	63	1,100	0.55	1.2	1.3	1.25	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0
採取中	時 分	---																	
採取中	時 分	---																	
採取中	時 分	---																	
採取中	時 分	---																	
採取中	時 分	---																	
採取終了	13時18分	18.0	14.5	0.52	63	1,100	0.55	1.31	1.35	1.32	1.32	3.7	3.78	3.42	←3.0kg以上				
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管				活性炭出口配管									
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。				油分なし									

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式：PPK-09NG-0050 5μm

活性炭 型式：IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

10日目 終了		11月 5日(月)		外気温 ℃	残留ガス貯槽：仕様				圧縮機：仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-6-①	採取容器 No C-C-6-②	採取容器 No C-C-6-③	再生ガス貯槽：仕様			
天候	晴れ	液温度 (℃)	圧力 (MPa)		*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)		
試験前の 状態	13時00分	19	14.0	0.52	66	1,175	0.5	1.2	1.25	1.2	1.1	7.52	7.54	7.52	35.5	1.05	79	1,508			
残留ガス貯槽 液温 (15℃～20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa)				
再生ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)		出荷前〇月〇日 気温〇〇℃				
採取開始	13時03分	19.0	14.0	0.52	66	1,175	0.5	1.2	1.25	1.2	1.1	0	0	0	フィルター入口 採取容器 No C-C-6-①	11月 7日 17℃					
採取中	時 分	--													フィルター出口 採取容器 No C-C-6-②	11月 7日 17℃					
採取中	時 分	--													活性炭出口 採取容器 No C-C-6-③	11月 7日 17℃					
採取中	時 分	--																			
採取中	時 分	--																			
採取中	時 分	--																			
採取終了	13時14分	19.0	14.0	0.52	66	1,175	0.52	1.4	1.4	1.4	1.4	3.15	3.7	3.36	←3.0kg以上						
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管						活性炭出口配管									
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。						油分なし 活性炭が少量排出された。			活性炭フィルターを取り外し 内部確認 活性炭流出。						

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター 型式: PPK-09NG-0050 5μm
 活性炭 型式: IS350BZ1 ヤシ殻活性炭

2018年

15日目 終了		11月 12日(月)	外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-7-①	採取容器 No C-C-7-②	採取容器 No C-C-7-③	再生ガス貯槽:仕様			
天気	晴れ			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)
試験前の 状態	13時00分	15	15.0	0.55	61	1,051	0.55	1.2	1.15	1.12	1		7.56	7.54	7.54	30.0	0.88	53		
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa)		出荷前 〇月〇日 気温〇〇℃	
再生ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(活性炭入口)	(活性炭出口)					
採取開始	13時22分	15.0	15.0	0.55	61	1,051	0.55	1.2	1.35	1.3	1.3	0	0	0				フィルター入口 採取容器 No C-C-7-①	11月 14日 11.5℃	
採取中	時 分	--																	0.59MPa	
採取中	時 分	--																	11月 14日 11.5℃	
採取中	時 分	--																	0.58MPa	
採取中	時 分	--																	11月 14日 11.5℃	
採取中	時 分	--																	0.61MPa	
採取終了	13時33分	15.0	15.0	0.55	61	1,051	0.52	1.2	1.35	1.3	1.3	3.46	3.66	3.38				←3.0kg以上		
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管						活性炭出口配管								
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。						油分なし								

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験

ろ過フィルター
活性炭

型式: PPK-09NG-0050
型式: IS350BZ1

5μm
ヤシ殻活性炭

2018年

20日目 終了		11月 12日(月)	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		ろ過フィルター		活性炭		採取容器 No C-C-8-①	採取容器 No C-C-8-②	採取容器 No C-C-8-③	再生ガス貯槽:仕様			
天気 晴れ		外気温 ℃	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)
試験前の 状態	13時25分	15	8.0	0.35	36	485	0.32	1.18	1.22	1.17	1.1	7.52	7.52	7.52	31.0	0.95	67	1,200	
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		ろ過フィルター		活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考	出荷前容器圧力 (MPa) 出荷前〇月〇日 気温〇〇℃		
再生ガスの採取		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
採取開始	13時32分	15.0	8.0	0.35	36	485	0.42	1	1.1	1.05	1	0	0	0	フィルター入口 採取容器 No C-C-8-①	11月 20日 6℃			
採取中	13時39分	---	8.0	0.35	36	485	0.35	1.35	1.3	1.3	1.3					0.49MPa			
採取中	時 分	---														フィルター出口 採取容器 No C-C-8-②	11月 20日 6℃		
採取中	時 分	---													活性炭出口 採取容器 No C-C-8-③	0.49MPa			
採取中	時 分	---												0.50MPa					
採取終了	13時45分	15.0	8.0	0.35	36	485	0.38	1.18	1.2	1.15	1.15	3.76	4.22	3.14	←3.0kg以上				
採取後	配管ドレン の状況	除去フィルター入口配管				除去フィルター出口・活性炭入口(ヘッダー)配管				活性炭出口配管									
		少量の油分確認				少量の油分確認、液化したガスが排出された。				油分なし									

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

② 分析結果 1/2

圧縮機再生 連続試験まとめ 除去方法:ろ過フィルター+活性炭

試験日:2018年10月~11月

残留ガス受入基数:113基

残留ガス貯槽総容量:46.940kg

残留ガス受入容量:約20.153kg

平均残ガス率:4.3%

適用法規等	液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	再生ガス (圧縮機再生+)												
				1日目:試験開始直後			1日目:試験終了時			3日目:試験終了時			5日目:試験終了時			
				フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口										
				C-C -1-①	C-C -1-②	C-C -1-③	C-C -2-①	C-C -2-②	C-C -2-③	C-C -4-①	C-C -4-②	C-C -4-③	C-C -5-①	C-C -5-②	C-C -5-③	
規制対象成分																
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	/	/	1.7	/	/	0.7	/	/	0.3	/	/	0.3
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	/	/	96.2	/	/	96.6	/	/	97.0	/	/	96.8
	ブタン mol %	/	報告	≥20	/	/	2.1	/	/	2.7	/	/	2.7	/	/	2.9
	ブチレン mol %	/	報告	≥20	/	/	2.1	/	/	2.7	/	/	2.7	/	/	2.9
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1
	ペンタン wt %	/	報告(労働安全衛生法の 表示規制値:1.0wt%)	/	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	/	≤1	≤1	未実施												
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~	≤60	/	/	<10	270	<10	10	380	<10	20	120	<10	10	100	<10
	(105°C) wt ppm C17~	≤10	/	/	<10	170	<10	<10	340	<10	20	110	<10	<10	80	<10
全硫黄分 wt ppm	/	≤50	≤50	/	57	99	11	49	87	17	53	68	19	54	71	26
水分 wt ppm	/	≤70 (遊離水分なし)	/	/	/	150	/	/	93	/	/	37	/	/	51	/
水銀 mg/Nm3	例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009	/	/	未実施											
メタノール wt ppm	/	北海道450≤ 東北・中部 山岳350≤ その他(沖縄 除く)300≤ (上限値: 2,400ppm)	/	/	未実施											

※青色枠:品質ガイドラインに不適合(JIS適合)

※黄色枠:JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

② 分析結果 2/2

試験日: 2018年10月~11月
 圧縮機再生 連続試験まとめ 除去方法: ろ過フィルター+活性炭
 残留ガス受入基数: 113基 残留ガス貯槽総容量: 46,940kg 残留ガス受入容量: 約20,153kg 平均残ガス率: 43%

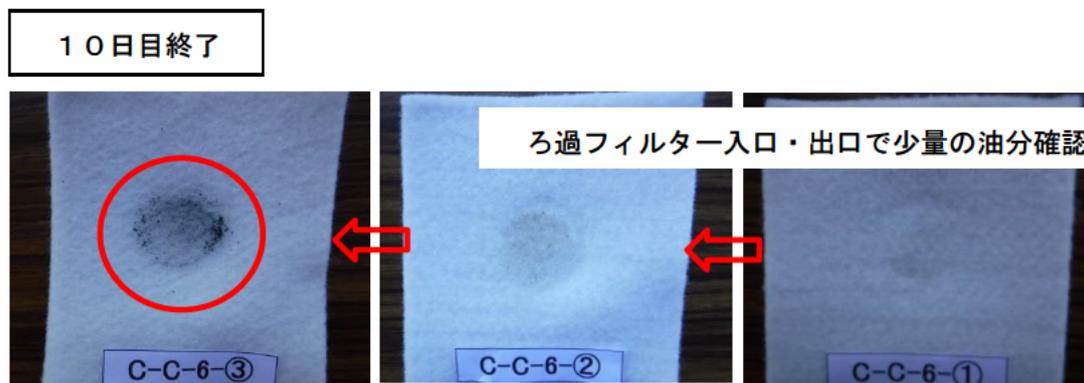
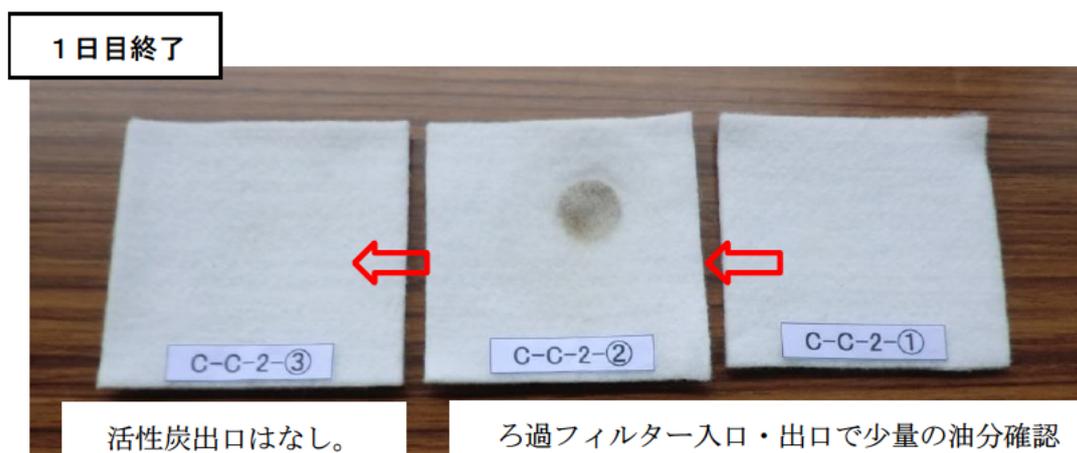
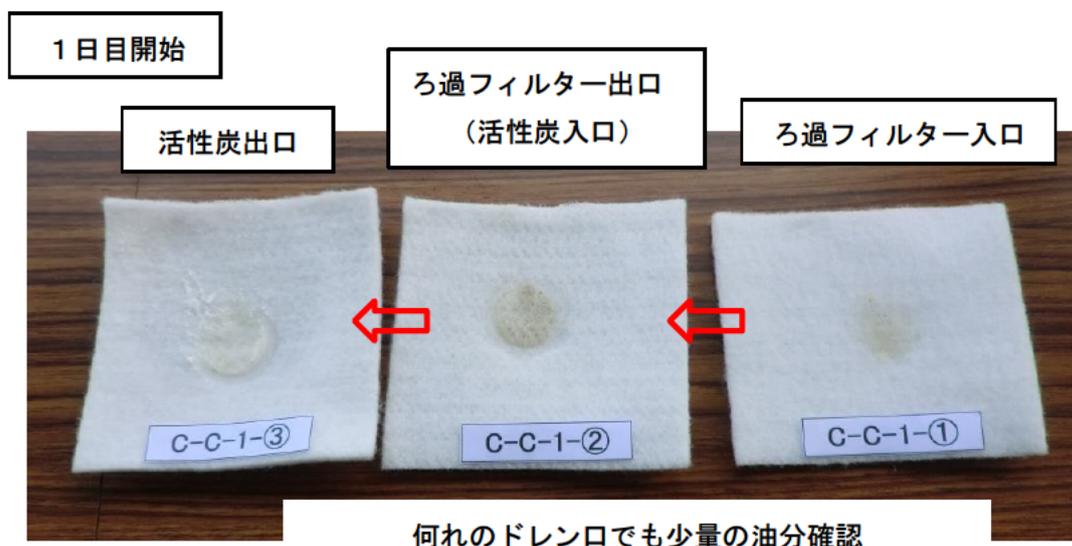
適用法規等	液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	再再生ガス (圧縮機再生+)			再再生ガス (圧縮機再生+)			再再生ガス (圧縮機再生+)			再生ガス貯槽: 再生ガス					
				10日目: 試験終了時: 10,204kg処理			15日目: 試験終了時			20日目: 試験終了時: 9,949kg処理			20日目: 終了時					
				フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	再生ガス貯槽: 払出配管より採取					
規制対象成分				C-C -6-①	C-C -6-②	C-C -6-③	C-C -7-①	C-C -7-②	C-C -7-③	C-C -8-①	C-C -8-②	C-C -8-③	C-C-20					
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.6	0.6	<0.1	0.2	
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80										96.4	97.9	96.3	96.6	
	ブタン mol %	報告	報告	≥20										3.0	1.5	3.7	3.2	
	ブチレン mol %			<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)										<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ブタジエン wt%			報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)										<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ペンタン wt %	≤0.5	報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)	≤0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1							
銅板腐食試験 (40°C, 1h)		≤1	≤1	未実施														
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~	≤60	/	<10	70	<10	50	150	140	10	60	<10	20					
	(105°C) wt ppm C17~	≤10		<10	60	<10	40	130	70	<10	50	<10	10					
全硫黄分 wt ppm		≤50	≤50	62	76	22	71	76	39	89	96	37	46					
水分 wt ppm		≤70 (遊離水分なし)	/			27			29			24	13					
水銀 mg/Nm3	例示基準39節 : 品質ガイドライン	≤0.009		未実施														
メタノール wt ppm		北海道450≤ 東北・中部 山岳350≤ その他(沖縄 除く) 300≤ (上限値: 2,400ppm)	/	未実施														

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

参考写真

※ドレン状況の確認等



活性炭出口で少量の活性炭を検出

※活性炭封入袋の口紐部の隙間より活性炭が流出。

※新たに封入袋に活性炭を入れて試験を再開する。

20日目終了



活性炭出口、ろ過フィルター出口はなし。ろ過フィルター入口で微量の油分確認。

③ 試験結果概要

前記連続試験記録結果に基づき、連続再生試験結果について、以下に記述する。

a) 適用法規等

1) 液石法施行規則第12条（組成分、水銀）

初日の開始直後より、活性炭の出口のサンプリング結果については、何れも組成分の基準値を満足していた。

2) JIS規格（JIS K 2240）（組成分、銅板腐食試験、全硫黄分）

フィルターの出口（活性炭の入口）において、全硫黄分について、基準値を満足できないが、活性炭出口においては、基準値を満足した。

3) 品質ガイドライン（日本LPガス協会 品質指標）

フィルターの出口（活性炭の入口）において、残渣分、全硫黄分共、基準値を満足できないが、活性炭出口において、15日目は、残渣分の基準値を満足していないが、それ以外は、活性炭出口で、残渣分、全硫黄分共基準値を満足した。

ただし、水分については、連続試験の初日のみ、活性炭出口において、基準値を満足しなかったが、それ以降は、満足した。

b) 考察

今回の再生試験結果によれば、ろ過フィルター入口部の残渣分は、低い数値で検出されているが、ろ過フィルター出口において増加していることについては、一つは、サンプリングの方法が、再生ガスが流れている配管内の上部より、サンプリングしており、重質分等はミスト状で配管内の底部を流れることにより採取がされなかったと推察する。また、ろ過フィルター出口において残渣分が多く検出されるのは、ろ過フィルター本体内で、残渣分を除去（取り込む）するのではなく、減圧膨張の作用で、ろ過フィルター出口のヘッダー内にミス

ト状の重質分が凝縮滴下されると推察する。現に、ヘッダー部のドレン弁を開放すると、若干のドレン分（重質分）が検出された。

c) 課題

本連続試験方法によって再生されたガスを採取し、正確な分析作業を行った結果により、適用法規等に対する判定ができたことからすれば、15日目においては、残渣分を満足しなかった結果からすれば、不純物が蓄積された残留ガスの再生に対し、再生方法であっても、確実な成分分析作業は必須と考える。

活性炭を通過した再生ガスは、着臭剤が除去されている可能性が高い。再生ガスとして再利用する場合は、高圧ガス保安法の着臭濃度を満たすよう再生ガスに着臭することも考慮しなければならないと考える。

※20日間の連続再生試験により再生された再生ガスは、再生ガス貯槽に貯蔵され、都度、事業者により処理されていた。

20日間の連続再生試験の最終日において、再生ガス貯槽の払出配管より、再生ガスを採取してサンプリングを行った結果、品質ガイドラインの各規制値に対し、基準値を満足した結果であった。これより、本再生試験方法は、有用であると考えられる。

6.1.1.2.4 連続再生試験追加試験

連続再生試験においては、ろ過フィルターと活性炭を用いて試験を行った結果、活性炭の不純物除去能力は、ろ過フィルターに比べ優位に作用しているように見られることから、ろ過フィルターを用いずに、活性炭と活性炭の組み合わせによる再生試験を追加して行い、比較検証することとする。

別紙図 6.1.1-7 に試験実施概要を示す。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙図 6.1.1-7 に試験実施概要を示す。

① 連続再生試験設備

表 6.1.1-9 残留ガス連続再生試験用設備

	設 備
残留ガス再生処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力）
	計器類（圧力計、温度計等）
不純物除去設備 （残渣、全硫黄除去用）	活性炭フィルター（主に油分除去用）
	活性炭フィルター（主に硫黄分除去用）
	テンポラリーストレーナー（主に夾雑物）
	試験用計器類（圧力計等） 1 式

② 試験方法

本試験では、試験にて使用する設備の通常の運転条件において再生を行い、サンプリングを行う。事業所の設備運転時間（営業時間）は 1 日概ね 6 時間程度運転することを前提に、当該設備運転時間内に表 6.1.1-11 に指定する条件により再生ガスを活性炭フィルター上流部及び下流部にてサンプリングする（別紙図 6.1.1-7）。

再生処理量を 1 日概ね 1ton とし、2 日間で 2ton の処理を行い、通常業務の運転中に所定のサンプリングを行う。

表 6.1.1-10 に、再生ガス等のサンプリングに用いた設備を示す。

表 6.1.1-10 残留ガスサンプリング設備

	設 備	備 考
サンプリング設備	再生ガス回収用容器（5kg 容器）	5 本
	再生ガス回収用高圧ホース	5 本
その他	回収量測定用重量計	1 式

表 6.1.1-10 再生ガスサンプリング頻度

サンプリングのタイミング		
1 日目	サンプリング	運転開始時
		運転終了時（運転約 6 時間後）
2 日目	サンプリング	運転終了時（運転約 6 時間後）

※活性炭フィルター前後の差圧が 0.2MPa を超えた時点で再生試験は終了とする。

※連続再生試験追加試験は、累計再生量 2ton、累計運転時間は 12 時間とする。

※残留ガス貯槽用サンプル=1 検体

※3 サンプル×1 回=3 検体

※再生ガス貯槽用サンプル=1 検体

③分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（L Pガス）」

油分：JLPGA-S-03 日本L Pガス協会規格「L Pガス蒸発残渣分試験方法」

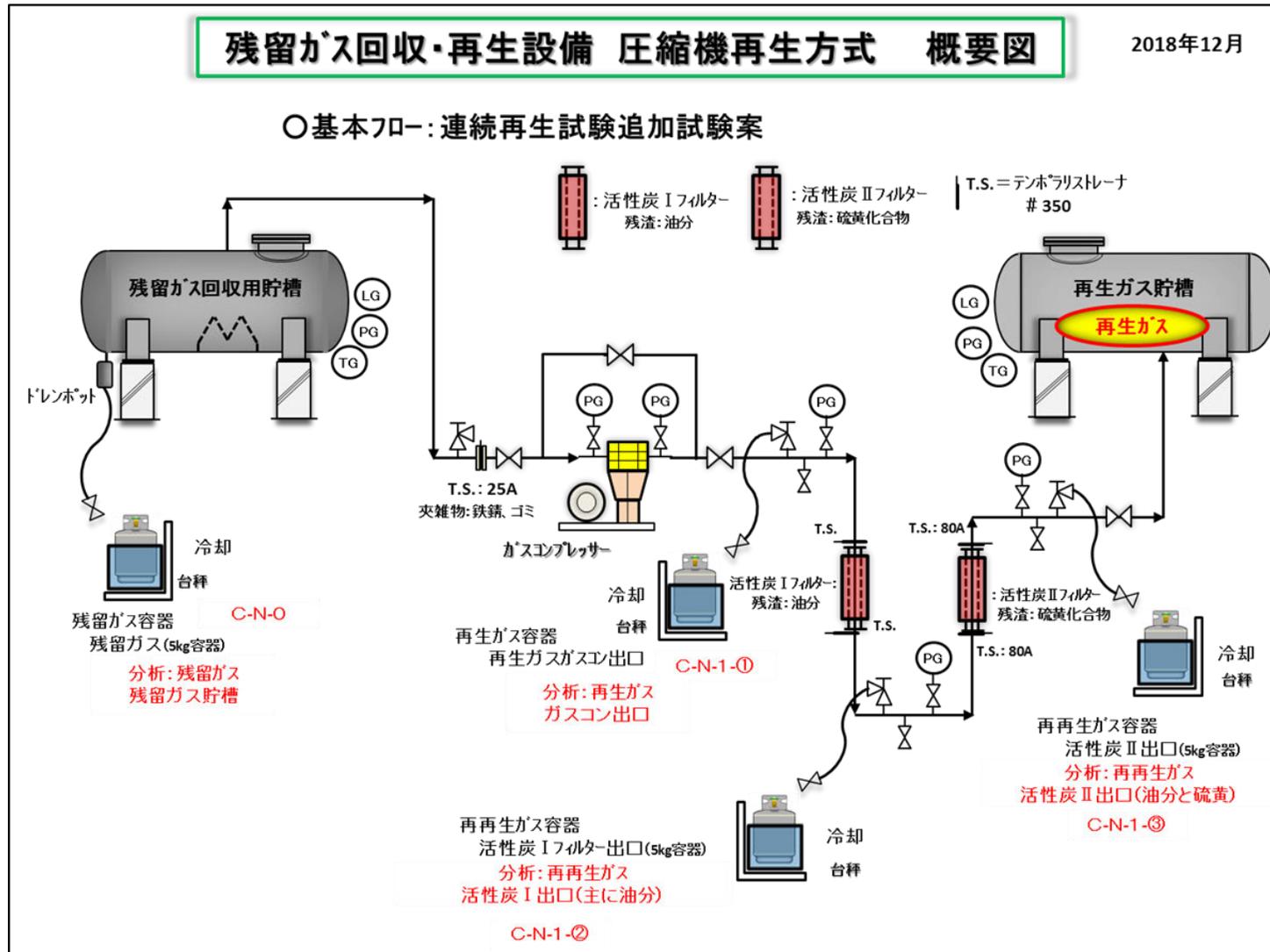
全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（L Pガス）」

水分：JLPGA-S-02 日本L Pガス協会規格「カールフィッシャー法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法	
組成	エタン+エチレン	0~100%	GC-TCD JIS K 2240	
	プロパン+プロピレン			
	ブタン			
	ブチレン			
	1,3-ブタジエン			
	ペンタン			
着臭剤	ジメチルスルフィド	>1ppm	GC-TCD	
	t-ブチルメルカプタン			
	i-プロピルメルカプタン			
その他	硫化水素			
	全硫黄分	>1ppm	JIS K 2240	
	メタノール	>1ppm	GC-FID	
	油分（C6~）	75℃	>10ppm	JLPGA-S-03
		105℃	>10ppm	
	水分	>5ppm	JLPGA-S-02	
水銀	>.001mg/Nm ³	JLPGA-S-07		

※残留ガス、再生ガスの内、1段目活性炭出口、2段目活性炭出口について、全測定を行った。

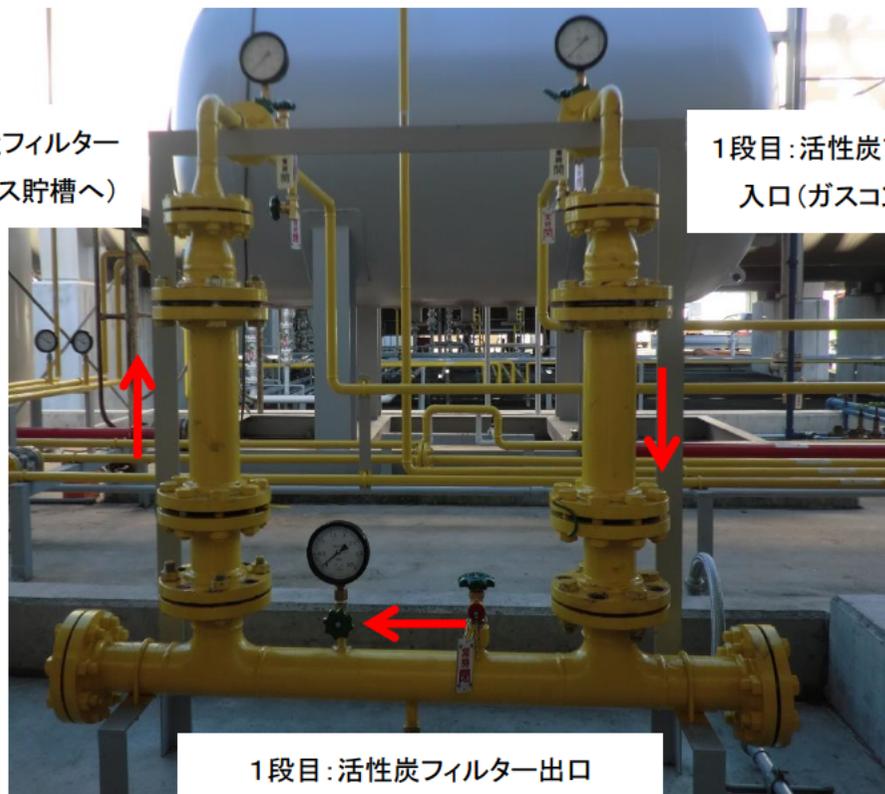


設備写真 圧縮機再生方式：試験設備

不純物除去設備

2段目：活性炭フィルター
出口（再生ガス貯槽へ）

1段目：活性炭フィルター
入口（ガスコン出口）



サンプリング作業器材



(2) 試験結果

① 連続試験記録

試験記録：連続再生試験追加試験

第一活性炭

型式:IS350BZ1

ヤシ殻活性炭

第二活性炭

型式:IS350BZ1

ヤシ殻活性炭

2019年

1日目開始		外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		第一活性炭		第二活性炭		残留ガス貯槽 採取容器 No. C-N-0		再生ガス貯槽:仕様			
1月 10日(木)	天候		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	
試験前の 状態	7時 40分	-8	-2.0	0.28	88	1,742	0.3	0.3	0.28	0.28	0.28	7.52	-6.0	0.22	13	103		
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		第一活性炭		第二活性炭		残留ガス貯槽 採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上		備考		出荷前容器圧力 (MPa)	
残留ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(残留ガス貯槽:ドレン部)		表示No.		出荷前〇月〇日 気温〇〇℃	
採取開始	7時50分	-8.0	-2.0	0.28	85	1,663	---	---	---	---	---	0	残留ガス 採取容器 No C-N-0	1月 15日 -1℃		0.35MPa		
採取中	時 分	---																
採取中	時 分	---																
採取中	時 分	---																
採取中	時 分	---																
採取中	時 分	---																
採取終了	7時55分	-8.0	-2.0	0.28	85	1,663	---	---	---	---	---	3.08	←3.0kg以上					
採取後	配管ドレン の状況	残留ガス貯槽:ドレンポット																
		少量のドレンあり																

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注)貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

試験記録：連続再生試験追加試験

第一活性炭
第二活性炭

型式:IS350BZ1
型式:IS350BZ1

ヤシ殻活性炭
ヤシ殻活性炭

2019年

2日目終了		外気温 ℃	残留ガス貯槽:仕様				圧縮機:仕様		第一活性炭		第二活性炭		採取容器 No C-N-1-①	採取容器 No C-N-1-②	採取容器 No C-N-1-③	再生ガス貯槽:仕様			
天候	晴れ		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	風袋重量 (kg)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)
試験前の状態	13時30分	5	8.5	0.45	86	1,690	0.48	0.48	0.42	0.48	0.42	7.48	7.48	7.5	23.0	0.78	116	2,456	
残留ガス貯槽 液温 (15℃~20℃の範囲)		外気温 ℃	残留ガス貯槽				圧縮機		第一活性炭		第二活性炭		採取容器(5kg) 採取ガス量 3.0Kg以上			備考 表示No.	出荷前容器圧力 (MPa)		
再生ガスの採取			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm):%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	入口圧力 (MPa)	出口圧力 (MPa)	(ガスコン出口)	(ヘッダー管)	(活性炭出口)		出荷前〇月〇日 気温〇〇℃		
採取開始	13時50分	5.0	8.5	0.45	86	1,690	0.45	1.1	1.15	1.15	1.1	0	0	0	第一活性炭入 口(kg) No C-N-1-①	1月 15日 -1℃			
採取中	時 分	---														第一活性炭出 口(kg) No C-N-1-②	0.36MPa		
採取中	時 分	---															第二活性炭出 口(kg) No C-N-1-③	1月 15日 -1℃	
採取中	時 分	---														0.38MPa			
採取中	時 分	---														1月 15日 -1℃			
採取中	時 分	---														0.42MPa			
採取終了	14時00分	5.0	8.5	0.45	86	1,690	0.45	1.15	1.18	1.18	1.12	3.56	3.2	4.5	←3.0kg以上				
採取後	配管ドレン の状況	第一活性炭入口配管				第二活性炭入口(ヘッダー)配管				第二活性炭出口配管									
		少量のドレンあり				ドレンなし				ドレンなし									

注) LPガスの%は、タンクテーブルに基づき、液面高さより%に換算する。

注) 貯蔵量は、液比重を計算により算出する。

② 分析結果

圧縮機再生 連続追加試験まとめ

試験日: 2019年1月

残留ガス受入基数: 12基

残留ガス貯槽総容量: 3,576kg

残留ガス受入容量: 約2,582kg 平均残ガス率: 72%

除去方法: 活性炭+活性炭

1日目: 7基、2日目: 5基

1日目: 2086kg、2日目: 1490kg

1日目: 1454kg、2日目: 1128kg 1日目: 70%、2日目: 76%

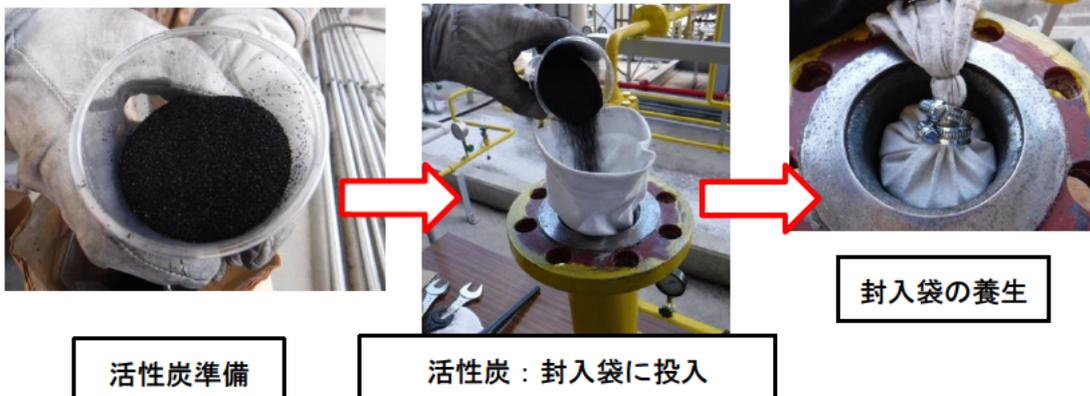
適用法規等		液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	再再生ガス (圧縮機再生+)		再再生ガス (圧縮機再生+)	
					1日目: 試験開始前		2日目: 試験終了時	
					残留ガス貯槽	C-N -O	1段目活性炭 入口 (ガスコン出口)	2段目活性炭 入口
規制対象成分						C-N -1-①	C-N -1-②	C-N -1-③
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	1.7		0.4	0.5
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	96.2		97.9	97.7
	ブタン mol %		報告					
	ブチレン mol %		報告	≥20	2.1		1.7	1.8
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	<0.1		<0.1	<0.1
	ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)		<0.1		<0.1	<0.1
銅板腐食試験 (40°C, 1h)			≤1	≤1	未実施			
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~		≤60		1500	<10	<10	130
	(105°C) wt ppm C17~		≤10		1300	<10	<10	80
全硫黄分 wt ppm			≤50	≤50	210	12	6	110
水分 wt ppm			≤70 (遊離水分なし)		320		100	22
水銀 mg/Nm3		例示基準39節 : 品質ガイドライン	≤0.009		未実施			
メタノール wt ppm			北海道450 ≤ 東北・中部 山岳350 ≤ その他(沖縄 除く) 300 ≤ (上限値: 2,400ppm)		未実施			

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

参考写真

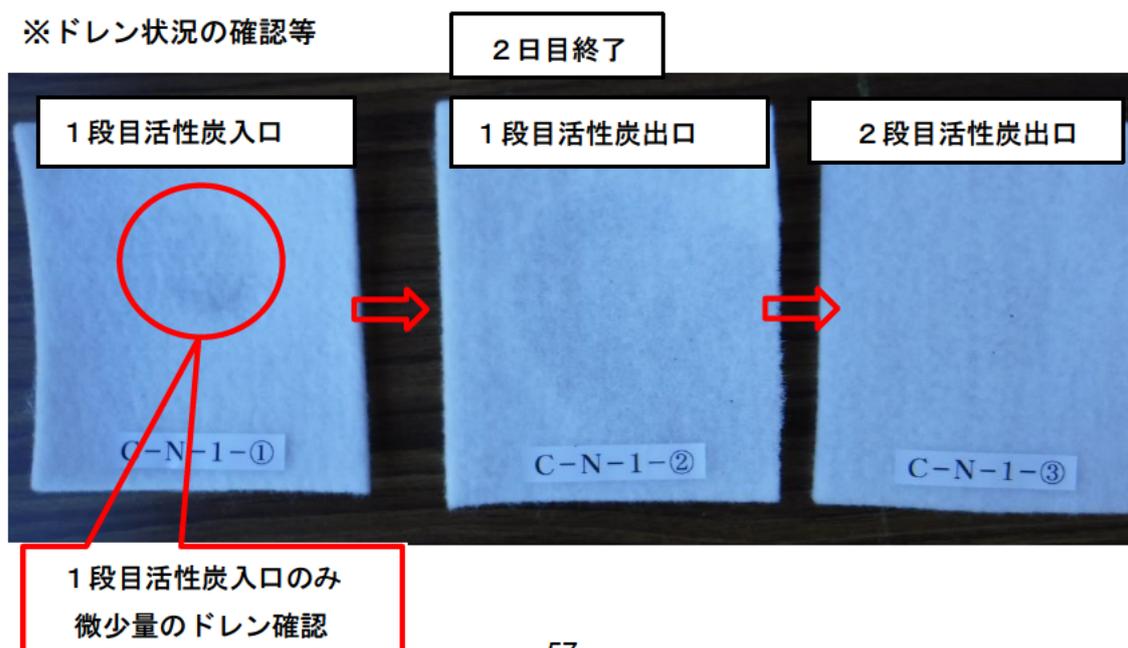
※活性炭の封入



※サンプリング中



※ドレン状況の確認等



③ 試験結果概要

前記連続試験追加試験記録結果に基づき、追加再生試験結果について、以下に記述する。

a) 適用法規等

1) 液石法施行規則第12条（組成分、水銀）

残留ガス貯槽の残留ガス成分に対し、2日間で約2,300kg再生処理した結果、活性炭の出口のサンプリング結果については、何れも組成分の基準値を満足していた。

2) JIS規格（JIS K 2240）（組成分、銅板腐食試験、全硫黄分）

2段目活性炭入口においては、水分を除き全硫黄分の基準値を満足したが、2段目活性炭出口においては、全硫黄分について満足できなかった。

3) 品質ガイドライン（日本LPガス協会 品質指標）

2段目活性炭入口においては、残渣分、全硫黄分共、基準値を満足したが、2段目活性炭出口においては、残渣分、活性炭共、基準値を満足しなかった。

b) 考察

今回の試験結果により、ろ過フィルターと活性炭の組み合わせに対し、活性炭＋活性炭の組み合わせの方が、不純物の除去は効果があると期待したが、実際は、ろ過フィルターと活性炭の組み合わせに比べ、効果は少なかった。

※特記事項

・ろ過フィルターと活性炭の順列について

今回の試験は、圧縮機出口に不純物除去装置を配し、まずは、ろ過フィルターで粒子の大きいもの、高沸点物等を除去し、後に、活性炭で硫黄分等を除去する順列で試験を行ったが、活性炭は専用の封入袋（ろ過材0.5ミクロンの特注袋）に納めて実施したが、活性炭は、使用頻度の経過により、壊れた微粉炭が、再生ガス中に混入されていくことが懸念される。

よって、ろ過フィルターと活性炭の順列においては、活性炭→ろ過フィルターの順列、或いは、ろ過フィルター→活性炭→ろ過フィルターの順列について、実用の不純物除去設備について考慮していただきたい。

以上

6.1.1.3 二段階再生ガス貯槽方式における再生ガスの確認

6.1.1.3.1 概要

本件は、経年バルク貯槽内部に残留するLPガスの再利用の可能性を検討するために、残留ガス貯槽から、ガスコンプレッサーでLPガスを吸引し再生ガス貯槽に貯蔵する方法が一般的であるが、更に、再生ガス貯槽からガスコンプレッサーで、LPガスを吸引し、再再生ガス貯槽に貯蔵する、二段階再生ガス方式における再生ガスを分析し、その効果を検証する。

(1) 仕様

① 残留ガス再生設備

残留ガス再生設備は、表 6.1.1-12 に示す。

表 6.1.1-12 残留ガス再生設備

	設 備	備 考
残留ガス 再生設備	残留ガス回収貯槽／再生ガス貯槽 2.9ton 貯槽	別紙 概要図 6.1.1-8 参照
	再生1段ガスコンプレッサー (最大：圧縮能力 61.20m ³ /h)	
	再生2段ガスコンプレッサー (最大：圧縮能力 28.6m ³ /h)	
	計器類 (圧力計、温度計等)	

② 試験方法

- ・別図「再再生ガス設備概要図 6.1.1-8」に基づき、再再生ガス設備の内、再生1段のガスコンプレッサーの出口及び再生2段のガスコンプレッサーの出口の再生ガスを採取する。
- ・各採取量は、各LPガス 5kg 容器に 3kg 以上採取する。

再生ガスの回収用としてサンプリングに用いた設備を表 6.1.1.3.1-2 に示す。

表 6.1.1-13 サンプリング用設備

	設 備	備 考
サンプリング 用設備	1 段目再生ガス回収用容器 (5kg 容器)	1 本*
	2 段目再生ガス回収用容器 (5kg 容器)	1 本*
	再生ガス回収用高圧ホース	2 本*
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本LPガス団体協議会協力

③ 分析方法

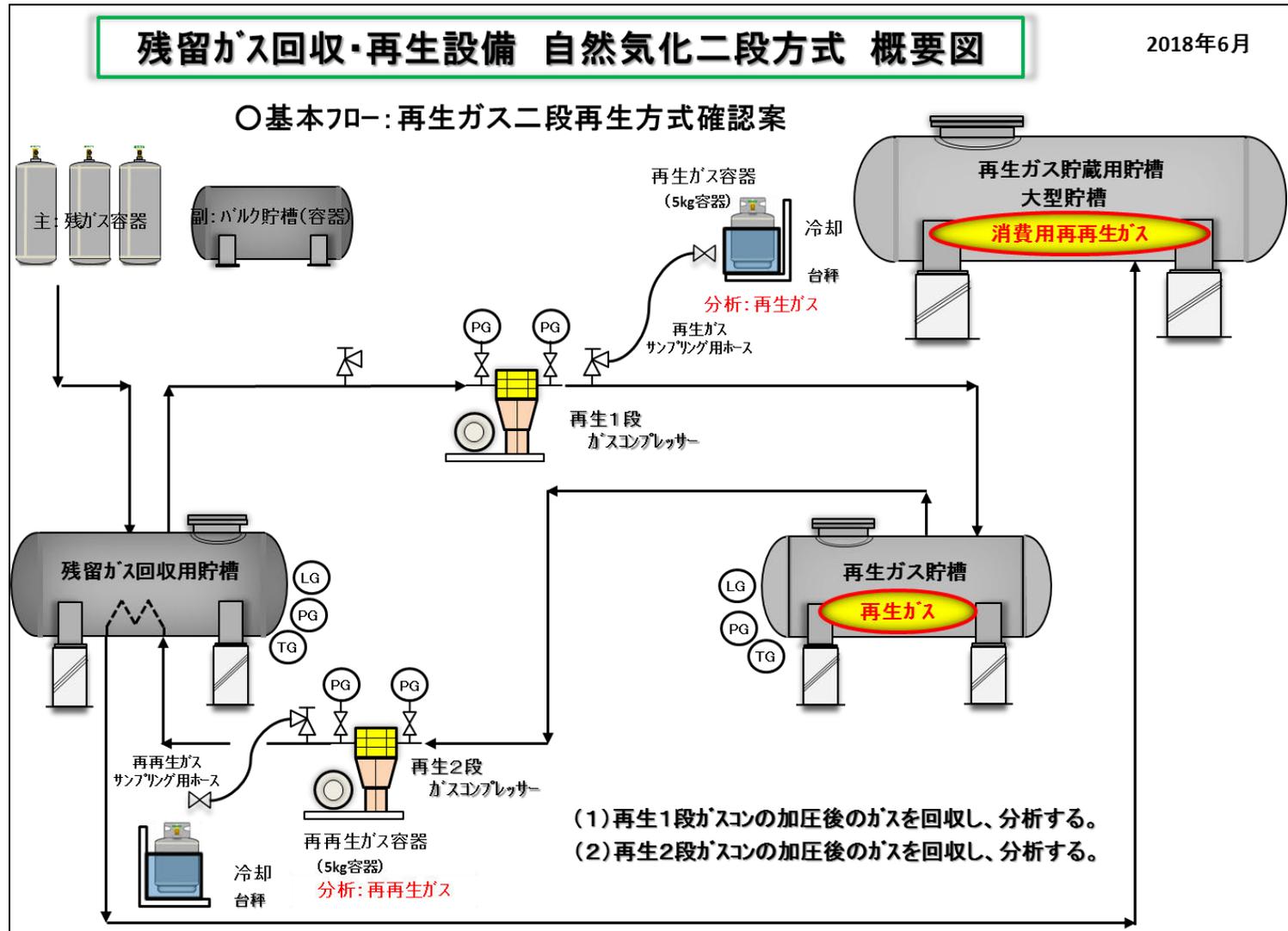
サンプリングした検体は、以下を対象にした測定項目に対し定量分析を行う。

油 分:JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法
その他	油分 (C6~)	75℃	JLPGA-S-03
		105℃	

再再生ガス設備概要図 6.1.1-8



(3) 試験結果

① 1 段再生ガス試験記録

一段再生ガス：試験記録

試験実施日

2018年 7月 18 日(水)

天候

晴れ

試験前の状態	07時 05分	外気温 ℃	残留ガス貯槽：仕様				一段圧縮機：仕様		再生ガス貯槽：仕様				採取容器 No B-1	冷却槽 温度 ℃	備考
			液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)		
		31.2	27.0	0.7	29cm 13.1%	457	0.3	0.3	27.0	0.8	21cm 8%	276	7.46	—	添加：塩+水+水=36.1

残留ガス貯槽 液温15℃~20℃の範囲		外気温 ℃	残留ガス貯槽				一段圧縮機		再生ガス貯槽				採取容器 No B-1	冷却槽 温度 ℃	備考 表示No.	採取容器圧力 (MPa) 出荷前 ○月○日 気温○○℃
採取開始	07時 22分		液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (℃)	圧力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	計量器 測定値(kg)			
採取開始	07時 22分	30.6	16.0	0.20	29cm 13.1%	457	0.15	0.70	26.0	0.70	20.5cm 7.7%	374	36.10	-7.7	採取容器 No B-1 3.06kg	7月 19 日 33℃
採取中	07時 57分	—	18.0	0.10	28.9	—	0.10	0.20	20.5	0.25	20.0	—	42.30	-5.0		0.98MPa
採取中	時 分	—	※残留ガス貯槽の圧力低下により、ガスコンプレッサーの低圧圧力SW作動により採取停止。残留ガス貯槽の圧力の復帰待ちとする。													
採取中	09時 00分	39.2	18.5	0.38	28.9	—	0.35	0.47	22	0.4	22	—	※41.6	0.2	氷り、塩：追加	
採取中	09時 05分	—	16.0	0.30	28.9	—	0.30	0.54	23.0	0.50	22.0	—	41.85	5.5	氷り、塩：追加	
採取中	09時 30分	—	8.0	0.22	29.0	—	0.25	0.60	23.0	0.60	22.0	—	44.15	5.7	氷り、塩：追加	
採取中	10時 10分	—	5.5	0.35	28.5	—	0.40	0.80	24.5	0.80	22.0	—	45.80	13.1		
採取終了	10時 15分		5.0	0.32	28.5	—	0.30	0.80	24.5	0.70	22.0	—	45.95	14	収集(3.06Kg)	
	時 分	—											採取後容器重量 :10.52kg		10.52-7.46=3.06kg採取	

② 2段再生ガス試験記録

二段再生ガス：試験記録

試験実施日

2018年 7月 18日(水)

天候

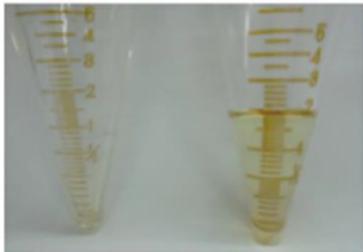
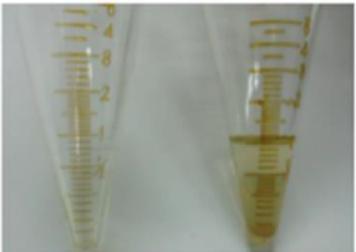
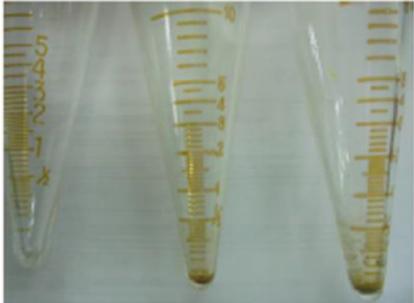
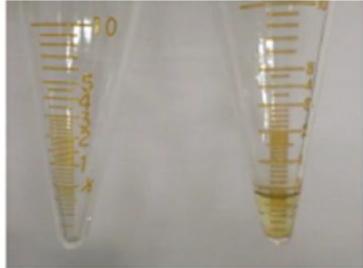
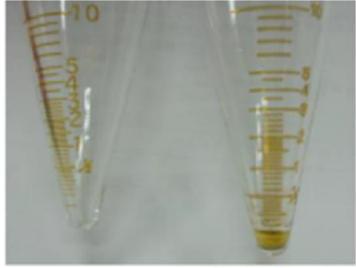
晴れ

試験前の状態	10時 58分	外気温 °C	再生ガス貯槽：仕様				二段圧縮機：仕様		再生ガス貯槽：仕様				採取容器 No B-2	冷却槽 温度 °C	備 考
			液温度 (°C)	圧 力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (°C)	圧 力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	風袋重量 (kg)		
		38.5	26.0	0.85	22cm 8.6%	292.6	0.9	1.4	35.0	1.25	11249mm 63.7%	49.456t	7.46	—	

再生ガス貯槽 (液温15°C~20°Cの範囲)		外気温 °C	再生ガス貯槽				二段圧縮機		再生ガス貯槽				採取容器 No B-2	冷却槽 温度 °C	備 考 表示No.	採取容器圧力 (MPa) 出荷前○月○日 気温○○°C
採取開始	11時 00分		液温度 (°C)	圧 力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	吸引圧力 (MPa)	吐出圧力 (MPa)	液温度 (°C)	圧 力 (MPa)	*液面高 (cm)：%	貯蔵量 (Kg)	計量器 測定値(kg)			
採取開始	11時 00分	38.5	26.0	0.85	22cm 8.6%	292.6	0.9	1.4	35.0	1.25	11249mm 63.7%	49.456t	34.8	-3.7	採取容器 No B-2 3.26kg	7月 19日 33°C
採取中	11時 05分	—	26.5	0.91	22.5		1.0	1.4	35.0	1.25	11265		37.3	12.5		0.98MPa
採取中	時 分	—														
採取中	時 分	—														
採取中	時 分	—														
採取中	時 分	—														
採取中	時 分	—														
採取終了	11時 10分		27.0	0.95	22.5		1.0	1.4	36.0	1.25	10172		38.0	2.2	収集(3.26Kg)	
	時 分	※採取時間 7分21秒											採取後容器重量 :10.72kg		10.72-7.46=3.26kg採取	

③ 分析結果

B-1、B-2の外観（写真左はblank）

試料名	ボンベから試料採取時	75℃蒸発残渣後	105℃蒸発残渣後
B-1	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">B-1 : 1 段目ガスコン出口</div>	 <p style="text-align: center;">832wtppm 日本LPガス協会「LPガスの品質に関するガイドライン」品質指標 (60wtppm以下) 不合格</p>	 <p style="text-align: center;">B-2 B-1 B-2、B-1ともに19wtppm 日本LPガス協会「LPガスの品質に関するガイドライン」品質指標 (10wtppm以下) 不合格</p>
B-2	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">B-2 : 2 段目ガスコン出口</div>	 <p style="text-align: center;">58wtppm 日本LPガス協会「LPガスの品質に関するガイドライン」品質指標 (60wtppm以下) は合格であるが、物流過程での品質悪化が 懸念されるため、望ましくない状態</p>	

④ 分析結果一覧

LPガスの品質に関する ガイドライン	二段階再生方式	二段階再生方式
日本LPガス協会		
商業用プロパン: 基準値	B-1	B-2
蒸発残渣分 (質量ppm)	一段目ガスコン出口	二段目ガスコン出口
75°C (C6~): 60以下	832	58: 合格
105°C (C17~): 10以下	19	19

特記事項

- ・二段階再生方式において、再生効果は確認できた。
- ・75°C蒸発残渣分は、約70%低減されていた。
- ・105°C蒸発残渣分は、変化はなかったが、もともと、105°C蒸発残渣分は、少ない残留ガスと推察する。

(4) まとめ

二段階再生ガス貯槽方式においては、蒸発残渣分の再生が確認できたことより、他の規制対象項目についても、一定の効果はあると推察する。

一段再生及び二段再生の運転仕様は、事業者の操業状態により再生運転条件は異なることより、これをもって一概に二段再生ガスの品質については検証しきれないが、圧縮機のみ的一段再生に比べ、再生効果は確実に大きいと推察する。よって、別途、不純物の除去方法の措置等を行うことで、更に再生ガスの品質を向上させることは、可能と考える。

以上

6.1.1.4 圧縮機再生方式における残留ガス再生処理設備の留意点

今年度の各種試験を通じ、今後、実用化する残留ガス再生処理設備の仕様において、留意すべき事項を列挙する。

(1) バルク貯槽、残留ガス貯槽、再生ガス貯槽等

① バルク貯槽

バルク貯槽の残留ガスは、バルク貯槽毎に蓄積された残渣物等の状況は、異なることより、使用履歴及び消費の方法が自然気化方式か気化器方式か等を確認し、バルク貯槽の残留ガスの回収には、十分注意して行うこと。

② 残留ガス貯槽

バルク貯槽の残留ガスは、バルク貯槽毎に蓄積された残渣物等の状況は、異なることより、残留ガス貯槽のドレン抜きは、適宜行い、貯槽底部に溜まったドレンは、安全に処理するよう管理する。

③ 残留ガス貯槽再生ガス貯槽

再生ガス貯槽の再生ガスにおいても、適宜、ドレンの管理をする。

(2) 圧縮機

再生に使用する圧縮機は、クランクケース内の潤滑用オイルが再生ガスに混入するおそれがあるので、日常管理でオイル量の点検をする。補充する場合は、補充したオイル量が再生ガスに混入した可能性もあるので、オイルの補充が頻繁になるようであれば、点検をする。

(3) ストレーナー等

残留ガス中の大きな夾雑物は、ストレーナーで除去するが、残留ガスを再生する過程においては、要所要所に、なるべく網目の細かいストレーナーを設置する。今年度の試験では、350メッシュのテンポラリースレーナーを、気化器再生方式ではマグネットストレーナーを使用し、一部の夾雑物の除去が行えた。

(4) 不純物除去設備等

ろ過フィルター、活性炭の選定においては、製品メーカー毎に特色があるので、残留ガスの再生に特化し、製品メーカーと綿密に仕様について検討をする。

残留ガス再生処理設備の仕様毎に、ろ過フィルター、活性炭の何れも、実際に使用して初めてその性能が確認できることより、各再生処理設備の仕様に応じ試験し、残留ガス再生処理設備の性能に応じた、適正な製品と数量を選定する。

ろ過フィルター、活性炭の組み合わせ、順列、配列等々、各事業所の設備毎に検討をする。

(5) ドレン抜き等

圧縮機の入口配管及び出口の再生ガス配管の経路には、残渣物（油分、ドレン）が配管の底部に溜まるので、立ち上がり立ち下がり部には、ドレンポットを適宜設けドレンの排出を行う。また、配管途中にサイトグラス等を設けることで、配管内の汚れ状況も目視で確認できるので、そのような管理を検討する。

(6) 再生ガスのサンプリング部

再生ガスのサンプリングは、再生ガス配管中で採取する場合は、再生ガス貯槽へのバルブを閉じ、閉鎖経路で再生ガスの採取を行う。また、再生ガス貯槽より再生ガスを採取し、再生ガスを管理する。

(7) その他

残留ガス再生処理設備においては、ろ過フィルター、活性炭の入替等、保守維持管理、サンプリング等の作業等で、外部からの水分等が、設備内に混入しないよう管理する。

6.1.2 残留ガス再生設備（気化器再生方式）における外気温影響確認試験

6.1.2.1 概要

平成29年度の委託事業（平成29年度石油ガス等供給事業の保安確保に向けた安全管理技術の調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）に関する報告書）において、バルク貯槽から回収した残留ガスを一般的に用いられている設備によって再生したところ、プロパン、ブタンなどの成分は、品質ガイドラインを満たすものの残渣分及び全硫黄は、日本LPガス協会の「品質ガイドライン」を満たしていないことがわかっている。

平成29年度再生試験結果によれば、残留ガスの再生においては、三つの除去すべき課題があると考えられる。

- ・ 残渣分の内、夾雑物等の除去
- ・ 残渣分の内、潤滑油等（蒸発残渣物）の除去
- ・ 残渣分の内、硫黄化合物等（着臭剤）の除去

これらの課題の対応として、各々の課題に特化した除去措置を講ずることで解決方法を検討し検証する。

本年度は、平成29年度に用いた再生設備（気化器再生方式）の不純物除去ラインに、ろ過フィルター又は活性炭を追加し、以下の試験並びに外気温による不純物除去能力（残渣分及び全硫黄分）の変化について検証した。

[ろ過フィルター事前評価試験]

不純物除去設備で試験するろ過フィルターの選定においては、事前に各種ろ過フィルターによる再生ガス試験を行い、各種ろ過フィルターの性能を検証し評価した。

[外気温影響再生試験]（ろ過フィルター＋活性炭）

外気温影響再生試験の実施に伴い、ろ過フィルターの単独及び2本直列方法及びろ過フィルターと活性炭を組み合わせた場合の試験を行うための変更工事を行い、ろ過フィルターの単独及び2本直列方法及びろ過フィルターと活性炭を組み合わせた場合の試験により行い、気化器再生方式における再生処理方法を検証した。

[外気温影響再生試験追加試験]（活性炭＋活性炭）

外気温影響再生試験において、活性炭での試験を行い、気化器再生方式における再生処理方法を検証した。

※平成29年度報告書で使用した用語は、以下のように読み替える。

- ・ 強制気化方式は、気化器再生方式と読み替える。
- ・ 除去フィルターは、ろ過フィルターと読み替える。

6.1.2.2 各種試験等

6.1.2.2.1 ろ過フィルター事前評価試験

不純物除去設備で試験するろ過フィルターの選定においては、事前に各種ろ過フィルターによる再生ガス試験を行い、各種ろ過フィルターの性能を検証し評価する。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙概略図 1 に試験実施概要を示す。

① 各種ろ過フィルターの事前評価試験設備

ろ過フィルター事前評価試験設備は、表 6.1.2.2.1-1 に示す。

表 6.1.2-1 ろ過フィルター事前評価試験設備

	設 備	備 考
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1 基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において 15 年以上利用されたもの	別紙 概略図 6.1.2-1 参照
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器： 100kg/h 圧縮機： 15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2 系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類 (圧力計、温度計等) 設備設置ベース	

② 試験方法

残留ガス貯蔵設備のバルク貯槽から取り出した残留ガスを、気化器にて強制気化させ、その後、不純物除去設備を通過させたガスと通過させないガスをサンプリングし、各種ろ過フィルターによる油分等除去効果を検証する。

a) 残留ガスの回収

- ・バルク貯槽の液取出し弁に 5kg 容器を接続し、液相の残留ガスを採集する。

b) 再生ガスの採取

- ・バルク貯槽の液取出し弁に気化設備を接続し、残留ガスを気化させる。
- ・気化設備で気化したガスは、圧縮機を経緯して 2 つのラインに分岐する。
 - 1) 1 ラインは、直接、冷却設備へ導入する。
 - 2) 1 ラインは、ろ過フィルターを通過させる。(予備ライン有り)
- ・2 つのラインのガスを、冷却設備を経由して冷却、再液化させ、それぞれ 5kg 容器に回収する。
- ・ろ過フィルターを交換し、4 種類のろ過フィルターについて実施する。

残留ガス及び再生ガスの回収用としてサンプリングに用いた設備を
表 6.1.2-2 に示す。

表 6.1.2-2 サンプリング用設備

	設 備	備 考
サン プ リ ン グ 用 設 備	残留ガス回収用容器 (5kg 容器)	1 本 [※]
	再生ガス回収用容器 (5kg 容器)	8 本 [※]
	残留ガス回収用高圧ホース	1 本 [※]
	再生ガス回収用高圧ホース	8 本 [※]
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本 L P ガス団体協議会協力

③ 分析方法

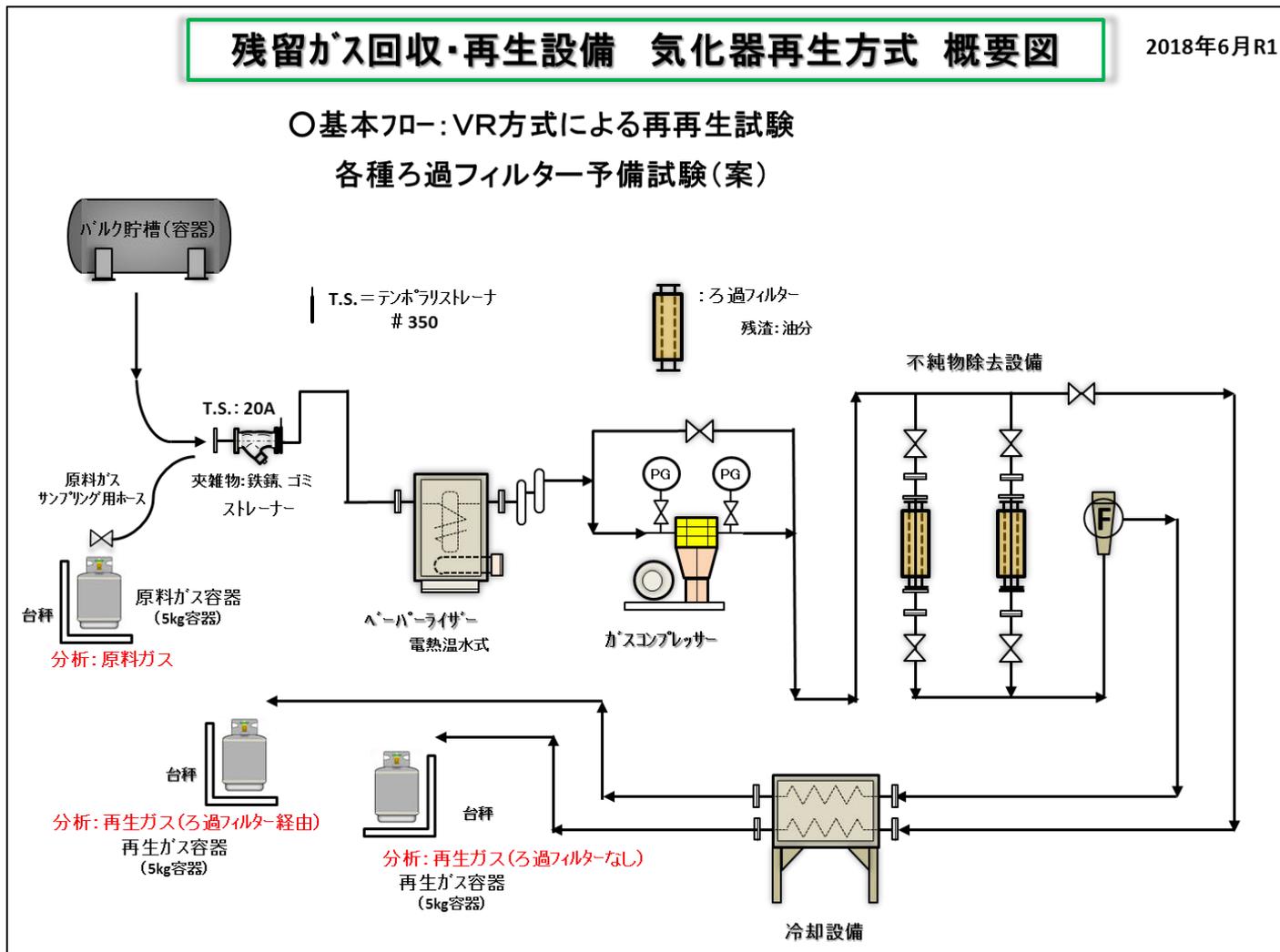
※分析項目は、油分（蒸発残渣）について測定する。

サンプリングした検体は、以下を対象にした測定項目に対し定量分析を行う。

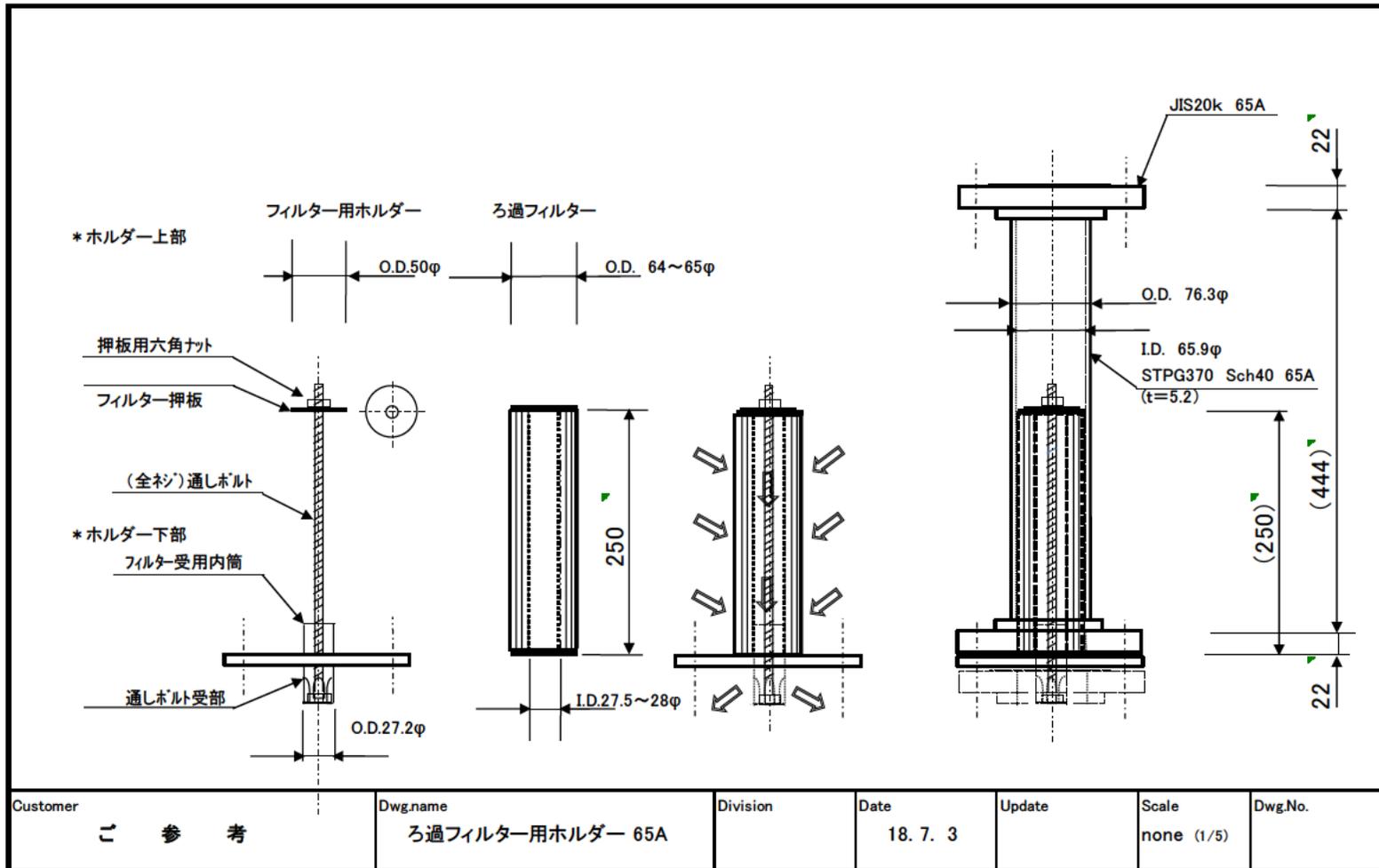
油 分：JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

測定項目		測定範囲	分析方法
その他	油分（C6～）	75℃	JLPGA-S-03
		105℃	

概略図 6.1.2-1



別紙図 6.1.2-2



設備写真

残留ガス再生設備



各種ろ過フィルター



積層タイプフィルター

糸巻きフィルター

油分除去フィルター



(2) 試験結果

① 残留ガス採取

試験記録

試験実施日: 2018年 8月 2日

試験用バルク貯槽: 残留ガス回収試験

容器表示番号: A-0

天候 晴れ

貯槽: 番号_ 1		バルク貯槽: 仕様				残留ガス 5kg採取容器			備考	残留ガス 5kg採取容器 *出荷前に確認				バルク貯槽		980kg	
時刻	外気温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	残留ガス名 (容器表示番号)	風袋重量 (kg)	採取ガス量 (kg)		測定日	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	製造番号	製作年月	型式 (縦/横)	
時 分	27.1	表面温度 29.9	0.9	45	-	A-0	7.50	*3kg以上 10.80→ 3.3kg (47秒)		8月 7日	20	0.73	*3kg以上 3.3kg		2000.8	縦	

残留ガス再生試験 (VR: 再生ガス)

容器表示番号: A-1

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽~気化器 配管		気化器		気化器~圧縮機 配管		圧縮機		圧縮機~ヘッダ 配管		圧縮機~冷却装置 配管		冷却装置	冷却装置~再生容器 配管		5kg採取容器	備考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	
試験前					-						-	-									*風袋重量 7.46	A-1
試験開始 14:30	25.9	30.6	0.90	45	-	27	0.92	65	0.91	36	0.92	0.90	0.90	31	0.95	32	0.92	20	27	0.90	*3kg以上 (12.24)	5kg採取容器 *出荷前に確認
試験中 1分後								71													(15.50)	測定日 8月 7日
試験終了 14:31																					10.80	天候 晴れ
																					10.8-7.46=3.34kg	温度 (°C) 20 °C
																						圧力 (MPa) 0.8 MPa
																						採取ガス量 (kg) *3kg以上 3.34 kg

② 再生ガス採取 A-2-①

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号:A-2-①

試験実施日:2018年 8月 3日

残留ガス再生試験(VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ①PPK-09NG-0005

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～ヘッ ター 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管	5kg 採取容器	備 考	
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	流量 (m ³ /h)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)		採取ガス 量 (kg)
試験前 9:16	26.3	23	0.86	43	-	30	0.83	69	0.72	35	0.83	0.82	0.82	32	0.86	-	-	-	26	31	0.82	* 最終重量 7.46	A-2-①
試験開始 9:24					-							1.12	(調整)									* 3Kg以上 (11.46)	5kg採取容器 * 出荷前に確認
試験中 5分後	-	-			-	26	0.82	63	0.82	50	0.82	0.80	1.12	46	1.16	-	-	-	28	35	1.10	(14.92)	測定日
試験終了 9:31																			採集時間7分		10.94	8月 7日	
																			10.94-7.46=3.58kg			天 候	
																							晴れ
																							温度 (°C)
																							20 °C
																							圧力 (MPa)
																							0.75 MPa
																							採取ガス量 (kg)
																							* 3Kg以上 3.58 kg

③ 再生ガス採取 A-2-②

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号:A-2-②

試験実施日:2018年 8月 3日

残留ガス再生試験(VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ②D-CCSX

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～ヘッ ター 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管		5kg 採取容器	備 考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度(°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	流量 (m ³ /h)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス 量 (kg)	
試験前 9:35	26.6	25.4	0.85	43	-	30	0.83	69	0.82	45	0.82	0.81	0.81	44	0.86	-	-	-	30			* 最終重量 7.92	A-2-②
試験開始 9:42					-							1.10	(調整)									*3kg以上 (14.94)	5kg採取容器 * 出荷前に確認
試験中 4分後	-	-			-	28	0.83	65	0.82	52	0.82	0.82	1.12	52	1.08	-	-	-	-	37	1.12	(18.16)	測定日
試験終了 9:48																			採集時間6分		(18.50) 11.14	8月 7日	
																			11.14-7.92=3.22kg			天 候	
																							晴れ
																							温度(°C)
																							20 °C
																							圧力(MPa)
																							0.72 MPa
																							採取ガス量(kg)
																							*3kg以上 3.22 kg

④ 再生ガス採取 A-2-③

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号:A-2-③

試験実施日:2018年 8月 3日

残留ガス再生試験(VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ③PPK-09NG-0050

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～ヘッ ター 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管			5kg 採取容器	備 考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)			流量 (m³/h)	水温 (°C)	温度 (°C)		
試験前 10:30	26.8	25.2	0.85	43	-	31	0.85	68	0.85	36	0.85	0.82	0.82	33	0.88	-	-	-	29	32	0.85	* 風後重量 7.46	A-2-③	
試験開始 10:38					-							1.10	(調整)									* 3kg以上 (12.40)	5kg採取容器 * 出荷前に確認	
試験中 3分後	-	-			-	30	0.86	64	0.85	46	0.86	0.82	1.11	48	1.13	36	1.10	-	29	36	1.10		測定日	
試験終了 10:44																			採集時間6分			(15.80) 11.02	8月 7日	
																			11.02-7.46=3.56kg				天 候	
																								晴れ
																								温度 (°C)
																								20 °C
																								圧力 (MPa)
																								0.76 MPa
																								採取ガス量 (kg)
																								* 3kg以上 3.56 kg

⑤ 再生ガス採取 A-2-④

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号:A-2-④

試験実施日:2018年 8月 3日

残留ガス再生試験(VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ④FP-FRC

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～フ ィルター 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管			5kg 採取容器	備 考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)			流量 (m ³ /h)	水温 (°C)	温度 (°C)		
試験前 10:52	26.8	26.1	0.85	43	-	30	0.85	69	0.85	42	0.86	0.82	0.82	42	0.88	-	-	-	29	28	0.82	*黒袋重量 7.46	A-2-④	
試験開始 10:56					-							1.10	(調整)									*3Kg以上 (13.52)	5kg採取容器 *出荷前に確認	
試験中 3分後	-	-			-	29	0.85	66	0.82	48	0.83	0.82	1.12	52	1.12	-	-	-	29	36	1.10	(16.22) 3分30秒	測定日	
試験終了 11:01																			採集時間5分			(17.08) 11.06	8月 7日	
																			11.06-7.46=3.60kg				天 候	
																							晴れ	
																							温度 (°C)	
																							20 °C	
																							圧力 (MPa)	
																							0.75 MPa	
																							採取ガス量 (kg)	
																							*3Kg以上 3.60 kg	

⑥ 分析結果

各種フィルター：潤滑油等の除去（粒子径の小さい夾雑物を含む）

フィルター等		A-2-①	A-2-②	A-2-③	A-2-④
メーカー名		S社	S社	S社	T社
品名		積層タイプフィルター	糸巻きフィルター	積層タイプフィルター	油分除去フィルター
型式		PPK-09NG-0005	D-CCSX	PPK-09NG-0050	FP-FRC-10
形状		64φ × 249.5 内径28mm	65φ × 250 内径27.5mm	64φ × 249.5 内径28mm	64φ × 250 内径28mm
ろ材材質		ポリプロピレン	コットン	ポリプロピレン	ポリプロピレン
ろ過精度		多種類の不織布 ^{フノクフ} を積層する 0.5μ m(77μ)	綿素材を糸で巻き上げる 0.5μ m(ミナル)	多種類の不織布 ^{フノクフ} を積層する 5μ m(77μ)	油分吸着剤を添加 5μ m(ミナル)
最大許容差圧	MPa	0.55	0.55	0.55	
推奨交換差圧	MPa	0.14~0.21	0.14~0.21	0.14~0.21	
参考		水:10L/min at 80kPa	水:10L/min at 10kPa	水:30L/min at 28kPa	処理能力:7L/min 油分除去能力:200g

LPガスの品質に関する ガイドライン	試験体					
日本LPガス協会	試験体					
商業用プロパン:基準値	A-0	A-1	A-2-①	A-2-②	A-2-③	A-2-④
蒸発残渣分 (質量ppm)	原料	気化器のみ	気化器+フィルター	気化器+フィルター	気化器+フィルター	気化器+フィルター
75°C(C6~): 60以下	1780	900	530	330	170	520
105°C(C17~): 10以下	1280	670	350	150	110	390
	100%→	50%減→	40%減	60%減	80%減	40%減
		100%→	70%減	80%減	90%減	70%減
平均採取流量	250kg/h	200kg/h	30kg/h	32kg/h	35kg/h	43kg/h

特記事項

- 1) 各種ろ過フィルター4種類の内、積層タイプのフィルター5μmが最も除去率が優れていた。
- 2) 積層タイプフィルターの内、A-2-①ろ過精度0.5μmに対し、A-2-③のろ過精度5μmの方が残渣を除去していることより、ろ過密度を大きくした同一フィルターの評価試験を追加する。

(3) 追加試験結果

① 再生ガス採取 A-2-④

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号: A-2-⑤

容器記号番号: MRE 09655

試験実施日: 30年 9月 4日

残留ガス再生試験 (VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ⑤PPK-09NG-0100

10μm

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～ヘッ ダ- 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管			5kg 採取容器	備 考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)			流量 (m ³ /h)	水温 (°C)	温度 (°C)		
試験前 :	22	20	0.70	42	-	21	0.70	69	0.70	30	0.70	0.70	0.70	24	0.70	20	0.70		18	21	0.70	* 最終重量 0	A-2- ⑤	
試験開始 7:10					-																	* 3kg以上	5kg採取容器 * 出荷前に確認	
試験中 5分後	-	-	0.70	42	-	21	0.70	69	0.70	37	0.70	0.70	1.10	39	1.15	33	1.10		18	25	1.10	1.10	測定日	
試験中 10分後	-	-	0.70	42	-	21	0.70	71	0.70	37	0.70	0.70	1.10	40	1.15	33	1.10		19	24	1.10	1.66	9月 5日	
試験中 15分後	-	-	0.70	42	-	21	0.70	69	0.70	38	0.70	0.70	1.10	42	1.20	34	1.10		20	24	1.10	2.50	天 候	
試験中 20分後	-	-	0.70	42	-	21	0.70	68	0.70	38	0.70	0.70	1.10	42	1.20	33	1.10		21	24	1.10	3.26	曇り	
試験中	-	-			-																		温度 (°C)	
試験中	-	-			-																		23 °C	
試験中	-	-			-																		圧力 (MPa)	
試験中	-	-			-																		0.88 MPa	
試験中	-	-			-																		採取ガス量 (kg)	
試験中	-	-			-																		* 3kg以上 3.26 kg	
試験中	-	-			-																			
試験中	-	-			-																			
試験終了 :					-																		←3kg以上	

② 再生ガス採取 A-2-⑤

バルク貯槽内残留ガス再生試験

試験記録

容器表示番号: A-2-⑤

容器記号番号: MRE 09656

試験実施日: 30年 9月 4日

残留ガス再生試験 (VR+各種フィルター再生ガス)

フィルター名 ⑥PPK-09NG-0500

50μ m

天候 晴れ

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気 化器 配管		気化器		気化器～圧縮 機 配管		圧縮機		圧縮機～ヘッ ダ 配管		フィルター～流量 計 配管		流量計	冷却 装置	冷却装置～再生 容器 配管			5kg 採取容器	備 考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温 度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)			流量 (m ³ /h)	水温 (°C)	温度 (°C)		
試験前 7:35	23	21	0.70	42	-	24	0.70	68	0.70	33	0.70	0.70	0.70	35	0.75	28	0.70		21	24	0.70	* 最終重量 0	A-2- ⑥	
試験開始 7:37					-																	* 3kg以上	5kg採取容器 * 出荷前に確認	
試験中 5分後	-	-	0.70	42	-	22	0.70	71	0.70	40	0.70	0.70	1.10	47	1.15	33	1.10		21	26	1.10	1.00	測定日	
試験中 10分後	-	-	0.70	42	-	22	0.70	71	0.70	41	0.70	0.70	1.10	48	1.15	34	1.10		22	26	1.10	1.90	9月 5日	
試験中 15分後	-	-	0.70	42	-	22	0.70	69	0.70	42	0.70	0.70	1.10	50	1.15	34	1.10		23	26	1.10	2.78	天 候	
試験中 20分後	-	-	0.70	42	-	22	0.70	68	0.70	42	0.70	0.70	1.10	51	1.15	34	1.10		24	26	1.10	3.22	曇り	
試験中	-	-			-																		温度 (°C)	
試験中	-	-			-																		23 °C	
試験中	-	-			-																		圧力 (MPa)	
試験中	-	-			-																		0.88 MPa	
試験中	-	-			-																		採取ガス量 (kg)	
試験中	-	-			-																		* 3kg以上 3.22 kg	
試験中	-	-			-																			
試験中	-	-			-																			
試験終了 :					-																		←3kg以上	

③ 分析結果

各種フィルター：潤滑油等の除去（粒子径の小さい夾雑物を含む）

フィルター等		A-2-⑤	A-2-⑥
メーカー名		S社	S社
品名		積層タイプフィルター	積層タイプフィルター
型式		PPK-09NG-0100	PPK-09NG-0500
形状		64φ × 249.5 内径28mm	64φ × 249.5 内径28mm
ろ材材質		ポリプロピレン	ポリプロピレン
ろ過精度		フシヨクフ 多種類の不織布を積層する 10μ m (ア7ソ)	フシヨクフ 多種類の不織布を積層する 50μ m (ア7ソ)
最大許容差圧 MPa		0.55	0.55
推奨交換差圧 MPa		0.14~0.21	0.14~0.21
参考		水：30L/min at 30kPa	水：30L/min at 8kPa

追加試験：ろ過精度を変えて試験

10μm、50μm



結果：残渣分は減少せず。

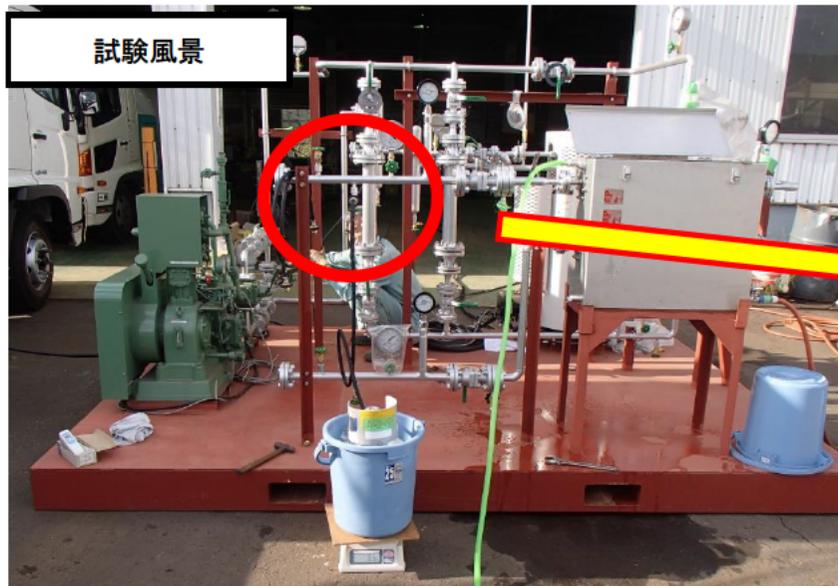
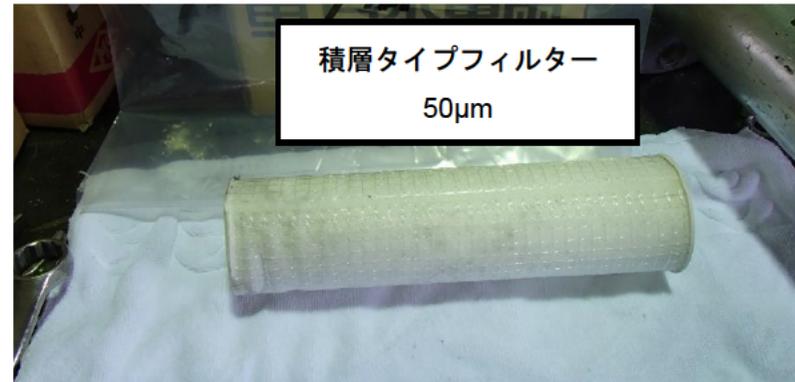
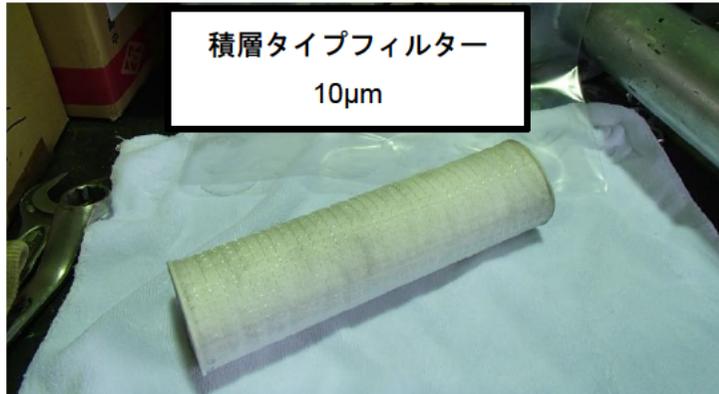
- ・ サンプリング部を配管の底部より採取した影響と推察。



- ・ 各試験において、サンプリングは配管の上部より行うとする。

LPガスの品質に関するガイドライン	試験体			
日本LPガス協会	A-0	A-1	A-2-⑤	A-2-⑥
商用用プロパン：基準値				
蒸発残渣分（質量ppm）	原料	気化器のみ	気化器+フィルター	気化器+フィルター
75°C (C6～)：60以下	(1780)	(900)	890	920
105°C (C17～)：10以下	(1280)	(670)	620	580
	100%→	50%減→	減少せず	減少せず
		100%→	50%減	50%減
平均採取流量	250kg/h	200kg/h	9.8kg/h	9.7kg/h

設備写真



* 採取部が配管底部であるとドレン等も採取することとなる。

以上

6.1.2.2.2 外気温影響再生試験

6.1.2.2.2.1 外気温影響再生試験用設備変更工事

外気温影響再生試験の実施においては、ろ過フィルターの単独及び2本直列方法並びにろ過フィルターと活性炭を使用した場合の外気温影響試験を実施するにあたり、別紙に掲げる残留ガス処理設備の変更工事を行う。

本件に係る変更仕様は、別紙図 6.1.2-3 に変更概要を示す。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙概略図 1 に試験実施概要を示す。

① 外気温影響再生試験用設備

外気温影響再生試験用設備は、表 6.1.2-3 に示す。

既存の試験設備に、

- ・ 気化器入口にマグネットストレーナーを設ける。
- ・ 不純物除去装置の入口配管にバイパス弁を設ける。

* 外気温影響再生試験に必要な設備等は表 6.1.2-3 に示すとおり。

表 6.1.2-3 外気温影響再生試験用設備

	設 備	備 考
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において15年以上利用されたもの	別紙 概略図 6.1.2-3 参照
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器： 100kg/h 圧縮機： 15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類 (圧力計、温度計等) 設備設置ベース	
変更工事 (機器の増設)	マグネットストレーナー 20A 1個 バイパス弁 ボール弁 25A 1個	

② 増設工事

別紙図 6.1.2-3 に基づき、(1)の改造を施工する。

a) 機器等

別紙図 6.1.2-3 を参照し、外気温影響再生試験に必要な機器・設備等を用意する。

イ) マグネットストレーナー 20A 1個

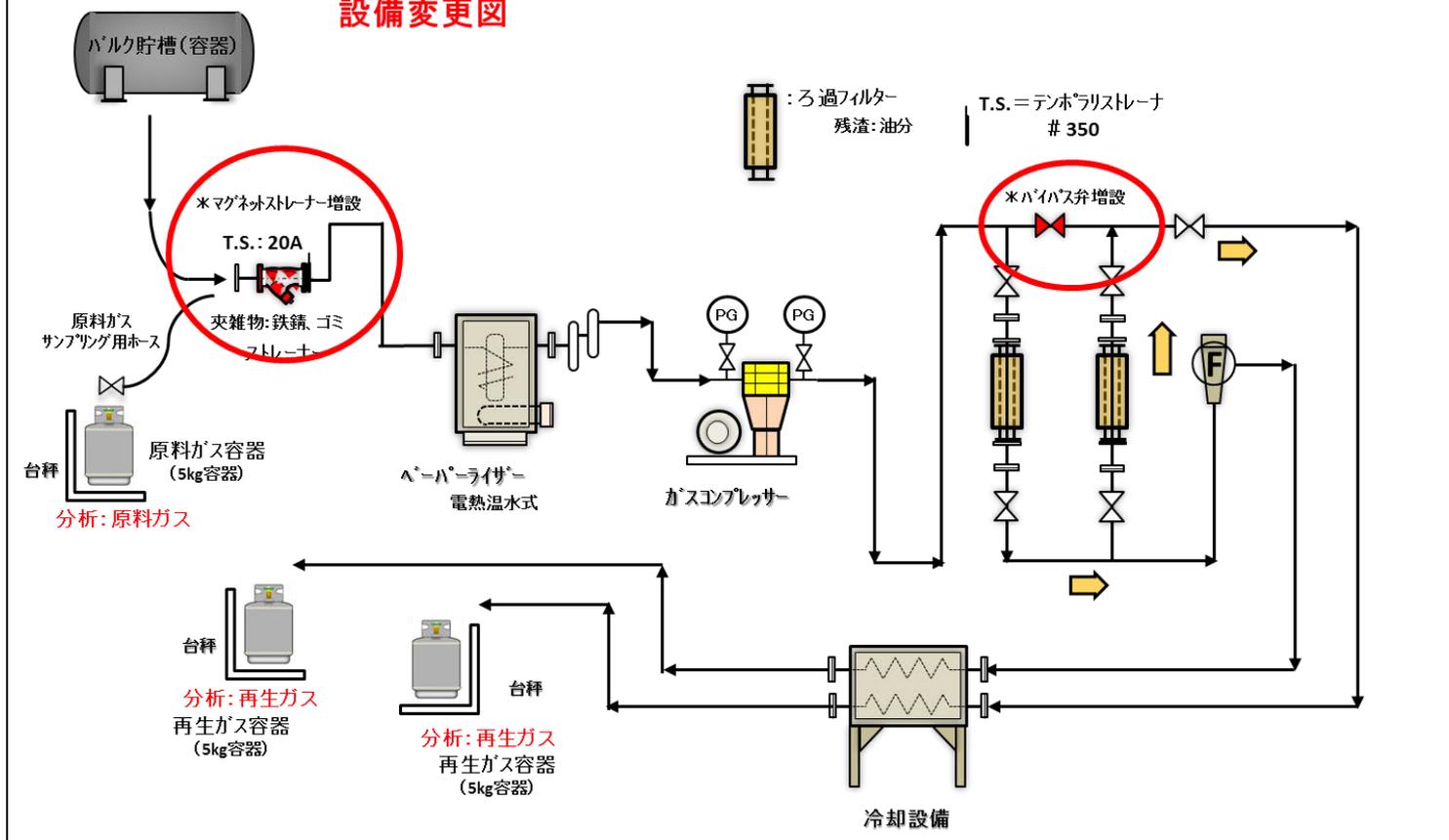
ロ) バイパス弁類 ボール弁 25A 1個

残留ガス回収・再生設備 気化器再生方式 概要図

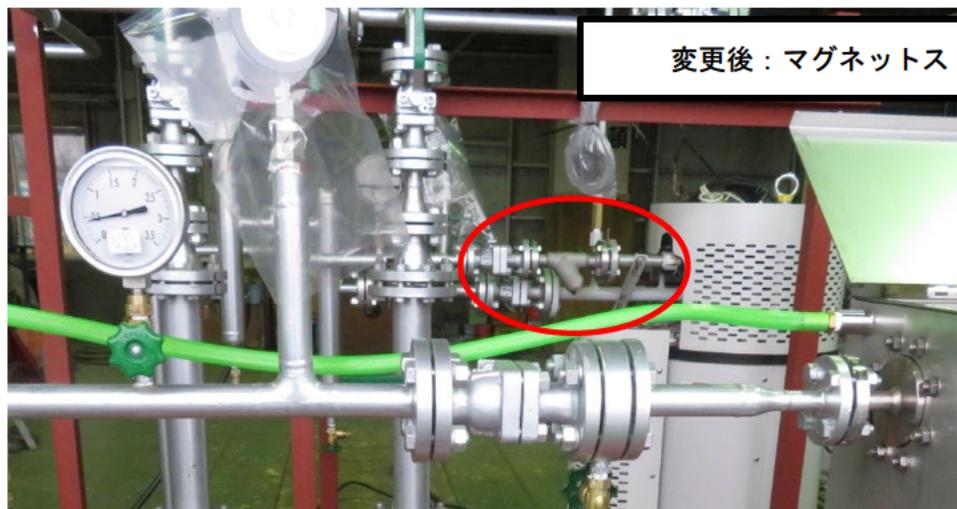
2018年8月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

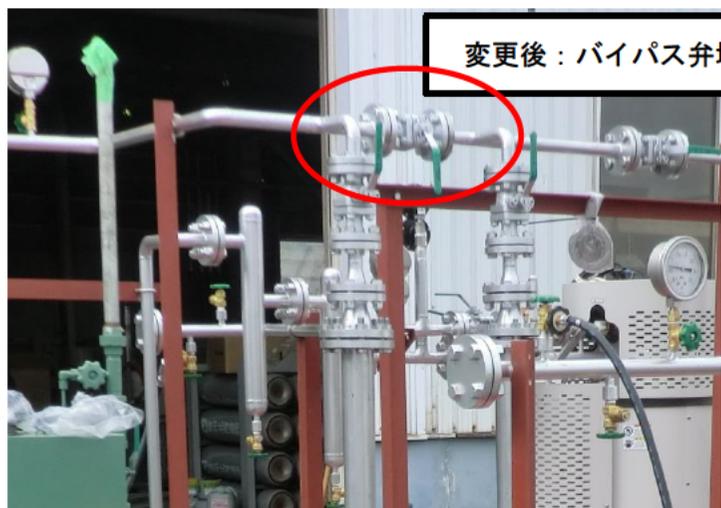
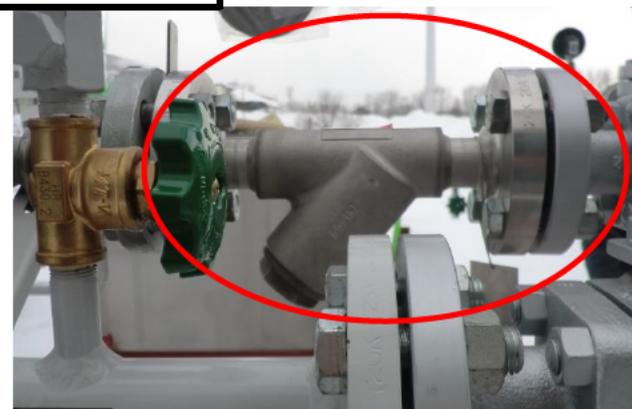
設備変更図



設備写真



変更後：マグネットストレーナー増設



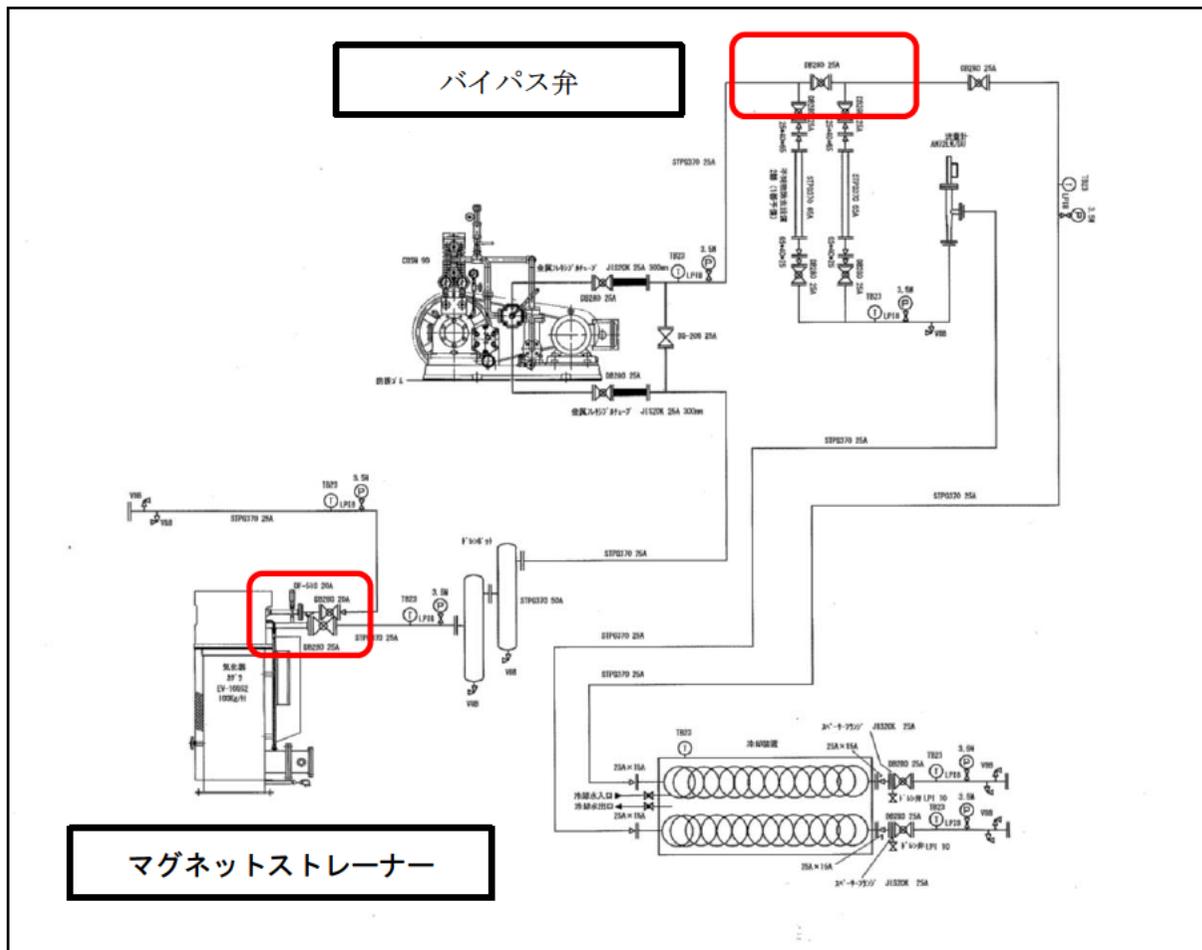
変更後：バイパス弁増設

テンポラリーストレーナー



20A

全体設備系統図



以上

6.1.2.2.2.2 外気温影響再生試験

残留ガス処理設備による再生工程では、外気温の変化によりバルク貯槽の残留ガスの温度、圧力が変化する。これにより、気化器を経由して再生される再生ガスが、外気温の影響を受け、再生設備全体が影響を受けることにより、再生ガスの品質にどのように影響しうるか試験する。

本年度調査においては、事前に不純物の除去効果が検証されろ過フィルターと活性炭を用いて、ろ過フィルターの直列再生又は活性炭との複合組み合わせにより、外気温の影響を評価する。本試験のフローを別紙図6.1.2-4、-5に示す。

再生試験は、月に一度サンプリングを行い、2ヶ月行う。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙図 6.1.2-4、-5 に試験実施概要を示す。

① 外気温影響再生試験設備

表 6.1.2-4 外気温影響再生試験用設備

	設 備	備 考
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において15年以上利用されたもの	別紙 概略図 6.1.2-4、-5 参照
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器： 100kg/h 圧縮機： 15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類 (圧力計、温度計等) 設備設置ベース *マグネットストレーナー、バイパス弁 増設済み	

② 試験方法

a) 残留ガスの採取

バルク貯槽の液取出し弁に5kg容器を接続し、液相のガスを回収する。5kg容器の液取出し弁に5kg容器を接続し、液相の検体用ガスを採集する。(バルク貯槽内の残留ガスを既に採集済みで、分析を行っている場合はそれに代える)

b) 再生ガスの採取

1) バルク貯槽の液取出し弁に気化設備を接続し、残留ガスを気化させる。

気化器の液入口部のマグネットストレーナーにより、粒子の大きい夾雑物等

の除去を行う。

2) 気化設備で気化したLPガスは、ガスコンプレッサーを経由して不純物除去設備のラインに通ずる。

3) 不純物除去ラインは、以下のそれぞれで行う。

- ・ろ過フィルターを単独と直列に配置する。(別紙図 2-1)
- ・ろ過フィルター及び活性炭を直列に配置する。(別紙図 2-2)

* 活性炭は、種類を変えて行い再生試験を行う。

4) 外気温の影響は、夏季以降(月1 サンプルング×2 ヶ月分×3 パターン)において、再生する。

* 3パターンによる採取再生ガス

イ) ろ過フィルター+ろ過フィルター：ろ過フィルター単独試験 1 本
ろ過フィルター+ろ過フィルター直列試験 1 本

ロ) ろ過フィルター+活性炭①：ろ過フィルター単独 1 本試験
ろ過フィルター+活性炭①直列試験 1 本

ハ) ろ過フィルター+活性炭②：ろ過フィルター単独試験 1 本
ろ過フィルター+活性炭②直列試験 1 本

※活性炭①は、平成 29 年度実施した活性炭。活性炭②は、更に除去能力を、向上させた新活性炭。

※毎月、再生ガスを 5kg 容器に回収する。計 6 本。

5) 3)、4) を 2 ヶ月行い、サンプルングし分析調査を行う。

分析容器の本数：5kg 容器 6 本×2 ヶ月=12 本

※各月毎に、採取容器及びフィルター、活性炭は新品を使用する。

6) 外気温影響再生試験終了後

イ) 各配管のドレン弁の点検及び気化器のドレン弁を確認する。

ロ) 気化器の液入口のマグネットストレーナーを取り外し、夾雑物の除去状況を確認する。

表 6.1.2-5 に、再生ガス等のサンプルングに用いた設備を示す。

表 6.1.2-5 再生ガスサンプルング設備

	設 備	備 考
サンプルング設備	再生ガス回収用容器 (5kg 容器)	12 本※
	再生ガス回収用高圧ホース	12 本※
その他	回収量測定用重量計	1 式

※日本LPガス団体協議会協力

③ 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

油分：JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

水分：JLPGA-S-02 日本LPガス協会規格「カールフィッシャー法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法	
組成	エタン+エチレン	0~100%	GC-TCD JIS K 2240	
	プロパン+プロピレン			
	ブタン			
	ブチレン			
	1,3-ブタジエン			
	ペンタン			
着臭剤	ジメチルスルフィド	>1ppm	GC-TCD	
	t-ブチルメルカプタン			
	i-プロピルメルカプタン			
その他	硫化水素			
	全硫黄分	>1ppm	JIS K 2240	
	メタノール	>1ppm	GC-FID	
	油分（C6~）	75℃	>10ppm	JLPGA-S-03
		105℃	>10ppm	
	水分	>5ppm	JLPGA-S-02	
水銀	>.001mg/Nm ³	JLPGA-S-07		

残留ガス回収・再生設備 強制気化方式 概要図

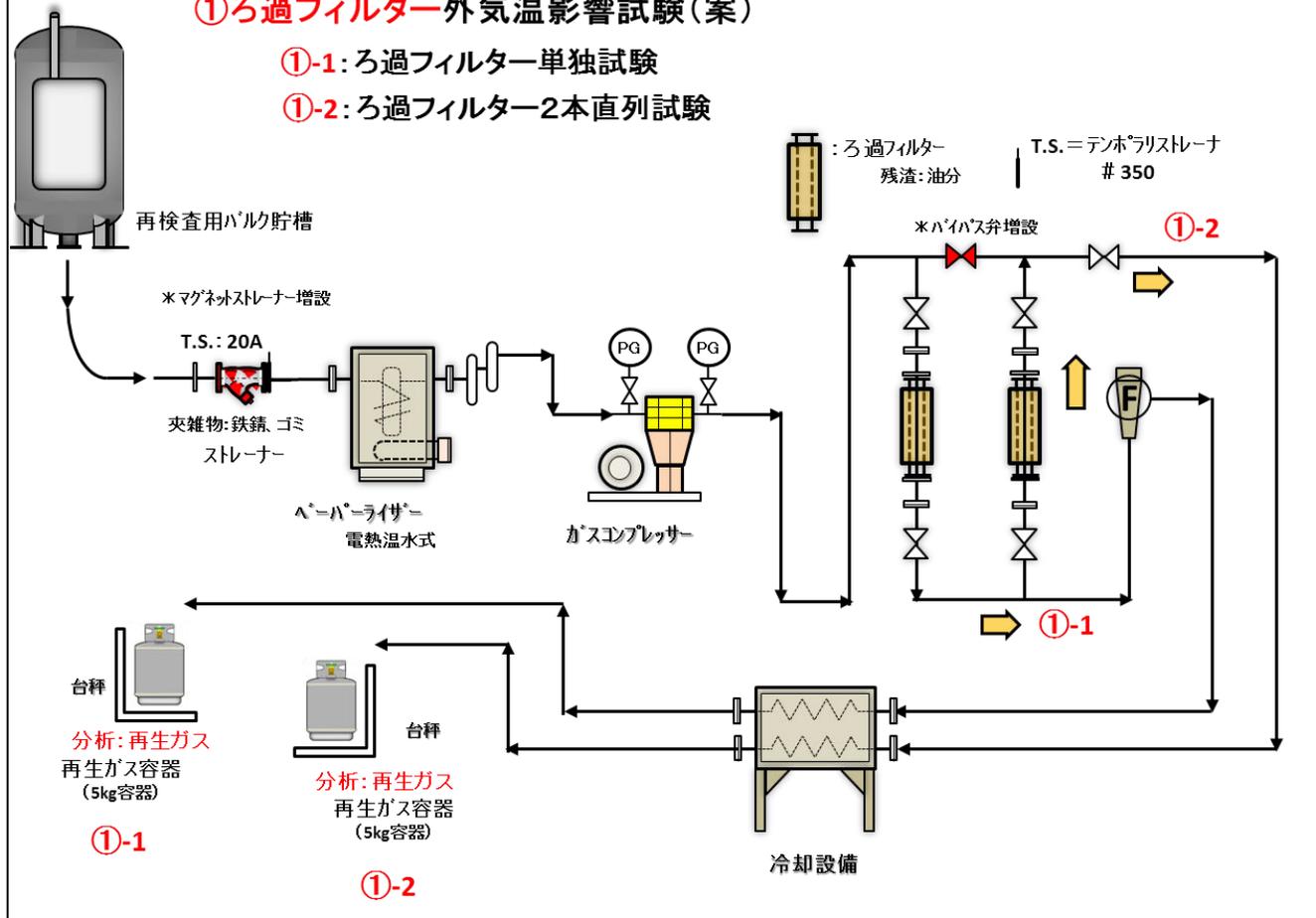
2018年9月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

①ろ過フィルター外気温影響試験(案)

①-1:ろ過フィルター単独試験

①-2:ろ過フィルター2本直列試験



残留ガス回収・再生設備 強制気化方式 概要図

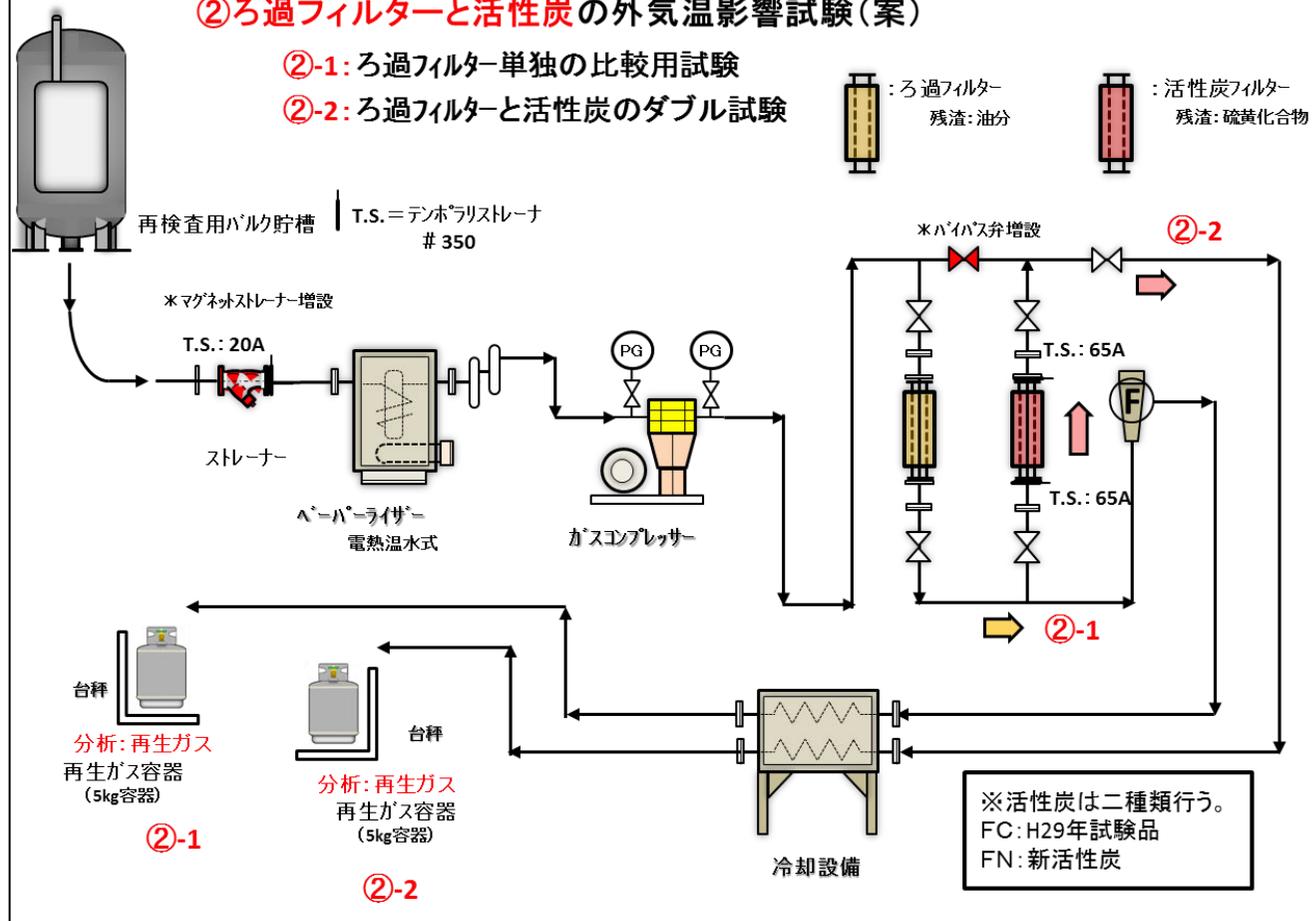
2018年9月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

②ろ過フィルターと活性炭の外気温影響試験(案)

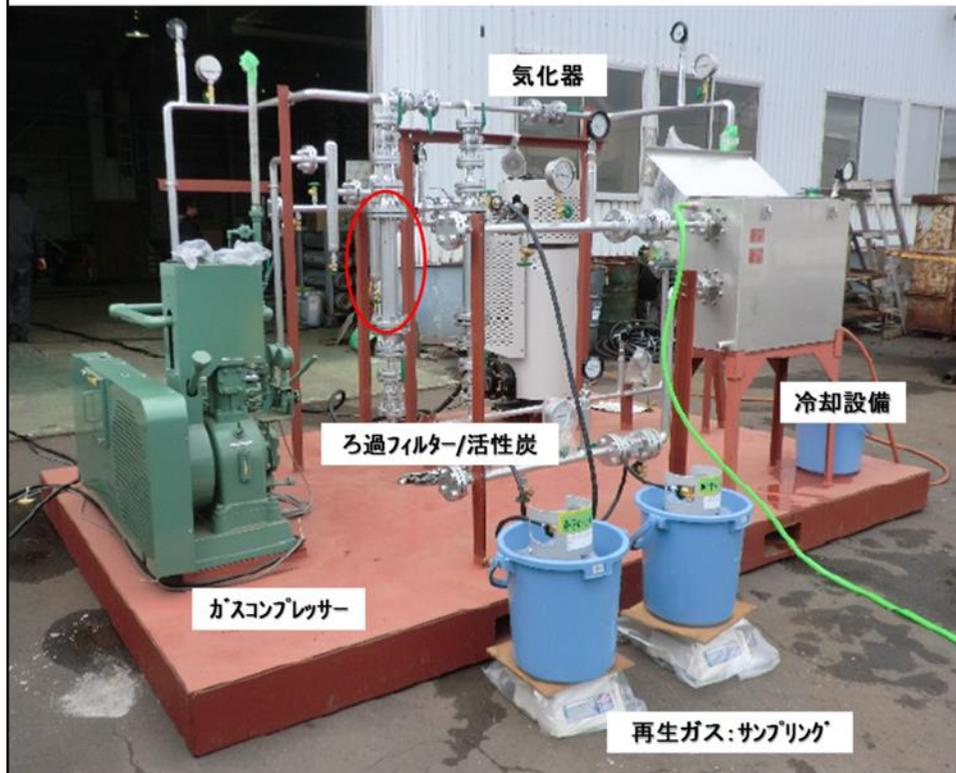
②-1:ろ過フィルター単独の比較用試験

②-2:ろ過フィルターと活性炭のダブル試験

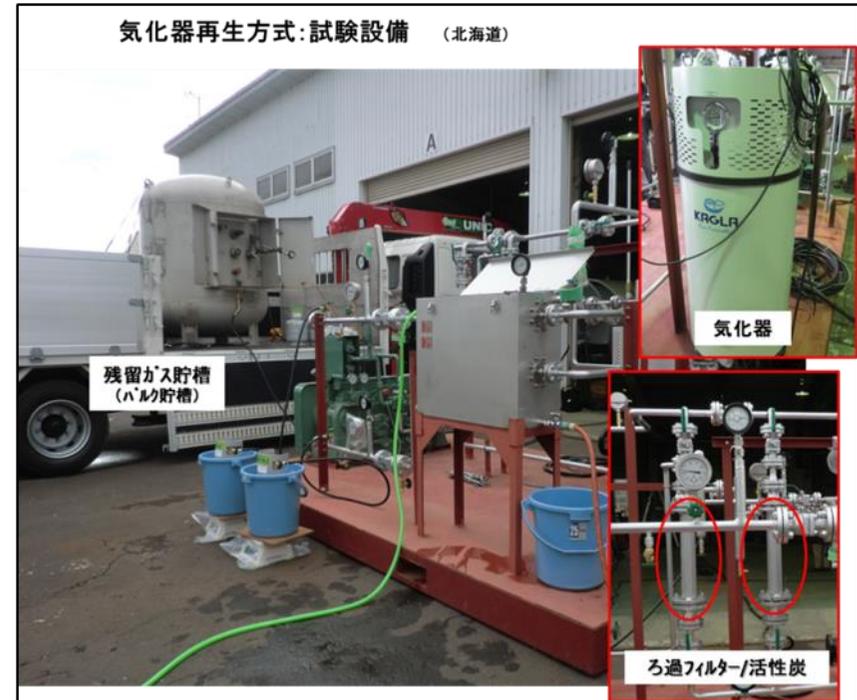


設備写真

気化器再生方式:試験設備 (北海道)



気化器再生方式:試験設備 (北海道)



ろ過フィルターと新活性炭

試験記録

試験実施日: 2018年 10月 17日

再生ガス: 外気温影響試験(ろ過フィルターと新活性炭) 10月

容器表示番号: A-FN-1-1とA-FN-2-1

天候 曇り

貯槽: 番号		バルク貯槽: 仕様				バルク貯槽 980kg			備考	採取容器 ろ過フィルター単独	採取容器 ろ過フィルター+新活性炭	出荷前確認	測定日 2018年 10月 18日		気温 11.0℃		天候 曇り		備考
時刻	外気温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (kg)	製造番号	製作年月	型式 (縦/横)		容器表示番号 A-FN-1-1	容器表示番号 A-FN-2-1		容器表示番号 A-FN-1-1	容器表示番号 A-FN-2-1					
9時50分	12.8	*表面温度 10.7	0.51	38	-		2000.8	縦型		風袋重量 (kg) 7.52	風袋重量 (kg) 7.56		圧力 (MPa) 0.61	採取ガス量 (kg) 3.62	圧力 (MPa) 0.65	採取ガス量 (kg) 3.54			

再生ガス: 外気温影響試験(フィルターと新活性炭)

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽~気化器 配管		気化器		気化器~圧縮機 配管		圧縮機		圧縮機出口~フィルター 配管		冷却装置	A-FN-1-1 ろ過フィルター単独		A-FN-2-1 ろ過フィルター+新活性炭		A-FN-1-1 採取ガス量 (kg)	A-FN-2-1 採取ガス量 (kg)				
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)		水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)			圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	
試験前 10:00	12.9	10.7	0.51	38	-	23	0.52	71	0.5	25	0.52	0.51	0.51	23	0.52	13	16	0.51	16	0.57	22	0.52	16	0.51	*重量	*重量
試験開始 10:05					-																				*3kg以上	*3kg以上
試験中	-	-	-	-	-	13	0.51	64	0.48	37	0.49	0.49	0.88	28	0.88	13	22	0.88	20	0.82	26	0.86	18	0.82	3.5	(2分44秒)
試験終了 10:10	-	-	-	-	-																				(3分13秒)	3.5
	-	-	-	-	-																					
	-	-	-	-	-																					
	-	-	-	-	-																					
	-	-	-	-	-																					
					-																				3kg以上	3kg以上

ろ過フィルターと活性炭：H29年度試験品

試験記録

試験実施日：2018年 11月 14日

再生ガス：外気温影響試験(ろ過フィルターと活性炭)

11月

容器表示番号：A-FC-1-2とA-FC-2-2

天候 曇り

貯槽：番号	バルク貯槽：仕様				バルク貯槽 980kg			備考	採取容器 ろ過フィルター単独	採取容器 ろ過フィルター+活性炭	出荷前確認	測定日 2018年 11月 15日		気温 6℃		天候 曇り		備考
時刻	外気温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (kg)	製造番号	製作年月		型式 (縦/横)	容器表示番号 A-FC-1-2		容器表示番号 A-FC-2-2	容器表示番号 A-FC-1-2	容器表示番号 A-FC-2-2				
9時15分	5.7	*表面温度 5.0	0.51	34	-		2000.8		縦型	風袋重量 (kg) 7.54		風袋重量 (kg) 7.56	圧力 (MPa) 0.51	採取ガス量 (kg) 3.42	圧力 (MPa) 0.51	採取ガス量 (kg) 3.72		

再生ガス：外気温影響試験(ろ過フィルターと活性炭：H29年度試験品)

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気化器 配管		気化器		気化器～圧縮機 配管		圧縮機		圧縮機出口～フィルター 配管		冷却装置		フィルター～流量計入口 配管		冷却装置～再生容器 配管		フィルター直列～冷却装置 配管		冷却装置～再生容器 配管		A-FC-1-2	A-FC-2-2
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)
試験前 9:25	5.8	5.1	0.46	34	-	5	0.46	68	0.42	13	0.44	0.41	0.41	8	0.46	8		4	0.4	6	0.42	8	0.42	5	0.41	*重量	*重量
試験開始 9:29					-																					*3kg以上	*3kg以上
試験中 5分後	-	-	-	-	-	4	0.40	68	0.38	25	0.38	0.37	0.76	23	0.68	8		16	0.58	18	0.58	20	0.58	16	0.58		
試験中 8分後	-	-	-	-	-	4	0.47	71	0.41	41	0.42	0.40	0.62	26	0.64	10		17	0.58	17	0.58	21	0.60	15	0.58	3.50	(10分30秒)
試験中 13分後						5	0.45	68	0.42	43	0.42	0.40	0.72	28	0.76	11		17	0.68	16	0.70	20	0.71	16	0.70	(14分30秒)	3.74
試験終了 14分30秒後																											
																										3kg以上	3kg以上

ろ過フィルターと新活性炭

試験記録

試験実施日: 2018年 11月 14日

再生ガス: 外気温影響試験(ろ過フィルターと新活性炭) 11月

容器表示番号: A-FN-1-2とA-FN-2-2

天候 曇り

貯槽: 番号	バルク貯槽: 仕様					バルク貯槽 980kg			備考	採取容器 ろ過フィルター単独	採取容器 ろ過フィルター+新活性炭	出荷前確認	測定日 2018年 11月 15日		気温 6℃		天候 曇り		備考
時刻	外気温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	製造番号	製作年月	型式 (縦/横)		容器表示番号 A-FN-1-2	容器表示番号 A-FN-2-2		容器表示番号 A-FN-1-2	容器表示番号 A-FN-2-2					
10時05分	6.5	*表面温度 4.6	0.46	34	-		2000.8	縦型		風袋重量 (kg) 7.56	風袋重量 (kg) 7.52		圧力 (MPa) 0.52	採取ガス量 (kg) 3.5	圧力 (MPa) 0.52	採取ガス量 (kg) 3.6			

再生ガス: 外気温影響試験(ろ過フィルターと新活性炭)

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽~気化器 配管		気化器		気化器~圧縮機 配管		圧縮機		圧縮機出口~フィルター 配管		冷却装置	A-FN-1-2 ろ過フィルター単独		A-FN-2-2 ろ過フィルターと新活性炭		A-FN-1-2		A-FN-2-2			
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	採取ガス量 (kg)
試験前 10:15	6.9	4.3	0.46	34	-	8	0.46	68	0.44	27	0.44	0.42	0.42	16	0.48	12	8	0.41	10	0.44	13	0.45	9	0.41	*重量	*重量
試験開始 10:18					-																				*3kg以上	*3kg以上
試験中 3分後	-	-	-	-	-	7	0.46	68	0.42	28	0.43	0.41	0.60	17	0.67	12	11	0.58	12	0.60	15	0.60	12	0.60		
試験中 8分後	-	-	-	-	-	5	0.45	68	0.42	45	0.42	0.40	0.80	32	0.86	13	22	0.76	21	0.78	26	0.78	28	0.75		
試験中 10分後						5	0.45	70	0.42	48	0.42	0.40	0.80	38	0.86	16	21	0.76	22	0.78	26	0.78	28	0.75	3.56	(13分9秒)
試験終了 13分32秒後																									(13分20秒)	3.58
	-	-	-	-	-																					
	-	-	-	-	-																					
	-	-	-	-	-																					
					-																				3kg以上	3kg以上

③ 分析結果

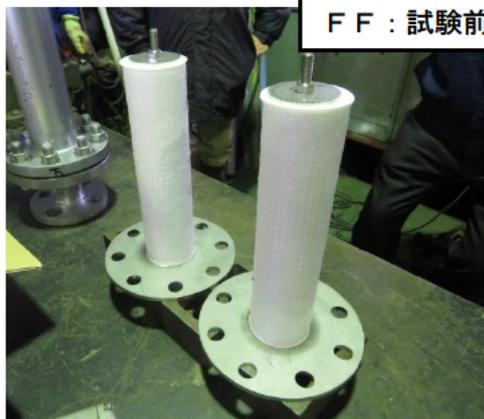
気化器再生 外気温影響試験まとめ

				試験日:2018年10月						試験日:2018年11月								
適用法規等		液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	残留ガス	再生ガス (気化器再生+)						再生ガス (気化器再生+)						
規制対象成分						再生ガス		外気温 16.4℃		外気温 12.9℃		外気温 12.9℃		外気温 9.1℃		外気温 5.8℃		外気温 6.9℃
		気化器熱源 64℃		気化器熱源 63℃		気化器熱源 64℃		気化器熱源 64℃		気化器熱源 64℃		気化器熱源 68℃		気化器熱源 68℃				
		ろ過フィルター :W		ろ過フィルター +活性炭		ろ過フィルター +新活性炭		ろ過フィルター :W		ろ過フィルター +活性炭		ろ過フィルター +新活性炭		ろ過フィルター +新活性炭				
		単独 W		単独 +活性炭		単独 +新活性炭		単独 W		単独 +活性炭		単独 +新活性炭		単独 +新活性炭				
		A-FF -1-1 A-FF -2-1		A-FC -1-1 A-FC -2-1		A-FN -1-1 A-FN -2-1		A-FF -1-2 A-FF -2-2		A-FC -1-2 A-FC -2-2		A-FN -1-2 A-FN -2-2		A-FF -1-2 A-FF -2-2				
組成成分	イタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	未実施	未実施	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (7プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	未実施	未実施	95.2	96.5	95.2	96.6	95.2	96.5	95.1	96.7	97.0	97.0	95.2	96.8
	ブタン mol %		報告	≥20	未実施	未実施	4.6	3.2	4.6	3.1	4.6	3.2	4.7	3.0	2.8	2.8	4.6	2.9
	ブチレン mol %		報告		未実施	未実施	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	未実施	未実施	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の 表示規制値:1.0wt%)		未実施	未実施	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
銅板腐食試験 (40℃, 1h)			≤1	≤1	未実施 (H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)													
蒸発残渣分	(75℃) wt ppm C6~		≤60		1780	900	270	77	560	35	980	29	2120	1240	1160	78	1370	47
	(105℃) wt ppm C17~		≤10		1280	670	260	74	260	18	490	21	1720	1190	640	65	720	43
全硫黄分 wt ppm			≤50	≤50	未実施	未実施	106	19	99	12	90	16	100	23	68	3	112	8
水分 wt ppm			≤70 (遊離水分なし)		未実施	未実施	13	9	34	72	39	58	17	18	26	6	8	15
水銀 mg/Nm3		例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009		未実施 <0.001													
メタノール wt ppm			北海道450≤ 東北・中部 山岳350≤ その他(沖縄 除く) 300≤ (上限値: 2,400ppm)		未実施													

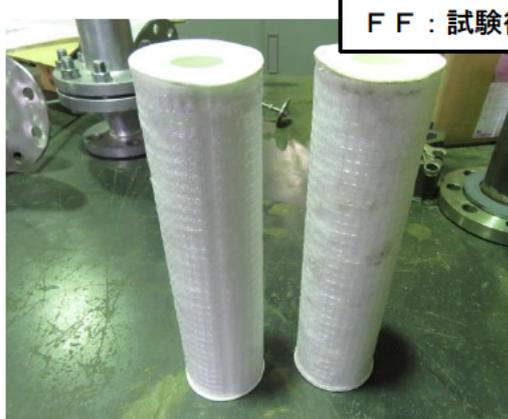
※青色枠:品質ガイドラインに不適合(JIS適合)

※黄色枠:JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

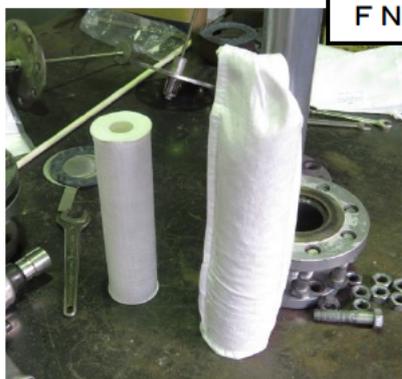
参考写真



FF : 試験前



FF : 試験後



FN : 試験前



FN : 試験後



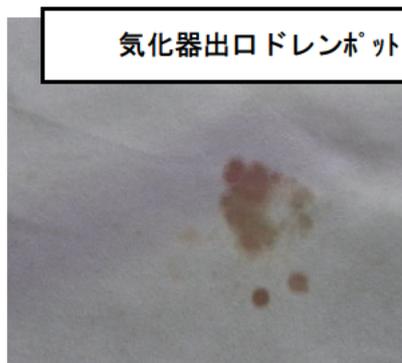
マグネットストレーナー : 試験前



マグネットストレーナー : 試験後



気化器ドレン



気化器出口ドレンポット

④ 試験結果概要

前記試験記録結果に基づき、外気温影響試験結果について、以下に記述する。

a) 適用法規等

1) 液石法施行規則第12条（組成分、水銀）

残留貯槽は、消費者に設置されていた既存のバルク貯槽であり、ろ過フィルター、ろ過フィルターのW、ろ過フィルターと活性炭、ろ過フィルターと新活性炭のサンプリング結果については、何れも組成分の基準値を満足していた。

2) JIS規格（JIS K 2240）（組成分、銅板腐食試験、全硫黄分）

全硫黄分については、ろ過フィルターの単独では、何れも基準値を満足しなかったが、ろ過フィルターのW、或いは、活性炭の組み合わせにおいては、基準値を満足した。

3) 品質ガイドライン（日本LPガス協会 品質指標）

ろ過フィルターと活性炭の組み合わせにおいては、蒸発残渣分の105℃において、若干、基準値を満足しなかった。また、蒸発残渣分の75℃においては、11月度の活性炭について、僅かに基準を満たさなかった。

水分について、10月のろ過フィルターと活性炭の組み合わせで、基準値に対し、僅かに多く水分が検出された。

b) 考察

昨年は、活性炭のみで再生試験を行ったが、今回、更に、ろ過フィルターを活性炭前に入れたことにより、再生ガスは、昨年に比べ、安定して再生され、また、再生ガスの分析値も向上した。フィルターを2本直列にしても、再生能力は向上したが、活性炭の組み合わせの方が、確実に再生能力は向上することが確認できた。

今回の外気温影響試験は、残留ガスの温度の低下又は再生設備の運転環境において外気温度が低下した場合、再生能力に影響が生じるかを検証することであるが、10月度に比べ、蒸発残渣分については、11月度は若干増加したように見られるが、全硫黄、水分については、11月度の方が僅かによかった。

c) 課題

本方法によって再生されたガスを採取し、正確な分析作業を行った結果により、適用法規等に対する判定ができたことからすれば、本再生方法であっても、確実な成分分析作業は必須となる。

活性炭を通過した再生ガスは、着臭剤が除去されている可能性が高い。再生

ガスとして再利用する場合は、高圧ガス保安法の着臭濃度を満たすよう再生ガスに着臭することも考慮しなければならないと考える。

(3) 今後の予定

① 外気温影響試験について

今回の試験は、ろ過フィルターとろ過フィルター、ろ過フィルターと活性炭の組み合わせを用いたが、ろ過フィルターの代わりに、活性炭と活性炭の組み合わせにより再生試験を行い残渣分等の除去能力が向上するか否か検証し、再生ガスの再生方法として、ろ過フィルター又は活性炭の組み合わせ方法について比較評価を行う。

6.1.2.2.3 外気温影響再生試験追加試験

残留ガス処理設備による再生工程では、外気温の変化によりバルク貯槽の残留ガスの温度、圧力が変化する。これにより、気化器を経由して再生される再生ガスが、外気温の影響を受け、どのように影響しうるか試験する。

本年度調査においては、事前に不純物の除去効果が検証されたろ過フィルターと活性炭を用いて、ろ過フィルターの直列再生又は活性炭との複合組み合わせにより、外気温の影響を評価した。

これらにおいて、活性炭の不純物除去能力は、ろ過フィルターに比べ、優位に作用しているように見られることから、ろ過フィルターを用いずに、活性炭と活性炭の組み合わせによる再生試験を追加して行い、また、冬季の再生試験について評価検証することとする。

(1) 仕様

本件に係る仕様は、次の①及び②に掲げるとおり実施する。

別紙図 6.1.2-6 に試験実施概要を示す。

① 外気温影響再生試験設備

表 6.1.2-6 外気温影響再生試験用設備

	設 備	備 考
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において15年以上利用されたもの	別紙 概略図 6.1.2-6 参照
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器： 100kg/h 圧縮機： 15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類（圧力計、温度計等） 設備設置ベース *マグネットストレーナー、バイパス弁 増設済み	

② 試験方法

a) 残留ガスの採取

バルク貯槽の液取出し弁に5kg容器を接続し、液相のガスを回収する。5kg容器の液取出し弁に5kg容器を接続し、液相の検体用ガスを採集する。

* 残留ガスを5kg容器に回収する。計1本。

b) 再生ガスの採取

- 1) バルク貯槽の液取出し弁に気化設備を接続し、残留ガスを気化させる。
気化器の液入口部のマグネットストレーナーにより、粒子の大きい夾雑物等の除去を行う。
- 2) 気化設備で気化したLPガスは、ガスコンプレッサーを経由して不純物除去設備のラインに通ずる。
- 3) 不純物除去ラインは、以下のそれぞれで行う。
 - ・活性炭を単独と直列に配置する。（別紙図1）
 - * 活性炭は、新型活性炭を用いて再生試験を行う。
- 4) 外気温の影響の追加試験は、冬季1パターンを1回、再生する。
 - * 1パターンによる採取再生ガス
 - ・採取前準備
採取前に、設備内のガスを再生ガスで充填させるため、少なくとも、試験設備の入口部から採取容器までの配管の内容積分のガスを流通した後にサンプリングを実施する。（燃焼又は放出等）
 - ・新型活性炭+新型活性炭 : 新型活性炭の単独試験1本
新型活性炭の直列試験1本
 - * 再生ガスを5kg容器に回収する。計2本。
- 5) 前記採取容器の分析調査を行う。
分析容器の本数：5kg容器1本+2本=3本
※各試験毎に、採取容器及び活性炭は新品を使用する。
- 6) 外気温影響再生試験終了後
 - ・各配管のドレン弁の点検及び気化器のドレン弁を確認する。
 - ・気化器の液入口のマグネットストレーナーを取り外し、夾雑物の除去状況を確認する。

表 6.1.2-7 に、再生ガス等のサンプリングに用いた設備を示す。

表 6.1.2-7 再生ガスサンプリング設備

	設 備	備 考
サンプリング設備	再生ガス回収用容器（5kg 容器）	3 本
	再生ガス回収用高圧ホース	3 本
その他	回収量測定用重量計	1 式

③ 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

油分：JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

水分：JLPGA-S-02 日本LPガス協会規格「カールフィッシャー法」

測定対象の成分名、測定範囲及び分析方法

測定項目		測定範囲	分析方法	
組成	エタン+エチレン	0~100%	GC-TCD JIS K 2240	
	プロパン+プロピレン			
	ブタン			
	ブチレン			
	1,3-ブタジエン			
	ペンタン			
着臭剤	ジメチルスルフィド	>1ppm	GC-TCD	
	t-ブチルメルカプタン			
	i-プロピルメルカプタン			
その他	硫化水素			
	全硫黄分	>1ppm	JIS K 2240	
	メタノール	>1ppm	GC-FID	
	油分（C6~）	75℃	>10ppm	JLPGA-S-03
		105℃	>10ppm	
	水分	>5ppm	JLPGA-S-02	
水銀	>.001mg/Nm ³	JLPGA-S-07		

残留ガス回収・再生設備 気化器再生方式 概要図

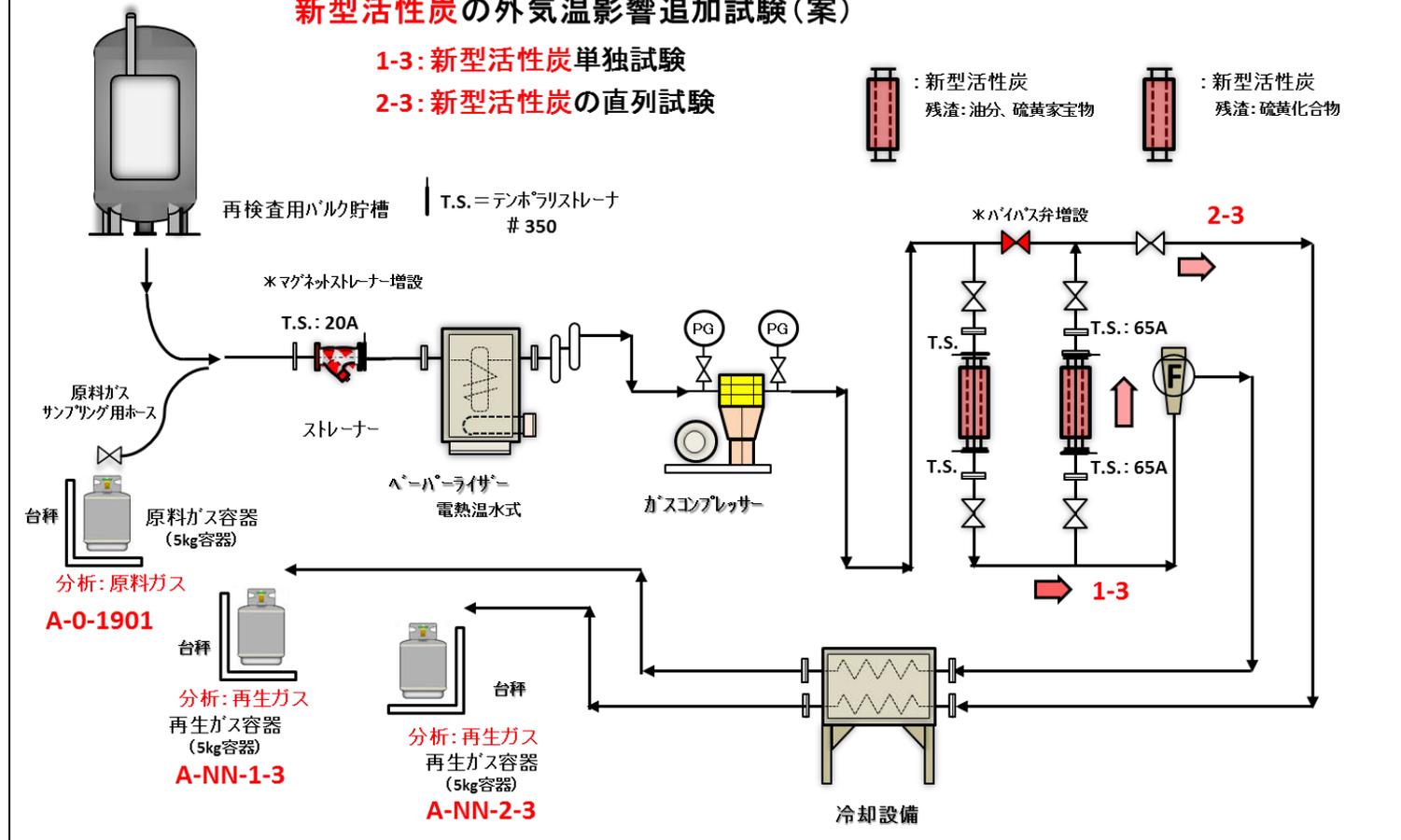
2018年12月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

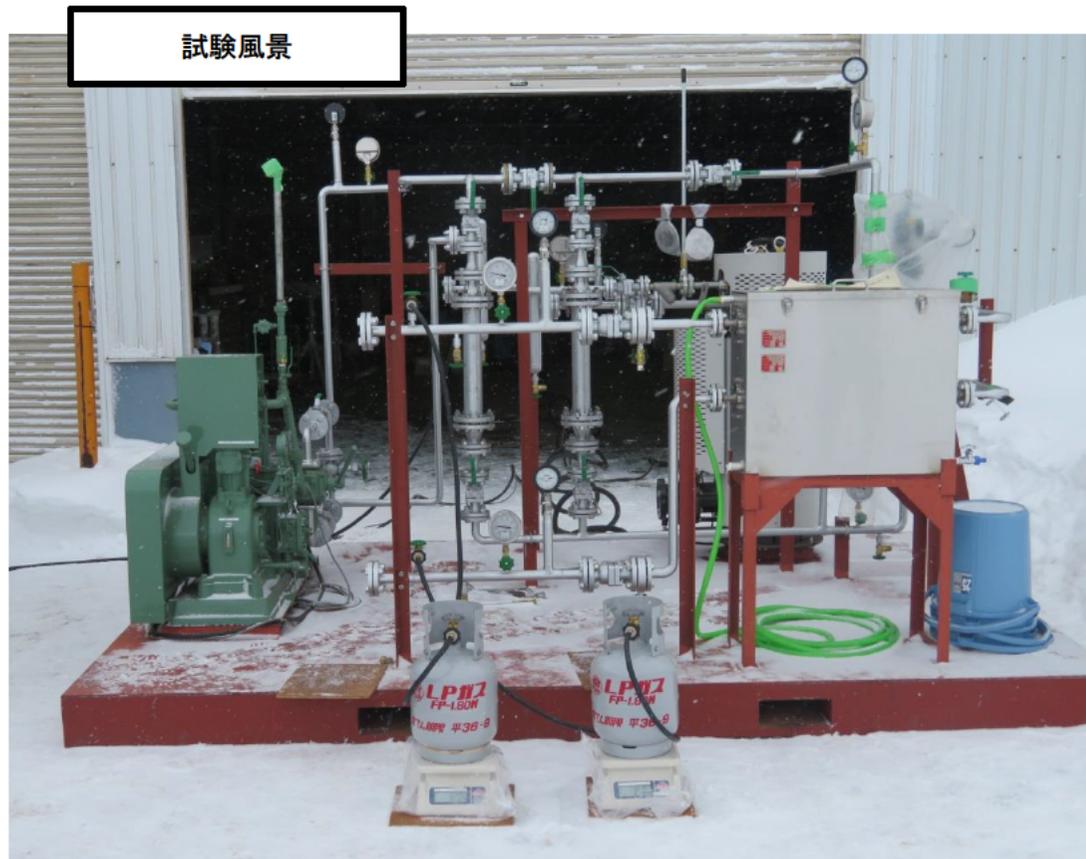
新型活性炭の外気温影響追加試験(案)

1-3: 新型活性炭単独試験

2-3: 新型活性炭の直列試験



設備写真



(2) 試験結果

① 外気温影響再生試験追加試験記録

試験記録

試験実施日：2019年 1月 18日

再生ガス：外気温影響試験追加試験（新活性炭+新活性炭）

1月

天候 雪

貯槽：番号		バルク貯槽：仕様				バルク貯槽 980kg			備考	採取容器：残留ガス	採取容器：新活性炭単独	採取容器：新活性炭直列	備考
時刻	外気温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	製造番号	製作年月	型式 (縦/横)		容器表示番号 A-0-1901	容器表示番号 A-NN-1-3	容器表示番号 A-NN-2-3	
9時50分	-5	*表面温度 -	0.3	34	-		2000.8	縦型		風袋重量(kg) 7.50	風袋重量(kg) 7.50	風袋重量(kg) 7.46	

1. 試験用バルク貯槽：残留ガス回収試験

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽：仕様				残留ガス 5kg採取容器		出荷前確認	測定日 2019年 1月 21日 気温 -3.5 天候 雪						備考
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	残留ガス名 (容器表示番号)	採取ガス量 (kg)		容器表示番号 A-0-1901		容器表示番号 A-NN-1-3		容器表示番号 A-NN-2-3		
試験開始 9:50		*表面温度			-				圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)	
3分19秒 終了		*表面温度			-	A-0-1901	*3kg以上 9.12-7.5 1.62kg		0.35	1.62	0.39	3.22	0.39	3.58	

2. 再生ガス：外気温影響試験追加試験（新活性炭+新活性炭）

A-NN-1-3 新活性炭単独 A-NN-2-3 新活性炭直列

時刻	外気温 (°C)	バルク貯槽				バルク貯槽～気化器 配管		気化器		気化器～圧縮機 配管		圧縮機		圧縮機出口～冷却装置 配管		冷却装置		フィルター～流量計入口 配管		冷却装置～再生容器 配管		フィルター直列～冷却装置 配管		冷却装置～再生容器 配管		A-NN-1-3	A-NN-2-3
		温度 (°C)	圧力 (MPa)	液面高 (%)	貯蔵量 (Kg)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	熱源温度 (°C)	出口圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	吸圧 (MPa)	吐圧 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	水温 (°C)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)	採取ガス量 (kg)
準備前 10:10	-4	-3.4	0.30	34	-	0.25	73	0.22	-	0.25	0.21	0.21	-	0.28				0.21	0.22		0.23		0.21			*重量	*重量
準備終了：	*準備：燃焼等により、試験設備配管内を再生ガスで満たす																										
試験開始 10:30	-4	-3.4	0.30	34	-	-3	0.35	71	0.31	20	0.32	0.31	0.31	-	0.36			0.30	0.32		0.35		0.31			*3kg以上	*3kg以上
試験中 3分後	-	-	-	-	-	-3	0.32	69	0.38	35	0.32	0.30	0.70	23	0.78			18	0.70	15	0.70	21	0.71	15	0.69	3.22kg 5分30秒	
試験中 8分後	-	-	-	-	-	-2	0.32	72	0.3	38	0.31	0.30	0.88	28	0.98			25	0.97	12	0.98	30	0.99	26	0.99		3.58kg 9分30秒
試験中	-	-	-	-	-																						
試験終了：																										3kg以上	3kg以上
ドレン状況	-	-	-	-	-													-	-	-		-	-				

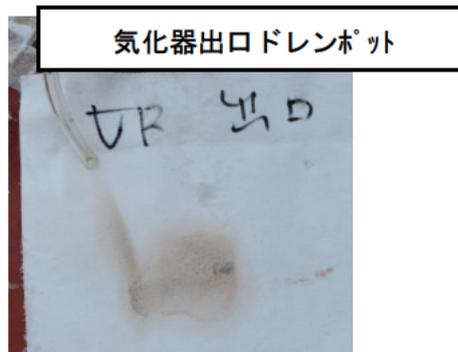
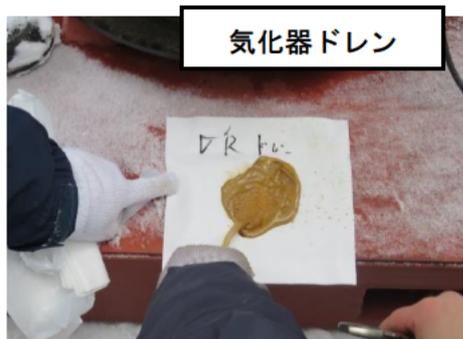
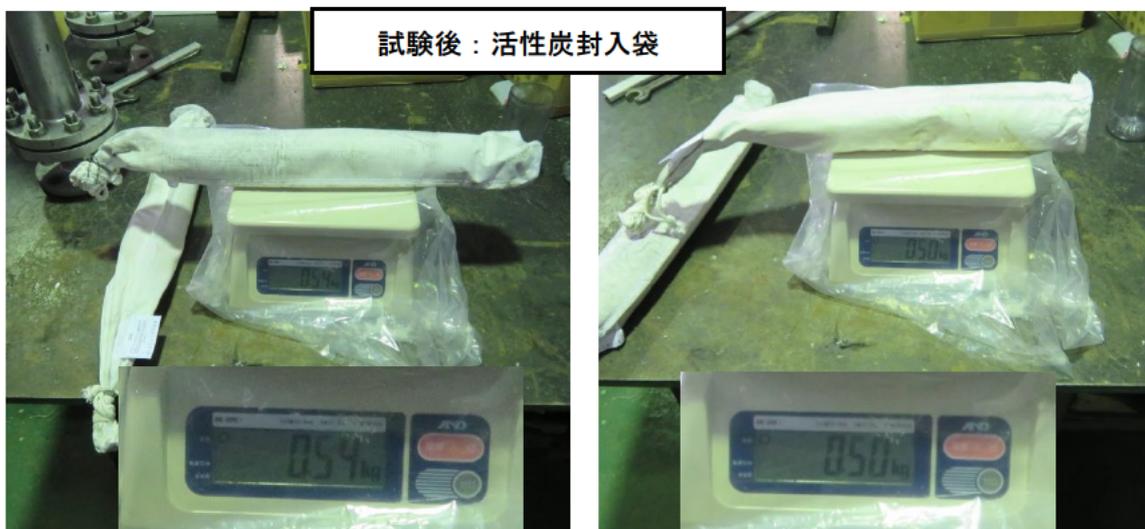
② 分析結果

気化器再生 外気温影響試験まとめ					試験日: 2019年1月		
適用法規等		液石法施行規則 第12条	品質ガイドライン	JISK2240	残留ガス	再生ガス (気化器再生+)	
						外気温 -5°C	
規制対象成分		(液化石油ガスの規格)	(商業用プロパン)	(1種1号い号)	A-O-1901	新活性炭+新活性炭	
						単独	+新活性炭
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	0.1	0.1	0.2
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号 60 ≤ x < 80 は号 < 60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	95.3	94.8	96.9
	ブタン mol %	/	報告	≥20	4.5	5.0	2.8
	ブチレン mol %		報告		0.1	0.1	0.1
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	0.0	0.0	0.0
	ペンタン wt %	/	報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)	/	0.0	0.0	0.0
銅板腐食試験 (40°C, 1h)		/	≤1	≤1	未実施 (H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)		
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~	/	≤60	/	1540	230	110
	(105°C) wt ppm C17~	/	≤10	/	1320	130	88
全硫黄分 wt ppm		/	≤50	≤50	78	53	41
水分 wt ppm		/	≤70 (遊離水分なし)	/	6	49	15
水銀 mg/Nm ³		例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009	/	未実施 <0.001		
メタノール wt ppm		/	北海道450 ≤ 東北・中部山 岳350 ≤ その他(沖縄除く) 300 ≤ (上限値: 2,400ppm)	/	未実施		

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

参考写真



③ 試験結果概要

前記試験記録結果に基づき、外気温影響試験結果について、以下に記述する。

a) 適用法規等

1) 液石法施行規則第12条 (組成分、水銀)

残留ガス貯槽は、消費者に設置されていた既存のバルク貯槽であり、残留ガスの組成分に対して、新活性炭通過後の成分は、若干、変わるが何れも組成分の基準値を満足していた。

2) JIS規格 (JIS K 2240) (組成分、銅板腐食試験、全硫黄分)

全硫黄分については、新活性炭の単独では、基準値を満足しなかったが、新活性炭の2本目通過においては、基準値を満足した。

3) 品質ガイドライン (日本LPガス協会 品質指標)

蒸発残渣分の75℃、105℃の何れにおいても、新活性炭を通過する毎に、値は低くなるが、基準を満たすことはできなかった。

水分について、残留ガスに対して、活性炭通過では値が上昇していることより、設備内或いは活性炭自身の水分が混入されたと推察するが、基準値は満たしていた。

b) 考察

ろ過フィルターと活性炭の組み合わせに対し、活性炭のみの方が除去能力は向上すると期待したが、結果は、ろ過フィルターと活性炭の組み合わせの方が優位であった。

1本目をろ過フィルターから活性炭に変更したことで、単独の活性炭の方が蒸発残渣分は少なくなったが、2本目の活性炭では、更に除去することができなかった。

外気温が零下であったことより、配管内での再生ガスには低沸点系の油分等がミスト状で混在されていたのかとも推察する。

外気温における影響について、気化器のドレンは何れも採取したLPガス量に対し多量であったことより、気化器によるドレン除去は、外気温に関係なく除去効果はあるが、残存する再生ガス内の不純物は、外気温が高い方が冷却設備の冷却により有利に除去できると推察する。

全硫黄は、何れの外気温でも2本目で基準値を満足する値であった。

c) 課題

今回の残留ガス再生処理設備による試験結果によれば、ろ過フィルター、活性炭の何れも数量を上げれば、ガイドラインの値を満足することは可能と推察する。

また、本方法によって再生されたガスを採取し、正確な分析作業を行った結果により、適用法規等に対する判定ができたことからすれば、本再生方法であっても、確実な成分分析作業は必須となる。

ろ過フィルター及び活性炭を通過した再生ガスは、何れもきつい臭いはするが、それでも着臭剤由来の成分が除去されている可能性が高い。再生ガスとして再利用する場合は、高圧ガス保安法の着臭濃度を満たすよう再生ガスに着臭することも考慮しなければならないと考える。

※特記事項

・ろ過フィルターと活性炭の順列について

今回の試験は、気化器～圧縮機出口に不純物除去装置を配し、まずは、ろ過フィルターで粒子の大きいもの、高沸点物等を除去し、後に、活性炭で硫黄分等を除去する順列で試験を行ったが、活性炭は専用の封入袋（ろ過材0.5ミクロンの特注袋）に納めて実施したが、活性炭は、使用頻度の経過により、壊れた微粉炭が、再生ガス中に混入されていくことが懸念される。

よって、ろ過フィルターと活性炭の順列においては、活性炭→ろ過フィルターの順列、或いは、ろ過フィルター→活性炭→ろ過フィルターの順列について、実用の不純物除去設備について考慮していただきたい。

6.1.2.3 気化器再生方式における残留ガス再生処理設備の留意点

今年度の各種試験を通じ、今後、実用化する残留ガス再生処理設備の仕様において、留意すべき事項を列挙する。

(1) バルク貯槽、残留ガス貯槽、再生ガス貯槽等

① バルク貯槽

バルク貯槽の残留ガスは、バルク貯槽毎に蓄積された残渣物等の状況は、異なることより、使用履歴及び消費の方法が自然気化方式か気化器方式か等を確認し、バルク貯槽の残留ガスの回収には、十分注意して行うこと。

② 残留ガス貯槽

バルク貯槽の残留ガスは、バルク貯槽毎に蓄積された残渣物等の状況は、異なることより、残留ガス貯槽のドレン抜きは、適宜行い、貯槽底部に溜まったドレンは、安全に処理するよう管理する。

③ 残留ガス貯槽再生ガス貯槽

再生ガス貯槽の再生ガスにおいても、適宜、ドレンの管理をする。

(2) 気化器

再生に使用する気化器は、残留ガスの加熱温度により、ドレンの除去効果はかわるので、加熱温度は、なるべく低くし高沸点の残渣を溜めやすくする。また、気化管においても、ドレンを溜めやすくする等の構造を検討する。

(3) 圧縮機

気化器で一部再生された再生ガスを不純物除去設備を通じるにおいて、圧縮機を運転する場合は、クランクケース内の潤滑用オイルが再生ガスに混入するおそれがあるので、日常管理でオイル量の点検をする、また、補充する場合は、補充したオイル量が再生ガスに混入された可能性もあるので、オイルの補充が頻繁になるようであれば、点検をする。

(4) 冷却設備

再生ガスの降温又は再液化をする設備としての冷却設備は、再生ガス中の残渣物を冷却し冷却管内に溜める作用もあるので、ドレン溜め等の措置を講じることが検討する。また、冷却熱源は、十分な冷却熱量を確保する。

(5) ストレーナー等

残留ガス中の大きな夾雑物は、ストレーナーで除去するが、残留ガスを再生する過程においては、要所要所に、なるべく網目の細かいストレーナーを設置する。

今年度の試験では、マグネットストレーナー及び350メッシュのテンポラリーストレーナーを、気化器入口で使用し、一部の夾雑物の除去が行えた。

(6) 不純物除去設備等

ろ過フィルター、活性炭の選定においては、製品メーカー毎に特色があるので、残留ガスの再生に特化し、製品メーカーと綿密に仕様について検討をする。

残留ガス再生処理設備の仕様毎に、ろ過フィルター、活性炭の何れも、実際に使用して初めてその性能が確認できることより、各再生処理設備の仕様に応じ試験し、残留ガス再生処理設備の性能に応じた、適正な製品と数量を選定する。

ろ過フィルター、活性炭の組み合わせ、順列、配列等々、各事業所の設備毎に検討をする。

(7) ドレン抜き等

バルク貯槽の残留ガスを取り入れる入口配管から、気化器、圧縮機、不純物除去設備、冷却設備等の再生ガス配管の経路には、残渣物（油分、ドレン）が配管の底部に溜まるので、立ち上がり立ち下がり部には、ドレンポットを適宜設けドレンの排出を行う。また、配管途中にサイトグラス等を設けることで、配管内の汚れ状況も目視で確認できるので、そのような管理を検討する。

(8) 再生ガスのサンプリング部

再生ガスのサンプリングは、再生ガス配管中で採取する場合は、再生ガス貯槽へのバルブを閉じ、閉鎖経路で再生ガスの採取を行う。また、再生ガス貯槽より再生ガスを採取し、再生ガスを管理する。

(9) その他

残留ガス再生処理設備においては、ろ過フィルター、活性炭の入替等、保守維持管理、サンプリング等の作業等で、外部からの水分等が、設備内に混入しないよう管理する。

6.1.3 再生ガスのおい強度確認試験

6.1.3.1 概要

再生ガスの利用にあたっては、その使用用途に応じて LP ガスの成分に関する規制の他、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則（以下「液石則」という。）第 6 条第 2 項第 2 号の規定により空気内の混入比率が容量で 1/1,000 である場合において感知できるようにおいを付さなければ容器に充填できないと規制されている。従って、バルク貯槽内残留ガス等を再生した各種再生ガスのおいを測定し、再生ガスが液石則のおいに関する基準に適合しているかどうかを確認した。

6.1.3.2 試験方法

におい測定試験の方法は、液石則の機能性基準の運用について一例示基準（平成 30 年 3 月 30 日 20180323 商局第 9 号）（以下「液石則関係例示基準」という。）の「第 35 節液化石油ガスのおいの測定方法」のおい袋法に準拠して実施した。

被試験体は、「圧縮機再生方式による連続再生試験」で採取した試料、C-C-1-①、C-C-1-③、C-C-8-①、C-C-8-③（4 種類）を対象とした。

表 6.1.3-1 圧縮機再生方式による

試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
採取場所	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭出口
採取日	1 日目開始時直後		20 日目終了時	
残留ガス 通過量 ton	試運転後開始時直後		約 10 ton	

ここで、においを感知した LP ガスの希釈倍率の閾値の決定方法は次のとおり。

- (1) 各パネル個人の閾値を算出する。各パネルがにおいを検知できた最大希釈倍率とにおいを検知できなくなった希釈倍率の平均値をそれぞれ算出する
(例) パネル A : 1000 倍希釈○、3000 倍希釈×
→ $(3000+1000)/2=2000$ 倍希釈がパネル A の閾値
- (2) パネルの閾値の最大値と最小値を除外して、パネル平均をとることでにおいを検知した LP ガスの希釈倍率の閾値とした。
(例) パネル A 閾値 : 2000 倍希釈
パネル B 閾値 : 3000 倍希釈

パネル C 閾値 : 4000 倍希釈

パネル D 閾値 : 5000 倍希釈

パネル A (最小) とパネル D (最大) の閾値を除外して平均
→ $(3000+4000)/2=3500$ 倍希釈が本サンプルの試験結果となる。

表 6.1.3-2 使用器材等

使用機材	数量
LP ガス容器 (5 kg)	4 本
LP ガス容器液取出口用継手	1 式
におい袋	1 式
サンプルガス調製用シリンジ	希釈に必要な容量のもの数本
精製空気捕集装置	1 式

表 6.1.3-3 パネル

パネル	I	II	III	IV	V	VI	VII
年齢	61	29	65	37	72	41	37

* 臭気濃度測定試験方法

- ・ポンペを逆向きにし、液相をにおい袋に採取しガス化した試料を原臭とした
- ・活性炭を通過させた脱臭空気で満たしたにおい袋に原臭を 3ml 注入し、1,000 倍希釈試料を作成
- ・各 1,000 倍希釈した試料を用いて、脱臭空気で各希釈倍数を調整し臭気濃度測定試験を行った
- ・臭気濃度測定方法 : 3 点比較式におい袋法

参考写真

試験準備室



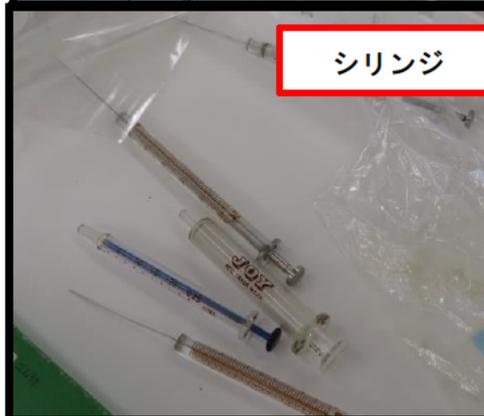
におい袋



試験中



シリンジ



パネル回答用紙

日付 _____

氏名 _____

性別 男 ・ 女 _____

年齢 _____

3個のにおい袋のうち、におい袋のにおいのあるものは何番ですか？1～3の番号を記入してください。においがわからなくてもできるだけ番号を記入してください。

全くわからない場合は不明と記入してください。

また、あなたの選んだにおい袋のにおいの強さはどの程度ですか。以下の説明文に当てはまる番号に○をつけてください。

- 0 わからない
- 1 やっと感知できるにおい
- 2 何のにおいがわかる弱いにおい
- 3 楽に感知できるにおい
- 4 強いにおい

試験No.	においのある袋の番号を記入	においの強さに○をつける
1		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
2		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
3		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
4		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
5		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
6		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
7		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
8		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
9		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4
10		0 ・ 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4

臭気濃度測定集計用紙

試料名			
オペレーター名		試料採取日	年 月 日
判定試験	年 月 日	時 分 ~	時 分
実施場所	室温・湿度	℃	%
臭気濃度	臭気指数		
臭気の質			

パネル	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	パネル 個人の 閾値(倍 数値)	パネル 個人の 閾値(対 数値)
	希釈倍数	300倍	1000倍	3000倍	10000倍	30000倍	100000倍	300000倍	1000000倍		
	注入量	10mL	3mL	1mL	0.3mL	0.1mL	0.03mL	0.01mL	0.003ml		
	対数値	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00		
	付臭番号										
	回答										
	判定										
	強度										
	回答										
	判定										
	強度										
	回答										
	判定										
	強度										
	回答										
	判定										
	強度										
	回答										
	判定										
	強度										
	平均										
	上下カット										

6.1.3.3 試験結果

* 試験実施日：平成 31 年 1 月 24 日

(1) 臭気濃度試験

被試験体ごとに様々な倍率で希釈して調製したサンプルガスのおいを各パネルが測定した結果を表 6.1.3-4 に示す。

表 6.1.3-4

試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
臭気濃度（倍）	290,000	3,800	560,000	290,000

4つの試料すべての被試験体で空気内の混入比率が容量で 1/1000 以下に希釈されてもおいを感知できた。

以下に、臭気濃度測定集計記録を示す。

① C-C-1-①

臭気濃度測定集計用紙

試料名	C-C-1-①		
オペレーター名		試料採取日	2019年 1月 24日
判定試験	2019年 1月 24日 14時 10分 ~ 14時 40分		
実施場所		室温・湿度	22.0 °C 22 %
臭気濃度	290000(300900)	臭気指数	—
臭気の質	特異臭		

パネル	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	パネル 個人の 閾値(倍 数値)	パネル 個人の 閾値(対 数値)	
	希釈倍数	300倍	1000倍	3000倍	10000倍	30000倍	100000倍	300000倍	1000000倍			
	注入量	10mL	3mL	1mL	0.3mL	0.1mL	0.03mL	0.01mL	0.003ml			
	対数値	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00			
I	付臭番号				1	2	3	3	1	650000		
	回答				1	2	3	3	—			
	判定 強度				○	○	○	○	×			
II	回答				1	2	3	2	2	200000		
	判定 強度				○	○	○	×	×			
	回答				1	2	3	2	2			
III	判定 強度				○	○	○	×	×	200000		
	回答				1	2	3	—	—			
	判定 強度				○	○	○	×	×			
IV	回答				1	2	3	—	—	200000		
	判定 強度				○	○	○	×	×			
	回答				3	3	2	2	—			
V	判定 強度			○	×	×	×	×	×	6500		
	回答				1	2	3	3	2			
	判定 強度				○	○	○	○	×			
VI	回答				1	2	3	—	—	200000		
	判定 強度				○	○	○	×	×			
	回答				1	2	3	—	—			
VII	判定 強度				○	○	○	×	×	200000		
	回答				1	2	3	—	—			
	判定 強度				○	○	○	×	×			
	回答											
	判定 強度											
	回答											
	判定 強度											
	平均	300900										
	上下カット	290000										

② C-C-1-③

臭気濃度測定集計用紙

試料名	C-C-1-③		
オペレーター名		試料採取日	2019年 1月 24日
判定試験	2019年 1月 24日	15時 17分 ~	16時 00分
実施場所		室温・湿度	22.0 °C 22 %
臭気濃度	3800(3700)	臭気指数	—
臭気の種類	特異臭		

パネル	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	パネル 個人の 閾値(倍 数値)	パネル 個人の 閾値(対 数値)	
	希釈倍数	300倍	1000倍	3000倍	10000倍	30000倍	100000倍	300000倍	1000000倍			
	注入量	10mL	3mL	1mL	0.3mL	0.1mL	0.03mL	0.01mL	0.003ml			
	対数値	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00			
I	付臭番号		1	2	2	3	2	1.00		2000		
	回答		1	3	-	3	3	-				
	判定 強度		○	×	×	○	×	×				
II	回答		1	2	-	-	-	-		6500		
	判定 強度		○	○	×	×	×	×				
	回答		1	2	3	2	3	2				
III	判定 強度		○	○	×	×	×	×		6500		
	回答		1	-	-	-	-	-				
	判定 強度		○	×	×	×	×	×				
IV	回答		-	1	3	2	-	1		650		
	判定 強度		○	×	×	×	×	○				
	回答		1	2	-	-	3	-				
V	判定 強度		○	○	×	×	×	×		6500		
	回答		1	-	1	-	3	-				
	判定 強度		○	×	×	×	×	×				
VII	回答		1	-	1	-	3	-		2000		
	判定 強度		○	×	×	×	×	×				
	回答											
	判定 強度											
	回答											
	判定 強度											
										平均	3700	
										上下カット	3800	

③ C-C-8-①

臭気濃度測定集計用紙

試料名	C-C-8-①		
オペレーター名		試料採取日	2019年 1月 24日
判定試験	2019年 1月 24日	14時 40分 ~	15時 00分
実施場所		室温・湿度	22.0 °C 22 %
臭気濃度	560000(714300)	臭気指数	—
臭気の質	特異臭		

パネル	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	パネル 個人の 閾値(倍 数値)	パネル 個人の 閾値(対 数値)
	希釈倍数	300倍	1000倍	3000倍	10000倍	30000倍	100000倍	300000倍	1000000倍		
	注入量	10mL	3mL	1mL	0.3mL	0.1mL	0.03mL	0.01mL	0.003ml		
	対数値	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00		
I	付臭番号					1	2	1	3	200000	
	回答					1	2	3	—		
	判定 強度					○	○	×	×		
II	付臭番号									2000000	
	回答					1	2	1	3		
	判定 強度					○	○	○	○		
III	付臭番号									650000	
	回答					1	2	1	1		
	判定 強度					○	○	○	×		
IV	付臭番号									200000	
	回答					1	2	—	—		
	判定 強度					○	○	×	×		
V	付臭番号									650000	
	回答					1	2	1	2		
	判定 強度					○	○	○	×		
VI	付臭番号									650000	
	回答					1	2	1	—		
	判定 強度					○	○	○	×		
VII	付臭番号									650000	
	回答					1	2	1	—		
	判定 強度					○	○	○	×		
	付臭番号										
	回答										
	判定 強度										
	付臭番号										
	回答										
	判定 強度										
										平均	714300
										上下カット	560000

④ C-C-8-③

臭気濃度測定集計用紙

試料名	C-C-8-③		
オペレーター名		試料採取日	2019年 1月 24日
判定試験	2019年 1月 24日	15時 00分 ~	15時 15分
実施場所		室温・湿度	22.0 °C 22 %
臭気濃度	290000 (309300)	臭気指数	—
臭気の質	特異臭		

パネル	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	パネル 個人の 閾値(倍 数値)	パネル 個人の 閾値(対 数値)	
	希釈倍数	300倍	1000倍	3000倍	10000倍	30000倍	100000倍	300000倍	1000000倍			
	注入量	10mL	3mL	1mL	0.3mL	0.1mL	0.03mL	0.01mL	0.003ml			
	対数値	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00			
	付臭番号						1	1	3			
I	回答						1	-	-	200000		
	判定						○	×	×			
	強度											
II	回答						1	1	1	650000		
	判定						○	○	×			
	強度											
III	回答						-	1	2	65000		
	判定					○	×	○	×			
	強度											
IV	回答						1	-	-	200000		
	判定						○	×	×			
	強度											
V	回答						1	-	2	200000		
	判定						○	×	×			
	強度											
VI	回答						1	-	-	200000		
	判定						○	×	×			
	強度											
VII	回答						1	1	-	650000		
	判定						○	○	×			
	強度											
	回答											
	判定											
	強度											
	回答											
	判定											
	強度											
										平均	309300	
										上下カット	290000	

(2) 臭気成分分析結果

被試験体ごとに、ジメチルスルフィド（以下、「DMS」）、イソプロピルメルカオプタン（以下、「IPM」）及びターシャルブチルメルカプタン（以下、「TBM」）の3種類の臭気成分について、分析を行った。

分析した結果を表 6.1.3-5 に示す。

表 6.1.3-5

成分／試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
DMS wt ppm	5.1	0.4	0.3	0.6
IPM wt ppm	1.2	0.1	1.0	0.2
TBM wt ppm	3.9	0.1	9.2	1.2

6.1.3.4 比較検証

4種類の被試験体ごとに、高圧ガス保安法液石則第6条第2項第2号において規定するLPガスのおいの基準値（空気中の混入比率が容量で千分の一）である場合において感知できるようなおい）を比較し、また、臭気成分、全硫黄について一覧表を作成し、表 6.1.3-6 に示す。

表 6.1.3-6

項目／試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
臭気成分 wt ppm	10.2	0.6	10.5	2.0
臭気濃度（倍）	290,000	3,800	560,000	290,000
全硫黄 wt ppm	57	11	89	37

(1) 法令に基づく基準値との比較

ろ過フィルター及び活性炭経由の再生ガスにおいては、残留ガスを約 10ton 通過した再生ガスにあっても、ろ過フィルター入口で 560000 倍、活性炭出口で、290000 倍で基準値より希釈してもおいを確認できた。

一方、再生ガスのおいと通常の LP ガスのおいの質には、違いが感じられた。

(2) 臭気濃度に対する臭気成分と全硫黄の比較

3種類の臭気成分を合わせた臭気成分に対し、臭気濃度は、臭気成分が0.6ppmでは3800倍であり、2.0ppmを超えると290000倍以上となった。

また、全硫黄と臭気濃度を比較すると、全硫黄が11ppmでは臭気成分が0.6ppmであり、全硫黄が37ppmを超えると臭気成分は2.0ppm以上であり、臭気濃度も290000倍以上となった。

6.1.3.5 まとめ

再生ガスは何れも、高圧ガス保安法液石則第6条第2項第2号において規定するLPガスのおいの基準値（千分の一）を満足していたが、再生ガスのおいは、通常のLPガスのおいの質とは異なっていた。

LPガスは、使用してから最後まで着臭されるように工夫されている。消費者が明らかにガス臭であると判断するには、元のLPガスの着臭成分と割合を明らかにして推察するか。または、LPガス用の着臭剤を添加する等を含めて、LPガスが漏えいした場合、消費者が確実にLPガスの漏えいを感知できるよう留意する必要がある。

※考察

○ウェーバー・フェヒナーの法則

外界の情報を五感で取り入れるときに、視覚・聴覚・触覚は物理感覚であり、嗅覚・味覚は化学感覚に分類されるといわれている。

においのような感覚的な刺激の量は、官能評価によって測定され、測定された刺激量（におい物質の濃度）と感覚強度（においを感じる量）の関係については、ウェーバー・フェヒナーの法則と呼ばれる次式で表される関係があることが認められており、臭気物質の濃度とにおいの強さは対数に比例することが示されている。

$$Y = a \log X + b \quad (Y : \text{感覚強度、} X : \text{臭気物質の濃度、} a、b : \text{定数})$$

*においの感覚強度 Y は、臭気物質の濃度 X の対数に比例する。

これからすると、臭気物質の濃度が 10 倍に増えても、感覚としては、2 倍にしか感じず、逆に、臭気物質の濃度 100ppm のにおいを 97% 除去して 3ppm まで減少させても、においの感覚は、当初の $1/2$ 程度のおいには感知することができる。更に 99% を除去しても、それでも $1/3$ 程度にしかにおいの感覚を減らすことしかできない。

よって、臭気物質の濃度を大きくする、或いは小さくするにしても、においの感覚は、微妙に感じることをガス臭の判断については考慮すること。

○臭気物質の濃度と千分の一のにおい

臭気物質には、それぞれの臭気物質毎に固有の閾値（ひとが臭いを感じることでできる最小値）が示されている。ただし、この閾値は、感覚強度であるため、各文献毎或いは、計測毎に数値が一定ではないが、ここでは、3種類の臭気物質の参考閾値より、各臭気物質単独での千分の一のにおいとは、どの程度のものなのかを検証する。

3種類の着臭剤毎の千分の一のにおい（参考）

着臭成分.	注1 臭気閾値 Vol ppm	千分の一のにおい		
		LPガスに 入れる量 g/l	LPガスの液 に入れる量 g/kg	LPガスの液に 入れる割合 wt ppm
ジメチルスルไฟド DMS	0.003	0.00000832	0.00416	4.16
tert-ブチルメルカプタン TBM	0.000029	0.000000116	0.000058	0.058
イソプロピルメルカプタン IPM	0.000006	0.00000002	0.00001	0.01

注1：参考文献 日本環境衛生センター「特定悪臭物質マニュアル」1996版

これを、表 6.1.3-5 と比較すると

成分/試料 No.	千分の一	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
DMS wt ppm	4.16	5.1	0.4	0.3	0.6
IPM wt ppm	0.058	1.2	0.1	1.0	0.2
TBM wt ppm	0.01	3.9	0.1	9.2	1.2
臭気濃度（倍）		290,000	3,800	560,000	290,000

DMSの割合は少なくなっているが、IPM、TBMの割合が大きいことより、においの強度としては、きつく感じられたことと付合する。

特に、C-C-1-③については、DMSが少なく、IPM、TBMも低い数値故、においの強度が緩くなっているのは、このとおりかと推定する。

何れの濃度であっても、消費者がガス臭と感知できるかについては、留意すること。

6.1.4 活性炭劣化度試験及び連続ガス通気試験

6.1.4.1 活性炭劣化度試験

(1) 概要

残留ガスの不純物等の除去をするための残留ガス処理設備に、各種活性炭を用いて、残留ガスの再生ガス処理連続試験を実施し、活性炭による不純物除去効果について検証を行った。

今回、連続試験後の活性炭について、その劣化度を分析することにより、活性炭の導入可能性について検討を行った。

(2) 仕様

① 連続試験後の活性炭

活性炭型式： I S 3 5 0 B Z 1 ヤシ殻活性炭（薬剤添着活性炭）

採取ガス番号

・サンプル番号 C-C-6-③ 約 500 g (6.1.1.2.3 連続再生試験参照)

・サンプル番号 C-C-8-③ 約 500 g (6.1.1.2.3 連続再生試験参照)

※前記の二つのサンプルは、別途「残留ガス再生設備（圧縮機再生方式）における連続再生試験」で使用した活性炭である。

② 劣化度試験

活性炭の劣化度試験は、次の表 6.1.4-1 に示すとおりとする。

表 6.1.4-1 試験項目及び内容

No	試験項目	試験内容	試験方法
1)	充填密度	活性炭を 200ml 容器に充填し、容器内の活性炭量より見かけ密度を算出する。	JIS K 1474
2)	乾燥減量	活性炭を 115℃で 3 時間静置後の熱減量を測定。主に水分含有量の指標とする。	JIS K 1474
3)	ベンゼン吸着力	ベンゼン飽和蒸気 (25℃) の 1/10 濃度におけるベンゼンの平衡吸着量試験。	JIS K 1474
4)	硬度	活性炭と鉄球を容器に入れて振とう後、形状が崩れず残った部分の割合を硬度とする。	JIS K 1474
5)	粒度 (0.50~0.30mm)	左記目開きの範囲に入る大きさの粒が全体の何%であるか所定の網で篩い求める。	JIS K 1474
6)	揮発分	活性炭を蓋つき磁性るつぼに入れて 900℃で 7 分間静置後の熱減量を測定。吸着物質の指標。	JIS M 8812

③ 試験方法

前記(2)、活性炭試験方法 JIS K 1474、石炭類及びコークス類—工業分析方法 JIS M 8812 による。

(3) 試験結果

① サンプルの残留ガス処理量と再生ガスの分析値を表 6.1.4-2 に示す。

表 6.1.4-2 試料ガス明細

処理量と規制対象成分		サンプル名	
		C-C-6-③	C-C-8-③
残留ガス処理量 (ton)		10.204	9.949
組成分	エタン+エチレン (mol%)	0.6	<0.1
	プロパン+プロピレン (mol%)	96.4	96.3
	ブタン+ブチレン (mol%)	3.0	3.7
	ブタジエン (mol%)	<0.1	<0.1
	ペンタン (mol%)	<0.1	<0.1
蒸発残渣分	75°C (wt.ppm)	<10	<10
	105°C (wt.ppm)	<10	<10
全硫黄分 (wt.ppm)		22	37
水分 (wt.ppm)		27	24

② サンプルの劣化度試験結果を表 6.1.4-3 に示す。

表 6.1.4-3 劣化度試験結果 (試験日：平成 30 年 12 月)

試験項目	サンプル名		(参考) 出荷時性能	(メーカー) 規格
	C-C-6-③	C-C-8-③		
1) 充填密度 (g/ml)	0.47	0.50	0.40	0.35~0.55
2) 乾燥減量 (%)	9.0	11.8	8.9	(10 前後)
3) ベンゼン吸着力 (%)	35.1	29.6	55.0	38 以上
4) 硬度 (%)	92.2	91.7	92.6	90 以上
5) 粒度(0.50~0.30mm)(%)	91.0	91.5	90.9	90 以上
6) 揮発度 (%)	17.5	19.0	9.5	—

③ 各試験項目の傾向

a) 充填密度

C-C-6-③、C-C-8-③とも、出荷時性能より 0.07~0.1g/ml 増加していた。規格値 0.35~0.55 以内であり、吸着物を取り込んでいると推定する。

b) 乾燥減量

C-C-6-③は、出荷時とほとんど変化はないが、C-C-8-③は、2.9%増えていた。これについては、C-C-6-③サンプルは、連続試験後 2 週間以上保管したことにより、水分が蒸発したと推察する。

メーカー規格値は 10%前後、8.9%で出荷していることから、C-C-8-③は、残留ガス中の水分を取り込んだと推定する。

c) ベンゼン吸着力

C-C-6-③、C-C-8-③とも、出荷時よりベンゼン吸着力は低下していた。出荷時性能と比較すると、C-C-6-③では 63%、C-C-8-③では 53%に低下していることより、吸着力は約 10ton の残留ガスで 50~60%に低下したと推定する。

メーカー規格値は 38%以上であるが、20%以上あれば吸着性能は保持されることからすれば、サンプル量での残留ガスの処理余力は約 4~7ton と推定する。

d) 硬度

C-C-6-③、C-C-8-③とも、出荷時と比較してほぼ同等レベルであった。硬度が規格値以上であり、活性炭自身の劣化は僅かであったと推察する。メーカー劣化度の判定値は、70~80%。

e) 粒度

C-C-6-③、C-C-8-③とも、出荷時と比較してほぼ同等レベルであった。粒度も規格値以上であれば、活性炭自身の劣化は僅かであったと推察する。メーカーの劣化度の判定値は、70~80%未満である。

f) 揮発度

出荷時 9.5%と比較して、C-C-6-③では 8.0%、C-C-8-③では 9.5%と増加している。

出荷時の揮発度は、添着薬剤によるものであるが、C-C-6-③、C-C-8-③には、新たに吸着物が蓄積されたと考える。

揮発度による吸着範囲を 10～15%までとすれば、サンプル量の残留ガスの処理余力は、15%基準とし約 5～9ton と推定する。

(4) まとめ

C-C-6-③、C-C-8-③とも、出荷時と比較して吸着物が蓄積され、吸着物の蓄積の影響により、両サンプル共、充填密度は増え、ベンゼン吸着力は低下していた。

両サンプル同士を比較すると、C-C-8-③の方が揮発分が多く、ベンゼン吸着力も低いことより、C-C-8-③の方が劣化が進んでいると考えられる。これより、C-C-6-③で処理した残留ガスに対し、C-C-8-③で処理した残留ガスの方が、不純物が多かったとも推定される。

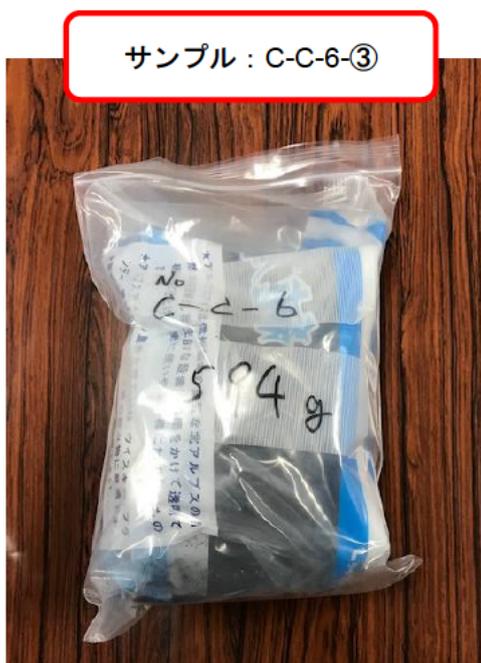
粒度、硬度に関しては、出荷時と同等レベルなので、再度、再生して使用することは可能であるが、薬剤は、添着する必要がある。

約 10ton の残留ガスを処理した結果より、活性炭自身の劣化は僅かであることより、ベンゼン吸着力及び揮発度の値からすれば、残留ガスの処理余力は、4～7ton であると推定する。

※本件の結果は、今回試験した圧縮機再生方式における残留ガスの再生において使用した活性炭 IS350BZ 約 500g の能力の評価であり、実際の運用については、残留ガスの不純物の状況及び不純物除去設備の仕様に応じ、適宜、適正な活性炭の選定を行うこと。

以上

* サンプル写真



6.1.4.2 活性炭連続ガス通気試験

(1) 概要

告示検査の対象となるバルク貯槽内の残留ガスを容器検査所等の残留ガス処理設備により、不純物を除去するための方法として、各種活性炭への着臭剤連続ガス通気試験を実施した。各種活性炭の性能を検証し、当該残留ガス処理設備への活性炭の導入可能性について検討した。

(2) 仕様

① 着臭剤

- ・ジメチルスルフィド (DMS)
- ・tert-ブチルメルカプタン (TBM)
- ・イソプロピルメルカプタン (IPM)

② 活性炭

各種活性炭は次の表 6.1.4-4 に示すとおりとする。

表 6.1.4-4 試験対象の活性炭

品名・型式	形状	備考
4TG	石炭、4mm ペレット	薬剤添着
2TG	石炭、2mm ペレット	薬剤添着
CG48B	ヤシ殻、破碎、一般炭	薬剤添着、4~8mesh
CG48BZ	ヤシ殻、破碎、高賦活性炭	薬剤添着、4~8mesh
CG350B	ヤシ殻、破碎、一般炭	薬剤添着、30~50mesh
CG350BZ	ヤシ殻、破碎、高賦活性炭	薬剤添着、30~50mesh

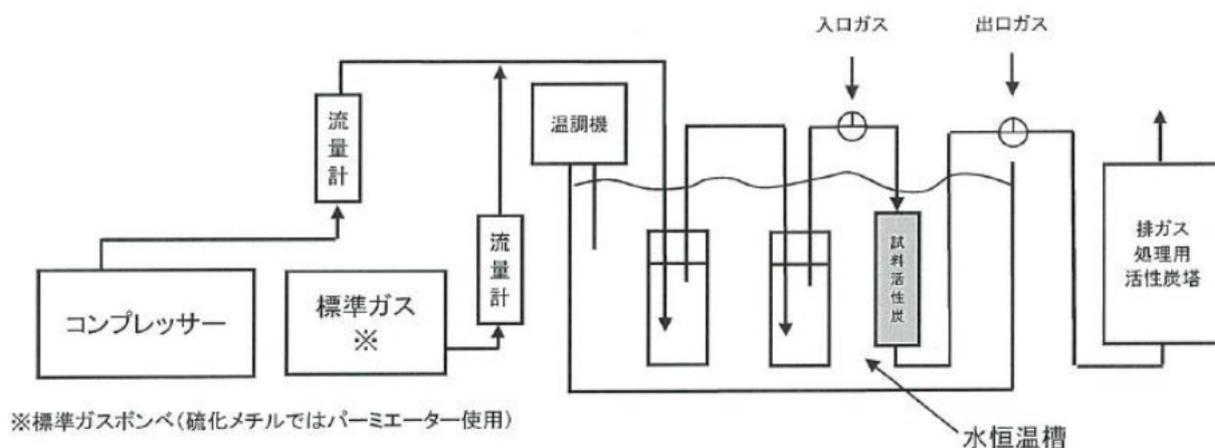
③ 試験方法

活性炭への着臭剤通気試験は、以下の手順により実施する。

- カラム管内に所定量の表 6.1.4-4 中の活性炭を一つ選定して充填後、(2)①の着臭剤成分のうち一つを選択して試験対象ガスとして連続ガス通気試験を行う。
- 初期の吸着率を測定し、吸着率が初期から 80%を下回るまで測定を行う。
(仮に元ガス濃度が 200ppm だとすると 40ppm のガスがリークするまで)
- ①から②を各活性炭と着臭剤の種類を変更して繰り返し実施する。

※総試験点数は、活性炭 6 種×着臭剤 3 種=18 点

試験装置概要図



※標準ガスボンベ(硫化メチルではパーミエーター使用)

*パーミエーター：校正用ガス調整装置

(3) 試験結果

① 試験した着臭剤

- ・ジメチルスルフィド (DMS) をパーミエーターに装填して標準ガスを発生させた。
- ・tert-ブチルメルカプタン (TBM) は、102ppm の標準ガスを用いて調整した。
- ・イソプロピルメルカプタン (IPM) は、100.2ppm の標準ガスを用いて調整した。

② 試験した活性炭の物性値

No.	(i)	(ii)	(iii)
添着炭銘柄	IS48B1	IS48BZ1	IS350B1
元炭銘柄	CG48B	CG48BZ	CG350B
ベンゼン吸着力(%)	24.3	43.5	29.0
硬度(%)	99.1	91.5	94.9
充填密度(g/ml)	0.47	0.44	0.61
粒度(%)	95.4	97.6	93.6
備考	ヤシ破碎炭 (粒度範囲5.6~2.36mm)	ヤシ破碎炭 (粒度範囲5.6~2.36mm)	ヤシ破碎炭 (粒度範囲0.500~0.300mm)

No.	(iv)	(v)	(vi)
添着炭銘柄	IS350BZ1	IS002B1	IS004B1
元炭銘柄	CG350BZ	2TG	4TG
ベンゼン吸着力(%)	51.9	26.8	29.4
硬度(%)	97.0	99.4	99.3
充填密度(g/ml)	0.46	0.56	0.53
粒度(%)	92.1	98.9	97.7
備考	ヤシ破碎炭 (粒度範囲0.500~0.300mm)	石炭ペレット炭 (ペレット径:2mm φ)	石炭ペレット炭 (ペレット径:4mm φ)

※上記数値は添着後の物性

粒度範囲:(i),(ii): 5.6~2.36mm, (iii),(iv): 0.500~0.300mm, (v): 2.36~1.18mm, (vi): 5.6~3.35mm

活性炭：参考写真



③ 破過試験条件及び破過時間

着臭剤種類		ジメチルスルフィド ¹⁾	tert-ブチルメルカプタン	イソプロピルメルカプタン				
化学式		C ₂ H ₆ S	C ₄ H ₁₀ S	C ₃ H ₈ S				
示性式		(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₃ CSH	(CH ₃) ₂ CHSH				
分子量		62.13	90.18	76.16				
融点(°C)		-98	0	-131				
沸点(°C)		37	64	57~60				
比重(水=1)		0.85 ¹⁾	0.80 ¹⁾	0.813 ²⁾				
相対蒸気密度(空気=1)		2.1 ¹⁾	3.1 ¹⁾	2.62 ²⁾				
臭気閾値(ppm) ³⁾		0.0030	0.000029	0.0000060				
試験条件	カラム径(mmφ)	20	20	20				
	活性炭積層(mm)	30	20	20				
	流量(L/min)	2	2	2				
	原臭濃度	13~15ppm	5~8ppm	9~10ppm				
破過時間 (分)	元炭銘柄	添着炭銘柄	C/C ₀ =0.1	C/C ₀ =0.2	C/C ₀ =0.1	C/C ₀ =0.2	C/C ₀ =0.1	C/C ₀ =0.2
	4TG	IS004B1	15	150	1	5	7	100
	2TG	IS002B1	171	218	84	170	696	895
	CG48B	IS48B1	100	141	2	6	0	15
	CG48BZ	IS48BZ1	220	263	300	377	1204	1789**
	CG350B	IS350B1	311	313	785	813	1702	1991**
	CG350BZ	IS350BZ1	299	317	1564	1713	*	*

* :1253分通気時点で破過せず

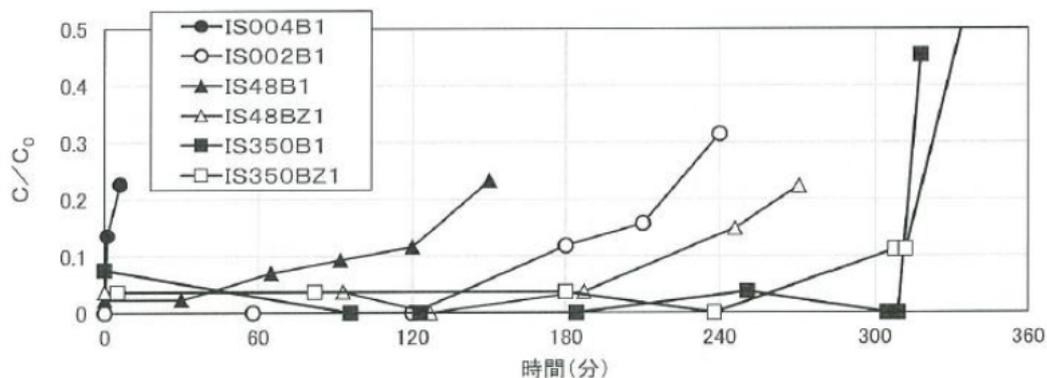
(参考文献)

**：推定値

- 1) 国際化学物質安全性カード(ISCS)データベース(1999), (2004)
- 2) Merck, 2-Propanethiol SAFETY DATA SHEET(2017)
- 3) 財団法人 日本環境衛生センター, "特定悪臭物質測定マニュアル", p257(1996)

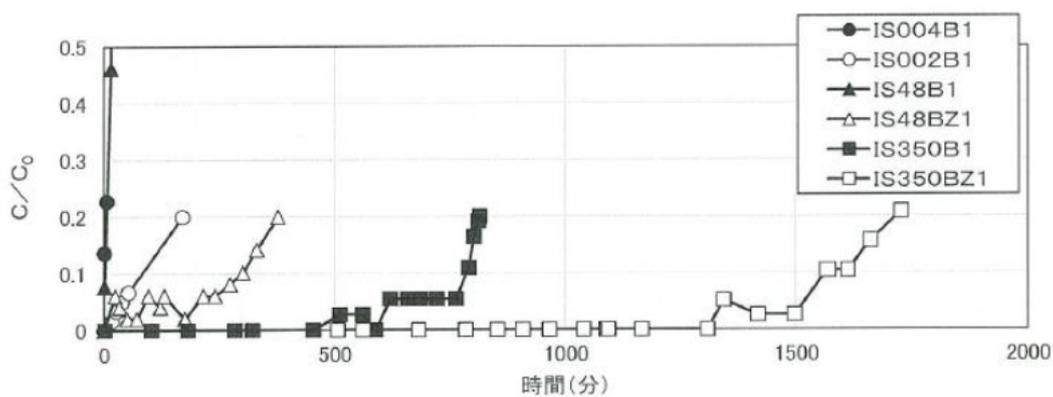
④ 破過曲線

(1) ジメチルスルフィド



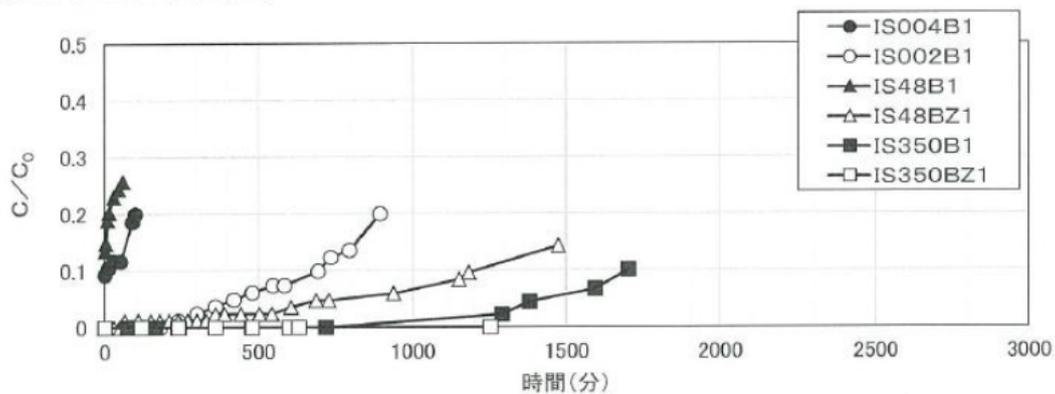
ジメチルスルフィド破過曲線

(2) tert-ブチルメルカプタン



tert-ブチルメルカプタン破過曲線

(3) イソプロピルメルカプタン



イソプロピルメルカプタン破過曲線

(4) まとめ

- ① 本試験で使用した活性炭の着臭剤毎の吸着性能は、ジメチルスルフィド < tert-ブチルメチルエーテル < イソプロピルメチルエーテルの順に、良い傾向を示した。
- ② 活性炭銘柄ごとで、破過吸着性能を比較すると、IS48B1 < IS004B1 < IS002B1 < IS48BZ1 < IS350B1 < IS350BZ1 の順に、良い傾向を示した。

6.1.1 の連続再生試験及び 6.1.2 の外気温影響再生試験における不純物除去装置の着臭剤の除去措置としては、6 種類の活性炭の内、3 種類の着臭剤に対して、性能の良い IS350BZ1 を用いて試験を行った。

IS350BZ1 の活性炭を用いた結果は、6.1.1 及び 6.1.2 を参照のこと。

本試験の着臭剤は、LP ガスに添加される着臭剤において、一般的な着臭剤を選定している。それゆえ、実際の残留ガスの再生処理における着臭剤の除去については、残留ガス中の着臭成分を確認して、適正な活性炭を選定すること。

6.1.5 残留ガス再生処理設備のガス組成解析

6.1.5.1 残留ガス再生処理設備におけるガス組成解析概要

経年バルク貯槽に残留したガス(液)を抜き取り、残留ガス回収貯槽(以下「残留ガス貯槽」という)へ入れた後に、コンプレッサーによりガス吸引し、再生ガス回収貯槽(以下「再生ガス貯槽」という)へ移送加圧により液化する残留ガス再生処理 図 6.1.5-1 の設備(以下「圧縮機再生方式」という)による再生ガス貯槽内の液相化ガス(以下「再生ガス」という)の組成を解析した。

ここでは、残留ガス貯槽の LP ガスの質量・ガス組成・初期温度・最終圧力、吸引流量及び再生ガス貯槽の初期温度が残留ガス貯槽と同温度と仮定し、再生ガス貯槽内での LP ガスの質量・ガス組成を、各々のガス組成の飽和蒸気圧曲線と分圧の理論から解析することとした。各々の貯槽内での液相・ガス相の各々の組成、圧力、温度は均一(0 次元モデル)として解析する。つまり貯槽内の 3 次元形状での組成・圧力・温度分布や貯槽間の流動解析は行わず、容積が 7000ℓ の貯槽を用いて、温度条件の異なる 4 条件について評価するモデルとして解析を行うこととした。

なお、ガス組成は、エタン、プロパン、n-ブタン、i-ブタン、ブチレン、プロピレン、1,3-ブタジエン、i&n-ペンタン、ヘキサン、n-デカンの 10 成分について解析を行った。

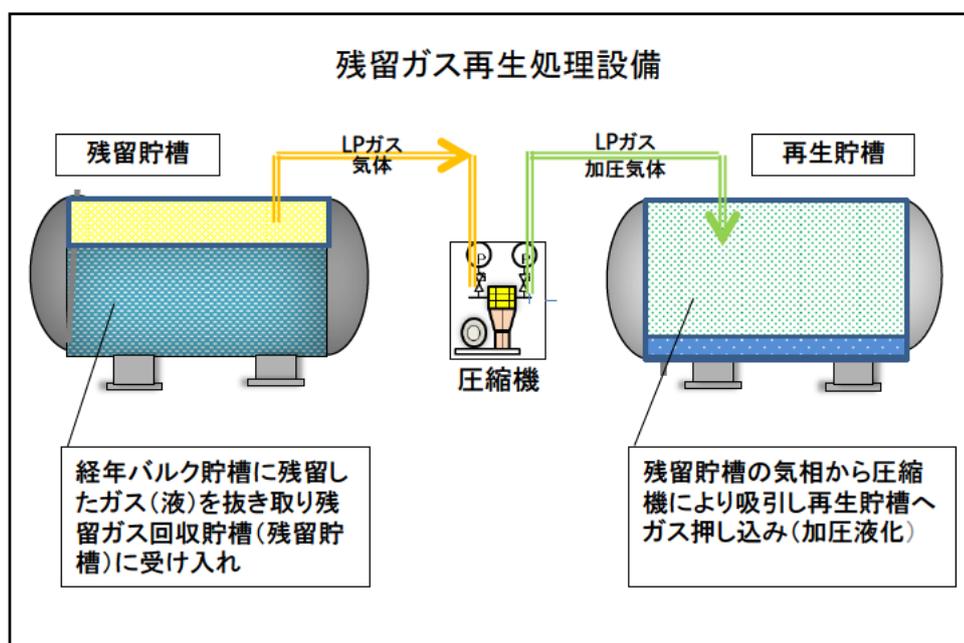


図 6.1.5-1 残留ガス再生処理概念図

(1) 解析方法

残留ガス貯槽での LP ガスの質量(液体)、ガス組成(液体)、初期温度・初期圧力・最終圧力、コンプレッサーの流量、再生ガス貯槽での初期温度・初期圧力(残液貯槽と同じ)が与えられた際の、再生ガス貯槽でのガス量とガス組成を解析し所定の最終圧力までの時刻を解析する。

なお、解析に係る残留ガス貯槽、再生ガス貯槽の形状・容量、ガスコンプレッサーの仕様の他、解析に要する諸条件は後述 (2) 解析条件によるものとする。

- ① 残留ガス貯槽内での温度より、各々のガス成分の飽和蒸気圧をアントワン式から解析。ここで、貯槽内の温度は均一とする。
 - ② 残留ガス貯槽内でのガス組成(液体)と圧力より、各々のガス組成(ガス)の分圧を解析する。分圧とモル分率は同じとみなす。ここで、貯槽内の圧力、及び、液相・ガス相の各々の組成は均一とする。
 - ③ 残留ガス貯槽内でのガス組成(ガス)のまま、コンプレッサーにより吸引し加圧液化され、再生ガス貯槽でのガス組成になるとする。再生ガス貯槽での組成各々の時間刻み幅の間に流入する液化量を解析する。
 - ④ 再生ガス貯槽内での温度より、各々のガス成分の飽和蒸気圧をアントワン式から解析。ここで、貯槽内の温度は均一とする。
 - ⑤ 再生ガス貯槽内でのガス組成(液体)と圧力より、各々のガス組成(ガス)の分圧を解析。ここで、貯槽内の圧力、及び、液相・ガス相の各々の組成は均一とする。
- ① ~⑤を繰り返し、所定の最終圧力までの時刻を解析する

(2) 解析条件

① 解析条件

解析条件は以下の通りとする。解析を行う上での貯槽等設備の仕様及び開始時・終了時の温度・圧力等の仕様詳細は②各々の条件とする。

解析は、残留ガス貯槽、再生ガス貯槽の各々は表 6.1.5-1 の貯槽(公称 2.9 トン)をモデルとし、開始時温度は両貯槽とも 15°Cとする。

15°Cの条件に加え、30, 0, -10°Cの 3 条件についても再生ガス品質にて比較を行う。

開始時の液組成は残留ガス貯槽において表 6.1.5-3 のガス組成によるものとする。

開始時のガス圧力は両貯槽とも開始時温度による表 6.1.5-3 のガス組成の分圧の計とする。

圧縮機運転により残留ガス貯槽から再生ガス貯槽に移動するとき、両貯槽の温度は変わらないものとする。

圧縮機は表 6.1.5-2 の理論排気量 61.1(m³/h)をモデルとする。ただし、解析上では運転下限圧力 0.00MPa ・ abs まで行えるものとして扱う。

残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽の温度下限を-10℃、上限を 40℃とし、表 6.1.5-4 の移行条件とする。

② 解析条件

貯槽形状

残留ガス貯槽、再生ガス貯槽のいずれも表 6.1.5-1 による同形状とする。

表 6.1.5-1 貯槽の仕様(公称 2.9 トン貯槽)

横置き型貯槽	
タイプ	2.9 t
内容積(リットル)	7,000
設計圧力(MPa)	1.77
設計温度(℃)	40
設計温度(℃)	-10
全長 L(mm)	3,150
外径(mm)	φm150 槽
内径(mm)	φm150 槽

ガス圧縮機(コンプレッサー)仕様

表 6.1.5-2 コンプレッサー の仕様

仕様項目	理論排気量 61.1(m ³ /h)をモデルとする
気筒数	2
回転数(rpm)	825
電動機 (kw)	11
理論排気量(m ³ /h)	61.1
接続口径(inch)	1 ・ 1/2
設計温度(℃)	95
設計圧力(MPa)	2.35
※作動圧力下限(MPa)	ガス種(C3H8)によって、下限圧力 0.15(MPa ・ G)
※作動圧力上限(Mpa)	ガス種(C3H8)によって、上限圧力 1.7(MPa ・ G)
実務上圧力下限 (MPa)	0.03MPa ・ G (仕様 : 0.029MPa ±0.020MPa ・ G)
解析最終圧力(MPa)	0.00MPa ・ abs

※製造者出荷時の作動圧力設定値

解析するガス組成

解析開始時の残液ガス組成は表 6.1.5-3 に示す。

表 6.1.5-3 開始時におけるガス組成

	成分名		平成 29 年度	平成 28 年度	解析 [vol%]
			委託事業 残留ガス実績値	委託事業 残留ガス実績値	
組成	エタン	C ₂ H ₆	0~0	0.00~0.17	0.1
	プロピレン	C ₃ H ₆	0~0.4		0.4
	プロパン	C ₃ H ₈	89.3~91.7	91.5~97.7	85.0
	n ブタン	C ₄ H ₁₀	2.8~4.1	0.1~4.46	5.7
	i ブタン	C ₄ H ₁₀	4.7~5.9	0.59~3.83	8.2
	ブチレン	C ₄ H ₈	0.2	0~0.86	0.2
	1,3-ブタジエン	C ₄ H ₆	0~0.2	<0.01	0.2
	l&n ペンタン	C ₅ H ₁₂	0.2	0~0.09	0.2
	ヘキサン(wt ppm)	C ₆ H ₁₄	---	3500~5000	5000
	デカン (wt ppm)	C ₁₀ H ₂₂	---	20~50	50

※ 微量成分のヘキサン、デカンの単位は wt ppm である。

備考：

開始時におけるガス組成を定めるにあたり、平成 29 年度「バルク供給に係る保安高度化調査研究報告」にある残留ガス貯槽から採取した実績値及び平成 28 年度「同報告」にある経年バルク貯槽から採取した実績値を参考とした。

今回、解析に用いる残留ガスの組成は、実績値を基にエタン、プロピレン、ブチレン、1,3-ブタジエン、ペンタン、ヘキサン、デカンを実績値の最大値とし、また、プロパンを 85%として n ブタン、i ブタンに構成配分した組成とした。なお、組成(vol%)の合計はヘキサン、デカンを除いて 100%としている。

なお、デカンにあってはいわゆる油分（後述(5)再生ガスの品質中の品質ガイドラインの残渣分）に近い成分物質としての位置付けでの解析対象とした。

解析の移行条件

残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽において解析する際の開始時の初期値、経過、終了時の最終値は表 6.1.5-4 に示す。

表 6.1.5-4 解析の移行条件

項目\解析		残留ガス貯槽	再生ガス貯槽
初期値	液化石油ガスの質量	2,900kg	初期温度・圧力における貯槽容積に応じたガス質量
	温度(°C)	30°C・15°C・0°C・-10°Cのうち1条件を選定	
	圧力(MPa・abs)	表 6.1.5-3 に定める組成における分圧の合計	
	流量(圧縮機排送)(m ³ /h)	61.1	----
	液相ガス組成	表 6.1.5-3 に定める組成	
時間経過 注 1	液化石油ガスの質量	2,900kg－圧縮機排送量	初期値＋圧縮機排送量(液化量)
	温度(°C)	30°C・15°C・0°C・-10°Cのうち1条件を選定	
	圧力(MPa・abs)	吸引による解析対象	加圧による解析対象
	流量(圧縮機排送)(m ³ /h)	61.1	----
	液相ガス組成	解析対象	解析対象
最終値 注 2	液化石油ガスの質量	※におけるガス質量	※におけるガス質量
	温度(°C)	30°C・15°C・0°C・-10°Cのうち1条件を選定	
	圧力(MPa・abs)	※	※
	流量(圧縮機排送)(m ³ /h)	停止時	----
	液相ガス組成	※における組成分圧の計	※における組成分圧の計

注 1 時間経過：初期値から最終値まで 600 秒～1000 秒間隔での解析とする。

注※2 圧縮機停止時圧力：(0.03MPa・G、解析上では 0.0MPa・abs とする。)

(3) 物性値

ガスの物性値を表 6.1.5-5 に示す。

飽和蒸気圧曲線を示す、アントワン定数は以下のように用いる。

$$\log_{10} p[\text{mmHg}] = A - \frac{B}{T[^\circ\text{C}] + C}$$

ここで、P は飽和蒸気圧[mmHg]、T は温度[°C]、A・B・C はアントワン定数である。

表 6.1.5-5 ガスの物性値

No.	ガス種	化学式	分子量 [g/mol]	アントワン定数			沸 点	臨界温度	臨界圧力
				A	B	C	°C	K	atm
1	エタン	C ₂ H ₆	30	6.80266	656.4	256	-88.63	305.43	48.16
2	プロパン	C ₃ H ₈	44	6.82973	813.2	248	-42.07	369.82	41.94
3	n-ブタン	C ₄ H ₁₀	58	6.83029	945.9	240	-0.5	425.16	37.47
4	i-ブタン	C ₄ H ₁₀	58	6.74808	882.8	240	-11.73	408.13	36.00
5	ブチレン(ブテン)	C ₄ H ₈	56	6.84134	923.2	240	-6.26	419.60	39.70
6	プロピレン(プロペン)	C ₃ H ₆	42	6.8196	785	247	-47.7	365.00	45.60
7	1,3-ブタジエン	C ₄ H ₆	54	6.85	930.55	238.85	-4.41	425.00	42.70
8	i&n-ペンタン	C ₅ H ₁₂	72	6.85221	1064.63	232	36.07	469.60	33.25
9	ヘキサン	C ₆ H ₁₄	86	6.87776	1171.53	224.366	68.74	507.40	29.30
10	n-デカン	C ₁₀ H ₂₂	142	7.31509	1705.6	212.59	174.12	617.40	20.72

※ (出 典 : Boublik, T., V. Fried and E. Hala: " The Vapour Pressures of Pure Substances" , 2nd., Elsevier (1984))

※ ブチレン(ブテン)のアントワン定数は i-ブテンを使用

注 1 : i&n-ペンタンのアントワン定数は n-ペンタンを使用

注 2 : 分子量は H=1 C=12 より算出

液密度については、図 6.1.5-2 に示す値を用いる。

残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽内における、液相・気相各々が占める容積の構成の解析を行う上での液密度とする。

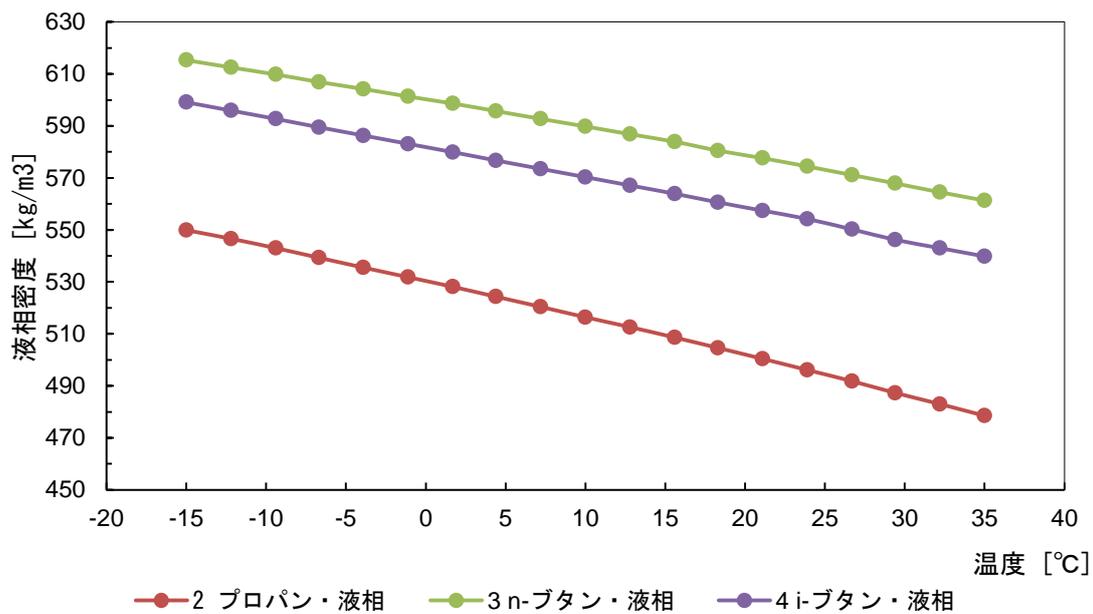


図 6.1.5-2 プロパン・ブタン液密度

(4) 解析結果

温度 15°Cの条件における解析の結果は以下のとおりである。また、他の3条件(-10°C、0°C、30°C)については(5)再生ガスの品質にて後述する。

① 残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽の開始時残留ガス量 (解析初期値)

温度条件が 15°Cにおける解析際しては、表 6.1.5-3 に示す組成の残留ガスを残留ガス貯槽に受入れ、その温度下での組成成分毎に気相の分圧を求めた上で、気相、液相の成分それぞれの物質質量及び質量を算出した。また再生ガス貯槽には同温度、同圧力の気相が満たされていると仮定して、気相の各成分の物質質量及び質量をそれぞれ解析初期値とした。残留ガス貯槽、再生ガス貯槽各々の開始時成分それぞれの物質質量及び質量を表 6.1.5-6 に示す。

表 6.1.5-6 残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽のガス成分物質質量等の解析初期値(15°C)

ガス成分名称	残留ガス貯槽 開始時					再生ガス貯槽 開始時			
	物質質量[mol]		質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]	物質質量 気相	質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]
	気相	液相							
エタン	1.9	61.1	1,890	0.06	0.1	9.1	273	0.39	0.6
プロパン	369.2	53,189.80	2,356,597	80.85	84.77	1,803.90	79,373	93.52	94.6
n-ブタン	6	3,585.60	208,313	7.15	5.68	29.4	1,704	1.67	1.3
i-ブタン	12.6	5,154.20	299,678	10.28	8.18	61.8	3,584	3.74	2.9
ブチレン(ブテン)	0.3	125.8	7,057	0.24	0.2	1.3	73	0.07	0.1
プロピレン	2.1	249.9	10,586	0.36	0.4	10.3	434	0.52	0.6
1,3-ブタジエン	0.2	125.8	6,805	0.23	0.2	1.2	64	0.06	0.1
i&n-ペンタン	0.1	126	9,074	0.31	0.2	0.3	20	0.02	0
ヘキサン	0	168.6	14,500	0.5	0.27	0.1	9	0	0
n-デカン	0	1	145	0.005	0	0	0	0	0
計	392.5	62,787.80	2914645	100	100	1,917.40	85,534	100	100

② ガス圧力変化と気液の容量変化

解析にあつては開始時のガス圧力を残留ガス貯槽、再生ガス貯槽共、温度条件が 15°Cにおいて、表 6.1.5-3 開始時ガス組成により求めたガス組成飽和蒸気圧分圧の和を貯槽圧力の初期値とし、圧力の経時変化の抜粋を表 6.1.5-7 に示す。

解析ではガス組成飽和蒸気圧分圧の和を残留ガス貯槽の開始時圧力 656252Pa・abs(0.656MPa)とし、残留ガス貯槽のガス圧力が 0.0Pa・abs まで回収出来るものとして解析を行った結果、全てのガスが再生ガス貯槽に回収されるのに 22,000 秒(6.11h)を要した。ただし、残留ガス貯槽から再生ガス貯槽へと回収されたガスの質量(気体及び液体の総量)が 2900kg を上限とした場合、開始から

18,000 秒後 (5.0h)がその限度となる。また、18,000 秒後における残留ガス貯槽の圧力が 105,460 Pa・abs (表 6.1.5-8)と、実状における圧縮機の運転下限圧力の 104,325 Pa・abs (0.03MPa・G) 近傍であることから、以降の各表に示す時間経緯の最大を 18,000 秒として表す。

なお、経時変化をグラフにおいて表す以降の各図表においては、残留ガス貯槽ガス圧力 0.0 Pa・abs まで移送出来るものとしての解析結果を図示した。

残留ガス貯槽における圧力の経時変化は、開始時の 656,252Pa・abs(0.656MPa)から徐々に圧力が低下し始める。開始後、経過 12,000 秒には 549,255Pa・abs (0.55MPa)まで低下し、以降 18,000 秒では 105,460Pa・abs (0.105MPa)まで急速に残留ガス貯槽の圧力が低下する。また、再生ガス貯槽における圧力の経時変化は、開始時に残留ガス貯槽と同じ飽和蒸気圧の状態 656,252Pa・abs(0.656MPa)で始まり、経過 2,000 秒後には 711,710Pa・abs (0.712MPa)と最大圧力を示す。経過 12,000 秒(3.33 h)まで順次移送される気相の一部が液化し、再生ガス貯槽圧力の大きな変化が見られず 700,000Pa・abs (0.70MPa)でほぼ平衡状態を示す。12,000 秒以降では開始時の貯槽圧力付近まで近似される。

表 6.1.5-7 貯槽ガス成分分圧 経時(15°C)

ガス成分 名称	開始時	経過2,000秒		経過12,000秒	
	15°C分圧 [Pa・abs]	残留貯槽 [Pa・abs]	再生貯槽 [Pa・abs]	残留貯槽 [Pa・abs]	再生貯槽 [Pa・abs]
エタン	3,118	2,151	8,612	0	4,636
プロパン	617,415	611,946	686,956	473,647	675,944
n-ブタン	10,056	10,645	2,720	25,505	3,774
i-ブタン	21,148	22,177	8,347	45,902	11,023
ブチレン(ブテン)	444	468	151	1,033	204
プロピレン(プロペン)	3,534	3,434	4,788	1,769	4,271
1,3-ブタジエン	408	431	128	983	174
ペンタン	93	100	7	299	10
ヘキサン	34	37	1	117	1
n-デカン	0	0	0	0	0
計(貯槽圧力)	656,252	651,390	711,710	549,255	700,037

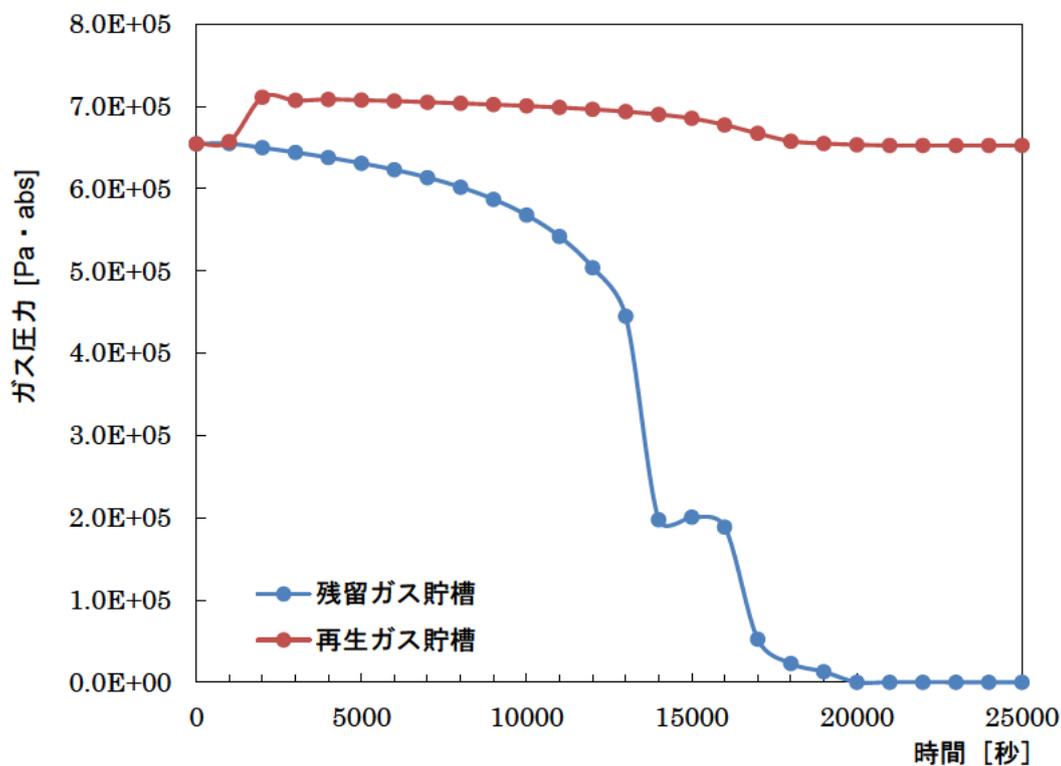


図 6.1.5-3 残留・再生ガス貯槽ガス圧力 経時

(温度条件：15℃ 貯槽：残留・再生ガス貯槽共 7000ℓ(2.9ton) 圧縮機：61.1(m³/h)

残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽内の気相、液相の幾何容積(体積)の経時変化を表 6.1.5-8 に示す。

残留ガス貯槽のガスを再生ガス貯槽に移送するとき、残留ガス貯槽の気相の幾何容積は直線的に増加し、液相の幾何容積は直線的に減少する。

一方、残留ガス貯槽の気相の幾何容積は直線的に減少し、液相の幾何容積は直線的に増加する。

残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽ともに開始から 18,000 秒後に気相及び液相の幾何容積が平衡状態となる。

表 6.1.5-8 残留ガス貯槽・再生ガス貯槽内 気相・液相の幾何容積(体積)経時

項目／経時	開始時	1000秒	5000秒	10000秒	15000秒	18000秒	
残留貯槽	圧力Pa・abs	656,252	656,245	636,043	589,594	388,031	105,460
	気相体積ℓ	1,433	1,838	3,217	4,997	6,580	6,954
	液相体積ℓ	5,567	5,162	3,783	2,003	420	46
再生貯槽	圧力Pa・abs	656,252	659,531	709,371	703,314	692,580	672,714
	気相体積ℓ	7,000	6,596	5,224	3,432	1,799	1,345
	液相体積ℓ	0	404	1,776	3,568	5,201	5,655

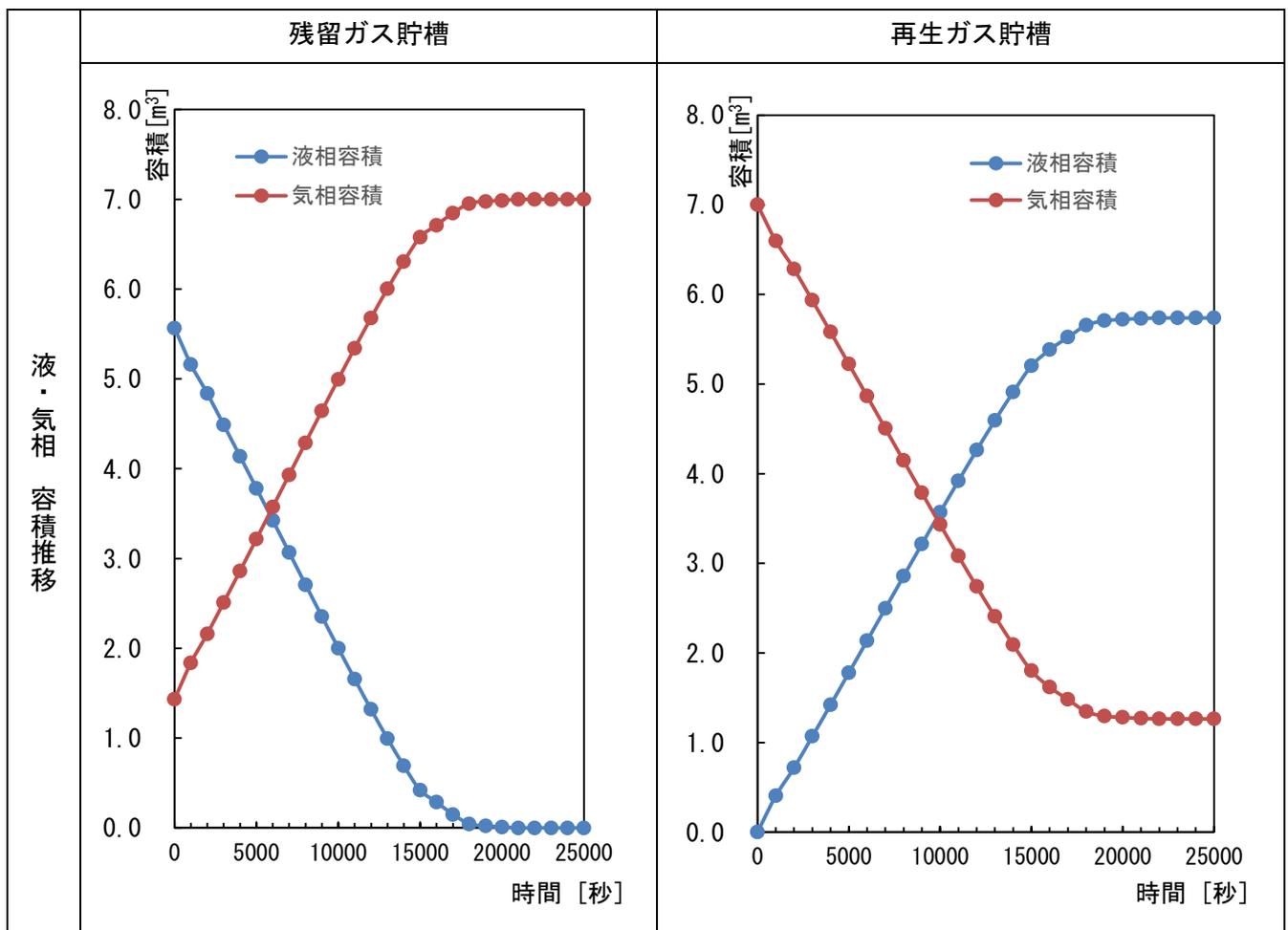


図 6.1.5-4 残留ガス貯槽・再生ガス貯槽 ガス気相・液相の幾何容積 経時(15°C)

③ 残留ガス貯槽における気相及び液相の物質量の経時変化

残留ガス貯槽内の気相及び液相における各成分の物質量の経時変化を表 6.1.5-9 及び図 6.1.5-5 に示す。

a) 残留ガス貯槽 気相における各成分の物質量の経時変化

残留ガス貯槽の開始時における気相の幾何容量は 1,143ℓ、物質量は 392.5mol、圧力は 656,251Pa・abs である。表 6.1.5-9 から分子量が小さい成分が開始直後から増加していることから分子量が小さい成分順に気化されると推定される。プロパンの気相の物質量は、開始時 369mol から経過 10,000 秒(2.7h)の 1,026mol と直線的に増加するが、12,000 秒(3.3h)1,030mol をピークとして以降 18,000 秒(5.0h)で 0mol まで急激に減少する。経過 15,000 秒(4.1h)ではブタンの(n-ブタン・i-ブタンの計)物質量が増加し、ブテン、1-3 ブタジエンも 5mol 程度気相中に存在しており、これら組成成分も圧縮機で吸引され再生ガス貯槽に移送されることを示している。この時点で気相中にペンタンが 1.9mol、ヘキサンが 0.8mol 僅かに存在するが、デカンはこの時点では殆ど気化されてはいない。

b) 残留ガス貯槽 液相における各成分の物質量の経時変化

残留ガス貯槽の開始時における液相の幾何容量は 5,567ℓ、物質量は 62,797.8mol である。開始直後より液相中のプロパンが直線的に減少していく。プロパンの物質量では開始時 53,189mol から経過 15,000 秒の 266mol まで直線的にその物質量を減少し、以降 18,000 秒で 0mol となる。ブタン(n-ブタン・i-ブタンの計)は、開始時の物質量 8,739mol からと徐々に減少するが 15,000 秒では 3,469mol とプロパンの物質量を逆転する。ブテン、1-3 ブタジエンでも各々開始時の物質量 125mol から経過 15,000 秒で 50mol 程度まで減少、ペンタン、ヘキサンも僅かに減少し、これらが残留ガス貯槽内で気相化し再生ガス貯槽に移送されていることを示している。デカンは変化が認められず液相として残留ガス貯槽に残存する。これら液相量の経時変化は、経過 15,000 秒までは前述残留ガス貯槽の開始時気相の気相物質量と逆の変化を示す。

表 6.1.5-9 残留ガス貯槽 気相及び液相における物質量の経時変化(15°C)

残留ガス貯槽 気相 (mol)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	656,245	636,043	589,594	388,031	105,460
	幾何容量ℓ	1,433	1,838	3,217	4,997	6,580	6,954
エタン	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
プロパン	369.2	369.2	709.1	1,026.4	666.0	0.0	0.0
n-ブタン	6.0	6.0	15.1	37.7	132.9	277.4	0.0
i-ブタン	12.6	12.6	30.5	71.1	210.2	0.0	0.0
ブチレン(ブテン)	0.3	0.3	0.7	1.6	5.0	4.0	0.0
プロピレン	2.1	2.1	3.7	4.5	0.0	0.0	0.0
1,3-ブタジエン	0.2	0.2	0.6	1.5	4.9	7.7	0.0
i&n-ペンタン	0.1	0.1	0.1	0.4	1.9	8.4	0.0
ヘキサン	0.0	0.0	0.1	0.2	0.8	4.0	0.0
n-デカン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	392.5	392.4	759.9	1,143.2	1,021.7	301.5	0.0

残留ガス貯槽 液相 (mol)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	656,245	636,043	589,594	388,031	105,460
	幾何容量ℓ	5,567	5,162	3,783	2,003	420	46
エタン	61.1	39.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
プロパン	53,189.8	48,815.9	33,946.1	15,217.9	266.8	0.0	0.0
n-ブタン	3,585.6	3,514.4	3,243.8	2,744.5	1,745.7	148.7	0.0
i-ブタン	5,154.2	5,004.4	4,444.3	3,463.8	1,724.5	0.0	0.0
ブチレン(ブテン)	125.8	122.6	110.8	89.5	49.8	0.0	0.0
プロピレン	249.9	224.9	142.6	50.9	0.0	0.0	0.0
1,3-ブタジエン	125.8	122.9	112.0	92.2	54.1	0.0	0.0
i&n-ペンタン	126.0	125.3	122.7	117.6	105.2	74.0	0.0
ヘキサン	168.6	168.3	167.4	165.4	160.5	146.7	0.0
n-デカン	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
計	62,787.8	58,138.8	42,290.6	21,942.8	4,107.7	370.5	0.0

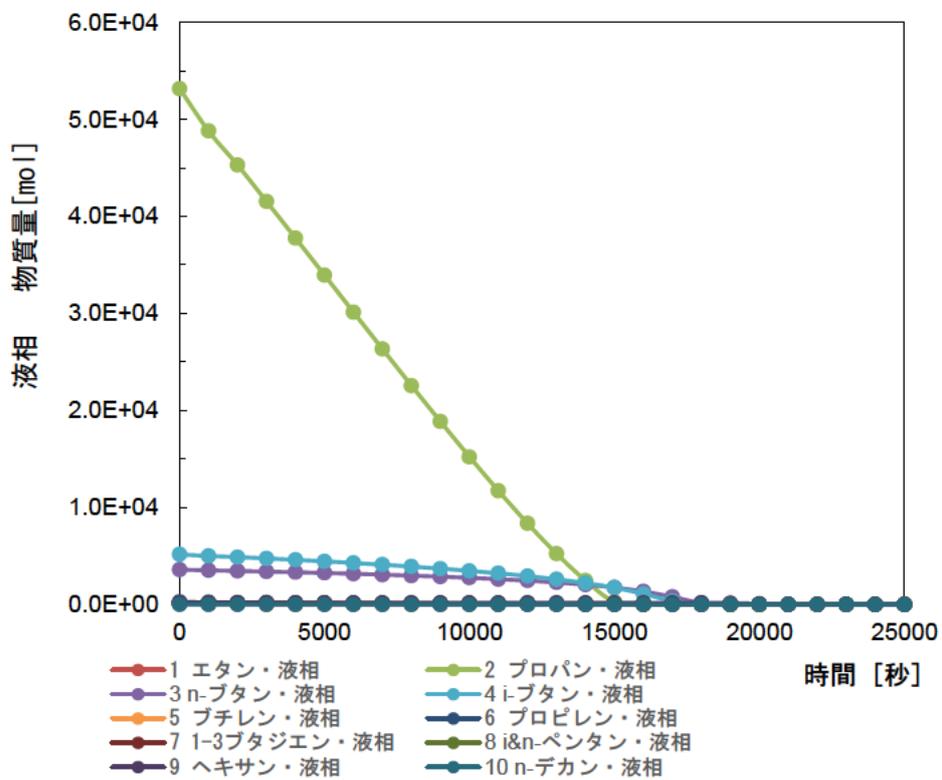
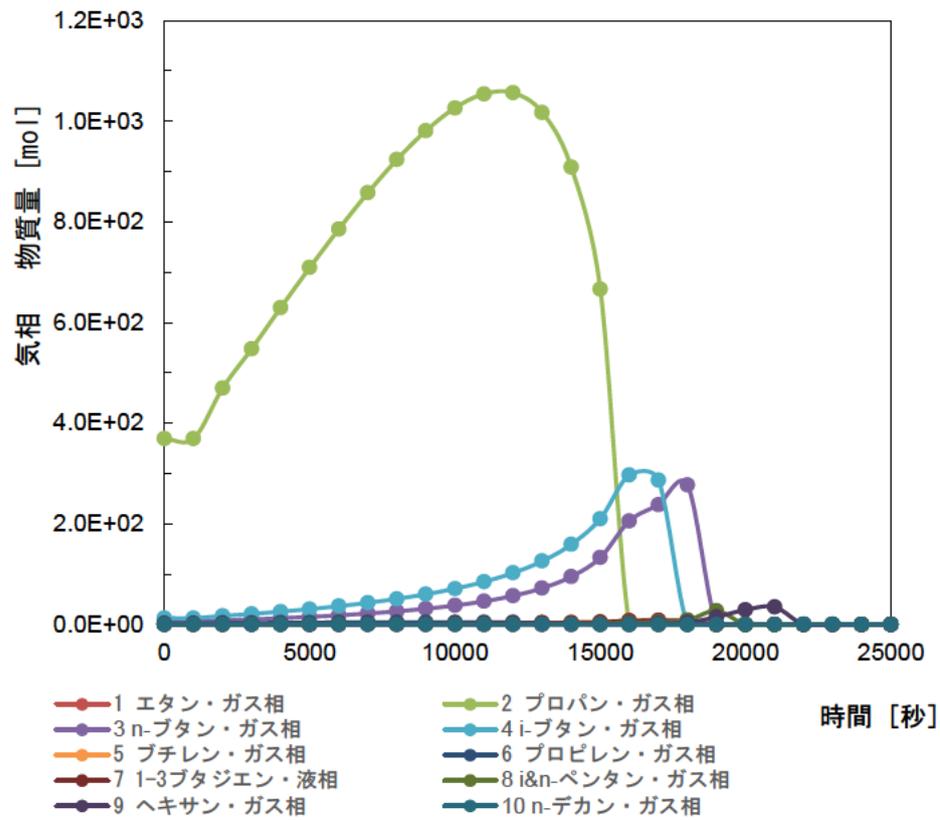


図 6.1.5-5 残留ガス貯槽 気相・液相量(モル数) 経時(15°C)

c) 残留ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化

残留ガス貯槽内における気相及び液相の各成分のモル分率を表 6.1.5-10 及び図 6.1.5-6 に示す。

開始後 10,000 秒(4.16h)で気相中のプロパンは 90%を下回り、液相中では 70%を下回る。また 10,000 秒経過時には C4 成分(n-ブタン、i-ブタン、ブチレン、プロピレン、1,3-ブタジエン) のモル分率が顕著に増加し、C5 以上 (i&n-ペンタン、ヘキサン、n-デカン)の成分は 18,000(5.0h)秒以降で気相に現れる。

表 6.1.5-10 残留ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化(15°C)

残留ガス貯槽 気相 (mol %)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	656,245	636,043	589,594	388,031	105,460
	幾何容量ℓ	1,433	1,838	3,217	4,997	6,580	6,954
エタン	0.48	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
プロパン	94.08	94.08	93.32	89.78	65.19	0.00	0.00
n-ブタン	1.53	1.53	1.98	3.30	13.01	92.02	0.00
i-ブタン	3.22	3.22	4.02	6.22	20.57	0.00	0.00
ブチレン(ブテン)	0.07	0.07	0.09	0.14	0.49	1.31	0.00
プロピレン	0.54	0.54	0.49	0.39	0.00	0.00	0.00
1,3-ブタジエン	0.06	0.06	0.08	0.13	0.48	2.56	0.00
i&n-ペンタン	0.01	0.01	0.02	0.04	0.18	2.79	0.00
ヘキサン	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	1.33	0.00
n-デカン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

残留ガス貯槽 液相 (mol %)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	656,245	636,043	589,594	388,031	105,460
	幾何容量ℓ	5,567	5,162	3,783	2,003	420	46
エタン	0.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
プロパン	84.71	83.96	80.27	69.35	6.49	0.00	0.00
n-ブタン	5.71	6.04	7.67	12.51	42.50	40.14	0.00
i-ブタン	8.21	8.61	10.51	15.79	41.98	0.00	0.00
ブチレン(ブテン)	0.20	0.21	0.26	0.41	1.21	0.00	0.00
プロピレン	0.40	0.39	0.34	0.23	0.00	0.00	0.00
1,3-ブタジエン	0.20	0.21	0.26	0.42	1.32	0.00	0.00
i&n-ペンタン	0.20	0.22	0.29	0.54	2.56	19.98	0.00
ヘキサン	0.27	0.29	0.40	0.75	3.91	39.60	0.00
n-デカン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.28	0.00
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

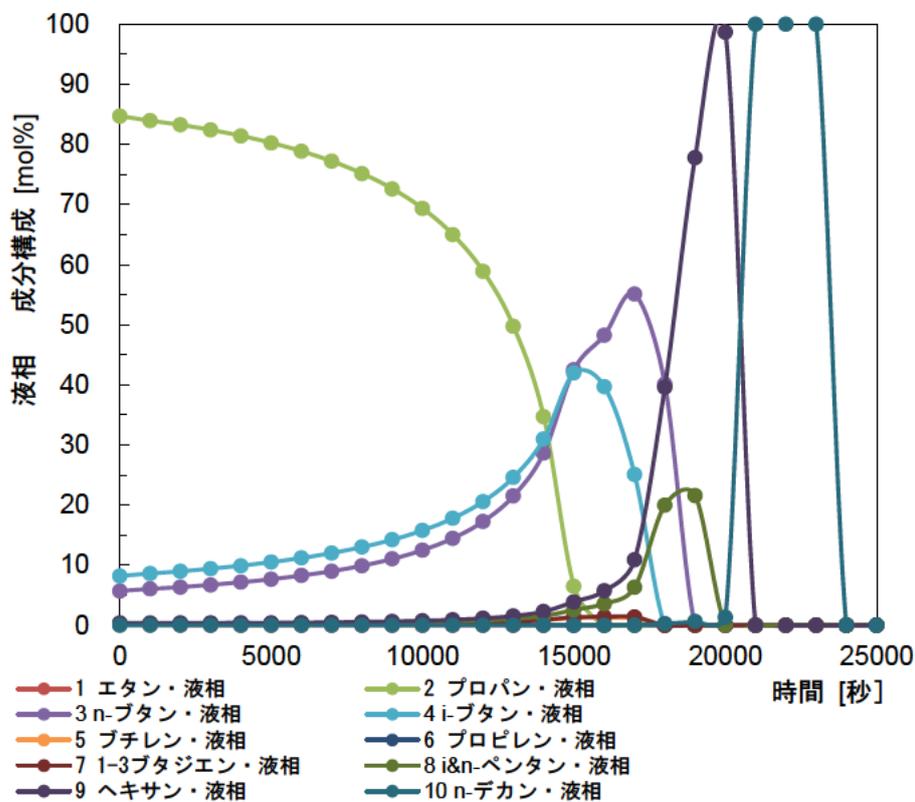
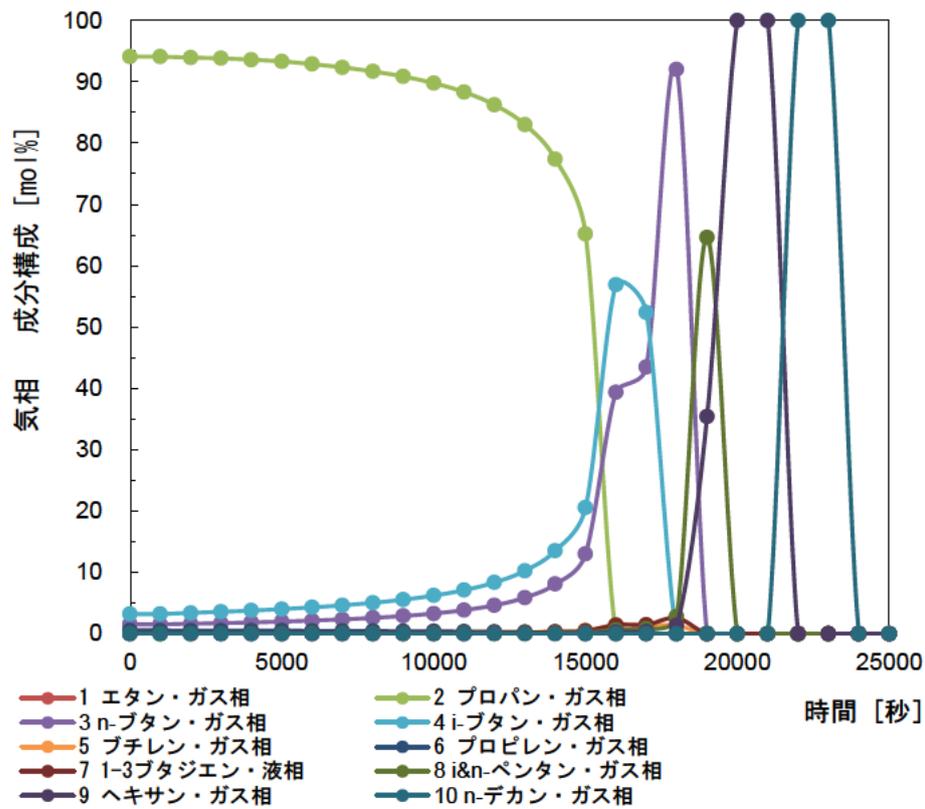


図 6.1.5-6 残留ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化(15°C)

④ 残留ガス貯槽から再生ガス貯槽へ移送されるガスの物質量の变化量

a) 残留ガス貯槽 気相経時変化

残留ガス貯槽内で気化した後、圧縮機にて吸引され、再生ガス貯槽に移送(加圧圧縮)される単位時間(1000 秒毎(0.27h))あたりの移送されるガスの物質量の变化量を表 6.15-11 及び図 6.1.5-7 に示す。

移送されるガスの物質量の变化量は開始後 1,000 秒(0.28h)で 4.649mol/1000 秒と最大となり、10,000 秒(4.16h)までは単位時間(1,000 秒)あたり 4,000mol 程度のガス移送量を維持するが、以降減少する。

プロパンは、単位時間(1000 秒毎)あたりの物質量の变化量は開始後 1,000 秒で 4,374mol を占め、10,000 秒で 3,945mol と単位時間あたり 4,000mol 程度を維持するが、以降急激に減少する。また、C4 成分及び C5 成分は開始後 1,000 秒においてプロパンと比して移送される物質量の变化量は少ないものの、逐次移送され続ける。ヘキサンにあっては 15,000 秒(4.16h)以降移送され、デカンでは移送されない。

表 6.15-11 移送されるガスの物質量の变化量 (15°C)

ガス成分	開始	1000秒	5000秒	10000秒	15000秒	18000秒
エタン	0	22	3	0	0	0
プロパン	0	4,374	3,733	3,584	2,444	0
n-ブタン	0	71	74	114	256	590
i-ブタン	0	150	151	219	428	641
ブチレン(ブテン)	0	3	3	5	10	19
プロピレン(プロペン)	0	25	20	16	5	0
1,3-ブタジエン	0	3	3	4	10	20
i&n-ペンタン	0	1	1	1	3	12
ヘキサン	0	0	0	0	1	5
n-デカン	0	0	0	0	0	0
計	0	4,649	3,987	3,945	3,157	1,287
ガス成分	開始	1000秒	5000秒	10000秒	15000秒	18000秒
エタン	0	0.5%	0.1%	0.0%	0	0.0%
プロパン	0	94.1%	93.6%	90.9%	77.4%	0.0%
n-ブタン	0	1.5%	1.8%	2.9%	8.1%	45.8%
i-ブタン	0	3.2%	3.8%	5.6%	13.6%	49.8%
ブチレン(ブテン)	0	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	1.5%
プロピレン(プロペン)	0	0.5%	0.5%	0.4%	0.2%	0.0%
1,3-ブタジエン	0	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	1.6%
i&n-ペンタン	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.9%
ヘキサン	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%
n-デカン	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
計	0	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

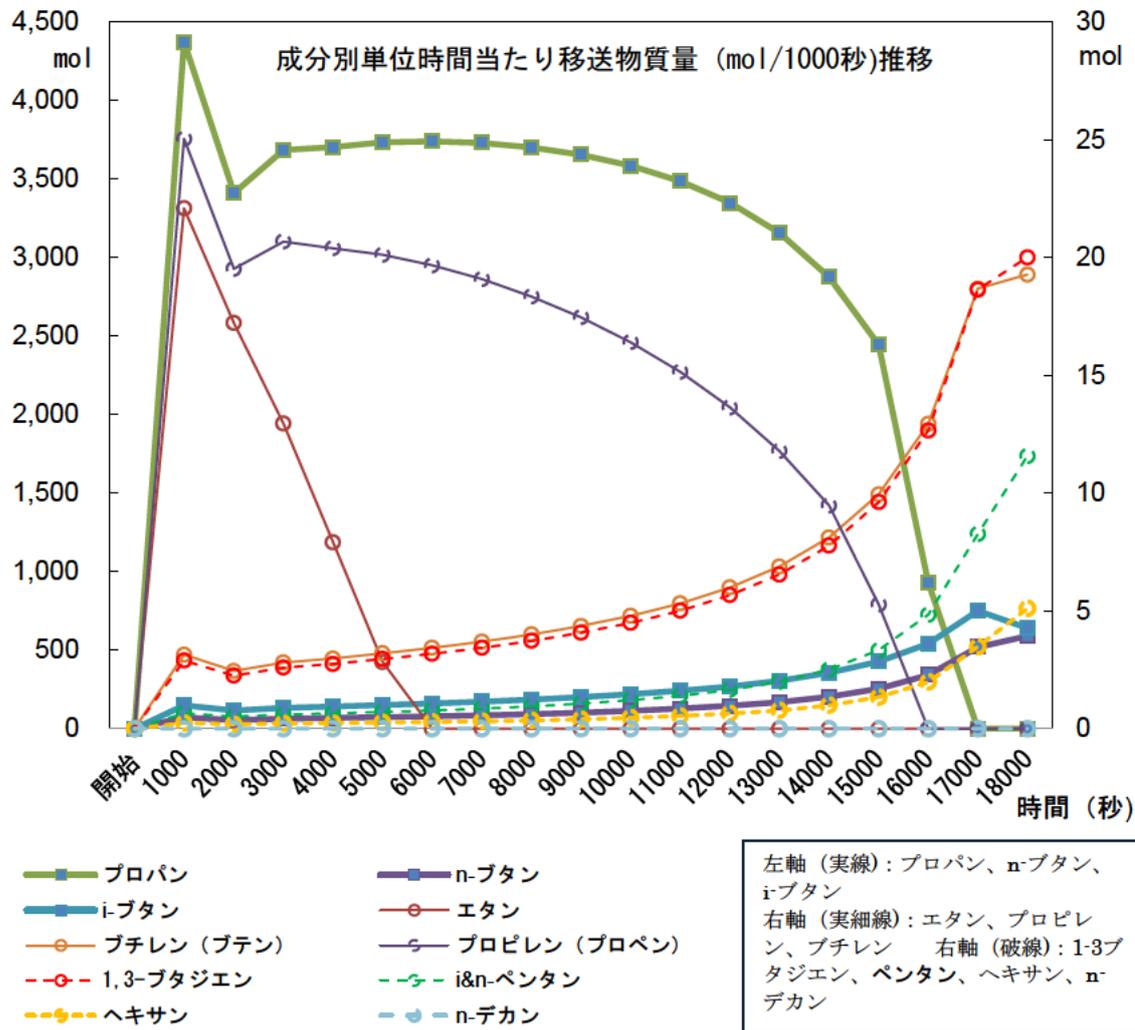


図 6.1.5-7 ガス成分別単位時間当たり移送物質質量(mol/1000 秒) 経時変化(15°C)

⑤ 再生ガス貯槽 気相及び液相の物質量の経時変化

再生ガス貯槽内の気相及び液相の物質量の経時変化を表 6.1.5-12 及び図 6.1.5-8 に示す。

a) 再生ガス貯槽 気相における物質量の経時変化

再生ガス貯槽の開始時における液相の物質量は 0mol であり、貯槽幾何容量 (7,000ℓ)、気体温度 15°Cにおける気相の全圧(残留ガス貯槽圧力と同圧力)は、656,252Pa・abs (0.65MPa)、物質量は 1,917mol (表 6.1.5-6 両貯槽のガス量解析初期値参照)である。残留ガス貯槽気相より圧縮機にて吸引され、再生ガス貯槽内で加圧された気体が液化されることで、気相の幾何容量は順次減少する。気相の物質量は開始時の 1,917mol から経過 15,000 秒(4.1h)の 604mol まで直線的に減少する。プロパンは開始時 1,803mol から経過 15,000 秒の 581mol まで直線的にその物質量を減少する。ブタン(n-ブタン・i-ブタンの計)は開始時の 91mol から経過 15,000 秒に 15mol と減少し、ブテン、1-3 ブタジエンも各々開始時の 1mol 強から経過 15,000 秒に 0.2mol 程度まで減少する。ペンタン、ヘキサンも僅かに減少し、再生ガス貯槽内で液化することを示すが、デカンに変化が認められない。

b) 再生ガス貯槽 液相における物質量の経時変化

再生ガス貯槽における液相の幾何容量は 0ℓ、物質量は 0mol から開始時され、経過 15,000 秒(4.16h)で 59,300mol へと、再生ガス貯槽内の気体が液化されることで物質量は直線的に増加する。組成成分中のプロパンでは開始時経過 1,000 秒(0.27h)の 4,373mol から経過 15,000 秒の 53,848mol まで直線的増加する。ブタン(n-ブタン・i-ブタンの計)は経過 1,000 秒の 221mol から経過 15,000 秒の 5,020mol へと順次物質量が増加する。ブテン、1-3 ブタジエンも各々開始時経過 1,000 秒で各々3mol から経過 15,000 秒で 70mol 程度まで増加する。ペンタンは 19mol、ヘキサンは 7mol と僅かに増加し、これらは再生ガス貯槽内で液化することを示す。デカンでは開始時から経過 18,000 秒まで変化が認められない。

表 6.1.5-12 再生ガス貯槽における気相及び液相の物質量の経時変化(15°C)

再生貯槽 気相 (mol)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	659,531	709,371	703,314	692,580	672,714
	幾何容量ℓ	7,000	6,596	5,224	3,432	1,799	1,345
エタン		9.1	18.7	21.0	8.5	3.4	2.2
プロパン		1803.9	1803.9	1591.5	1074.2	581.5	394.2
n-ブタン		29.4	29.4	7.1	5.4	4.1	4.5
i-ブタン		61.8	61.8	21.4	16.1	11.4	11.6
ブチレン(ブテン)		1.3	1.3	0.4	0.3	0.2	0.2
プロピレン		10.3	10.3	10.7	7.0	3.5	2.3
1,3-ブタジエン		1.2	1.2	0.3	0.3	0.2	0.2
i&n-ペンタン		0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
ヘキサン		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
n-デカン		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計		1917.4	1927.0	1652.4	1111.7	604.3	415.3

再生貯槽 液相 (mol)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	659,531	709,371	703,314	692,580	672,714
	幾何容量ℓ	0	404	1,776	3,568	5,201	5,655
エタン		0	12.5	51.1	63.6	68.7	69.9
プロパン		0	4,373.9	19,116.4	38,044.6	53,848.7	54,968.7
n-ブタン		0	71.2	355.1	833.3	1,738.2	3,190.3
i-ブタン		0	149.8	732.4	1,677.6	3,282.6	5,217.0
ブチレン(ブテン)		0	3.1	15.5	35.9	72.3	123.1
プロピレン		0	25.0	105.4	200.1	258.9	260.1
1,3-ブタジエン		0	2.9	14.3	33.3	68.0	119.3
i&n-ペンタン		0	0.7	3.4	8.3	19.2	43.8
ヘキサン		0	0.2	1.3	3.1	7.4	18.0
n-デカン		0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計		0	4,639.4	20,394.8	40,899.8	59,364.0	64,010.4

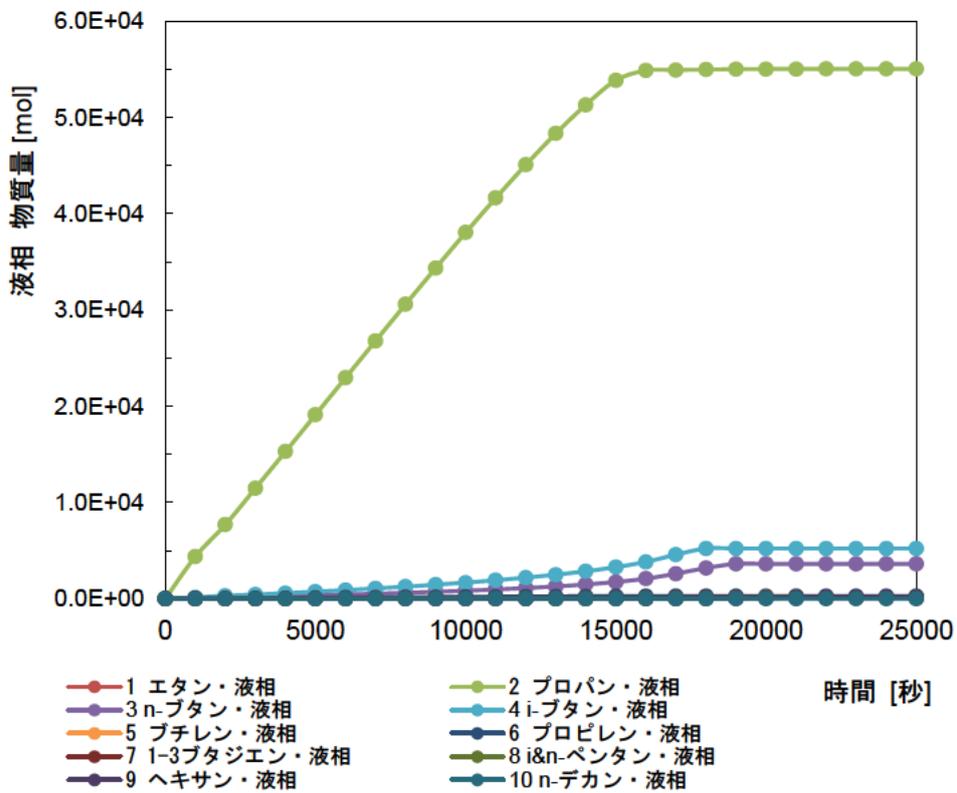
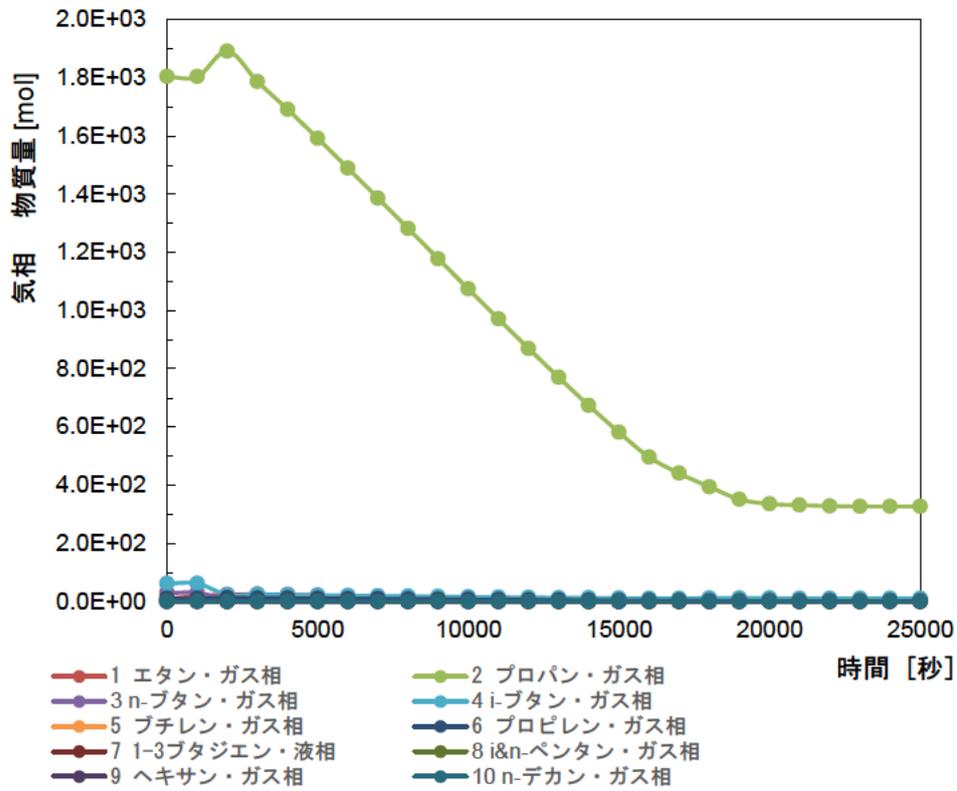


図 6.1.5-8 再生ガス貯槽における気相及び液相の物質量の経時変化(15°C)

c) 再生ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化

再生ガス貯槽内における気相及び液相の各成分のモル分率を表 6.1.5-13 及び図 6.1.5-9 に示す。

開始後経過 10,000 秒(2.77h)で気相中のプロパンは 96.62%の最高値となり、その後 18,000 秒(5.0h)までは開始時 94.08%を下回ることは無い。

また、液相のプロパンのモル分率は、開始時経過 1,000 秒で 94.28%と最高値を示すが、経過 15,000 秒には 90.71%とまで低下し、ブタン(n-ブタン・i-ブタンの計)は 8.4%まで増加する。C4 成分中の 1-3 ブタジエンは、経過 15,000 秒で 0.11%となる。これは質量比に換算した場合 0.1%を超える値であり、日本 LP ガス協会品質ガイドライン(後述)が示す 1-3 ブタジエンの基準値である 0.1 wt %未満に準拠できないこととなる。

表 6.1.5-13 再生ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化(15°C)

再生貯槽 気相 (mol%)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	659,531	709,371	703,314	692,580	672,714
	幾何容量ℓ	7,000	6,596	5,224	3,432	1,799	1,345
エタン		0.48	0.97	1.27	0.77	0.56	0.53
プロパン		94.08	93.61	96.31	96.62	96.23	94.93
n-ブタン		1.53	1.52	0.43	0.49	0.67	1.09
i-ブタン		3.22	3.21	1.29	1.45	1.89	2.80
ブチレン(ブテン)		0.07	0.07	0.02	0.03	0.04	0.05
プロピレン		0.54	0.54	0.65	0.63	0.58	0.55
1,3-ブタジエン		0.06	0.06	0.02	0.02	0.03	0.05
i&n-ペンタン		0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
ヘキサン		0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
n-デカン		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

再生貯槽 液相 (mol%)							
ガス成分	時間(秒)	開始時	1,000	5,000	10,000	15,000	18,000
	圧力Pa・abs	656,252	659,531	709,371	703,314	692,580	672,714
	幾何容量ℓ	0	404	1,776	3,568	5,201	5,655
エタン			0.27	0.25	0.16	0.12	0.11
プロパン			94.28	93.73	93.02	90.71	85.87
n-ブタン			1.54	1.74	2.04	2.93	4.98
i-ブタン			3.23	3.59	4.10	5.53	8.15
ブチレン(ブテン)			0.07	0.08	0.09	0.12	0.19
プロピレン			0.54	0.52	0.49	0.44	0.41
1,3-ブタジエン			0.06	0.07	0.08	0.11	0.19
i&n-ペンタン			0.01	0.02	0.02	0.03	0.07
ヘキサン			0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
n-デカン			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
計			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

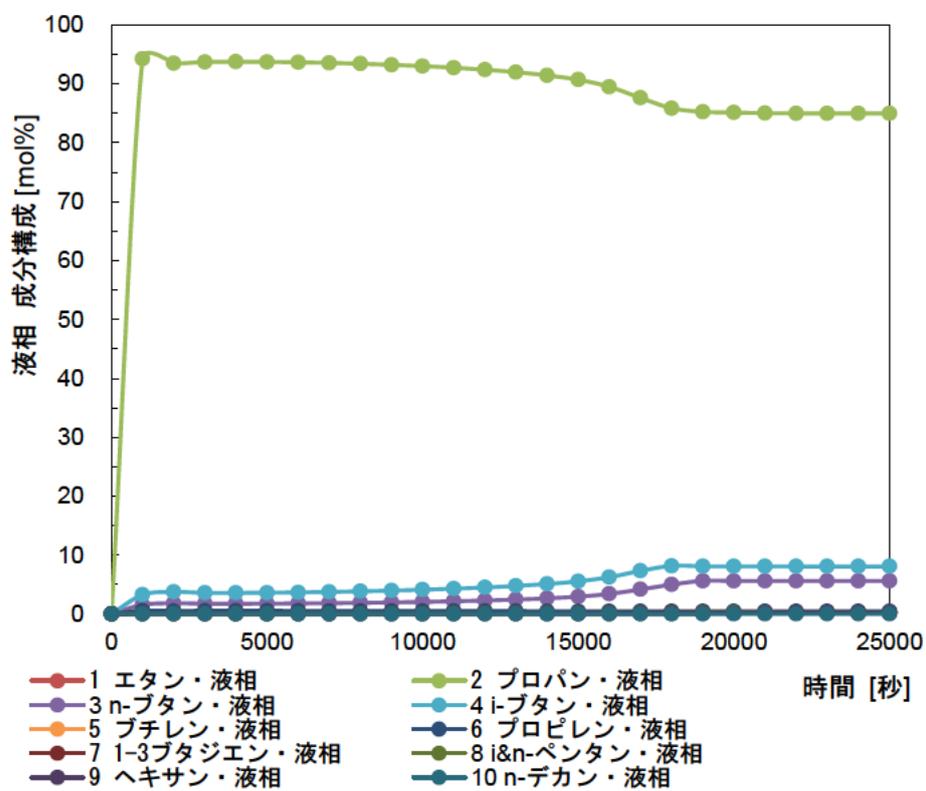
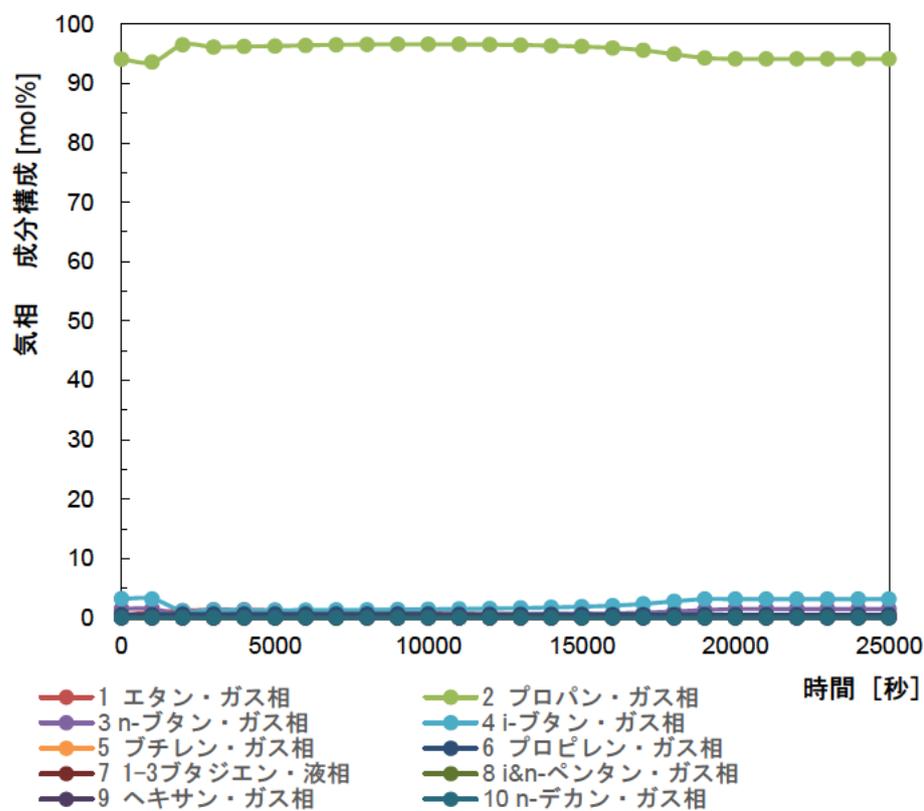


図 6.1.5-9 再生ガス貯槽 気相及び液相における各成分のモル分率の経時変化(15°C)

⑥ 残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽における液相の微量成分の経時変化

残留ガス貯槽の気相から吸引移送され、再生ガス貯槽内にて移送加圧により液化される液相成分の物質質量及びモル分率については前述の通りである。

残留ガス貯槽で液相にて残留する液相成分、または再生ガス貯槽で液化されるプロパンを除く組成成分の各々は組成の成分構成が小さく、前述の各図において判別しがたいことから残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽内のプロパンを除く組成成分の*i*-ブタン・*n*-ブタン、エタン・プロピレン、ブテン・1-3 ブタジエン及びペンタン・ヘキサン・デカンを2~3成分毎にスケールを改めた上、図6.1.5-10~17に示す。

a) 残留ガス貯槽 液相におけるブタンの物質質量及びモル分率の経時変化

残留ガス貯槽内の液相における、i-ブタン・n-ブタン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-10 に示す。開始時それぞれ 5,154mol (8.2%)、3,585mol (5.2%)から経過 10,000 秒で 3,463mol (15.3%)、2,744mol(12.5%)と物質質量を減じるもののモル分率は増加する。経過 15,000 秒でその計は 80%を超える。

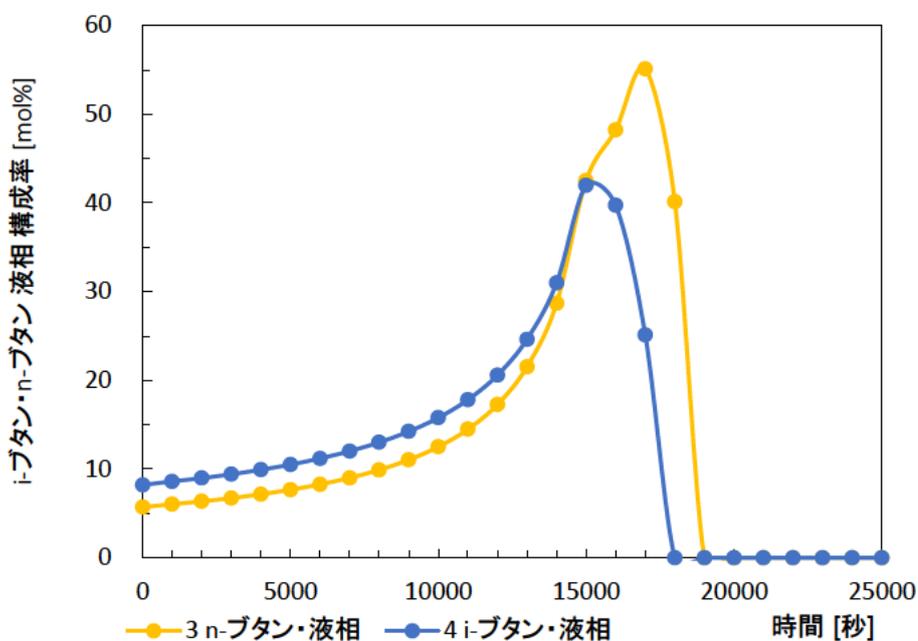
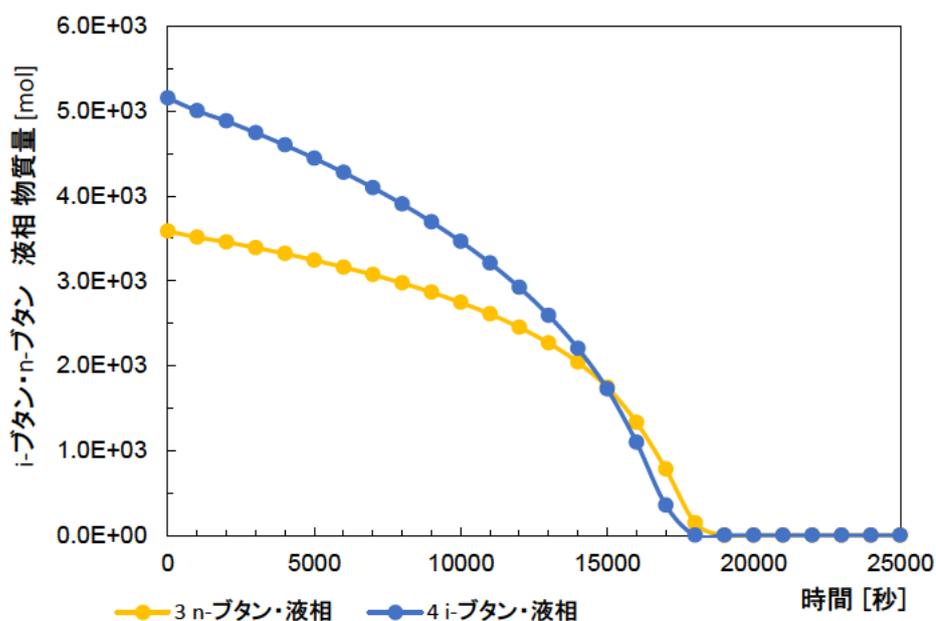


図 6.1.5-10 残留ガス貯槽 液相におけるブタンの物質質量及びモル分率の経時変化 (15°C)

b) 再生ガス貯槽 液相におけるブタンの物質量及びモル分率の経時変化

再生ガス貯槽内の液相における、i-ブタン・n-ブタン成分の物質量とモル分率経時変化を図 6.1.5-11 に示す。開始時それぞれ 0mol(0%)から経過 10,000 秒で 1,677mol(4.1%)、833mol(2.0%)と物質量の増加とともにモル分率も増加する。経過 18,000 秒では開始時の残留ガス液相成分組成にほぼ等しくなるまで増加し、この経時では後述の(5)再生ガスの品質を維持できない。

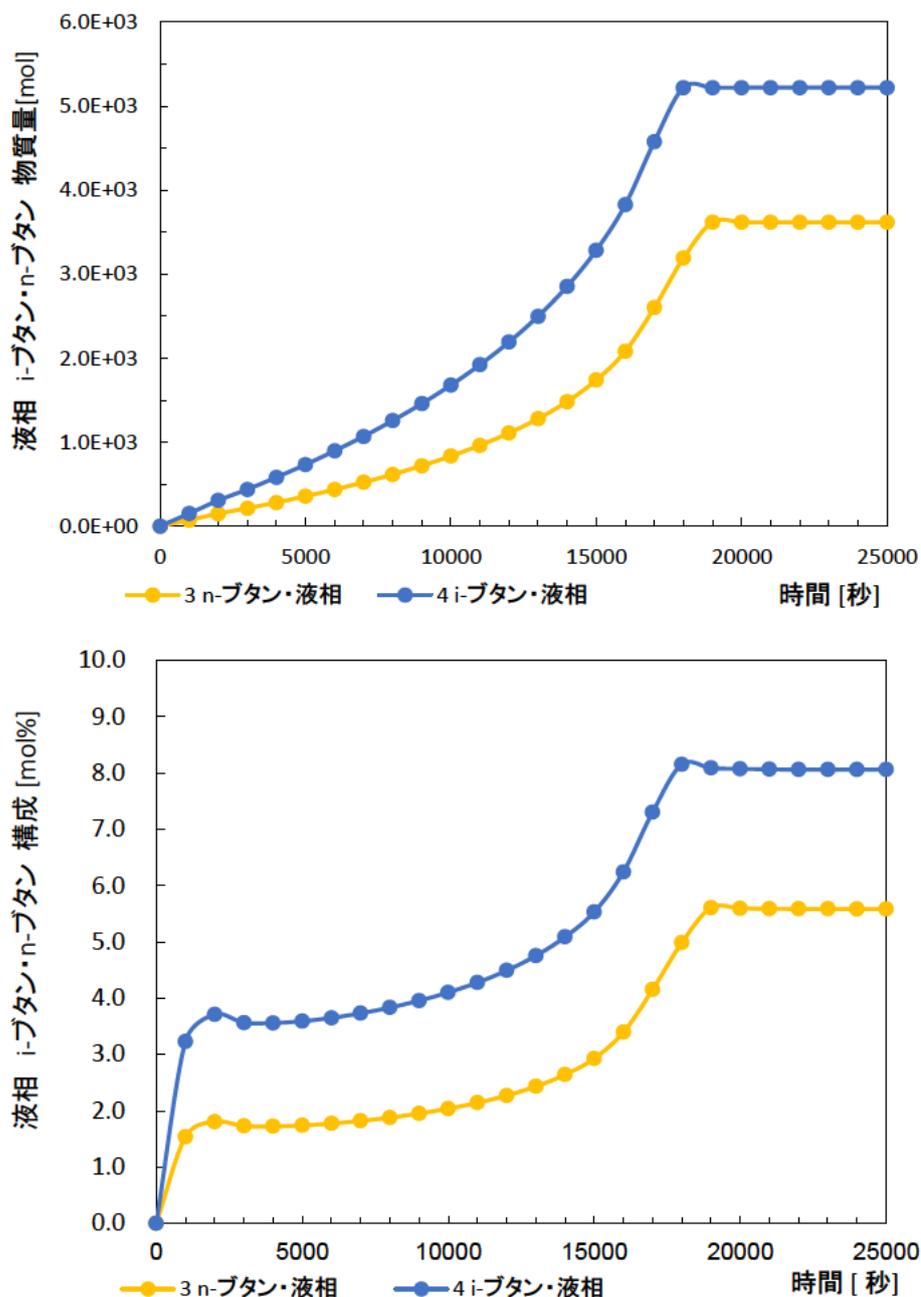


図 6.1.5-11 残留ガス貯槽 液相におけるブタンの物質量及びモル分率の経時変化 (15°C)

c) 残留ガス貯槽 液相における 1,3-ブタジエン等の物質質量及びモル分率の経時変化

残留ガス貯槽内の液相における、ブチレン、1-3 ブタジエン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-12 に示す。開始時それぞれ 125mol(0.20mol%)、125mol% (0.20mol%)から経過 10,000 秒(2.77h)で 89mol (0.41mol%)・92mol% (0.42mo%)と物質質量は減少するが、モル分率は増加する。

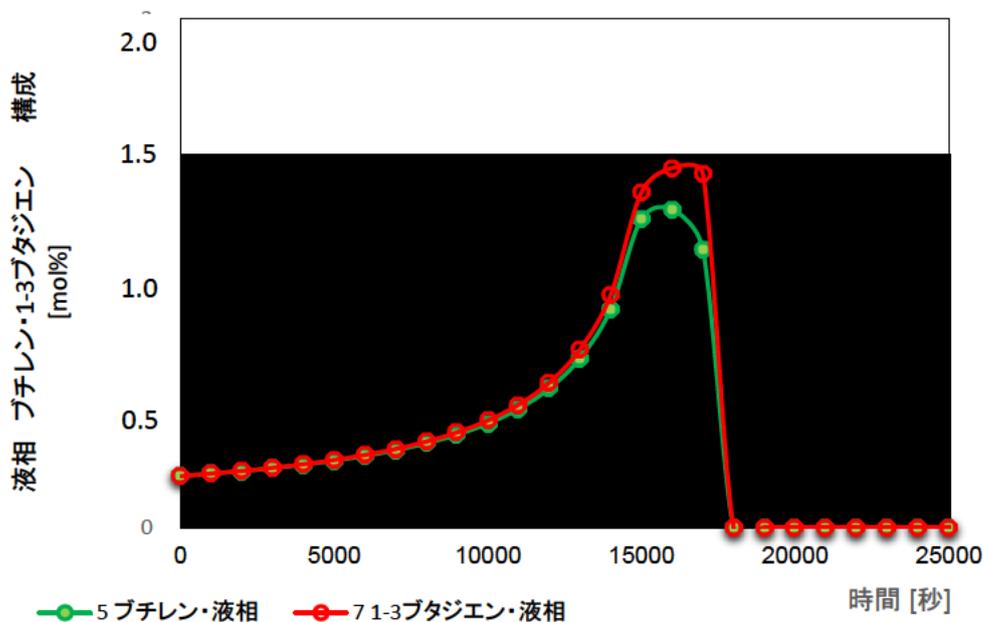
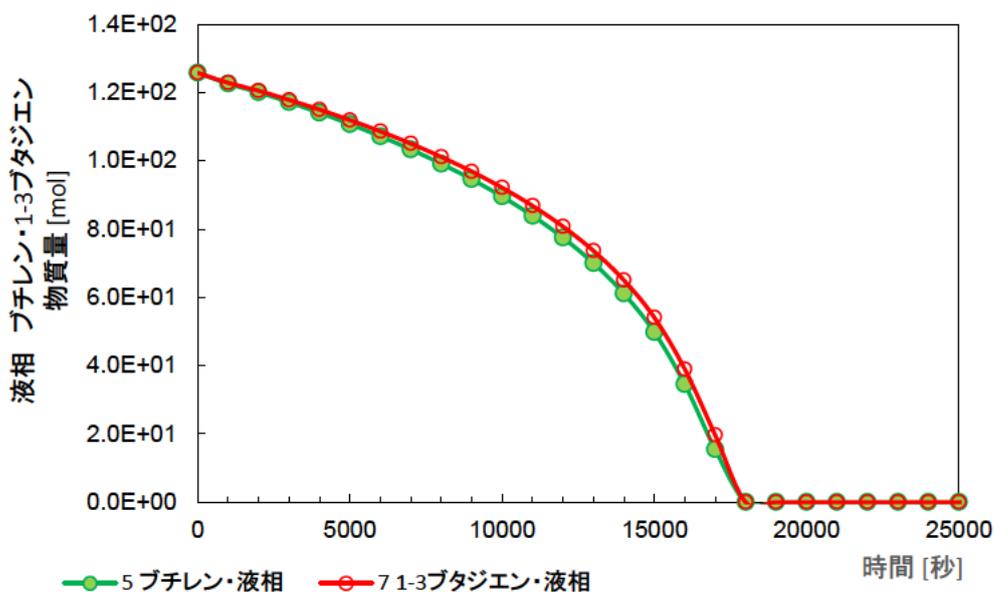


図 6.1.5-12 残留ガス貯槽 液相における 1,3-ブタジエン等の物質質量及びモル分率の経時変化(15°C)

d) 再生ガス貯槽 液相における 1,3-ブタジエン等の物質質量及びモル分率の経時変化

再生ガス貯槽内の液相における、ブチレン、1-3 ブタジエン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-13 に示す。経過 10,000 秒(2.77h)でそれぞれ 35.9mol(0.09mol%)・33.3mol(0.08mol%)と物質質量が増加するとともに僅かずつモル分率が増加する。1-3 ブタジエンが後述の再生ガスの品質維持に影響を及ぼす点、注意を要する。詳細は(5)に記載する。

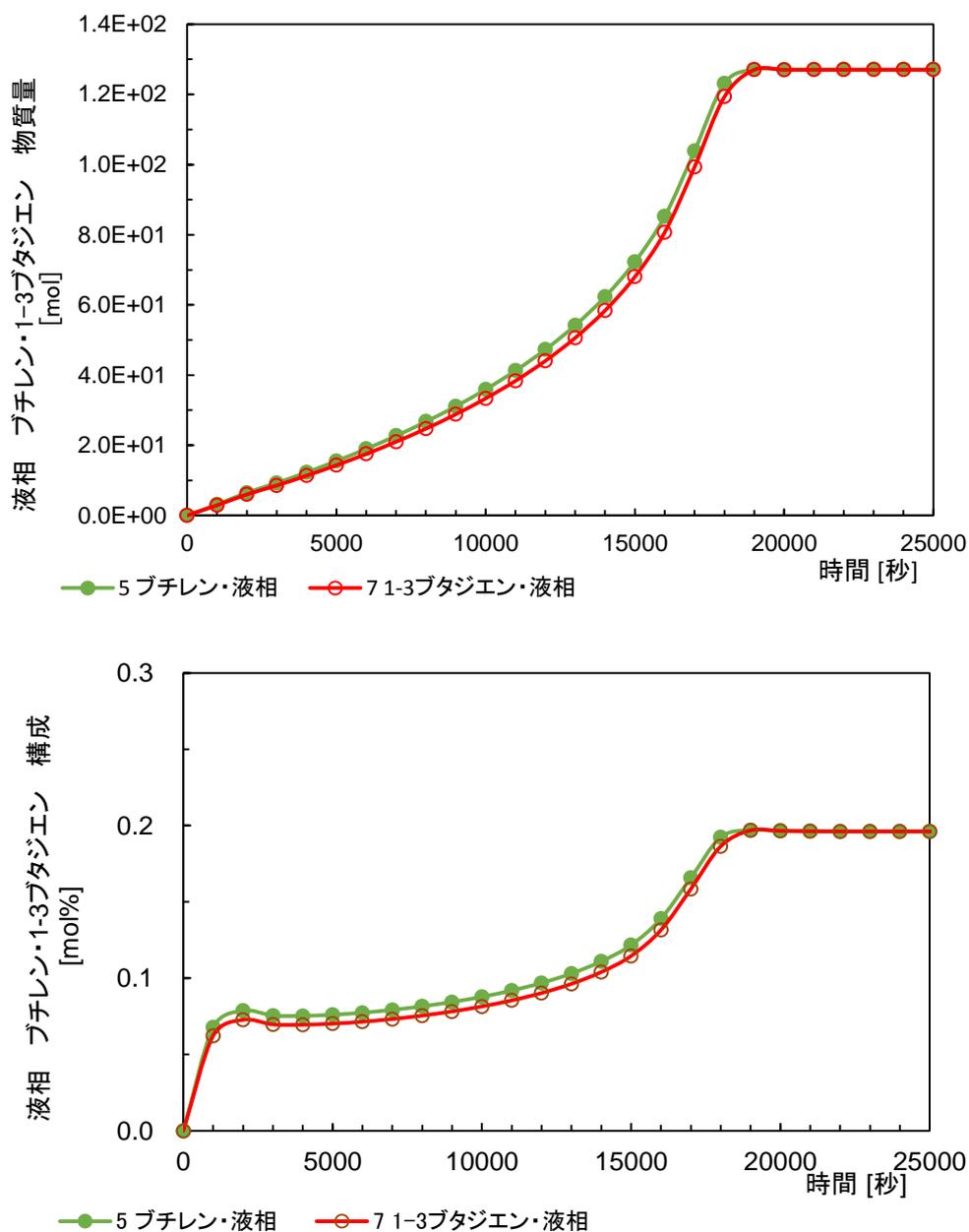


図 6.1.5-13 再生ガス貯槽 液相における 1,3-ブタジエン等の物質質量及びモル分率の経時変化(15°C)

e) 残留ガス貯槽 液相におけるエタン及びプロピレンの物質質量及びモル分率の経時変化

残留ガス貯槽内の液相における、エタン及びプロピレン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-14 に示す。開始時それぞれ 61mol (0.1mol%)、249mol% (0.4mol%) から経過 5,000 秒(1.38h) でエタン、15,000 秒(4.16h) でプロピレンがそれぞれ 0mol (0%) となりすべて再生貯槽に移送される。

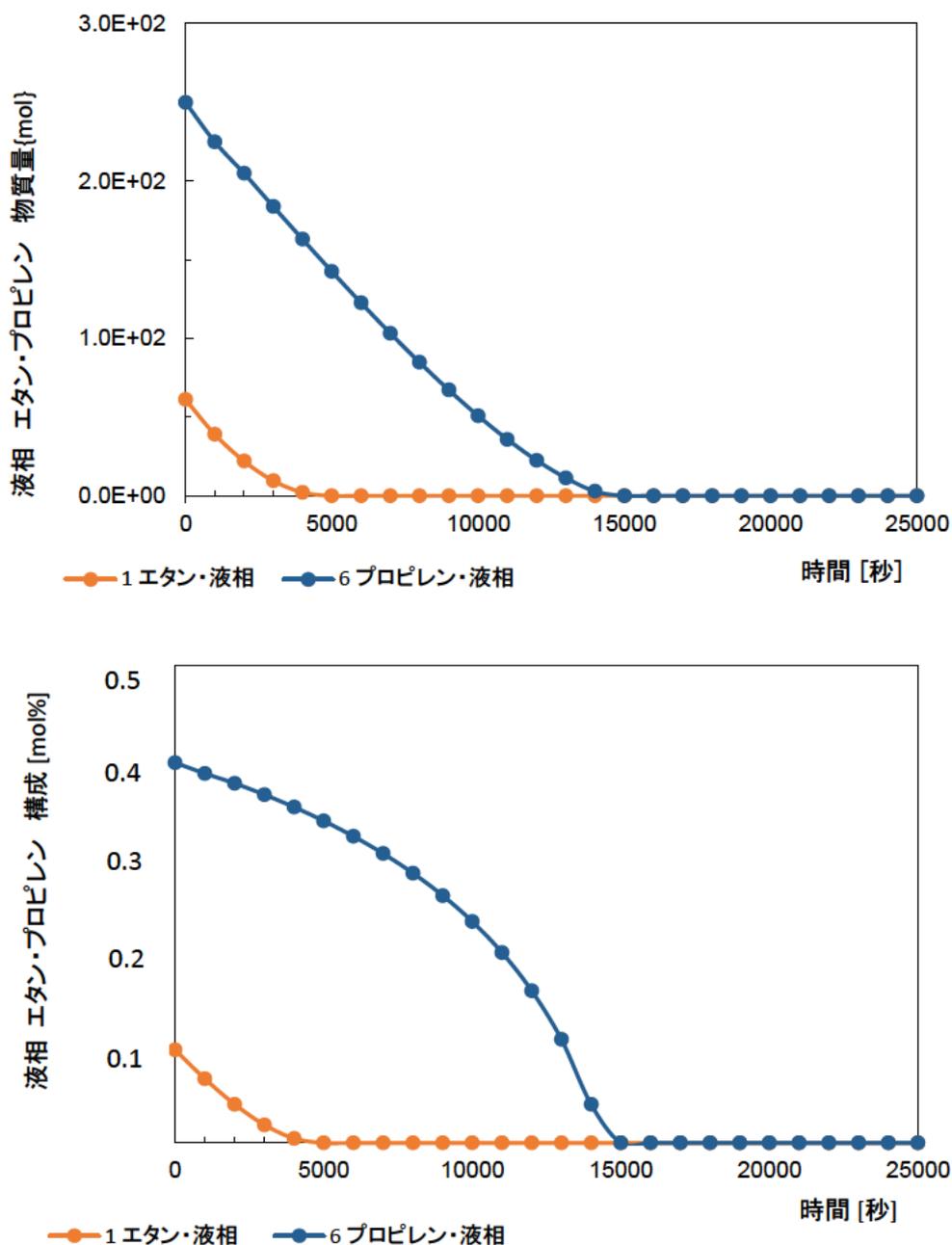


図 6.1.5-14 残留ガス貯槽 液相におけるエタン及びプロピレンの物質質量及びモル分率の経時変化(15°C)

f) 再生ガス貯槽 液相におけるエタン及びプロピレンの物質質量及びモル分率の経時変化

再生ガス貯槽内の液相における、エタン及びプロピレン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-15 に示す。経過 1,000 秒(0.27h)で 12.5mol (0.27mol%)、149.8mol (0.54mol%)と最大値を示すが、以降減少し 18,000 秒(5.0h)でそれぞれ 69.9mol(0.11%)、260.1mol(0.41%)とほぼ開始時の残留ガスのモル分率に至る。

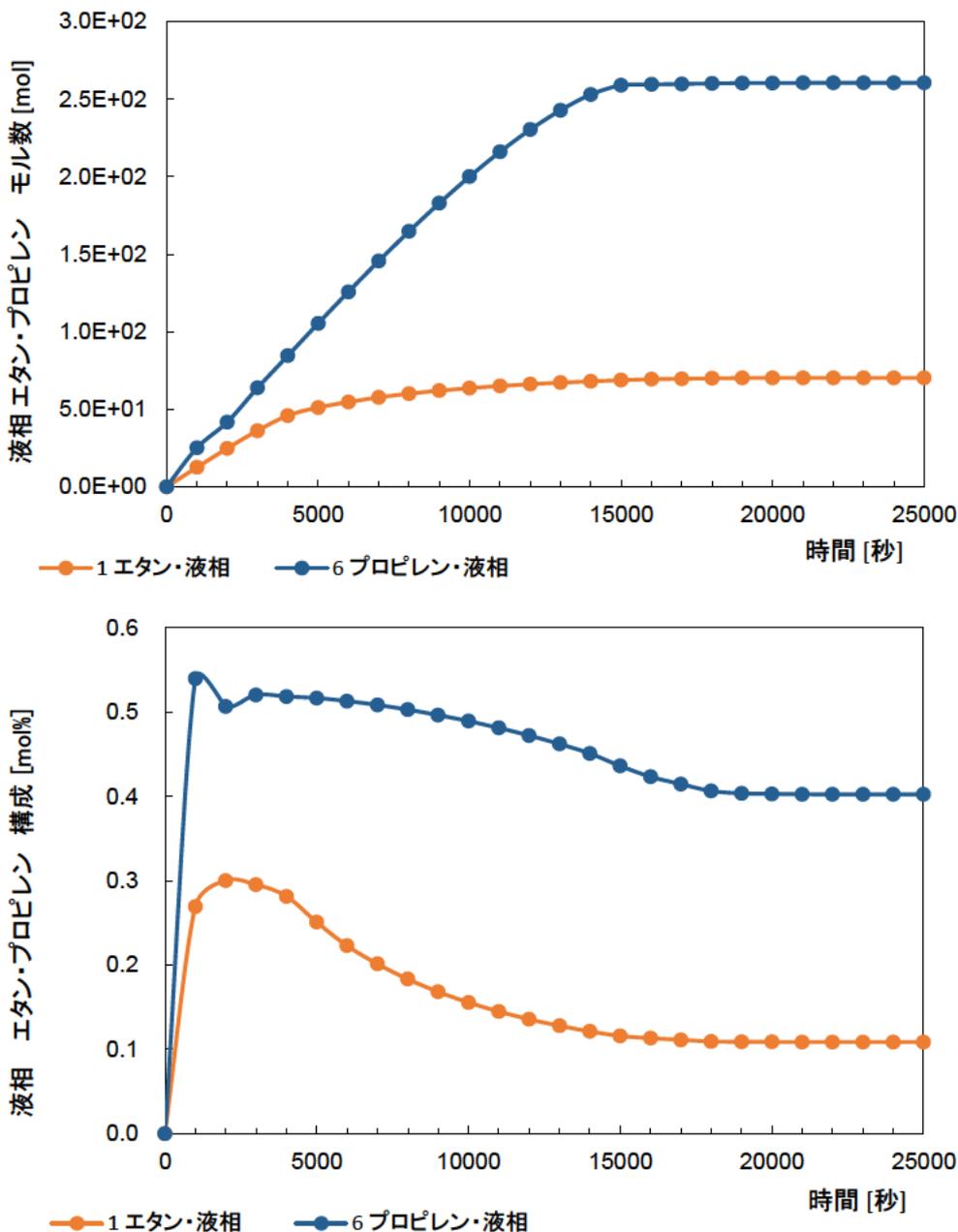


図 6.1.5-15 再生ガス貯槽 液相におけるエタン及びプロピレンの物質質量及びモル分率の経時変化(15°C)

g) 残留ガス貯槽 液相における C5 成分以上の物質量及びモル分率の経時変化

残留ガス貯槽内の液相における、C5 成分以上のペンタン、ヘキサン、デカンの物質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-16 に示す。開始時それぞれ 121mol (0.20mol%)、168mol(0.27mol%)、1mol%(0.00mol%)から経過 15,000 秒(4.16h) で、ペンタン、ヘキサンは各々 105mol (2.56%)・160mol (3.91%)と僅かに物質量が減少するが、モル分率は増加する。経過 15,000 秒以降これら 3 物質のみが液相を構成することでこれらのモル分率が急激に増加する。18,000 秒(5.0h)までは、これら C5 以上のペンタン、ヘキサン、デカンが残留ガス貯槽内に液相で残存し、再生ガス貯槽に殆ど移送されないことを示している。

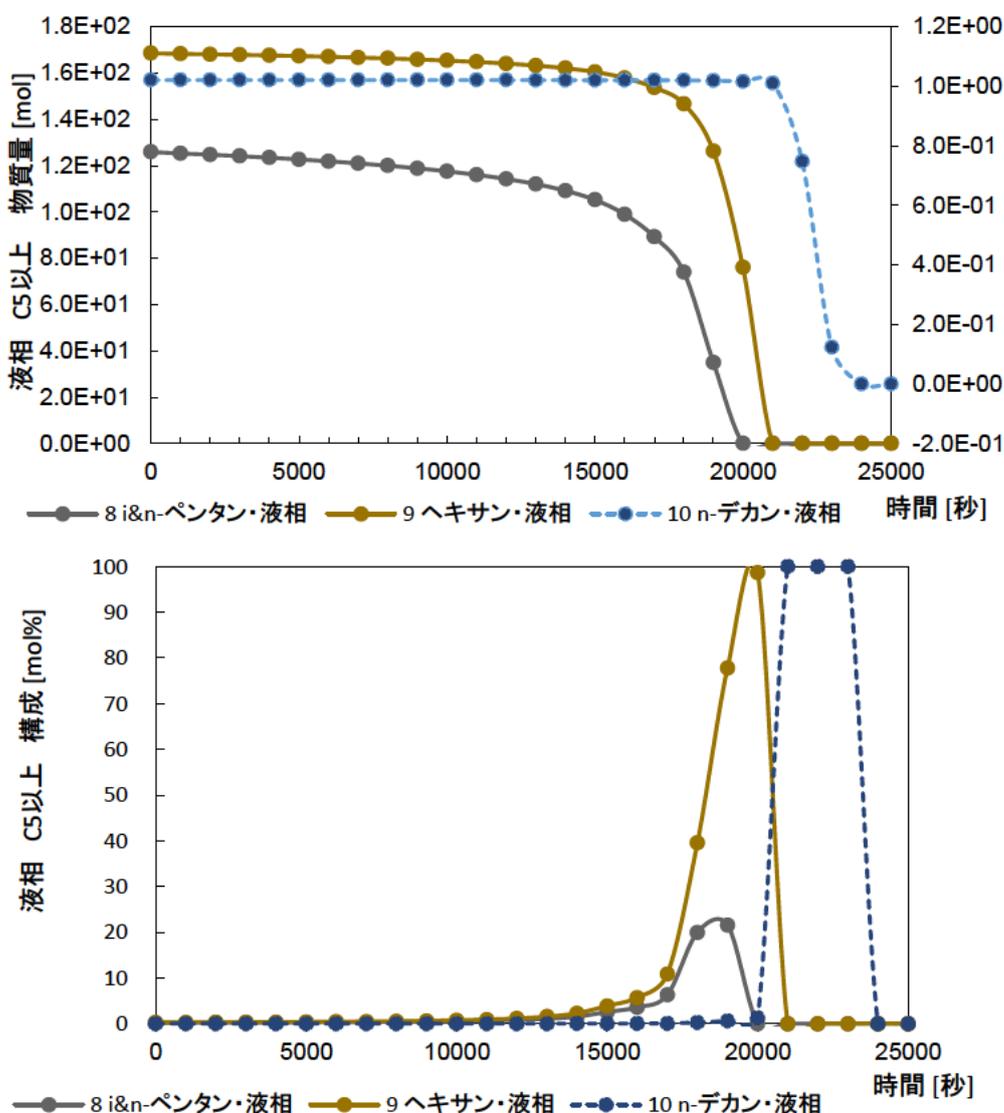


図 6.1.5-16 残留ガス貯槽 液相における C5 成分以上の物質量及びモル分率の経時変化(15°C)

注：液相物質量デカンは右軸による。

h) 再生ガス貯槽 液相における C5 成分以上の物質質量及びモル分率の経時変化

再生ガス貯槽内の液相における、C5 成分以上のペンタン、ヘキサン、デカン成分の物質質量とモル分率の経時変化を図 6.1.5-17 に示す。ペンタン、ヘキサンでは経過 15,000 秒(4.16h)でそれぞれ 19.2mol (0.03mol%)、7.4mol (0.01mol%)と僅かに物質質量とモル分率が増加するが、経過 18,000 秒(5.0h)以前ではほぼ液化しない。またデカンは経過 18,000 秒(5.0h)以前で殆ど液相成分として存在していない。

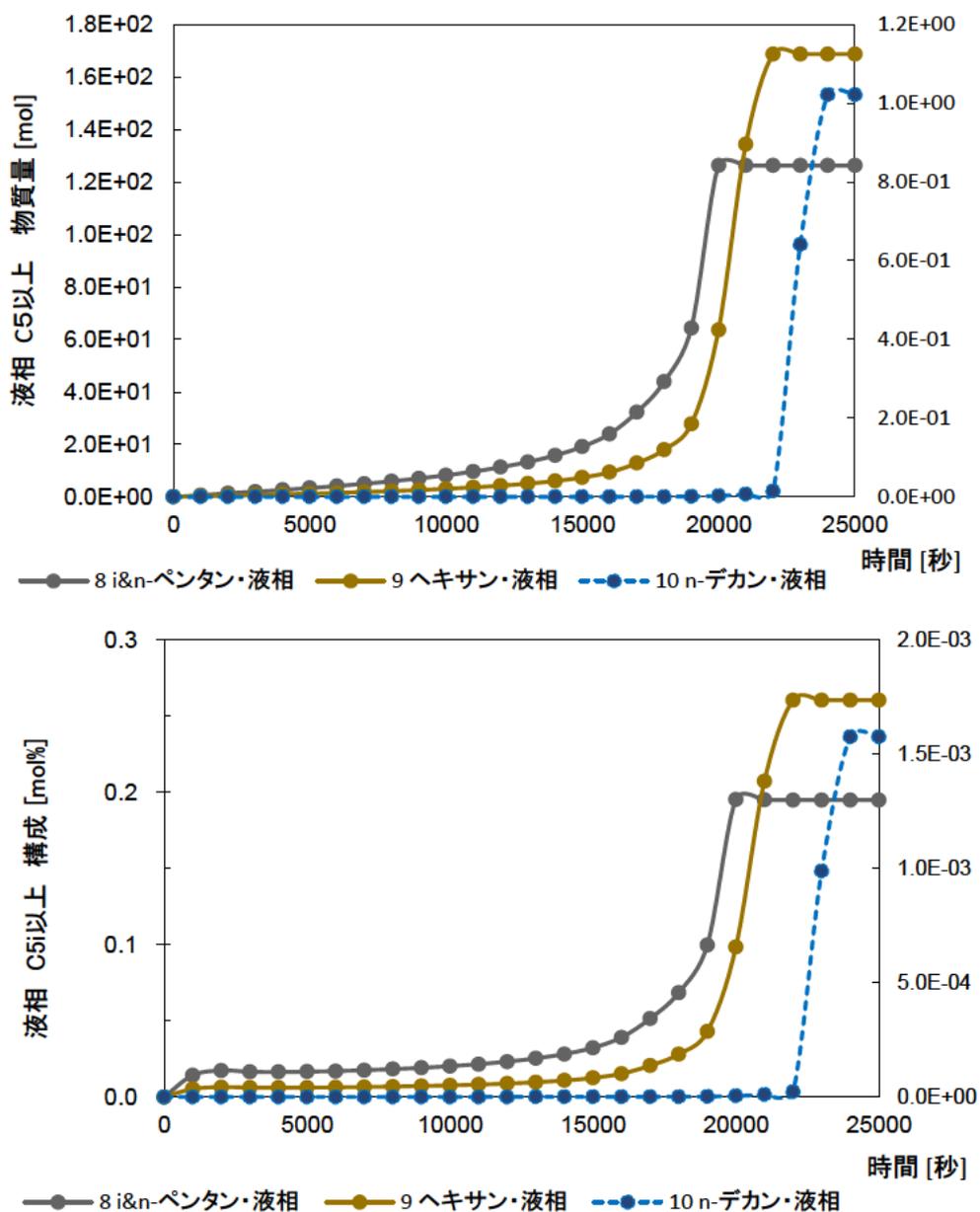


図 6.1.5-17 再生ガス貯槽 液相における C5 成分以上の物質質量及びモル分率の経時変化(15°C)

注：デカンについて右軸による。

(5)残留ガスの再生処理後(以下、「再生ガス」という。)の品質

① 再生ガスの品質

液化石油ガス規格(品質)は以下のとおりである。

液化石油ガス法施行規則第12条第1項の基準(下表の通り)

JISK2240 及び品質ガイドラインの基準(下表の通り)

高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第6条第2項第2号のにおいの基準適合(別途)

表 6.1.5-14 液化石油ガスの規格(品質)

項目	液石法 規則第12条1項			JIS-K-2240 1種 家庭用・業務用燃料			日本LPガス協会 品質ガイドライン	
	い号	ろ号	は号	1号	2号	3号	商業用プロパン	
密度(15°C),g/cm	—			0.500~0.620			0.500~0.620	
蒸気圧(40°C)MPa	1.53以下			1.53以下			1.53以下	
組成 mol%	エタン・エチレン	5以下			5以下			①0.5以下
	プロパン・プロピレン	80以上	60以上 80未満	60未満	80以上	60以上 80未満	60未満	②92.0以上
	ブタン	—			20以下	40以下	30以上	報告
	ブチレン	—						報告
	1,3-ブタジエン	0.5以下			0.5以下			③④0.1wt%未満
	ペンタン	—			—			報告
銅板腐食(40°C,1h)	—			1以下			1以下	
残渣分	75°C(質量ppm)	—			—			60以下
	105°C(質量ppm)	—			—			10以下
硫黄分(質量ppm)	—			※0.0050%以下(質量%)			50以下	
遊離水分	—			—			⑤無	
水銀(mg/Nm ³)	例示基準39. 品質ガイドラインの規定			—			0.009以下	

※着臭剤等を入れる前の状態での規定

- ①冷凍品については、2.0mol%以下とする。
- ②プロピレンの含有量は、25.0mol%以下とする。
- ③mol%から wt%への換算方法は LP ガスの品質ガイドラインの解説による
- ④1,3-ブタジエン含有量の単位 wt%は、労働安全衛生法における使用単位に準拠した。
- ⑤LP ガス中の水分定量分析の結果プロパン、ブタンの含有水分量がそれぞれ 70wtppm 以下、40wtppm 以下であれば「遊離水分なし」と判断する。

② 解析結果

残留ガスを再生処理設備により再生ガス化し、その再生処理によって得られる液化石油ガスの品質(成分組成)について、表 6.1.5-14 の液化石油ガスの規格(品質)と解析結果との適合確認を行う。(今解析においては硫黄分、遊離水分、水銀は行わない。)

この確認にあたっては、(4)の解析結果に温度3条件を加えた、4条件(30℃、15℃、0℃、-10℃)の解析結果における再生ガス貯槽での再生ガス化(液化)される液化石油ガスの成分組成について、品質ガイドラインの規定値との比較の結果は以下の通り。

a) エタン・エチレン

品質ガイドラインにおいては 5.0mol%以下を求めており、解析では温度 4 条件とも経過時間にかかわらず、組成成分の要求値を超えることはない。

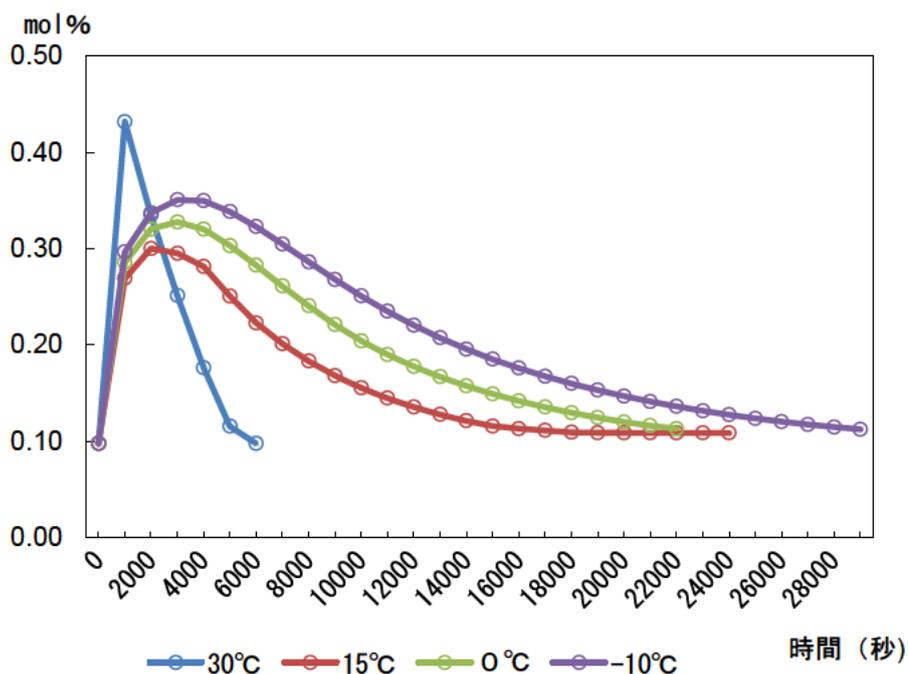


図 6.1.5-18 再生ガス 液相におけるエタンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

b) プロパン・プロピレン

品質ガイドラインにおいて、プロパン・プロピレンは 92.0mol%以上を求めている。温度 4 条件での解析を行う上では、プロピレンは微量(0.4mol%)であるところから無視出来るものとして、残留ガスから再生ガス化されたプロパンの組成成分の規定値が維持できる圧縮機運転時間（以降「再生処理時間限度」）の上限、再生ガス化されたガス量（以降「再生ガス回収量」）及び再生ガス化された割合（以降「回収率」）は表 6.1.5-15 の通り。また、温度 4 条件によるプロパンの再生処理の経時変化を図 6.5.1-19 に示す。

解析温度条件の温度が高いほど再生ガス回収の再生時間は短くなり、回収率が低下する傾向を示す。また、温度を低くなるにつれ、回収率は高くなり、再生時間は長時間化し、温度条件が 15℃との比較において再生処理時間は 30℃で 0.8 倍、0℃で 1.5 倍、-10℃で約 2.1 倍となる。

表 6.1.5-15 再生ガス 液相におけるプロパンの再生時間の上限値及び回収率

水準温度 ℃	再生処理時間限度		プロパン モル分率	貯槽圧力MPa・abs		再生回収量 kg	回収率
	秒	時		残留貯槽	再生貯槽		
30	9,000	2.50	92.2%	0.82	1.03	2,227	76.4%
15	12,000	3.33	92.4%	0.55	0.70	2,193	75.2%
0	18,000	5.00	92.3%	0.33	0.45	2,286	78.4%
-10	25,000	6.94	92.1%	0.22	0.33	2,392	82.0%

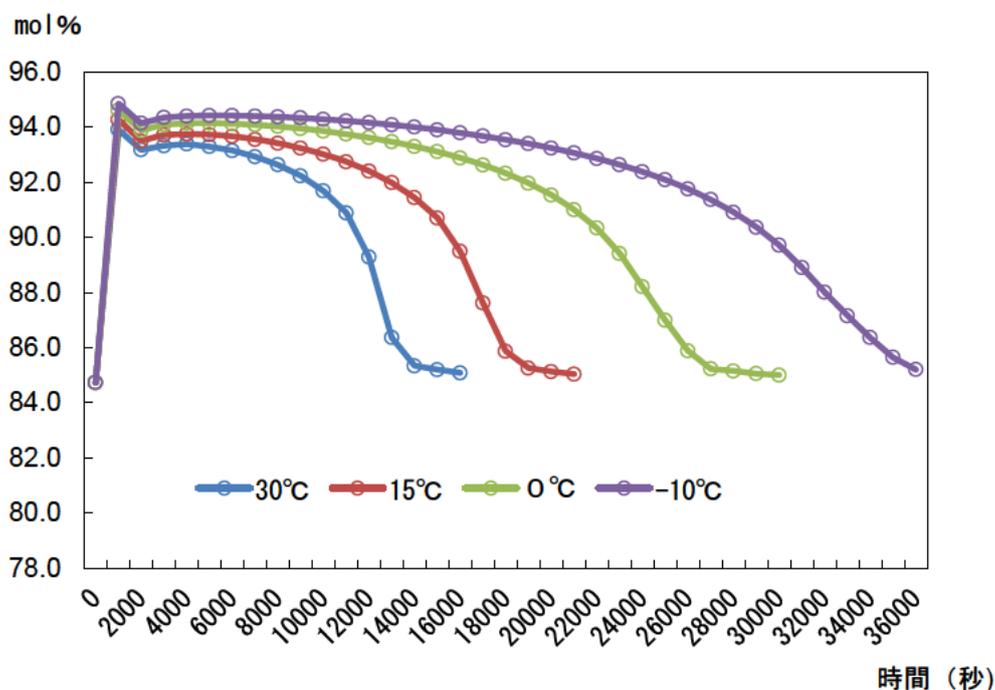


図 6.1.5-19 再生ガス 液相におけるプロパンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

c) 1-3 ブタジエン

品質ガイドラインにおいて、1-3 ブタジエンは質量%で0.1wt%未満を求められている。残留ガスの圧縮機再生方式による再生ガスの成分組成は 前述 b) のプロパン 92.0mol%以上を確保し、かつ 1-3 ブタジエンの質量 0.1%未満とするとき再生処理時間限度、再生ガス回収量及び回収率は表 6.1.5-16 の通り。また温度 4 条件による 1-3 ブタジエンのモル分率の経時変化を図 6.1.5-20 に示す。

残留ガスを品質ガイドラインの規定値で再生ガス回収を行う時、再生ガス回収率における 1-3 ブタジエンの影響は大きく、温度が高いほど再生ガスの回収率を低下させる。

表 6.1.5-16 再生ガス 液相におけるプロパン及び 1-3 ブタジエンの再生時間の上限値及び回収率

水準温度 °C	再生処理時間限度		プロパン	1-3ブタジエン		貯槽圧力MPa・abs		再生回収量	回収率
	秒	時	モル分率	モル分率	質量分率	残留貯槽	再生貯槽	kg	
30	9,000	2.50	92.24%	0.09%	0.11%	0.82	1.03	2,227	76.4%
	5,000	1.39	93.30%	0.08%	0.09%	0.93	1.04	1,222	41.9%
15	12,000	3.33	92.41%	0.09%	0.11%	0.55	0.70	2,193	75.2%
	9,000	2.50	93.24%	0.08%	0.09%	0.60	0.70	1,651	56.6%
0	18,000	5.00	92.33%	0.09%	0.11%	0.33	0.45	2,286	78.4%
	14,000	3.89	93.31%	0.08%	0.09%	0.38	0.46	1,803	61.9%
-10	25,000	6.94	92.10%	0.09%	0.11%	0.22	0.33	2,392	82.0%
	20,000	5.56	93.25%	0.08%	0.09%	0.26	0.33	1,956	67.0%

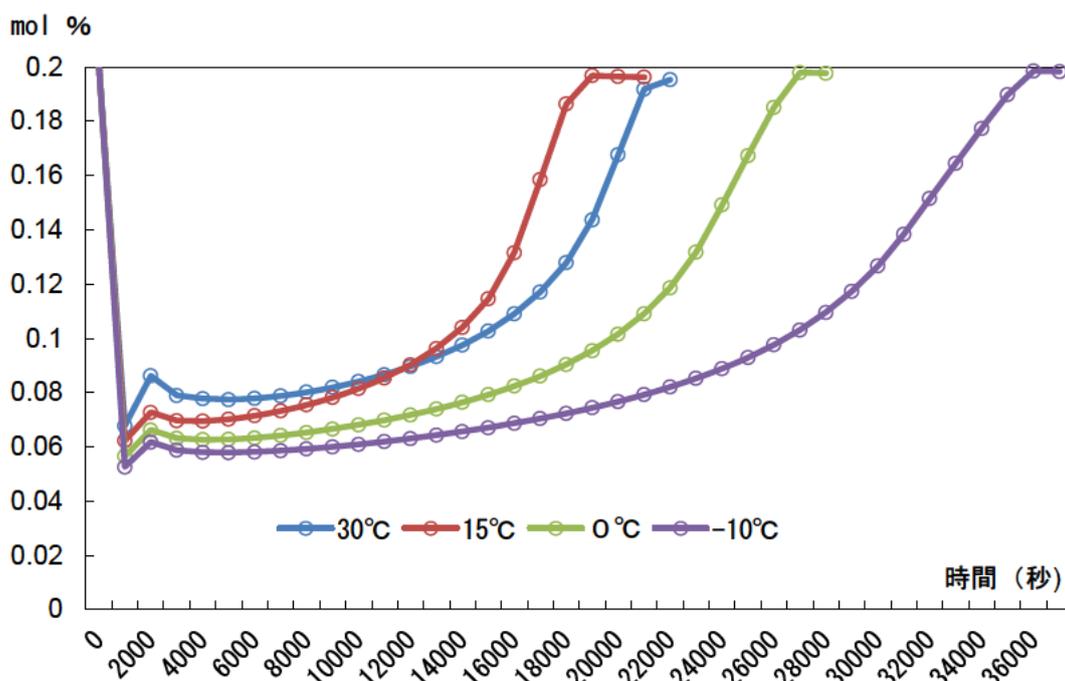


図 6.1.5-20 再生ガス 液相における 1-3 ブタジエンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

d) i&n-ブタン

品質ガイドラインにおいて「報告」と規定されるブタン(i&n-ブタン計)の前述 c) による再生処理時間限度におけるブタンのモル分率と再生ガス回収率を表 6.1.5-17 に示す。また、温度 4 条件による 1-3 ブタンのモル分率の経時変化を図 6.1.5-21 に示す。ブタンについて前述 1-3 ブタジエン「再生処理時間限度」では、品質ガイドラインの求める条件に影響を与えない。

表 6.1.5-17 再生ガス 液相におけるブタンの回収率

水準温度 °C	再生処理時間限度		プロパン	ブタン	再生回収量 kg	回収率
	秒	時	モル分率	モル分率		
30	5,000	1.39	93.3%	5.3%	1,222	41.9%
15	9,000	2.50	93.2%	5.9%	1,651	56.6%
0	14,000	3.89	93.3%	5.9%	1,803	61.9%
-10	20,000	5.56	93.2%	5.9%	1,956	67.0%

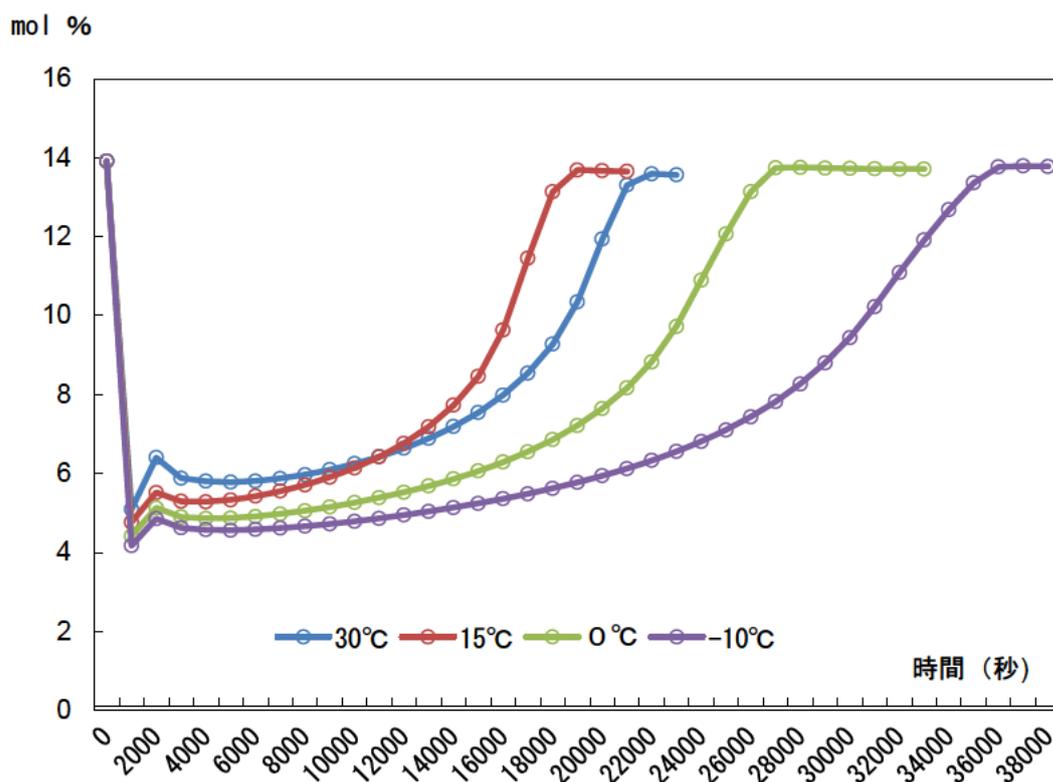


図 6.1.5-21 再生ガス 液相におけるブタンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

e)ペンタン、ヘキサン、n-デカン

品質ガイドラインに準拠する再生ガスを得る、前述c)による再生処理時間限度においてC5成分以上の炭化水素であるペンタン、ヘキサン、n-デカンについて再生ガス化されたこれら成分それぞれの質量及び質量分率(参考として1-3ブタジエンについても表す)について表6.1.5-18に示す。

温度4条件によるC5以上の炭化水素の前述「再生処理時間限度」による経過時間においては品質ガイドラインの「報告」対象であるペンタンは、再生ガス貯槽内に微量ながら再生ガス化される。また、ヘキサンも微量、デカンは殆ど再生ガス化されない。これらはいずれも品質ガイドラインの求める残渣分として定める75℃にて60ppmw以下、105℃にて10ppmw以下の成分の対象ではないが、ここではいわゆる重質成分の再生ガス化への可能性を解析上確認した。

これらC5成分以上の温度4条件によるモル分率の経時変化は図6.1.5-22~24の通り。また、前述「再生処理時間限度」であれば、これらは品質ガイドラインの求める条件に影響を与えない。

表 6.1.5-18 再生ガス 液相におけるC5成分以上の回収量

水準温度	再生処理時間限度		1-3ブタジエン	ペンタン	ヘキサン	n-デカン	再生回収量
℃	秒	時	g	g	g	g	g
30	5,000	1.39	1,145	403	198	0.020	1,221,556
15	9,000	2.50	1,556	508	228	0.016	1,651,474
0	14,000	3.89	1,661	493	198	0.009	1,802,968
-10	20,000	5.56	1,808	502	185	0.006	1,956,132

水準温度	再生処理時間限度		1-3ブタジエン	ペンタン	ヘキサン	n-デカン
℃	秒	時	質量分率			
30	5,000	1.39	0.094%	0.033%	0.016%	0.000%
15	9,000	2.50	0.094%	0.031%	0.014%	0.000%
0	14,000	3.89	0.092%	0.027%	0.011%	0.000%
-10	20,000	5.56	0.092%	0.026%	0.009%	0.000%

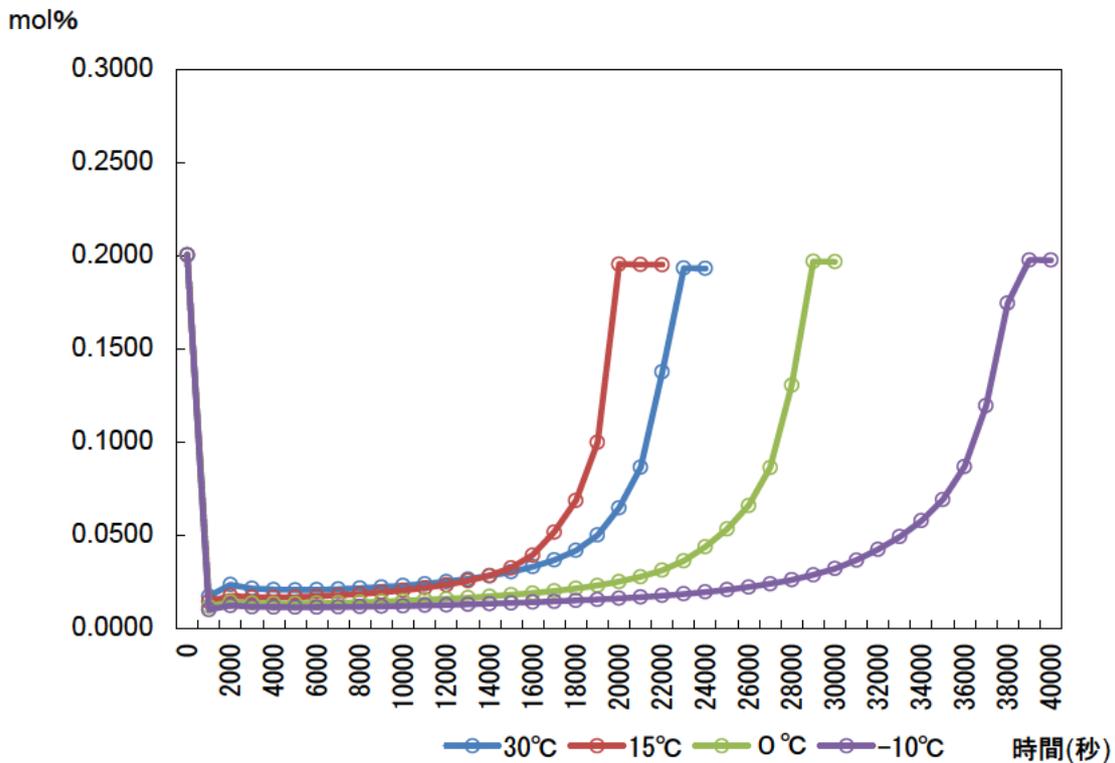


図 6.1.8-22 再生ガス貯槽 液相におけるペンタンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

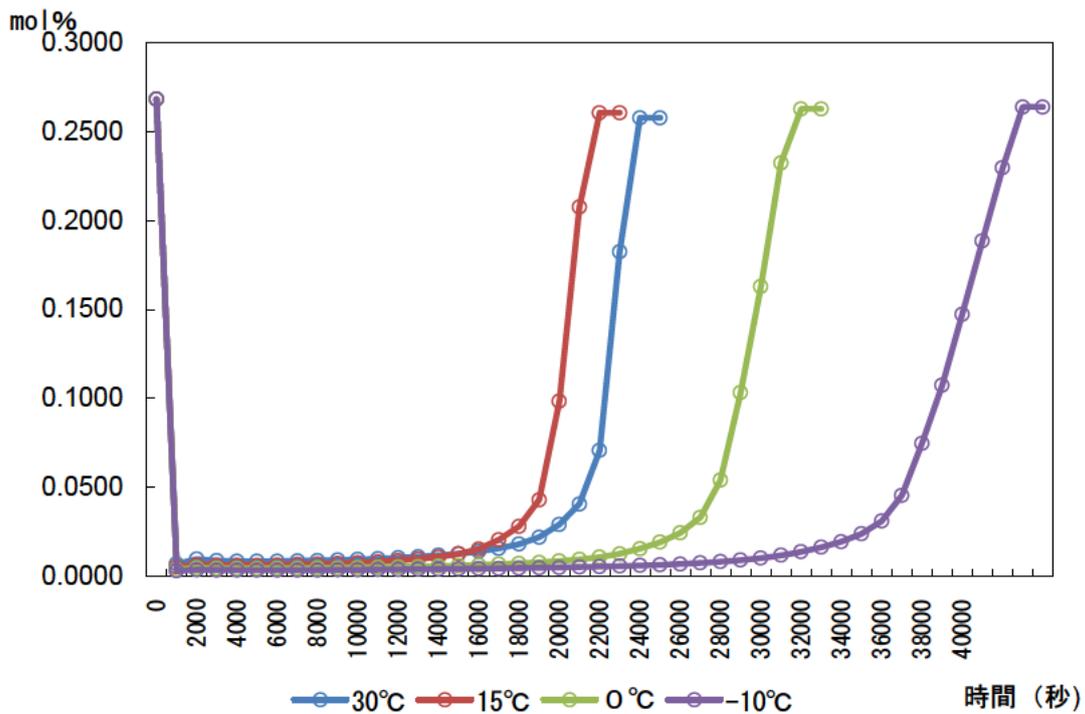


図 6.1.5-23 再生ガス貯槽 液相におけるヘキサンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

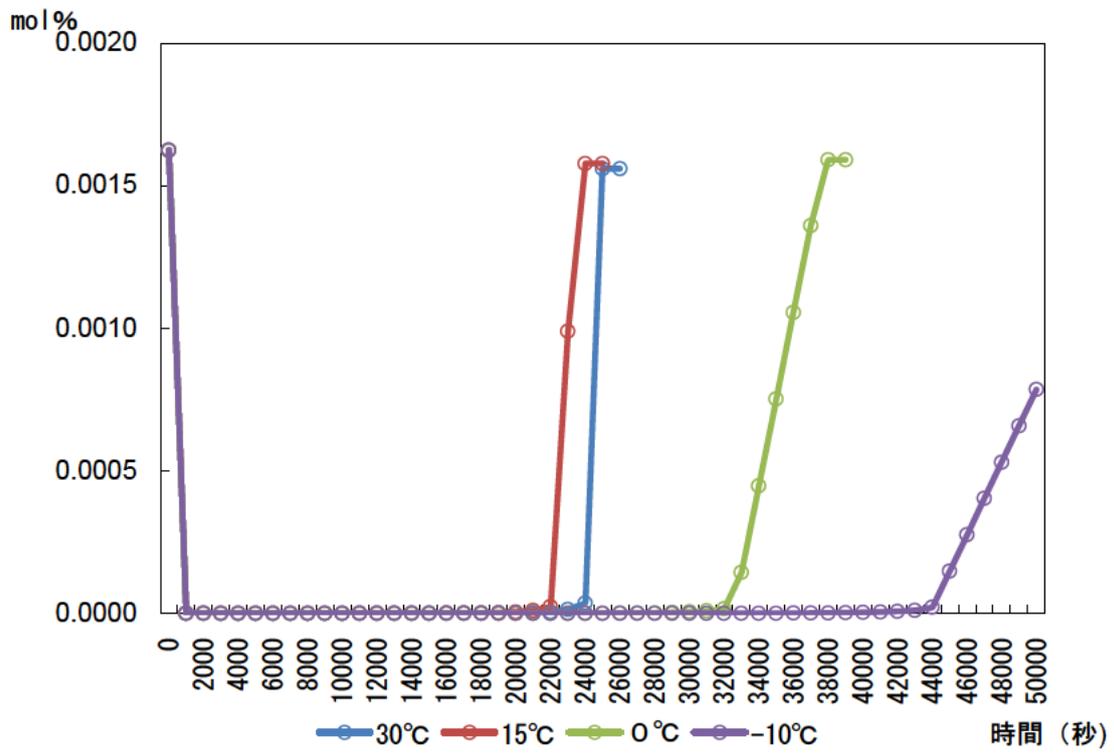


図 6.1. 5-24 再生ガス貯槽 液相におけるデカンのモル分率(温度 4 条件)の経時変化

(6)まとめ

「圧縮機再生方式」による残留ガスの再生

経年バルク貯槽残留ガスの圧縮機再生方式による再生の場合において、ガス回収の解析は、表 6.1.5-3 のとおり開始時の残留ガスの成分組成が既知であれば、品質ガイドラインの基準値内の再生ガスを得るための再生処理時間限度を算出することができる。

表 6.1.5-19 には各温度における品質ガイドラインの基準値内となる再生ガス組成を示す。

表 6.1.5-19 再生ガス組成(30°C・15°C・0°C・-10°C)

温度		30°C	15°C	0°C	-10°C
再生処理 (s)		5,000	9,000	14,000	20,000
時間限度 (h)		1.38	2.5	3.88	5.55
貯槽圧力(Pa・abs)		1,036,375	704,704	457,761	332,807
再生ガス組成モル%	エタン	0.21	0.17	0.16	0.15
	プロパン	93.30	93.24	93.31	93.25
	n-ブタン	1.94	1.95	1.91	1.91
	i-ブタン	3.86	3.96	3.96	4.03
	ブチレン	0.08	0.08	0.08	0.08
	プロピレン	0.51	0.50	0.49	0.48
	1-3ブタジエン	0.08	0.08	0.08	0.08
	ペンタン	0.02	0.02	0.02	0.02
	ヘキサン	0.01	0.01	0.01	0.00
	デカン	0.00	0.00	0.00	0.00
再生ガス回収率%		41.9	56.6	61.9	67.0

圧縮機再生方式においては今解析から以下の傾向を確認した。

- ① 残留ガスに 1-3 ブタジエンを含む場合、前述(5)C)1-3 ブタジエンで述べた通り、残留ガス中の当該成分は品質ガイドラインの規定値で再生ガス回収するとき再生ガスの回収率に大きな影響を与える。

また、1-3 ブタジエンは処理する温度(解析では 4 条件)によっても再生ガス回収率に大きな影響を与え、前述(5) b)プロパン・プロピレン、c)1-3 ブタジエンに述べた各温度における再生処理時間限度と回収率の比較を図 6.1. 5-25 に示す。

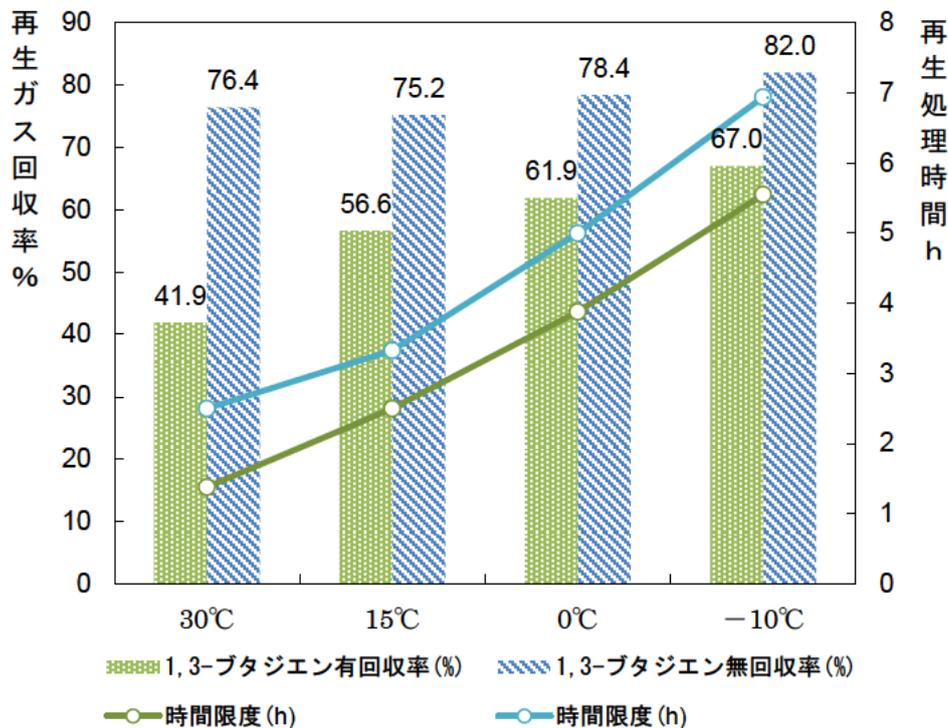


図 6.1.5-25 温度別再生ガス回収率 比較

- ② 残留ガスに含有する C5 成分以上のペンタン、ヘキサンについては微量ながら再生ガス化されるが、「再生処理時間限度」内では品質ガイドラインの基準に影響を与えないとされた。
- ③ 残留ガスに含有する C10 のデカンでは「再生処理時間限度」内では今解析では再生ガス化されることがないとされた。しかし、従前行った実験では、残渣分について品質ガイドラインの基準を上回る値で析出しているところから、成分の飽和蒸気圧と温度とは別途の事由によるものと推察され、別途に対応することが必要である。
- ④ 温度条件が低い程再生ガス回収率は上昇するが、処理時間は長時間化する。
- ⑤ 温度条件が高い程再生ガス回収率は低下するが、処理時間は短時間化する

また、今解析の結果にあつては、残留ガス再生処理における残留ガス貯槽内の開始時残留ガス組成成分(表 6.1.5-3)を既知として行ったものであるところから、残留ガスの「圧縮機再生方式」による再生ガスの品質の確度を求める為には、開始時残留ガス組成成分を認知し、当該を解析上での変数として扱うことが要件となる。

また、再生ガスの品質の確実な確認をするという点では、「再生処理時間限度」管理した上で、回収した再生ガスの成分分析を行うことが望ましい。

尚、本解析にあつては「圧縮機再生方式」によるもので有り、別途の再生設備「気化器再生方式」にあつては適用出来ない。

温度 4 条件による解析に係る開始時の物質質量・質量(解析初期値)は前述(2)解析条件による温度 15℃とは別に 30℃、0℃、-10℃の 3 条件の各温度における残留ガス貯槽、再生ガス貯槽各々の開始時の組成毎に表 6.1.5-20 に示す。

表 6.1.5-20 残留ガス貯槽及び再生ガス貯槽のガス成分物質質量等の解析初期値
(30℃・0℃・-10℃)

ガス成分名称	残留ガス貯槽 開始時					再生ガス貯槽 開始時			
	物質質量[mol]		質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]	物質質量 気相	質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]
	気相	液相							
エタン	2	61.0	1,890	0.06	0.1	11.6	348	0.29	0.43
プロパン	428.6	53130.4	2,356,597	80.85	84.77	2517.6	110,774	92.4	93.79
n-ブタン	7.6	3584.0	208,313	7.15	5.68	44.9	2,605	2.17	1.67
i-ブタン	15.6	5151.3	299,678	10.28	8.18	91.5	5,307	4.43	3.41
ブチレン(ブテン)	0.3	125.7	7,057	0.24	0.2	2.0	110	0.09	0.07
プロピレン	2.4	249.6	10,586	0.36	0.4	14.3	599	0.5	0.53
1,3-ブタジエン	0.3	125.7	6,805	0.23	0.2	1.8	98	0.08	0.07
i&n-ペンタン	0.1	125.9	9,074	0.31	0.2	0.5	33	0.03	0.02
ヘキサン	0	168.6	14,500	0.5	0.27	0.2	16	0.01	0.01
n-デカン	0	1.0	145	0.005	0	0.0	0	0	0
計	457	62723.2	2,914,645	100	100	2684.3	119,889	100	100

ガス成分名称	残留ガス貯槽 開始時					再生ガス貯槽 開始時			
	物質質量[mol]		質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]	物質質量 気相	質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]
	気相	液相							
エタン	1.6	61.4	1,890	0.06	0.1	6.9	208	0.36	0.53
プロパン	289.3	53269.7	2,356,597	80.85	84.77	1237.3	54,442	93.22	94.39
n-ブタン	4.2	3587.4	208,313	7.15	5.68	18.2	1,053	1.8	1.39
i-ブタン	9.3	5157.6	299,678	10.28	8.18	39.6	2,296	3.93	3.02
ブチレン(ブテン)	0.2	125.8	7,057	0.24	0.2	0.8	45	0.08	0.06
プロピレン	1.7	250.4	10,586	0.36	0.4	7.2	301	0.52	0.55
1,3-ブタジエン	0.2	125.8	6,805	0.23	0.2	0.7	40	0.07	0.06
i&n-ペンタン	0	126.0	9,074	0.31	0.2	0.2	11	0.02	0.01
ヘキサン	0	168.6	14,500	0.5	0.27	0.0	4	0	0
n-デカン	0	1.0	145	0.005	0	0.0	0	0	0
計	306.5	62873.7	2,914,645	100	100	1310.9	58,401	100	100

温度 マイ ナス 1 0 °C	ガス成分名称	残留ガス貯槽 開始時				再生ガス貯槽 開始時				
		物質質量[mol]		質量 [g]	質量分率 [%]	モル分率 [%]	物質質量		質量分率 [%]	モル分率 [%]
		気相	液相				気相	[g]		
	エタン	1.4	61.6	1,890	0.06	0.1	5.7	171	0.39	0.6
	プロパン	234.6	53,324.4	2,356,597	80.85	84.77	935.3	41,152	93.52	94.6
	n-ブタン	3.2	3,588.4	208,313	7.15	5.68	12.7	736	1.67	1.3
	i-ブタン	7.1	5,159.7	299,678	10.28	8.18	28.4	1,648	3.74	2.9
	ブチレン(ブテン)	0.1	125.9	7,057	0.24	0.2	0.6	32	0.07	0.1
	プロピレン	1.4	250.7	10,586	0.36	0.4	5.5	230	0.52	0.6
	1,3-ブタジエン	0.1	125.9	6,805	0.23	0.2	0.5	28	0.06	0.1
	i&n-ペンタン	0	126.0	9,074	0.31	0.2	0.1	7	0.02	0
	ヘキサン	0	168.6	14,500	0.5	0.27	0	3	0	0
	n-デカン	0	1.0	145	0.005	0	0	0	0	0
	計	248.1	62,932.2	2,914,645	100	100	988.8	44,006	100	100

注：温度 15°Cは表 6.1.5-6 両貯槽のガス量解析初期値(15°C)を参照

残留ガス貯槽(温度 4 条件)における圧力経時変化

残留ガス貯槽温度 15°C温度における解析の結果は前述の通りであるが、別途に 30°C、0°C、-10°Cの 3 条件についても表 6.1.5-3 に示す組成の残留ガスを残留ガス貯槽に受入れたものとし、その各温度下での気相の分圧を求めた上、これを残留ガス貯槽開始時の圧力として解析した。

この場合の終了時圧力として理論解析上の移行速度が 0 mol となる経時の残留ガス貯槽圧力は 30°Cにおいて 16,000 秒 8Pa、15°Cにおいて 22,000 秒 1Pa、0°Cにおいて 28,000 秒 1Pa、-10°Cにおいて 38,000 秒 1Pa となり、条件温度の低いものほど移送に要する時間は増加し、残留ガス貯槽の開始時からの圧力の降下量は少なくなる。

また、実情に近い状況として残留ガス貯槽から再生ガス貯槽に移送され、再生ガス化される時、再生ガス貯槽の内容積 7,000ℓ を限度として経過時間と残留ガス貯槽圧力の解析した結果を表 6.1.5-21 に示す。

表 6.1.5-21 残留ガス貯槽(温度 4 条件)の圧力変化 経時

温度 °C	残留貯槽圧力		残留貯槽終了圧力	
	経時(秒)	Pa・abs	※経時(秒)	Pa・abs
30	開始時	966,522	12,000	322,120
15	開始時	656,245	18,000	105,460
0	開始時	425,315	26,000	72,079
-10	開始時	309,050	35,000	11,566

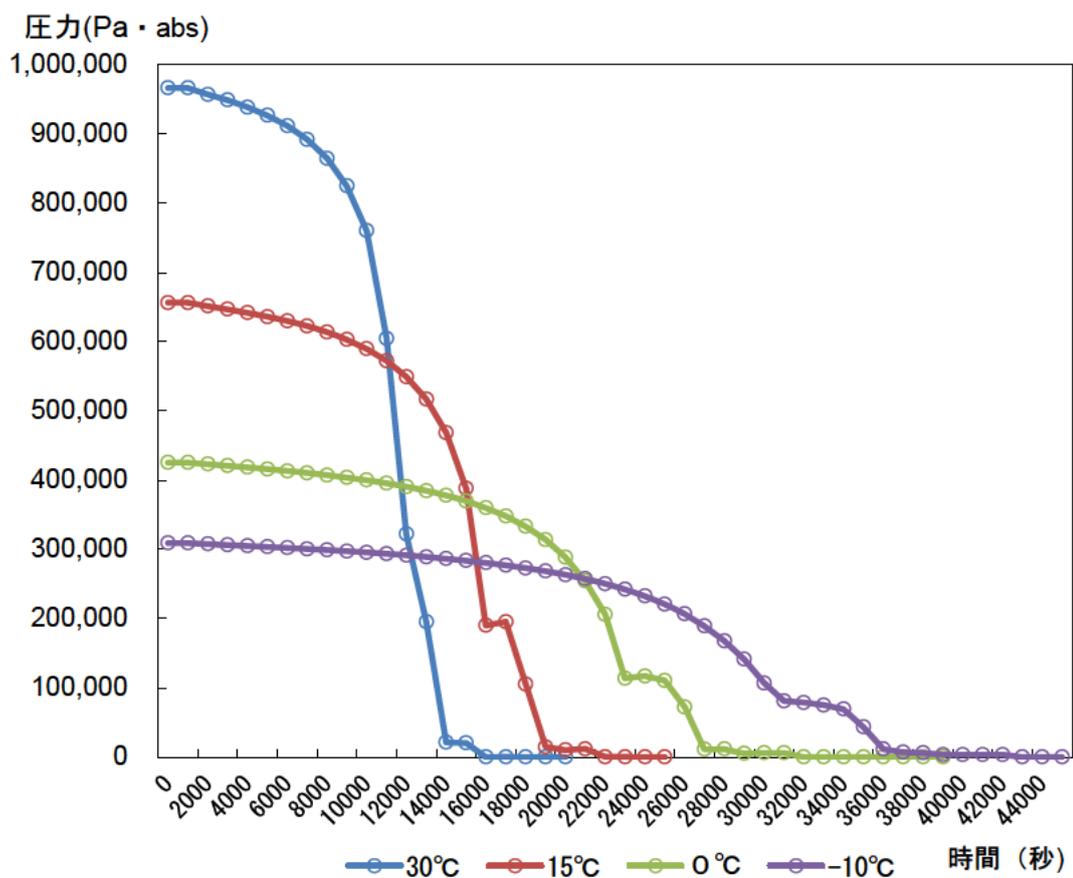


図 6.1.5-26 残留ガス貯槽(温度 4 条件)の圧力変化 経時

再生ガス貯槽(温度 4 条件)の圧力経緯変化

再生ガス貯槽温度 15°C温度における解析の結果は前述の通りであるが、他の 3 条件においても再生ガス貯槽には各条件温度下の残留ガス貯槽気相と同等の組成成分により満たされたのとし、その各温度下での気相の分圧の和を、再生ガス貯槽開始時の圧力として解析した。

この場合、再生ガス貯槽終了時圧力として理論解析上の移行速度が 0 モルとなる経時の残留ガス貯槽圧力は 30°Cにおいて 16,000 秒 971,216Pa、15°Cにおいて 22,000 秒 658,425Pa、0°Cにおいて 28,000 秒 427,363Pa、-10°Cにおいて 38,000 秒 310,486 Pa となり、条件温度の低いものほど移送に要する時間は増加し再生ガス貯槽終了時圧力は開始時圧力に近似する。

また、実情に近い状況として残留ガス貯槽から再生ガス貯槽に移送され、再生ガス化される時、再生ガス貯槽の内容積 7,000ℓ を限度として経過時間と残留ガス貯槽圧力の解析した結果を表 6.1.5-22 に示す。

表 6.1.5-22 再生ガス貯槽(温度 4 条件)の圧力経緯変化

温度 °C	再生貯槽開始圧力		※再生貯槽終了圧力	
	経時(秒)	Pa・abs	経時(秒)	Pa・abs
30	開始時	966,522	12,000	1,013,997
15	開始時	656,245	18,000	672,714
0	開始時	425,315	26,000	434,095
-10	開始時	309,050	35,000	311,976

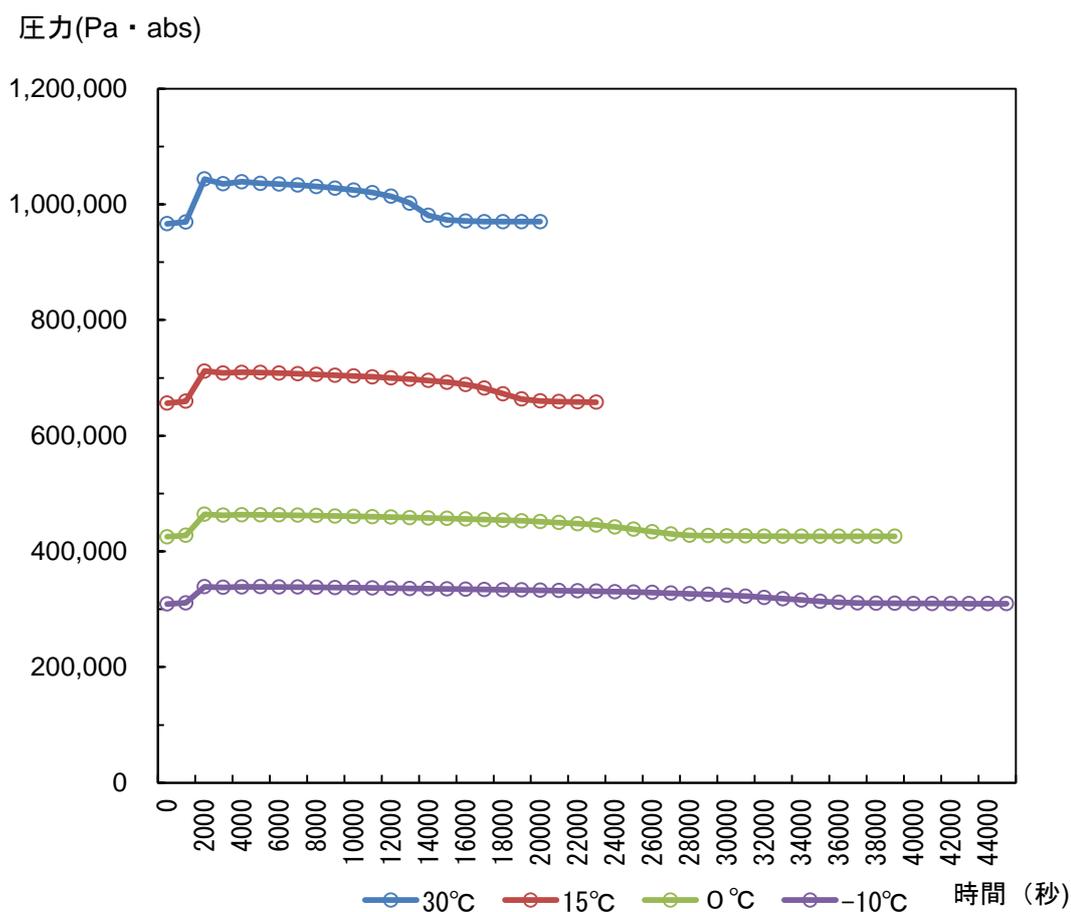


図 6.1.5-27 再生ガス貯槽(温度 4 条件)の圧力経緯変化

6.1.6 ガイドライン案

バルク貯槽の告示検査を実施する又は告示検査を実施せずにバルク貯槽をくず化するにかかわらず、いずれの場合にもバルク貯槽内の残留ガスを回収して実施しなければならない。バルク貯槽内の残留ガスは長期間の繰り返し充填により残留ガス中に着臭剤や不純物成分等が濃縮される。これにより再利用等する場合において燃焼性等に影響を及ぼす等、品質管理上の問題が生じる可能性がある。

従って、6.1.1～6.1.4の検証を踏まえ、回収する残留ガスの再生と再生ガスの適正な品質管理を図ることを目的としてガイドラインを作成する。

ガイドライン案は、本報告書の「附属書 A」とし、添付する。

6.2 技術基準案の検討

バルク貯槽の廃棄等に伴う事故防止や不法投棄等を防止するため、バルク貯槽の告示検査関連基準及びバルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に基づき、技術基準案の策定、見直し等並びに告示検査方法の合理化等の可能性について検討を行う。

6.2.1 バルク貯槽の告示検査の合理化案の方針検討

バルク貯槽には、液石法第 16 条第 2 項に基づく同法施行規則第 16 条第 22 号の規定に従って、製造後 20 年までに初回の告示検査を、2 回目以降の告示検査は 5 年以内の周期で実施することが義務づけられている。

バルク貯槽の告示検査は、外観検査、耐圧性能検査、気密検査からなり、2 回目以降の告示検査も初回と同様の検査を実施するため、作業性、経済性等の観点から再検査せずに廃棄され、新規のバルク貯槽の設置がなされている。

バルク貯槽の告示検査方法の合理化について保安上の観点から方針案の検討を行う。

6.2.1.1 バルク貯槽告示検査結果データの検証

バルク貯槽の告示検査の合理化方針案を検討するにあたり、告示検査に検査データを提供頂き、検証を行った。頂いた告示検査データは、平成 29 年 4 月～12 月にかけてバルク貯槽の告示検査を行ったバルク貯槽 1294 基である。バルク貯槽は平成 9 年～平成 12 年までに製造されたものである。

(1) バルク貯槽告示検査の検査項目

バルク貯槽は告示検査のバルク供給及び充てん設備に関する技術上の基準等の細目を定める告示（以下、「告示」という。）により定められている。

告示による検査（以下、「告示検査」という。）を行う際、「液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律施行規則の運用及び解釈について（以下、「通達」という。）」において、KHKS0745 バルク貯槽の告示等に関する基準、KHKS0746 付属機器等の告示検査に関する基準及び KHKS0841 バルク貯槽及び付属機器等の告示検査等前作業に関する基準を用いて実施することが示されている。

KHKS0745 バルク貯槽の告示等に関する基準において、下記の検査項目を行うことが求められている。

① 外観検査

目視により、腐食、割れ、きず、変形等の欠陥の有無について確認を行う。

外観検査において対象となる部分は大きく分けて次の部分となる。

a) 耐圧部分

1) 鏡板、胴板及び管台等

- 2) 長手継手及び周継手の突き合わせ溶接部、管台等取付すみ肉溶接部及び母材影響部
- b) 支柱等（貯蔵能力が 3000kg 以上のバルク貯槽）
- c) コイル
- d) プロテクター

② 肉厚検査

バルク貯槽の製造者が当該バルク貯槽の設計時に算出した耐圧部分の最小厚さ以上の厚さを有しているかの確認を行う。鋼板の厚さは鏡板や胴板下部などの条件の異なる場所ごとに最も鋼板の厚さが減少しやすい箇所及び内面の目視確認の結果から定期的な肉厚管理が必要と思われる箇所の測定を行う。

③ 内面検査

直接目視による目視確認及び直接目視が困難な部位にあつてはファイバースコープ等の検査用器具類を用いた目視確認により腐食、割れ、使用上有害なきず等の欠陥による減肉又はそれら欠陥を隠す恐れのある著しいさびがないことの確認を行う。

④ 外面の非破壊検査

バルク貯槽の外面において以下の部位を対象として磁粉探傷試験を行い、割れ等の欠陥の有無について確認を行う。

- a) 長手継手及び周継手の突合せ溶接部のうち、長手継手と周継手とが交差する部分を含み、当該突合せ溶接部の全長の 20%以上の部分
- b) 前記 a) により選定した部分に係る熱影響部

⑤ 気密試験

気密試験圧力は、常用の圧力以上の圧力とし、漏洩等の異常がないかの確認を行う。気密試験は、外観検査、内面検査、厚さ測定及び非破壊検査に合格した後に行い、乾燥した清浄な空気その他危険性のない気体により行う。

(2) バルク貯槽告示検査データ統計

告示検査は、外観検査、内面検査、肉厚測定、非破壊検査及び気密検査の項目を検査し、すべての項目で合格しなければならない。

告示検査の結果、1294 基のバルク貯槽中、合格となったバルク貯槽の基数は 1067 基（82.5%）、不合格となった基数は 227 基（17.5%）であった。不合格となったバルク貯槽の理由はすべて外観検査による不合格であった。外観検査を合格したバルク貯槽は、内面検査、厚さ試験、非破壊検査、気密試験はすべてのバルク貯槽で合格した。

以下に各試験における結果の詳細について記載する。

① 外観検査

検査をおこなったバルク貯槽 1294 基において、外観検査により 1067 基 (82.5%) が検査の合格基準を満たした。不合格となった 227 基 (17.5%) は外面腐食により基準を満たしていなかった。

今回の外観検査においては、合格基数の中でグラインダー処理を行ったバルク貯槽は 25 基、計 41 箇所であった。グラインダー処理を行った箇所はすべて腐食箇所であった。腐食箇所で最大のもは 70x55mm のものであった。

② 肉厚検査

検査したバルク貯槽において、外観検査を合格した基数については肉厚測定で不合格となったものはなかった。しかし、許容最小肉厚に迫る貯槽も複数確認はされた。

③ 内面検査

検査したバルク貯槽において、外観検査を合格した基数については内面検査で不合格となったものはなかった。

④ 外面の非破壊検査

非破壊検査を行った 1067 基についてのバルク貯槽の容量別の基数を表 6.2.1-1 に示す。貯蔵能力が 298kg の貯槽は 937 基、498kg の貯槽は 127 基、985kg の貯槽は 3 基であった。

表 6.2.1-1 非破壊検査を行ったバルク貯槽の貯蔵能力別の基数

貯槽の 大きさ	298kg	498kg	985kg	計
個数	937	127	3	1067

1067 基中、磁粉模様が検出されたバルク貯槽は 732 基あり、68.6%のバルク貯槽において何らかの溶接欠陥が発見された。溶接欠陥について以下のとおり分類を行った。

A : クレーター割れ B : オーバーラップ C : アンダーカット D : スパッタ E : スラグ巻込み
F : 表面キズ G : ピンホール H : 融合不良 ※検査事業者の欠陥分類より

a) 溶接欠陥数について

各溶接欠陥があるバルク貯槽の基数について表 6.2.1-2 に示す。クレーター割れが溶接欠陥の中で最も多く 707 基 (66.2%)、次いでオーバーラップが 27 基 (3.1%)、アンダーカットが 14 基 (1.0%)、スパッタが 13 基 (1.2%)、スラグ巻込みが 6 基 (0.6%)、ピンホールが 1 基 (0.1%) であった。

表 6.2.1-2 各溶接欠陥基数

	A: クレータ -割れ	B: オーバ ラップ	C: アンダ -カット	D: スパッ タ	E: スラ グ 巻込み	F: 表面 きず	G: ピン ホール	H: 融合 不良
基数 [-]	707	27	14	13	6	3	1	0
割合 [%]	66.2	3.1	1.0	1.2	0.6	0.3	0.1	0

磁粉模様が検出されたバルク貯槽 732 基の中には、溶接欠陥は複数検出されるものがあった。表 6.2.1-3 は 732 基のバルク貯槽において検出された溶接欠陥数を示す。

クレーター割れが 1101 箇所、アンダーカットは 83 箇所確認された。溶接欠陥が確認された箇所は、グラインダー処理を行うことによりすべて合格となった。

表 6.2.1-3 バルク貯槽の溶接欠陥数

	A: クレータ -割れ	B: オーバ -ラップ	C: アンダ -カット	D: スパッ タ	E: スラ グ 巻込み	F: 表面 キズ	G: ピン ホール	H: 融合 不良
溶接欠陥 数 [-]	1101	36	83	15	8	3	1	0

b) クレーター割れの位置について

図 6.2.1-1 に 298kg バルク貯槽の、図 6.2.1-2 に 498kg バルク貯槽のクレーター割れの溶接欠陥位置の分布図を示す。X 軸の 600mm 及び -600mm の地点は周継手となされている地点である。また座標 (600, 0) 及び (-600, 0) は長手継手と周継手の交差部である。

298kg バルク貯槽では、クレーター割れは、長手継手と周継手の交差部から広い範囲で点在しており、今回告示検査したバルク貯槽においては、長手継手と周継手の交差部から周継手方向に対し±100mm～300mm に集中していた。498kg バルク貯槽は、長手継手と周継手の交差部から周継手方向に対し-100～-300mm に集中していた。

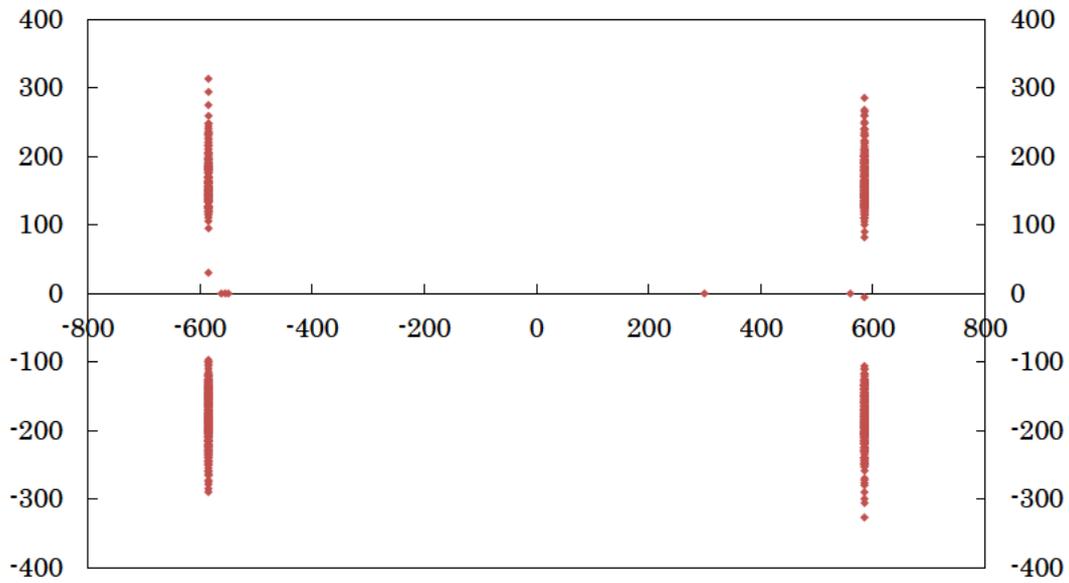


図 6.2.1-1 298kg バルク貯槽クレーター割れの欠陥位置

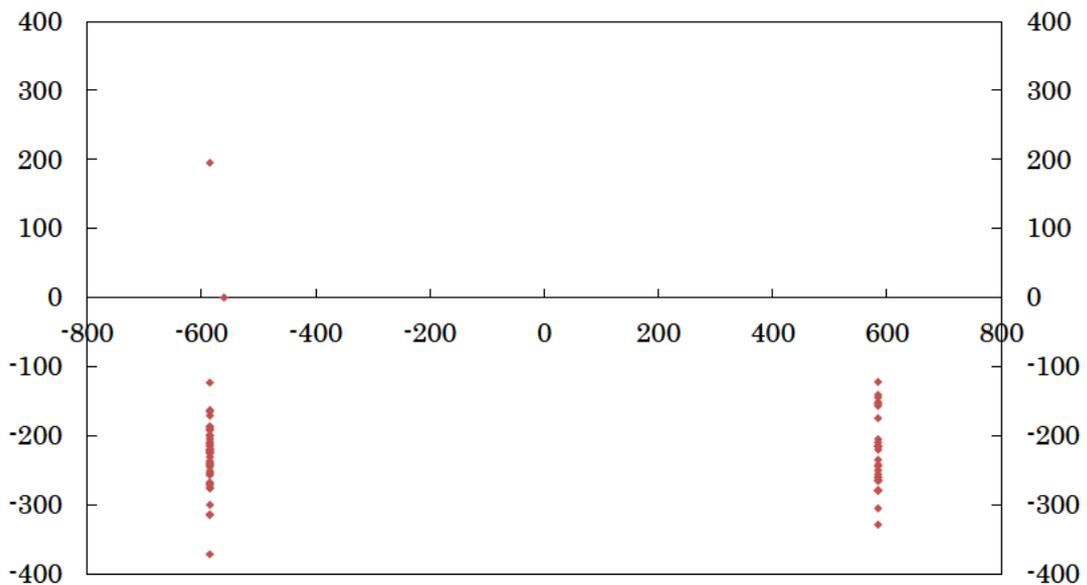


図 6.2.1-2 498kg バルク貯槽クレーター割れの欠陥位置

⑤ 気密試験

外観検査、内面検査、厚さ測定及び非破壊検査に合格したバルク貯槽を気密試験した結果、不合格となったものはなかった。

(3) まとめ

バルク貯槽の告示検査のデータより、外観検査では全体の 17.5%が不合格となった。不合格となった貯槽の原因はすべて外面腐食によるものであった。内面検査においては、腐食、割れ等の欠陥のある貯槽は確認されなかった。厚さ測定では、バルク貯槽は腐れ代を基本的には設けてはおらず、20 年目の時点で許容最小肉厚に迫る貯槽も見られた。非破壊検査では、クレーター割れやアンダーカット等の溶接欠陥が検出されたが、検出された溶接欠陥はグラインダー加工によりすべて合格となった。気密試験では、不合格となる貯槽は確認されなかった。

6.2.1.2 残ガス回収貯槽及び再生ガス貯槽における開放検査結果について

液化石油ガスの残ガス貯槽は、高圧ガス保安法に基づく保安検査の方法を定める告示の改正（平成 17 年 3 月 30 日）により、完成検査後に実施する開放検査において貯槽に異常が無い場合、次の開放検査は、前回の開放検査の日から残ガス回収用貯槽は 5 年、その他貯槽は 10 年以内実施することとなった。

民生用 LP ガスバルク貯槽においては、製造後 20 年以内に行う初回の告示検査後、次の告示検査までの周期が 5 年とされている。告示検査は内面検査が含まれているため、毎回バルク貯槽を開放し検査を行う必要がある。

民生用バルク貯槽は、複数回の開放検査の実績が存在しないことから高圧ガス保安法で実績のある残ガス回収用貯槽等の開放検査結果を参考にバルク貯槽の次回告示検査（25 年目告示検査）開放周期の延長可能性等の可能性について検討する。

(1) 保安検査について

高圧ガス保安法に基づく高圧ガス設備の保安検査は、年に一度行う必要があるが、高圧ガス設備を開放して行う検査周期は設備ごとに定められている。残ガス回収用貯槽、液化石油ガスの貯槽（残ガス回収用貯槽を除く。）の開放検査周期は、以下のとおりである。

表 6.2.1-4 液化石油ガス貯槽における開放検査周期

設備の種類	期間
液化石油ガスの貯槽（残ガス回収用貯槽を除く。）	完成検査を行った日から 5 年以内 その後開放検査を含む保安検査を行った日（以下「保安検査実施日」という。）から 10 年以内 上記に関わらず、開放検査の結果、欠陥は発見され溶接修理等を行った場合にあっては、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 年以内実施する。溶接修理後の開放検査結果で連続して 2 回溶接修理等の必要がなければ、その後は 10 年以内
残ガス回収用貯槽	完成検査を行った日から 2 年以内 その後保安検査実施日から 3 年（炉内で応力除去焼鈍を施した後に、溶接修理等を行っていない場合は 5 年）以内

(2) 残ガス回収用貯槽の開放検査結果について

容器検査所等の残ガス回収用貯槽の直近 2 回以上の開放検査データを表 6.2.1-4 に示す。

残ガス回収用貯槽の開放検査データは 12 事業者より 16 基の貯槽の内面検査、非破壊検査（磁粉探傷試験、浸透探傷試験）、肉厚測定 of データを提供頂いた。残ガス回収用貯槽の貯蔵能力は小さいもので 1 トン、大きいもので 7 トンであった。

残ガス回収用貯槽の開放検査結果は以下のとおりである。

① 肉厚測定

肉厚測定においては、16 基すべて計算板厚以上であった。

② 内面検査

内面検査においては、1 基のみ内部のドレンノズル付近に水分滞留による腐食が見られた。残りの 15 基については異常が見られなかった。

腐食のあった 1 基は、残ガス回収の頻度が高く、雨天時においてもタンクローリーの残ガスをローディングアームにて回収しており、回収時にカップリングより水分が混入したとみられる。その後浸入した水分が底部にて長期にわたり動かなかつたために腐食が生じたとみられる。腐食箇所はバフ掛け処理を施して腐食が除去され、5 年後の開放検査時は腐食が見られなかった。

③ 非破壊検査

非破壊検査においては、2 基について欠陥が確認され、補修を行っていた。1 基はノズル部溶接内面に腐食があり、バフ掛けを施して腐食の補修を行っている。他の 1 基は溶接線わき 30~50mm 付近に打痕跡が確認され、グラインダー処理を行っている。残りの 14 基について異常は見られなかった。補修を行った 2 基においては、次回の開放検査にて異常は確認されなかった。

(3) 再生ガス貯槽の開放検査結果について

容器検査所等の再生ガス貯槽の直近 2 回以上の開放検査データを表 6.2.1-5 に示す。

再生ガス貯槽の開放検査データは 6 事業者より 7 基の貯槽の内面検査、非破壊検査（磁粉探傷試験、浸透探傷試験）、肉厚測定 of データを提供頂いた。再生ガス貯槽の貯蔵能力は小さいもので 1 トン、大きいもので 10 トンであった。

再生ガス回収用貯槽の開放検査結果は以下のとおりである。

① 肉厚測定

肉厚測定においては、7 基すべて計算板厚以上であった。

② 内面検査

内面視検査においては、1 基のみ内部上部に発錆が見られたが、ワイヤーブラッシングで除去処理以降、次回の開放検査時は腐食が見られなかった。残り

の6基については異常が見られなかった。

③ 非破壊検査

非破壊検査においては、1基について、溶接線わき18～40mm付近に打痕跡が確認され、グラインダーにて処理を行っている。また、次回の開放検査にて異常は確認されなかった。残りの6基については異常が見られなかった。

(4) まとめ

内面検査において残ガス回収用貯槽1基に腐食が確認された。残ガスの受入頻度が高いこと、雨天時にも作業を行い水分侵入の恐れが多い状況下であったことが要因のひとつと考えられる。腐食部はグラインダー等の処理を行うことにより次回検査においては検出されなかった。

非破壊検査結果にてキズが確認された貯槽はグラインダー等の処理を行うことにより次回の検査では異常は見られなかった。

肉厚測定においてはすべての貯槽が計算板厚以上であった。

表 6.2.1-4 残ガス貯槽の開放検査結果

残ガス回収貯槽		貯槽開放検査の結果																								
		A社		B社		C社		D社		E社		F社		G社		H社		I社		J社		K社		L社		12事業者
		東北		東北		東北		関東		関東		中部		中部		中部		中部		中部		九州		九州		
		山形県		宮城県		宮城県		埼玉県		埼玉県		新潟県		山梨県		静岡県		富山県		三重県		福岡県		佐賀県		10都道府県
貯蔵能力	ton	1.0	2.6	7	7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	15	2.9	2	1	2.9	2.5	16貯槽							
容積	m ³	2.405	6.095	16.3	16.3	6.823	6.82	6.82	6.815	6.823	6.815	32.35	6.815	4.8	2.35	6.82	5.94									
貯槽メーカー		S社	S社	F社	N社	T社	N社	N社	T社	T社	T社	T社	T社	T社	T社	F社	N社	T社								
材質		SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV	SPV								
設計圧力	MPa	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.76	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77								
製造年月		S63年10月	H8年4月	H4年4月	H8年2月	H9年9月	H7年11月	H7年11月	H15年7月	H4年5月	H4年3月	S55年6月	S55年6月	S60年11月	S54年5月	S57年1月	H13年1月									
直近前2回以上 開放検査 実施年月		H17年8月	H24年7月	H21年1月	H24年11月	H10年10月	H24年6月	H24年7月	H18年4月	H21年2月	H16年3月	H24年9月	H24年9月	H10年2月	S56年2月	H21年1月	H25年2月									
		H22年7月	H29年8月	H26年1月	H29年11月	H15年3月	H29年1月	H29年2月	H23年4月	H26年2月	H21年3月	H29年9月	H29年9月	H15年2月	S60年2月	H26年2月	H30年3月									
	廃止					H20年8月					H28年3月			H26年3月			H20年2月	H1年10月								
						H25年8月									H25年2月	H6年6月										
						H30年7月									H30年2月	H11年9月										
																H15年8月										
																H20年9月										
																H25年9月										
直近開放検査時の 使用年数	年	22	21	22	21	21	22	22	13	22	22	37	37	33	34	32	17									
開放検査結果 ¹⁾																										
内面目視検査		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	欠陥なし	D①	異常なし	異常なし	欠陥なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	J①	異常なし	L①								
非破壊検査 ²⁾ ・磁粉探傷試験 ・浸透探傷試験		異常なし	異常なし	欠陥なし	欠陥なし	異常なし	D②	欠陥なし	E①	欠陥なし	異常なし	欠陥なし	欠陥なし	異常なし	異常なし	欠陥なし	欠陥なし									
肉厚測定 ³⁾ ・鏡板 ・胴板		使用以上	使用以上	使用以上	計算以上	使用以上	計算以上	計算以上	使用以上	使用以上	使用以上	使用以上	使用以上	使用以上	使用以上	使用以上	計算以上	計算以上								

1) 結果の記載は、報告書の記載結果を記載する。
2) 非破壊検査は、磁粉探傷試験は主に溶接線、浸透探傷試験はマンホール、ノズル等
3) 肉厚測定は、直近の結果を、計算板厚以上は、計算以上。使用板厚以上は、使用以上。と記載。

特記事項
D①: H24年の検査において、内部のドレンノズル付近に水分滞留による腐食あり(深さ0.8mm)。バフ掛けにて処理する。
同H29年の検査においては、前回ドレン付近の腐食はなし。
D②: H24年の検査において、ノズル部溶接内面に腐食あり(深さ1mm)。バフ掛けにて処理する。
同H29年の検査においては、前回の腐食はなし。
※ 大型容器(ローリー容器等)を主に再検査事業所。
容器内の残液回収時、ローディングアームの接続カプリングに水分侵入(雨天時作業)。これが、長期にわたり動かず、腐食発生。特異な事象で、以降は安全管理し、腐食なし。
E①: H18年の検査において、溶接線わき30~50mm離れて打コン跡あり。15φ×深さ0.1~0.2mmを2箇所、25φ×深さ0.2mmを1個。グラインダーにて処理する。
同H23年の検査においては、異常なし。
J①: S60年の検査において、内部に残渣約20kgあり。排出する。
同H11年の検査においては、異常なし。
L①: H30年の検査において、内部に残渣約5kgあり。排出する。

表 6.2.1-5 再生ガス貯槽の開放検査結果

再生ガス貯槽		貯槽開放検査の結果						6事業者 6都道府県 7貯槽
		A社	B社	C社	E社	F社	G社	
		東北	東北	関東	中部	中部	中部	
		山形県	宮城県	埼玉県	山梨県	富山県	三重県	
貯蔵能力	ton	1.0	2.6	10	2.9	2.9	2	1
容積	m ³	2.405	6.095	23.6	6.815	6.815	4.8	2.35
貯槽メーカー		S社	S社	k社	T社	T社	T社	F社
材質		SPV						
設計圧力	MPa	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
製造年月		S63年10月	H8年4月	H9年9月	H15年7月	S54年6月	S60年11月	S54年5月
直近前2回以上 開放検査 実施年月		H17年8月	H24年7月	H11年10月	H18年4月	H19年3月	H10年2月	S56年2月
		H22年7月		H16年9月	H28年3月	H24年3月	H15年2月	S60年2月
		廃止		H21年8月		H29年3月	H20年2月	H1年10月
				H26年7月			H25年2月	H6年6月
							H30年2月	H11年9月
							H15年8月	
							H20年9月	
							H25年9月	
直近開放検査時 の使用年数	年	22	21	21	13	22	33	34
開放検査結果 ¹⁾								
内面目視検査		異常なし	異常なし	欠陥なし	異常なし	異常なし	異常なし	G①
非破壊検査 ²⁾ ・磁粉探傷試験 ・浸透探傷試験		異常なし	異常なし	異常なし	C①	異常なし	異常なし	異常なし
肉厚測定 ³⁾ ・鏡板 ・胴板		使用以上 使用以上	使用以上 使用以上	計算以上 計算以上	使用以上 計算以上	使用以上 使用以上	使用以上 使用以上	使用以上 使用以上
<p>1) 結果の記載は、報告書の記載結果を記載する。</p> <p>2) 非破壊検査は、磁粉探傷試験は主に溶接線、浸透探傷試験はマンホール、ノズル等</p> <p>3) 肉厚測定は、直近の結果を、計算板厚以上は、計算以上。使用板厚以上は、使用以上。と記載。</p> <p>特記事項</p> <p>C①: H18年の検査において、溶接線わき18～40mm離れて打コン跡あり。深さ0.1～0.2mm×20Φ～30Φの円状を1箇所、点状を3箇所、線状を1箇所。グラインダーにて処理する。同H28年の検査においては、異常なし。</p> <p>G①: S60年の検査において、内部上部に発錆あり。ワイヤブラッシングで除去処理する。同H1年の検査においては、前回の腐食はなし。</p>								

2.1.3 バルク貯槽告示検査の合理化方針案の検討

6.2.1.1 (2)及び6.2.1.2の結果より、各検査項目の課題の抽出及び初回以降の告示検査の合理化案を検討した。

(1) バルク貯槽告示検査の検査項目における課題及び検討方針案

① 外観検査

20年目の告示検査の結果データより、不合格となるバルク貯槽の基数が全体の約20%であった。

バルク貯槽の設置環境や外部衝撃等による塗膜の剥離等により、腐食の進行が早まる懸念がある。

法令上、バルク貯槽は2年に一度保安機関が行う定期検査にて腐食状況を確認されているものの、2年の期間内に腐食進行が促進する可能性がある。

したがって、外観検査においては、20年目以降の5年ごとの告示検査においても引き続き現行の告示検査方法と同様の方法を行う案とする。

② 肉厚検査

①外観検査同様、外面腐食等が急激に進行し、必要肉厚が保てなくなる恐れがある。

したがって、肉厚検査においては、20年目以降の5年ごとの告示検査においても引き続き現行の告示検査方法と同様の方法を行う案とする。

③ 内面検査

20年目の告示検査の結果より、内面腐食による検査不合格のデータは確認されなかった。また、過去の委託事業調査において、製造20年目まで（告示検査前）のバルク貯槽において腐食の進行は確認されていないが、残ガス回収貯槽において内面腐食が見られたケースもあることから、告示検査（20年目）を実施し、再設置されたバルク貯槽においても内面に腐食の進行が見られないか検討する必要がある。

現行案としては、内面検査を行った次回告示検査時においては内面検査を省略することができる案とする。そのためには20年目の告示検査後の内面の腐食進行状況を調査（鏽成分分析、表面観察、鏽断面観察、ガス成分分析等）する必要がある。

④ 外面の非破壊検査

バルク貯槽の製造時の特定設備検査は、溶接線に対し全周の20%の放射線透過試験（RT）を行っている。

20年目の告示検査の結果より、溶接線全周の20%に磁粉探傷試験（MT）を行ったところ、溶接欠陥（クレーター割れ、アンダーカットなど）が残存しているバルク貯槽が見られた。（発見された溶接欠陥はすべてグラインダー等の補修により除去された。）

検査を実施していない溶接線にも同様の溶接欠陥がある可能性がある。

したがって、既に 20 年目検査において、溶接線全周の 20% の非破壊検査を行っているバルク貯槽については、次回告示検査時においても溶接線全周の 20% の非破壊検査を行う方針案とする。

一方、20 年目に溶接線の全周（ノズル部も含む）を行えば、次回告示検査時においては非破壊検査を行わなくて良い案とする。

そのためには、既に告示検査を終え、溶接欠陥を補修し再設置されたバルク貯槽において、溶接線補修箇所欠陥が現れていないかどうかを調査する必要がある。また、溶接線の全周を検査したデータ採取を行う必要である。さらに 20% の非破壊検査において、次回の検査箇所についてどこを対象にするかの検討する必要がある。

⑤ 気密試験

LP ガス設備の気密検査は常用の圧力（一般的に 1.8MPa）の圧力以上にて試験を行なっている。気密検査を行う場合は、バルク貯槽の LP ガスを回収・置換して窒素ガスにて試験を行うことが通常である。そのため検査場等にバルク貯槽を持ち込み、検査を行う必要がある。

そのため合理化案を検討するにあたり、LP ガスを回収しないで気密試験を実施する方法を提示する。

- a) プロテクター内にガス漏れ検知器を設け、常にガス漏洩情報を常時監視することにより気密試験の代替とする。常時監視を行うことで漏洩があれば、即時対応が可能。
- b) 貯槽内の LP ガスの自圧による気密検査とする（ガス検知器により漏洩確認）。
（参考：高圧ガス保安法の保安検査において高圧ガス設備を開放しない場合の気密試験方法として、運転状態の圧力で、運転状態の高圧ガスを用いて気密試験を行う方法がある。）
- c) バルブ等を取り外して、再取付しない場合には気密試験を不要とする。

(2) まとめ

(1) の案より検査項目を総合すると以下 2 パターンが告示検査案として考えられうる。いずれの案においても今後、安全性の検証が求められる。

① パターン 1

20 年目の告示検査時に溶接線全周（ノズル部分も含む）を非破壊検査した場合における次回検査（25 年目）。

外観検査・・・現行どおり

肉厚検査・・・現行どおり

内面検査・・・省略

非破壊検査・・・省略

気密検査・・・警報器又は自圧により気密検査又は不要

上記の検査方法で実施した場合、開放検査を行わず、バルク貯槽の設置場所により、検査を行うことが可能である。

② パターン 2

20 年目の告示検査時に現行の告示検査（溶接線の 20% を非破壊検査）した場合における次回検査（25 年目）。

外観検査・・・現行どおり

肉厚検査・・・現行どおり

内面検査・・・省略

非破壊検査・・・溶接線の 20% の非破壊検査

気密検査・・・警報器又は自圧により気密検査又は不要

非破壊検査対象箇所によっては、バルク貯槽を移動し検査する必要がある。又は、密閉型磁粉探傷試験を実施し、溶接欠陥が出た場合には同様に移動して検査する必要がある。

6.2.2 バルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に基づいた技術基準案の見直しについて

バルク貯槽を廃棄（くず化）を行う作業過程において、作業員等の事故防止やバルク貯槽の不法放置等を防止するため、バルク貯槽の告示検査関連基準及びバルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に基づき、技術基準案の策定、見直し等について検討を行う。

(1) 昨年度の調査

平成 29 年度石油ガス等供給事業の保安確保に向けた安全管理技術の調査事業等（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）において、保安規制に係る整合化及び性能規定化の抽出・検証を行った。

液化石油ガス販売事業者を対象に、日本液化石油ガス協議会、東北液化石油ガス協議会、関東液化石油ガス協議会、近畿液化石油ガス保安協議会、中国・四国液化石油ガス協議会、九州液化石油ガス保安協議会の 6 団体に対し、作業員等の事故防止やバルク貯槽が不法放置されることを防止するためにバルク貯槽の撤去計画から残留ガス処理施設での保管等に係る作業基準を取りまとめた KHKS0841 の運用実態及び運用課題をアンケートにより調査を行った。

アンケート結果より、規制の合理化する上で必要であると考えられる課題を表 6.2.2-1 に示す。

表 6.2.2-1 アンケートにより抽出された課題

再設置に係る課題		
<p>○新規供給設備設置後の供給開始時点検・調査</p>	<p>KHKS0841 バルク貯槽及び附属機器等の告示検査等前作業に関する基準</p> <p>2.2.8 撤去工事、仮設工事及び再設置工事</p> <p>f) 再設置工事の完了後、新規供給設備により一般消費者への液化石油ガスの供給を再開する場合は、液石法施行規則第 29 条表中第 1 号に掲げる供給開始時点検・調査を行う。</p> <p>※新規供給設備は、告示検査に合格したバルク貯槽、新規購入したバルク貯槽、容器又はバルク容器並びに貯槽を用いた供給設備の別を問わない。</p>	<p>供給開始時点検・調査に掲げる項目には、液石法施行規則第 19 条及び第 44 条等に定める供給設備、消費設備等の技術上の基準に適合するための内容が包含されており、バルク貯槽を撤去し再設置する際には調査・点検することが求められている。</p> <p>【事業者からの提案】</p> <p>①再設置後においては、気密試験及び漏えい試験を徹底することとし、その他については供給設備点検のうち必要な項目のみとし、消費設備調査は除外してはどうか。</p> <p>②同じ貯蔵能力のバルク貯槽を再設置した場合には同一型式の調整器等による供給となり、容器交換と同様と考えられるのではないかと。</p>

(2) 抽出課題の対応案

バルク貯槽の告示検査にあたり、バルク貯槽を撤去し、別の貯蔵設備を再設置することとなり、接続部の漏えい試験は確実に実施する必要がある。また、供給管や配管の変更等を伴う工事については当該部位の気密試験を行うことは設備工事後の作業として必須である。

一方で、バルク貯槽の貯蔵能力を変更した場合、貯蔵設備を容器にした場合、調整器を同一型式でないものに交換した場合等、バルク貯槽の再設置工事に係る作業はいくつものケースが考えられ、工事内容ごとに点検調査を要する項目が異なる。

販売事業者及び保安機関は、バルク貯槽の設置場所における設備の保安状況を定期的に点検調査しており、その記録を保管し各々の状況を把握しているため、バルク貯槽の告示検査に係る工事等の前後において確認しなければならない事項については個別に判断することとする。

参考 6.2.2-1 引用法令（抄）

液石法施行規則第 29 条表中第 1 号

保安業務区分の名称	保安業務の内容
一 供給開始時点検・調査	第三十六条第一項第一号の点検及び第三十七条第一号の調査を供給開始時又は液化石油ガスの最初の引渡し時のみにおいて行う業務

液石法施行規則第 36 条第 1 項第 1 号

供給設備の種類	点検を行う事項	点検の回数
イ 特定供給設備以外の供給設備（バルク供給に係るものを除く。）	（1） 第十八条第一号、第二号ロ、チ及びリ、第三号ニ及びナ、第五号（容器と調整器の間の部分に限る。）及び第二十号イに掲げる基準に関する事項	供給開始時及び充てん容器等の交換時（充てん容器等の交換が毎月一回以上行われる場合にあっては毎月一回以上）
	（2） 第十八条第三号チ、第十号（地下室等に係る供給管（ポリエチレン管を使用しているものを除く。）の部分及び亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であって地盤面下に埋設したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）に限る。）及び第二十一号に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び一年に一回以上
	（3） 第十八条第三号リ、ヌ、ワからネまでに掲げる基準に関する事項	供給開始時及び二年に一回以上
	（4） 第十八条第二号イ及びハからトまで、第三号イ、ホ及びヘ、第五号（調整器とガスメーターの間の部分に限る。）、第六号、第十号（地下室等に係る供給管の部分、亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であ	供給開始時及び四年に一回以上

	<p>って地盤面下に埋設したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）及びポリエチレン管を使用している供給管を除く。）、第十一号、第十四号並びに第二十号ハに掲げる基準に関する事項</p>	
<p>□ 特定供給設備以外の供給設備（バルク供給に係るものに限る。）</p>	<p>（１） 第十九条第一号ヌ、ヨ及びタ、第二号ロ及びホ（第一号ヌに係る部分に限る。）、第三号ヘ、第四号並びに第七号（第十八条第五号（バルク容器又はバルク貯槽と調整器の間の部分に限る。）及び第二十号イに係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項</p>	<p>供給開始時及び六月に一回以上又は一年を超えない範囲で行う充てん作業時</p>
	<p>（２） 第十九条第七号（第十八条第十号（地下室等に係る供給管（ポリエチレン管を使用しているものを除く。）の部分及び亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であって地盤面下に埋設したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）に限る。）及び第二十一号に係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項</p>	<p>供給開始時及び一年に一回以上</p>
	<p>（３） 第十九条第一号イ、ニ、ホ、ト並びにカ、第二号ニ並びにホ（第一号イ、ニ、ホ、ト及びカに係る部分に限る。）並びに第三号ハ（１）、（２）、（４）、（７）、（８）及び（１１）並びにニ（４）及び（５）に掲げる基準に関する事項</p>	<p>供給開始時及び二年に一回以上</p>
	<p>（４） 第十九条第一号チ、リ並びにワ、第二号イ、ハ並びにホ（第一号チ、リ及びワに係る部分に限る。）、第三号ロ、ハ（９）及び（１０）、ニ（２）並びにホ（２）及び（６）並びに第七号（第十八条第五号（調整器とガスメーターの間の部分に限る。）、第六号、第十号（地下室等に係る供給管の部分、亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であって地盤面下に埋設</p>	<p>供給開始時及び四年に一回以上</p>

	したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）及びポリエチレン管を使用している供給管を除く。）、第十一号、第十四号及び第二十号ハに係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項	
ハ 特定供給設備（バルク供給に係るものを除く。）	（１） 第五十三条第一号ハ、リ及びヌ、第二号ホ、ヘ及びウ、第四号（第十八条第五号及び第二十号イに係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び充てん容器等の交換時（充てん容器等の交換が毎月一回以上行われる場合にあっては毎月一回以上）
	（２） 第五十三条第二号ヌ及び第四号（第十八条第十号（地下室等に係る供給管（ポリエチレン管を使用しているものを除く。）の部分及び亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であって地盤面下に埋設したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）に限る。）及び第二十一号に係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び一年に一回以上
	（３） 第五十三条第二号ル、ヲ、ヨからレまで及びツからムまでに掲げる基準に関する事項	供給開始時及び二年に一回以上
	（４） 第五十三条第一号イ、ロ及びニからチまで、第二号イ、ロ、ト及びチ、第四号（第十八条第六号、第十号（地下室等に係る供給管の部分、亜鉛めっきを施した供給管（防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。）であって地盤面下に埋設したもの（地下室等に係る供給管の部分を除く。）及びポリエチレン管を使用した供給管を除く。）及び第二十号ハに係る部分に限る。）に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び四年に一回以上
ニ 特定供給設備（バルク	（１） 第五十四条第一号（第十九条第二号ホ（第一号ヌに係る部分に限る。）	供給開始時及び六月に一回以上

供給に係るものに限る。)	及び第四号並びに第五十三条第一号ハに係る部分に限る。)、第二号ハ、ホ(第十九条第四号に係る部分に限る。)及びチ(2)並びに第三号(第十八条第五号及び第二十号イに係る部分に限る。)に掲げる基準に関する事項	又は一年を超えない範囲で行う 充てん作業時
	(2) 第五十四条第三号(第十八条第十号(地下室等に係る供給管(ポリエチレン管を使用しているものを除く。))の部分及び垂鉛めっきを施した供給管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。))であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る供給管の部分を除く。))に限る。))及び第二十一号に係る部分に限る。))に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び一年に一回以上
	(3) 第五十四条第一号(第十九条第二号二及びホ(第一号イ、二、ホ、ト及びカに係る部分に限る。))に係る部分に限る。))並びに第二号二、ホ(第十九条第三号ハ(1)、(2)、(4)、(7)、(8)及び(11)に係る部分に限る。)、へ(第十九条第三号二(4)及び(5)に係る部分に限る。))及びチ(3)から(5)までに掲げる基準に関する事項	供給開始時及び二年に一回以上
	(4) 第五十四条第一号(第十九条第二号ハ及びホ(第一号チ、リ及びワに係る部分に限る。))並びに第五十三条第一号イ及びロに係る部分に限る。)、第二号ロ(1)から(3)まで、ホ(第十九条第三号ハ(9)及び(10)に係る部分に限る。)、へ(第十九条第三号二(2)に係る部分に限る。))及びト(第十九条第三号ホ(2)及び(6)に係る部分に限る。))並びに第三号(第十八条第六号、第十号(地下室等に係る供給管の部分、垂鉛めっきを施した供給管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。))であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る供給管の部分を除く。))及びポリエチレン管を使用している供給管を除	供給開始時及び四年に一回以上

	く。)及び第二十号ハに係る部分に限る。)に掲げる基準に関する事項	
--	----------------------------------	--

液石法施行規則第 37 条第 1 項第 1 号

消費設備の種類	調査を行う事項	調査の回数
イ 第四十四条第一号に掲げる消費設備	(1) 第四十四条第一号へ(地下室等に係る配管(ポリエチレン管を使用したものを除く。)の部分及び垂鉛めっきを施した配管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。)であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る配管の部分を除く。)に限る。)及びヲ(地下室等に係る部分に限る。)に掲げる基準に関する事項	供給開始時及び一年に一回以上
	(2) 第四十四条第一号イ(配管及びガス栓に係る部分に限る。)、ロ、ヘ(地下室等に係る部分、垂鉛めっきを施した配管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。)であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る配管の部分を除く。))及びポリエチレン管を使用したものを除く。)、ト、ヌ、ヲ(地下室に係る部分を除く。)、ワ、カ、ヨ、タ(1)(i)から(iv)まで及び(2)(i)((1)(i)及び(iv)に係る部分に限る。)、ツ(不完全燃焼する状態に至った場合に当該燃焼器へのガス供給を自動的に遮断し燃焼を停止する機能を有すると認められるものを除く。)、ネ(2)及び(3)並びにムに掲げる基準に関する事項	供給開始時及び四年に一回以上
ロ 第四十四条第二号に掲げる消費設備	(1) 第四十四条第二号イ(4)及び(6)(第十八条第二十号イに係る部分に限る。)に掲げる基準に関する事項	液化石油ガスの最初の引渡し時及び毎月(容器に充てんされた液化石油ガスを一般消費者等に引き渡さない月を除く。)一回以上
	(2) 第四十四条第二号イ(7)(第四十四条第一号へ(地下室等に係る配管(ポリ	液化石油ガスの最初の引渡し時

	<p>エチレン管を使用したものを除く。)の部分及び亜鉛めっきを施した配管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。)であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る配管の部分を除く。)に限る。)に係る部分に限る。)及び(8)(地下室等に係る部分に限る。)に掲げる基準に関する事項</p>	<p>及び一年に一回以上</p>
	<p>(3) 第四十四条第二号イ(3)、(5)(第十八条第十号に係る部分に限る。)、(6)(同条第二十号ハに係る部分に限る。)、(7)(第四十四条第一号ロ及びヘ(地下室等に係る部分、亜鉛めっきを施した配管(防しよくテープを施したものを含み、機能を損なうおそれのある腐しよくが生じないものを除く。)であって地盤面下に埋設したもの(地下室等に係る配管の部分を除く。))及びポリエチレン管を使用したものを除く。)に係る部分に限る。)、(8)(地下室等に係る部分を除く。)、(9)(同号ヨ、ツ(不完全燃焼する状態に至った場合に当該燃焼器へのガスの供給を自動的に遮断し燃焼を停止する機能を有すると認められるものを除く。)、ネ(2)及び(3)並びにムに係る部分に限る。)、(10)(同号タ(1)(i)から(iv)まで及び(2)(i)((1)(i)及び(iv)に係る部分に限る。))に係る部分に限る。)及び(13)(同号イ(配管及びガス栓に係る部分に限る。))及びヌに係る部分に限る。)並びにロ(1)、(2)(第十八条第二十号イ及びハに係る部分に限る。))及び(3)に掲げる基準に関する事項</p>	<p>液化石油ガスの最初の引渡し時及び四年に一回以上</p>

7 まとめ

7.1 ガイドライン案の作成及び検証

7.1.1 残留ガス処理設備における不純物除去装置の繰返し回収可能性確認試験

バルク貯槽から回収された残留ガスを再生する方法として、圧縮機を用いた再生試験（圧縮機再生方式）を試みた。残留ガス中の不純物（蒸発残渣分及び全硫黄分）を除去することを目的として再生試験過程にろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行い、また、処理設備を連続的に運転することによる影響についても評価を行った。

本試験において、再生ガスの品質と液石法施行規則第12条に規定されるLPガスの品質基準、LPガスの品質における日本工業規格の「JIS K 2240」、日本LPガス協会のLPガス品質指標である「品質ガイドライン」と比較、検討を行った。

不純物の除去設備として、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第12条の規定を満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び残渣分が低減しており、一部の再生ガスにおいてJIS K 2240及び品質ガイドラインを満足する結果が得られた。本試験は20日間の連続試験を試みたが、残留ガスを適時補充し行っているため、再生ガスの品質が一定ではなく、品質ガイドラインの規定値を満足しない場合も確認された。

不純物の除去設備として、活性炭を二重に配置し試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第12条の規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び蒸発残渣分が低減しているが、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験した場合と比較して除去率は低かった。

当該結果から、ろ過フィルター及び活性炭の組み合わせにより不純物を除去した方が効果は高いことが分かる。しかし試験に用いたフィルターでは、フィルター自体に残渣物等の付着が目視ではほとんど確認されなかった。フィルターによる残渣物の除去理由としては、フィルターによる流体抵抗により減圧されることで残留ガスが冷却され、高沸点成分が液化したためガス体と不純物成分等が分離できたと推定される。活性炭においては、活性炭の吸着効果により、蒸発残渣分、全硫黄分等が除去されたと推定される。さらに残留ガス中の硫黄成分の吸着により、ガス中の成分の減少が見られた。

連続試験において、再生ガスは常時安定的な品質を確保することができないため、再生ガスに対し、成分分析作業は必要と考える。

7.1.2 残留ガス処理設備における外気温影響確認試験

バルク貯槽から回収された残留ガスを再生する方法として、気化器を用いた再生試験（気化器再生方式）を試みた。残留ガス中の蒸発残渣分及び全硫黄分を除去することを目的として再生試験過程にろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行い、また、

季節が与える再生への影響についても評価を行った。

本試験も7.1.1と同様に、再生ガスの品質と液石法施行規則第12条に規定されるLPガスの品質基準、LPガスの品質における日本工業規格の「JIS K 2240」、日本LPガス協会のLPガス品質指標である「品質ガイドライン」と比較、検討を行った。

不純物の除去設備として、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第12条に規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び蒸発残渣分が低減しているが、JIS K 2240及び品質ガイドラインを満足する結果が得られなかった。

上記試験において、残留ガスの温度の低下又は処理設備の運転環境において外気温度が低下した場合の再生能力への影響かについても検討を行った。10月の試験結果に比べ、蒸発残渣分については、11月の試験結果は若干増加したように見られた。しかし、全硫黄、水分については、11月の方が僅かに良い結果となった。

不純物の除去設備として、活性炭を二重に配置し試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第12条に規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び残渣分が低減しているが、圧縮器再生方式の結果と同様、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験した場合と比較して除去率は少なかった。

上記試験は、外気温が零下であったことより、配管内での再生ガスには低沸点系の油分等がミスト状で混在されていたとも推定する。外気温における影響について、気化器のドレンは何れも採取したLPガス量に対し多量であったことより、気化器によるドレン除去は外気温に関係なく除去効果はあるが、気化器より下流側の再生過程にある再生ガス内の不純物は、外気温が高い方が除去率は高くなると推察される。全硫黄は、何れの外気温でも2段目の活性炭にて基準値を満足する値であった。

今回の試験は、気化器から圧縮機出口に不純物除去装置を配し、先ずろ過フィルターで粒子の大きいものや高沸点物等を除去し、後に、活性炭で硫黄分等を除去する順列で試験を行った。しかし、活性炭は専用の封入袋（ろ過材0.5ミクロンの特注袋）に納めて実施したが、活性炭は、使用頻度の経過により壊れた微粉炭が再生ガス中に混入されていくことが懸念される。

よって、ろ過フィルターと活性炭の順列においては、活性炭→ろ過フィルターの順列、或いは、ろ過フィルター→活性炭→ろ過フィルターの順列について、実用の不純物除去設備について考慮する必要がある。

7.1.3 再生ガスのおい強度確認試験

再生ガスの利用にあたっては、その使用用途に応じてLPガスの成分に関する規制の他、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則（以下「液石則」という。）第6条第2項第2号の規定により空気内の混入比率が容量で1/1,000である場合において感知できるようにおいを付さなければ容器に充填できないと規制されている。従って、バ

ルク貯槽内残留ガス等を再生した各種再生ガスのおいさを測定し、再生ガスが液石則のにおいに関する基準に適合しているかどうかを確認した。

圧縮機再生方式による連続試験で得た再生ガス（初日及び 20 日目）について臭気試験を行った。

再生ガスは何れも、高圧ガス保安法液石則第 6 条第 2 項第 2 号において規定する LP ガスのおいの基準値（千分の一）を満足していた。しかし、再生ガスのおいは、通常の LP ガスのおいの質とは異なっていた。

LP ガスは、使用してから最後まで着臭されるように工夫されている。消費者が明らかにガス臭であると判断するには、元の LP ガスの着臭成分と割合を明らかにして推定する、または LP ガス用の着臭剤を添加する等を講じて、LP ガスが漏えいした場合、消費者が確実に LP ガスの漏えいを感知できるよう留意する必要がある。

7.1.4 活性炭劣化度試験

残留ガスの不純物等の除去をするための処理設備に、各種活性炭を用いて、残留ガスの再生ガス処理連続試験を実施し、活性炭による不純物除去効果について検証を行った。処理設備を連続的に行った場合の活性炭の劣化度について検討を行うことにより、活性炭の導入可能性を検証した。

劣化度試験は、連続試験にて残留ガスをそれぞれ約 10 ton 通気させた後の活性炭を採取して行った。

約 10 ton 通気後は、活性炭とも出荷時と比較して吸着物が蓄積され、吸着物の蓄積の影響により、両サンプル共、充填密度は増え、ベンゼン吸着力は低下していた。

粒度、硬度に関しては、出荷時と同等レベルなので、再度、再生して使用することは可能であるが、薬剤は、添着する必要がある。

7.1.5 残留ガス処理設備のプロセスシミュレーションによる再生可能条件検証

残留ガス貯槽の残留ガスを圧縮機再生方式にて再生を行うに当たり、理論的に再生を行う際に残留ガスがどのような挙動を示すかシミュレーションを作成し、解析を行った。解析を行うにあたり、残留ガスの組成の条件を与えるため、平成 28 年度事業及び平成 29 年度事業にてバルク貯槽内の残留ガスを分析したデータを参考として初期条件を決定した。

解析を行った結果、分子量の小さいものから気化され、再生ガス貯槽へと移送され、C5 成分以上のペンタン、ヘキサンについては微量ながら再生ガス化される。一方、理論上 C10 成分のデカンは、現在の圧縮器の能力を加味すれば再生ガス化されない結果となった。しかし、従前に行った実験では、残渣分が品質ガイドラインの基準を上回る値で析出しており、本シミュレーションで考慮している飽和蒸気圧とは別の事由が影響しているものと推定される。

今回設定した初期条件においては、残留ガス中の 1-3 ブタジエンが品質ガイドラインの基準値を満たす上で大きな影響を与える。1-3 ブタジエンが基準値を超える時間により再生時間が定まる結果となった。

本解析では、温度条件を変え解析を試みた。その結果、温度条件が低い程再生ガス回収率は上昇するが、処理時間は長時間化する。温度条件が高い程再生ガス回収率は低下するが、処理時間は短時間化する。

今回の解析結果より、再生ガスの品質をより確実なものとするため、「再生処理時間限度」を管理した上で、回収した再生ガスの成分分析を行うことが望ましい。

7.1.6 ガイドライン案

6.1.1～6.1.4 の検証を踏まえ、回収する残留ガスの再生と再生ガスの適正な品質管理を図ることを目的としてガイドラインを作成した。ガイドライン案は、本報告書の「附属書 A」とし、添付する。

ガイドライン案の目的は、回収する残留ガスの再生と再生ガスの適正な品質管理を図ることである。

ガイドライン案は、バルク貯槽の告示検査又はくず化を行うにあたり、バルク貯槽の撤去及び運搬について規定している。また、バルク貯槽の残留ガスにおける処理、民生用 LP ガスとしての再利用及び廃棄における内容について規定している。

民生用 LP ガスとして再生ガスを供給する場合、ストレージタンクごとに品質ガイドラインに適合しているかどうか確認することを提言している。

7.2 技術基準案の検討

7.2.1 バルク貯槽の告示検査の合理化案の方針検討

バルク貯槽には、液石法第 16 条第 2 項に基づく同法施行規則第 16 条第 22 号の規定に従って、製造後 20 年までに初回の告示検査を、2 回目以降の告示検査は 5 年以内の周期で実施することが義務づけられている。

バルク貯槽の告示検査は、外観検査、耐圧性能検査、気密検査からなり、2 回目以降の告示検査も初回と同様の検査を実施するため、作業性、経済性等の観点から再検査せずに廃棄され、新規のバルク貯槽の設置がなされている。

バルクの告示検査方法の合理化が可能な方法を保安上の観点から検討を行った。

バルク貯槽の告示検査のデータより、外観検査では全体の 17.5%が不合格となった。不合格となった貯槽の原因はすべて外面腐食によるものであった。内面検査においては、腐食、割れ等の欠陥のある貯槽は確認されなかった。厚さ測定では、バルク貯槽は腐れ代を基本的には設けてはならず、20 年目の時点で許容最小肉厚に迫る貯槽も見られた。非破壊検査では、クレーター割れやアンダーカット等の溶接欠陥が検出されたが、検出された溶接欠陥はグラインダー加工によりすべて合格となった。気

密試験では、不合格となる貯槽は確認されなかった。

残ガス回収用貯槽及び再生ガス貯槽において、内面検査において1基の貯槽で腐食が確認された。残ガスの受入頻度が高いこと、雨天時にも作業を行い水分侵入の恐れが多い状況下であった。腐食部は、グラインダー等の処理を行うことにより次回検査においては検出されなかった。

非破壊検査結果にてキズが確認された貯槽において、グラインダー等の処理を行うことにより次回の検査では異常は見られなかった。肉厚測定においてはすべての貯槽が計算板厚以上であった。

以上の結果を考慮して、初回告示検査の次回告示検査の合理化方針案としては以下の2つの方針案としたい。

20年目の告示検査時に溶接線全周（ノズル部分も含む）を非破壊検査した場合における次回検査（25年目）については、

外観検査は現行どおりとし、肉厚検査も現行どおりとする。内面検査については省略をし、非破壊検査についても省略とする。気密検査については、警報器の設置又は自圧による気密検査又は附属品の取り替えを伴わない場合において気密検査を不要とする案とする。

20年目の告示検査時に溶接線の20%（現行の告示検査）を非破壊検査した場合における次回検査（25年目）については、

外観検査は現行どおりとし、肉厚検査も現行どおりとする。内面検査については省略をし、非破壊検査は溶接線の20%を行う。気密検査については、警報器の設置又は自圧による気密検査又は附属品の取り替えを伴わない場合において気密検査を不要とする案とする。

いずれの案においても今後安全性の検証が求められる。

7.2.2 バルク貯槽の廃棄（くず化）に関する業界指針等の運用実態調査等に基づいた技術基準案の見直しについて

KHKS0841 バルク貯槽及び付属機器等の告示検査等前作業に関する基準において、「2.2.8 撤去工事、仮設工事及び再設置工事 f) 再設置工事の完了後、新規供給設備により一般消費者への液化石油ガスの供給を再開する場合は、液石法施行規則第29条表中第1号に掲げる供給開始時点検・調査を行う。」との規定がある。

供給開始時点検・調査に掲げる項目には、液石法施行規則第19条及び第44条等に定める供給設備、消費設備等の技術上の基準に適合するための内容が包含されており、バルク貯槽を撤去し再設置する際には調査・点検することが求められている。

バルク貯槽の貯蔵能力を変更した場合、貯蔵設備を容器にした場合、調整器を同一型式でないものに交換した場合等、バルク貯槽の再設置工事に係る作業はいくつものケースが考えられ、工事内容ごとに点検調査を要する項目が異なることから、バルク

貯槽の告示検査に係る工事等の前後において確認しなければならない事項については個別に判断することとする方針とする。

附属書 A

残留ガスの再生処理の品質に関するガイドライン案

1 目的

平成 8 年の液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下「液石法」という。）の改正により民生用バルク供給システムが導入され、これまでに 29 万基以上のバルク貯槽が生産された。これらのバルク貯槽には、液石法第 16 条第 2 項に基づく液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律施行規則（以下、「液石法施行規則」という。）第 16 条第 22 号の規定に従って、製造後 20 年までに検査を行うことを義務づけられている。

当該制度より、バルク貯槽の告示検査を実施する又は告示検査を実施せずにバルク貯槽をくず化するにかかわらず、いずれの場合にもバルク貯槽内の残留ガスを回収して実施しなければならない。バルク貯槽内の残留ガスは長期間の繰り返し充填により残留ガス中に着臭剤や不純物成分等が濃縮される。これにより再利用等する場合において燃焼性に影響を及ぼす等、品質管理上の問題が生じる可能性がある。

従って、回収する残留ガスの再生と再生ガスの適正な品質管理を図ることを目的としてガイドラインを作成する。

2 適用範囲

当ガイドラインは、液石法施行規則第 1 条第 2 項第 2 号に規定されているバルク貯槽の告示検査又はくず化を行うにあたり、バルク貯槽の撤去及び運搬について規定する。また、バルク貯槽の残留ガスにおける処理、民生用 LP ガスとしての再利用及び廃棄における内容について規定する。

備考

本ガイドラインは、バルク貯槽内の残留ガスの回収から再利用までについて適用し、LP ガスを再生し、利用するための指標である。

なお、本ガイドラインは消費者への品質保証を行うものではなく、ガス販売事業者の責任の下で判断を行うことが必要である。

3 定義

残留ガス	長期間の繰り返し充填により不純物成分等が濃縮・蓄積されたバルク貯槽内の LP ガス
再生ガス	残留ガス中の不純物成分等を除去し、精製した LP ガス

4 ガイドライン

4.1 残留ガスの回収

バルク貯槽の告示検査を行う場合又はくず化する場合、バルク貯槽を設置場所から撤去・運搬を行う。その後、容器検査所又は充填所等の第一種製造者の事業所等にて残留ガスの回収を行う。

4.1.1 バルク貯槽の撤去、運搬

バルク貯槽を告示検査又はくず化のために運搬する場合、「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」の「(3) 液化石油ガス保安規則の運用及び解釈について」第 49 条関係 (1) の記載により、バルク貯槽を充填容器等として取り扱うものと解釈されており、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 49 条の技術上の基準に適合しなければならない。さらに撤去の方法については、KHKS0840 LP ガスバルク貯槽移送基準の「2.2 移送作業の方法」の「2.2.2 運搬作業」に準拠して行うこと。

4.1.2 残留ガスの回収

残留ガスを回収する場合において、KHKS0841 バルク貯槽及び附属機器等の告示検査等前作業に関する基準の「2.2.10 残留ガスの回収等（バルク貯槽による残留ガスの貯蔵を含む。）及び窒素置換」に準拠して行うこと。

4.1.3 残留ガスの廃棄

残留ガスを廃棄する場合は、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 60 条に規定される技術基準に遵守し廃棄しなければならない。

4.1.4 バルク貯槽のくず化

バルク貯槽のくず化を行う場合、日本 LP ガス団体協議会の「バルク貯槽くず化指針」に準拠して行うこと。

4.2 不純物成分の分離・除去等

4.2.1 残留ガスの成分

平成 28 年度石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）において、バルク貯槽に LP ガスを繰り返し充填し、不純物成分等が濃縮した残留ガスの成分の調査が行われた。当該成分分析結果を参考 1 に示す。

成分分析結果より、残留ガスは、液石法施行規則第 12 条に規定される LP ガスの規格のプロパン、ブタン比率等に適合していた。一方、LP ガスの日本工業規格の JIS K 2240 及び日本 LP ガス協会が示す指針「LP ガスの品質に関するガイドライン」（以下、「品質ガイドライン」という。）に示される項目の規定値に適合しなかった。JIS K 2240

の規定値と比較すると全硫黄分の値が規定値を超えていた。品質ガイドラインの規定値と比較すると蒸発残渣分、全硫黄分、水分の値が規定値を超えており、残留ガスは低揮発性の不純物等が濃縮されていることが分かる。

4.2.2 残留ガスの燃焼性

平成 29 年度石油ガス等供給事業の保安確保に向けた安全管理技術の調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）において、残留ガスの燃焼性について調査が行われた。本試験では気化器を用いず、自然気化による方法で使用されているバルク貯槽の残留ガスを用いた。当該ガスを気化器により気化させ、燃焼器に通すことによる影響について試験が行われた。試験項目としてガス消費量試験、無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度測定試験、ガス通路の気密試験、分解点検がなされた。

燃焼試験は、標準ガス（ガス機器の試験に用いるガス）及び残留ガスを用いて比較試験が行われた。試験を行った燃焼機器はガスコンロ、給湯器、パイロットバーナー（業務用機器）である。

ガス消費量試験の結果、残留ガスは標準ガスと比較し、ガス消費量の減少量が大きくなる傾向が見られた。無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度測定試験及びガス通路の気密試験においては、標準ガス、残留ガスともに規定値内に収まっており残留ガスによる影響は見られなかった。

燃焼試験後に各燃焼機器の分解点検を行った結果、給湯器内のガス流量調整を行うダイヤフラムに油分の付着が見られた。熱交換器には硫酸銅が主成分の粉末が付着されており、腐食が確認された。また、供給設備の調整器内に残渣分が確認された。

上述の各燃焼試験結果により、残留ガスを未処理のまま消費することで調整器等の供給設備の不良や燃焼機器等の消費設備の劣化に繋がること懸念される。

各燃焼試験項目の詳細な結果は、参考 2 に記載する。

4.2.3 不純成分の分離・除去方法

4.2.2 より残留ガスを未処理のまま供給設備及び消費設備へと供給することは、調整器の不良や燃焼機器の劣化等に繋がること懸念される。事業者は、残留ガス中の不純物の分離・除去を行うにあたり各々の設備の最適な再生方法を判断し、さらに当該設備において安定的に残留ガス中の不純物の分離・除去方法を検証することを求められる。

残留ガスの不純物成分等の分離・除去は、一般的に容器検査所又は充填所等の第一種製造者の事業所にてなされている。以下に一般的な方法を例示する。

(2) 除去設備を設けた残留ガス再生試験

平成 30 年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）において、圧縮機再生方式及び気化器再生方式の再生過程に蒸発残渣分及び全硫黄分を除去することを目的とし、①フィルター単独、②フィルター及び活性炭の組み合わせ、③二重に配置した活性炭の 3 条件の除去設備にて残留ガスの再生試験が行われた。

①フィルター単独にて試験した結果、蒸発残渣分が低減されることが確認された。

②フィルター及び活性炭の組み合わせにて試験した結果、蒸発残渣分及び全硫黄分が低減されることが確認された。

③二重に配置した活性炭にて試験した結果、蒸発残渣分及び全硫黄分が低減されたが、②の結果よりも蒸発残渣分及び全硫黄分が残留ガス中に残存した。

以上のことからフィルター、活性炭に残留ガスを通すことにより、残留ガス中の不純物の除去に効果が見られることが分かる。試験に用いたフィルターでは、フィルター自体に残渣物等の付着が目視ではほとんど確認されてはいない。フィルターによる残渣物等の低減理由としては、フィルターによる流体抵抗により残留ガスが減圧されることで冷却され、高沸点成分が液化したためガス体と不純物成分等が分離できたと推定される。

活性炭においては、活性炭の吸着効果により、蒸発残渣分、全硫黄分等が除去されたと推定される。さらに残留ガス中の硫黄成分が吸着されたことにより、ガスのおい成分の減少が見られた。

平成 30 年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）における残留ガス再生試験結果については、参考 4、5 に記載する。

(3) 再生ガスの臭気試験

(2)の圧縮機再生方式の試験にて得られた再生ガスを用いて臭気試験が行われた。

圧縮機再生方式を用いた再生ガス 4 検体の臭気試験の結果、高圧ガス保安法液石則第 6 条第 2 項第 2 号に規定する LP ガスのおい基準値をすべて満足していた。

一方で、再生ガスのおいにおいては、通常の LP ガスのおいの質と異なるものと認識される可能性がある。再生ガスのおいにおいては、人の鼻で検知できるようではあるが、仮に消費者側においてガス漏えいが生じた際に当該おいをガス漏れとして認識できるかどうかは不確かであるため留意する必要がある。

臭気試験に用いたガスの詳細な結果は、参考 6 に記載する。

4.3 ガス成分分析

4.3.1 ガス成分分析

残留ガスから不純物を分離・除去した再生ガスは品質ガイドラインに示された方法により確認すること。

再生ガスは、表 1 に示されている品質ガイドラインの規格に適合しているかを確認すること。

表 1 LP ガスの品質規格

項目	液石法 規則第12条1項			JIS-K-2240 1種 家庭用・業務用燃料			日本LPガス協会 品質ガイドライン 商業用プロパン	
	い号	ろ号	は号	1号	2号	3号		
密度(15°C),g/cm	—			0.500~0.620			0.500~0.620	
蒸気圧(40°C)MPa	1.53以下			1.53以下			1.53以下	
組成 mol%	エタン・エチレン	5以下			5以下			①0.5以下
	プロパン・プロピレン	80以上	60以上 80未満	60未満	80以上	60以上 80未満	60未満	②92.0以上
	ブタン	—			20以下	40以下	30以上	報告
	ブチレン	—						報告
	1,3-ブタジエン	0.5以下			0.5以下			③④0.1wt%未満
	ペンタン	—			—			報告
銅板腐食(40°C,1h)	—			1以下			1以下	
残渣分	75°C(質量ppm)	—			—			60以下
	105°C(質量ppm)	—			—			10以下
硫黄分(質量ppm)	—			※0.0050%以下(質量%)			50以下	
遊離水分	—			—			⑤無	
水銀(mg/Nm ³)	例示基準39. 品質ガイドラインの規定			—			0.009以下	

※着臭剤等を入れる前の状態での規定

- ①冷凍品については、2.0mol%以下とする。
- ②プロピレンの含有量は、25.0mol%以下とする。
- ③mol%から wt%への換算方法は LP ガスの品質ガイドラインの解説による
- ④1,3-ブタジエン含有量の単位 wt%は、労働安全衛生法における使用単位に準拠した。
- ⑤LP ガス中の水分定量分析の結果プロパン、ブタンの含有水分量がそれぞれ 70wtppm、40wtppm 以下

4.3.2 臭気濃度分析

臭気濃度は、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 6 条第 2 項第 2 号の規定より工業用以外の液化石油ガスは空気中の混入比率が容量で千分の一である場合において感知できるようにおいがするものを容器に充填することが定められている。

再生ガスは、上記の規定を満たしているかを確認すること。

4.4 再生ガスの再利用

4.4.1 品質管理

(1) 再生ガスのみで再利用する場合

再生ガスを再利用する場合、4.3.1 及び 4.3.2 により品質ガイドラインに定められる規定値及び高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 6 条第 2 項第 2 号の規定を満たすガスであることを確認すること。検査頻度は、出荷されるストレージタンクごとに検査を行うこと。

(2) 再生ガスを混合して再利用する場合

再生ガスと品質証明を受けた元売業者から供給された LP ガスとを混合して再利用する場合においても品質ガイドラインに定められる規定値及び高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 6 条第 2 項第 2 号の規定を満たすガスであることを確認すること。検査頻度は、出荷されるストレージタンクごとに検査を行うこと。

ただし、品質ガイドラインの規定値を満たしていると確認されている再生ガスと品質証明を受けた元売業者から供給された LP ガスとを混合して再利用する場合には、この限りでない。

4.4.2 記録

出荷する再生ガスは、出荷したガス成分及び出荷先について記録し、保存すること。

4.5 再生ガスの廃棄

再生ガスを廃棄する場合は、高圧ガス保安法液化石油ガス保安規則第 60 条に規定される技術基準に遵守し廃棄しなければならない。

5 その他

本ガイドライン案に記載されていない内容は、関係法令に従うこと。

参考 1 バルク貯槽内の残留ガスの成分

平成 28 年度石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）にて行われたバルク貯槽の残留ガスの成分分析結果について示す。

残留ガスは、全国 6 地域（北海道、東北、中部、山陰、九州、南九州）計 24 箇所のバルク貯槽からサンプリングしたものである。比較対象として、充填所内で貯蔵する民生用 LP ガス（以下、「充填ガス」という。）も併せてサンプリングをした。充填ガスは全国 6 地域計 6 箇所の充填所からサンプリングしたものである。

参考-表 1 に残留ガス及び充填ガスの成分分析結果を示す。各値は、残留ガスの 24 サンプル、充填ガスの 6 サンプルのそれぞれの上限值及び下限値である。

参考-表 1 より残留ガス及び充填ガスとも液石法施行規則第 12 条（液化石油ガスの規格）に規定される組成成分のエタン+エチレン、プロパン+プロピレン及びブタジエン並びに水銀の値に満足していた。

一方、残留ガスは品質ガイドラインの項目における規定値に満足しなかった。一部の残留ガスは、プロパン+プロピレンの組成成分において規定値の下限である 92mol%を下回る結果となった。また、残留ガスのすべてのサンプリング検体で 75°Cの蒸発残渣分及び 105°Cの蒸発残渣分の規定値（60ppm 以下（75°C）、10ppm 以下（105°C））を大幅に超える結果となった。全硫黄分、水分においては、規定値（50ppm 以下（全硫黄分）、70ppm 以下（水分））を超える検体が一部みられた。

以上より、バルク貯槽内の残留ガスは、液石法施行規則第 12 条を適合しているものの、ガイドラインには満足していない。残留ガスは、低揮発性の不純物や硫黄が濃縮しているものであることが判明した。

参考-表 1 バルク貯槽内の残留ガスの成分

適用法規等 規制対象成分		液石法規則第 12 条 (液化石油ガスの規格)	品質に関するガイドライン (商業用プロパン)	充填ガス (充填所)		残留ガス	
				夏	冬	夏	冬
組成分	エタン+エチレン mol %	≦5.0	≦5.0	0.49~1.06	0.43~1.08	<0.01	0.00~0.17
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≧80 ろ号 60≦x<80 は号 <60	≧92.0 (プロピレンは、25.0mol%以下)	97.8~98.5	97.8~98.5	92.9~97.3	91.5~97.7
	ブタン mol %		報告	0.79~1.13	0.69~1.34	2.44~6.27	2.10~8.29
	ブチレン mol %		報告	0.00~0.04	0.00~0.34	0.00~0.86	0.00~0.65
	ブタジエン wt%	≦0.5	<0.1 (労働安全衛生法の表示規制値)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	ペンタン wt %		報告 (労働安全衛生法の表示規制値 ; 1.0wt%)	<0.01	<0.01	0.01~0.09	0.00~0.06
銅板腐食試験 (40°C, 1h)			≦1	未実施(H ₂ S の測定結果はすべて<0.5 ppm)			
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm		≦60	<10		240 ~ 3,700	
	(105°C) wt ppm		≦10	<10		130 ~ 3,200	
全硫黄分 wt ppm			≦50	4 ~ 11		44 ~ 210	
水分	wt ppm		≦70 (遊離水分なし)	12 ~ 61		9 ~ 93	
水銀 mg/Nm ³		≦0.009	≦0.009	<0.001		~ 0.002	
メタノール wt ppm			北海道 450≦ 東北・中部山岳 350≦ その他(沖縄除く) 300≦ (上限値 : 2,400ppm)	3~376	58~1122	6~107	9~351

参考 2 燃焼性試験結果

平成 28 年度石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）にて行われた燃焼性試験結果について示す。

1. 燃焼試験条件

燃焼ガスは残留ガス及び標準ガスの 2 種類にて行った。

残留ガスは、自然気化による方法で使用されているバルク貯槽から採取したガスである。バルク貯槽は使用用途が集合住宅の貯蔵能力 498kg のものである。

標準ガスは、JIS S 2093 に定める試験用ガスである。

参考-表 2 標準ガス及び残留ガスの組成

	組成 (mol%)			蒸発残留分 (油分) (ppm)	
	エタン+ エチレン	プロパン+ プロピレン	i ブタン+ n ブタン	75°C	105°C
標準ガス	1.0	98.0	0.9	≤60	≤10
残留ガス	0.41	96.68	2.91	474.3	308.9

・対象機器

ガスコンロ、給湯器、パイロットバーナー（業務用機器）

・試験項目

- ①ガス消費量試験（JIS S 2093）
- ②無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度（JIS S 2093）
- ③ガス通路の気密試験（JIS S 2093）
- ④分解点検

・試験概要

残留ガス及び標準ガスにてそれぞれの燃焼器を試験。

通常燃焼試験方法 JIS S 2093（評価にあつては同 2103、2109）

長時間燃焼試験 100 時間の燃焼試験

分解点検 燃焼試験前・終了時に各燃焼器を分解し劣化状況等点検

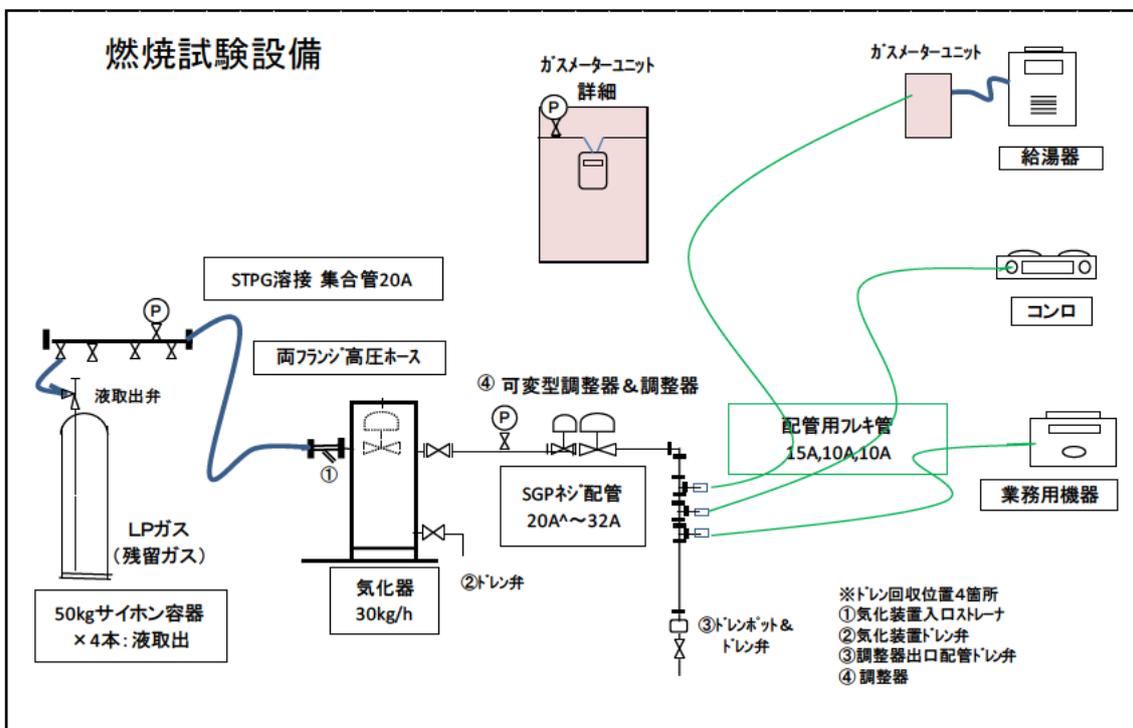
連続燃焼時間 100 時間の連続燃焼時間

・試験設備

残留ガス供給設備

供給設備はサイホン管容器を用いて液取り出しを行い、気化器にて気化させた後

に燃焼機器へ供給する。



参考-図1 残留ガス供給設備

2. 燃焼試験結果

連続燃焼ガス消費量試験結果

参考-表2に連続燃焼ガス消費量試験結果を示す。参考-表2中の初期値は、本燃焼試験に使用した燃焼器の燃焼試験実施開始時点のガス消費量の値である。終了時は、標準ガス又は残留ガスを100時間連続燃焼した後のガス消費量の値である。

表示精度差分変位率とは、初期値に対する終了時のガス消費量の変化率を示している。各燃焼機器の表示制度差分変位率をみると、標準ガスの燃焼試験では、コンロが-1.2%、グリルが-0.8%、給湯器が0.3%、パイロットバーナーが-0.7%であったのに対し、残留ガスの燃焼試験では、コンロが-6.0%、グリルが-3.9%、給湯器が-1.9%、パイロットバーナーが-1.2%であった。標準ガスに対して残留ガスで燃焼した場合のほうがガス消費量の減少割合が大きいことが分かる。

この結果から、残留ガスを長期的に燃焼機器に使用し続けることにより、ガス通路の閉塞等を引き起こす可能性があるかと推定される。

無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度結果

参考-表 3 に無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度結果を示す。参考-表 3 中の初期値は、本燃焼試験に使用した燃焼器の燃焼試験実施開始時点の CO 濃度の値である。終了時は、標準ガス又は残留ガスを 100 時間連続燃焼した後の CO 濃度である。

標準ガスの終了時の値は、コンロ、グリル、給湯器及びパイロットバーナーいずれにおいても規定値の 0.14vol%以下の値であった。変化量は、最大で+0.01vol%であった。

残留ガスの終了時の値は、コンロ、グリル、給湯器及びパイロットバーナーいずれにおいても規定値の 0.14vol%以下の値であった。変化量は、最大で±0.01vol%であった。

以上の結果から、100 時間の連続燃焼の条件においては、残留ガスを燃焼することによる CO 濃度への影響は見受けられない。

ガス通路の気密試験結果

参考-表 4 にガス通路の気密試験結果を示す。参考-表 4 中の初期値は、本燃焼試験に使用した燃焼器の燃焼試験実施開始時点ガス通路の気密試験結果の値である。終了時は、標準ガス又は残留ガスを 100 時間連続燃焼した後のガス通路の気密試験結果の値である。

標準ガスの終了時の値は、コンロ&グリル、給湯器及びパイロットバーナーいずれにおいても規定値内の値であった。変化率は、すべての項目において変化がなかった。

残留ガスの終了時の値は、コンロ&グリル、給湯器及びパイロットバーナーいずれにおいても規定値内の値であった。変化率は、すべての項目において変化がなかった。

以上の結果から、連続燃焼 100 時間の条件においては、残留ガスを燃焼することによるガス通路の気密性能への影響は見受けられない。

分解点検結果

参考-表 5～表 9 にグリルコンロ、給湯器、パイロットバーナー分解点検結果の写真を載せる。

参考-表 5 より、残留ガスを用いることでグリルバーナーフレーム部が褐色に変色しており錆が発生していることが分かる。

参考-表 6 より、残留ガスを用いることでバーナーノズル部に煤が付着していることが分かる。

参考-表 7 より、残留ガスを用いることで給湯器のガスメカ調整弁体にてかりがあることが分かる。てかり部には油分が付着していると推定される。

参考-表 8 より、残留ガスにて燃焼することで排気風向板に $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ 主成分の粉末が、熱交換器に $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ が主成分（他 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）の粉末が付着しており、腐食が発生していたことが分かる。

参考-表 9 より、中圧(可変一次)及び低圧(二次)調整器とも調圧室底部に残渣分滞留していることが分かる。

参考-表 2 連続燃焼ガス消費量試験結果

種別	表示量 [kW]	初期値	初期値表示 精度	終了時	終了時表示 精度	初期値 100% とする変化率	表示精度差分 変位率
標準ガス							
コンロ	4.20	3.94	-6.2%	3.89	-7.4%	98.73%	-1.2%
グリル	1.28	1.29	0.8%	1.28	0.0%	99.22%	-0.8%
給湯器	37.5	36.8	-1.9%	36.9	-1.6%	100.27%	0.3%
パイロット	0.433	0.433	0.0%	0.430	-0.7%	99.31%	-0.7%
残留ガス							
コンロ	4.20	3.99	-5.0%	3.74	-11.0%	93.73%	-6.0%
グリル	1.28	1.27	-0.8%	1.22	-4.7%	96.06%	-3.9%
給湯器	37.5	36.8	-1.9%	36.1	-3.7%	98.10%	-1.9%
パイロット	0.433	0.408	-5.8%	0.403	-6.9%	98.77%	-1.2%

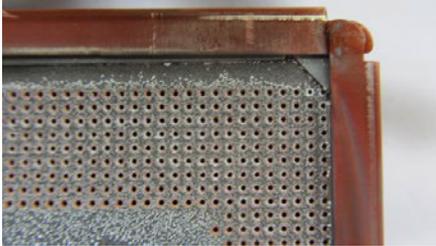
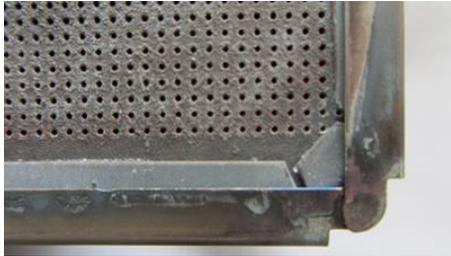
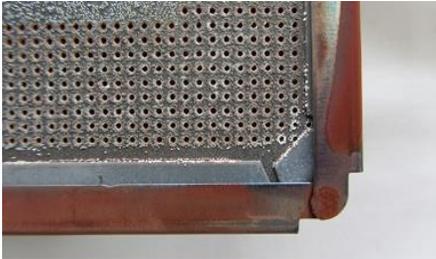
参考-表 3 無風燃焼状態試験に係る点火・着火・理論乾燥燃焼中の CO 濃度結果

種別	規定値	標準ガス			残留ガス		
		初期値	終了時	変化量	初期値	終了時	変化量
コンロ	0.14 以下	0.03	0.03	0	0.03	0.02	-0.01
グリル	0.14 以下	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04	0.01
給湯器	0.14 以下	0.0	0.01	0	0.01	0.01	0
給湯器	0.14 以下	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0
パイロット	0.14 以下	0.005	0.006	0.001	0.007	0.006	-0.001

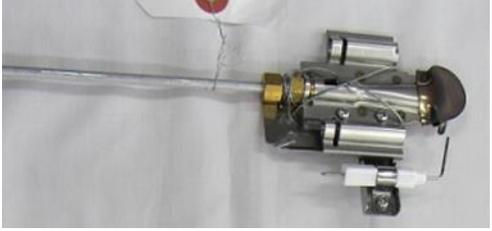
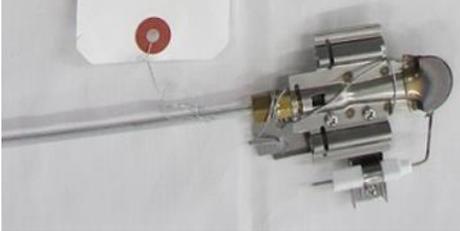
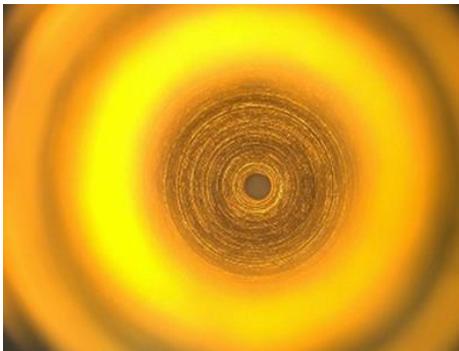
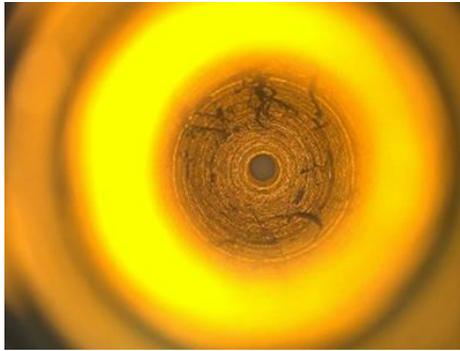
参考-表 4 ガス通路気密検査結果

種別	区分	規定値	標準ガス			残留ガス		
			初期値	終了時	変化率	初期値	終了時	変化率
コンロ & グリル	器具栓	70ml 以下	12ml 以下	12ml 以下	なし	12ml 以下	12ml 以下	なし
	器具栓以外	550ml 以下	12ml 以下	12ml 以下	なし	12ml 以下	12ml 以下	なし
	外部漏洩 1	ないこと	なし	なし	なし	なし	なし	なし
	外部漏洩 2	ないこと	なし	なし	なし	なし	なし	なし
給湯器	器具栓	70ml 以下	12ml 以下	12ml 以下	なし	12ml 以下	12ml 以下	なし
	器具栓以外	550ml 以下	12ml 以下	12ml 以下	なし	12ml 以下	12ml 以下	なし
	外部漏洩 1	ないこと	なし	なし	なし	なし	なし	なし
	外部漏洩 2	ないこと	なし	なし	なし	なし	なし	なし

参考-表 5 テーブルコンログリル部（排ガス通路部）分解点検結果

	標準ガス	残留ガス
グリルバーナー		
グリルバーナー 鉄部の錆		
燃孔付着物		

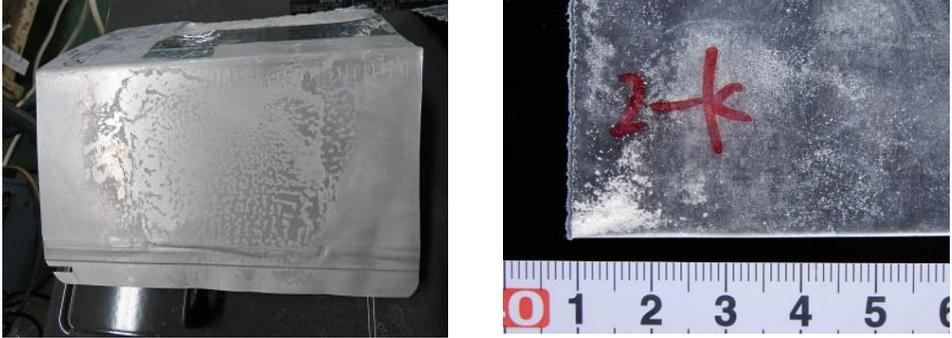
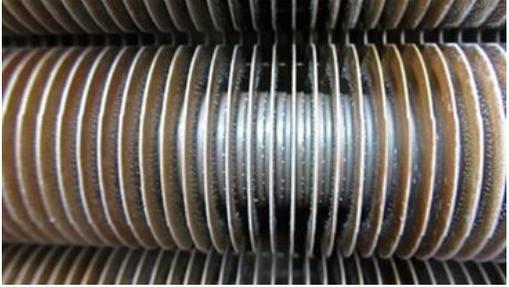
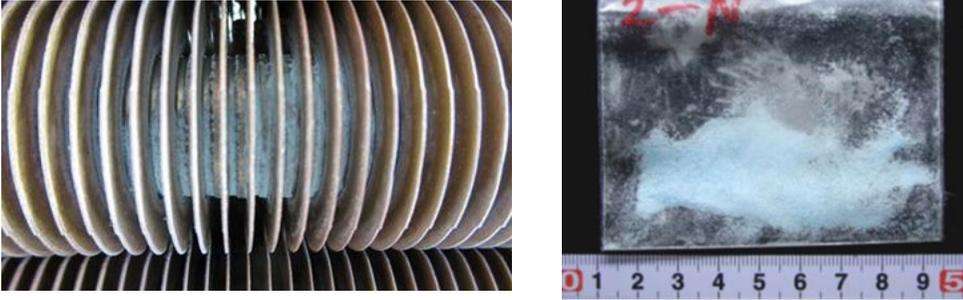
参考-表 6 パイロットバーナー分解点検結果

部品	標準ガス	残留ガス
パイロットバーナー炎孔部分解前		
パイロットバーナーノズル(噴出側)		
パイロットバーナーノズル部分 (流入側) ノズル径 φ0.35		

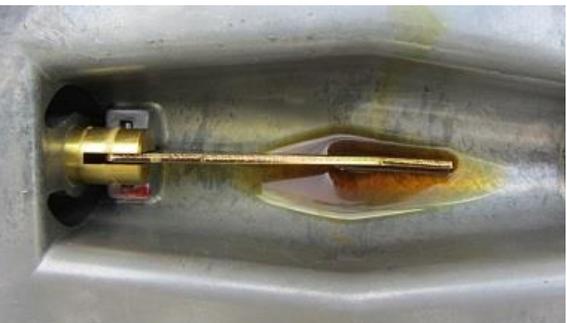
参考-表 7 給湯器分解点検結果

部品	標準ガス	残留ガス
給湯器ガスメカガバナー機能		
給湯器ガスメカガス流量調整弁体		
給湯器ガスメカガス流量調整ダイヤフラム		

参考-表 8 給湯器（排ガス通路部）分解点検結果

	標準ガス	残留ガス(付着物の分析結果)
給湯器 排気風向板		 <p data-bbox="1464 751 1977 794">$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ 主成分の粉末が付着</p>
給湯器 熱交換器		 <p data-bbox="1167 1187 1944 1230">$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ が主成分（他 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$）の粉末が付着</p>

参考-表 9 供給設備（調整器内）の分解点検結果

	<p>中圧(可変一次)及び低圧(二次) 調整器 両調整器とも調圧室底部に残渣分滞留</p>
	<p>中圧（可変一次）調整器 残渣分滞留状況 残渣分回収量約 3CC</p>
	<p>低圧(二次) 調整器 残渣分滞留状況 残渣分回収量約 2CC</p>

参考3 残留ガスの再生試験結果

平成 29 年度石油ガス等供給事業の保安確保に向けた安全管理技術の調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）において、一般的に実施されている残留ガスの再生方法にて行った再生ガスのガス成分分析を示す。

参考-表 10 に圧縮機再生方式にて残留ガスを再生した分析結果を、参考-表 11 に気化器再生方式にて残留ガスを再生した分析結果を示す。

参考-表 10 より、圧縮機再生方式にて再生を行った再生ガスの成分は、プロパン+プロピレン成分の比率が増加し、ガイドラインの規定値に適合する値にまで増加した。一方ブタンの比率は減少した。蒸発残渣分は減少したが、ガイドラインの規定値に適合しなかった。全硫黄分は、再生することにより一部の再生ガスにおいて品質ガイドラインの規定値を満足したが、すべての再生ガスが規定値を満足するまでは至らなかった。一方、水分は、再生することにより品質ガイドラインの規定値に満足する結果となった。

参考-表 11 により、気化器再生方式にて再生を行った再生ガスの成分は、プロパン+プロピレン成分の比率に変化はほとんどみられない。今回使用した気化器は設定温度が 70℃であるため、残留ガス中の成分のほぼすべてが気化されたためと推定される。蒸発残渣分は、減少傾向がみられるものの安定して除去されなかった。全硫黄分も同様に減少傾向がみられるものの安定して除去されなかった。

参考-表 10 圧縮機再生方式による再生ガスの成分

適用法規等 規制対象成分		液石法施行規則第 12条(液化石油ガ スの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	残留ガス			再生ガス		
				B-1	B-2	B-3	b-1	b-2	b-3
組成	エタン+エチレン mol %	≤5.0	≤5.0	0.0	0.0	0.0	0.0~0.1	0.0~0.2	0.0~0.1
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号 60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、25.0mol%以下)	91.7	90.1	89.3	96.8	94.4	95.3
	ブタン mol %		報告	2.8~4.7	3.4~5.6	4.1~5.9	0.9~2.1	0.7~1.8	0.8~2.0
	ブチレン mol %		報告	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の表示規制値)	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
	ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の表示規制値 ; 1.0wt%)	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	≤1		未実施(H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)						
メタノール wt ppm			北海道 450≤ 東北・中部山岳 350 ≤ その他(沖縄除く) 300≤ (上限 値 : 2,400ppm)	126	99	87	107	168	90
水分	wt ppm		≤70 (遊離水分なし)	230	260	280	45	33	32
全硫黄分 wt ppm			≤50	300	440	410	51	42	33
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm		≤60	測定不可			200	40	70
	(105°C)wt ppm		≤10	測定不可			180	30	60
水銀 mg/Nm ³			≤0.009	≤0.009	未実施<0.001			未実施<0.001	

参考-表 11 気化器再生方式による再生ガスの成分

適用法規 規制対象成分等		液石法施行規則 第12条(液化石油 ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	残留ガス 再生処理なし				再生ガス 強制気化+フィルター+再液化			
				1-1	2-1	3-1	4-1	1-3	2-3	3-3	4-3
組成分	エタン + エチレン mol %	≦5.0	≦5.0	1.1	0.0	0.4	0.9	0.8	0.0	0.3	0.7
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≧80 ろ号 60≦x<80 は号 <60	≧92.0 (プロピレンは、25.0mol%以下)	97.7	96.2	95.2	97.9	97.9	96.1	95.1	98.0
	ブタン mol %		報告	1.2	3.7	4.1	1.2	1.3	3.8	4.4	1.3
	ブチレン mol %		報告	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
	ブタジエン wt%	≦0.5	<0.1(労働安全衛生法の表示規制値)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の表示規制値；1.0wt%)	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	≦1		未実施(H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)								
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm		≦60	122	—	—	6	60	—	58	70
	(105°C) wt ppm		≦10	38	—	—	2	25	—	42	65
全硫黄分 wt ppm	≦50		86	85	87	9	4	55	63	7	
水分 wt ppm	≦70(遊離水分なし)		7	14	15	8	34	19	32	31	
水銀 mg/Nm ³	≦0.009	≦0.009	0.001 以下				0.001 以下				
メタノール wt ppm		北海道 450≦ 東北・中部山岳 350≦ その他(沖縄除く) 300≦(上限値：2,400ppm)	520	70	150	400	280	10	130	220	

参考4 圧縮機再生方式による残留ガスの再生試験結果

平成30年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）における圧縮機再生方式による残留ガスの再生試験結果をについて示す。圧縮機再生方式における不純物除去設備に対する評価を行うため以下の試験がなされた。

- ・連続再生試験（ろ過フィルター＋活性炭）

ろ過フィルター及び活性炭の除去設備を設けて連続再生試験を行い、繰り返し再現性の調査等を検証した。

- ・連続再生試験（活性炭＋活性炭）

蒸発残渣分の除去を目的としたろ過フィルターを活性炭に置き換え、連続再生試験を行い、不純物除去の比較、検証した。

1 連続再生試験（ろ過フィルター＋活性炭）

蒸発残渣分及び全硫黄分等を除去するためろ過フィルター及び活性炭を取り付け、当該設備による連続再生試験を行い、再生ガスの品質等について検証した。

(1) 試験設備

本試験に係る仕様は、以下に掲げるとおりである。

参考-図2に試験実施概要を示す。ろ過フィルター評価試験設備は、参考-表12に示す。

参考-表12 残留ガス連続再生試験用設備

	設 備
残留ガス再生処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力を有すること。）
	計器類（圧力計、温度計等）
不純物除去設備 （残渣、全硫黄除去用）	ろ過フィルター（主に油分除去用）
	活性炭フィルター（主に硫黄分除去用）
	テンポラリーストレーナー（主に夾雑物）
	試験用計器類（圧力計等） 1 式

(2) 試験方法

本試験では、20日間の残留ガス連続再生試験を行い、定期的にサンプリングを行った。なお、設備の運転時間は、事業所の運転時間（営業時間）を参考に、1日概ね6時

間程度運転し、当該設備運転時間内に参考-表 13 に指定する条件により再生ガスをろ過フィルター上流部及び下流部、活性炭フィルター下流部にてサンプリングを行った。

再生処理量は 1 日概ね 1t (1,000kg) とし、20 日間で累計約 20t (20,000kg) の処理を行い、通常の残留ガスの再生業務の運転中に所定のサンプリングを行った。参考-図 2 に、再生ガス等のサンプリングに用いた設備を示す。

(3) 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組 成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス (LP ガス)」

油 分：JLPGA-S-03 日本 LP ガス協会規格「LP ガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス (LP ガス)」

水 分：JLPGA-S-02 日本 LP ガス協会規格「カールフィッシャー法」

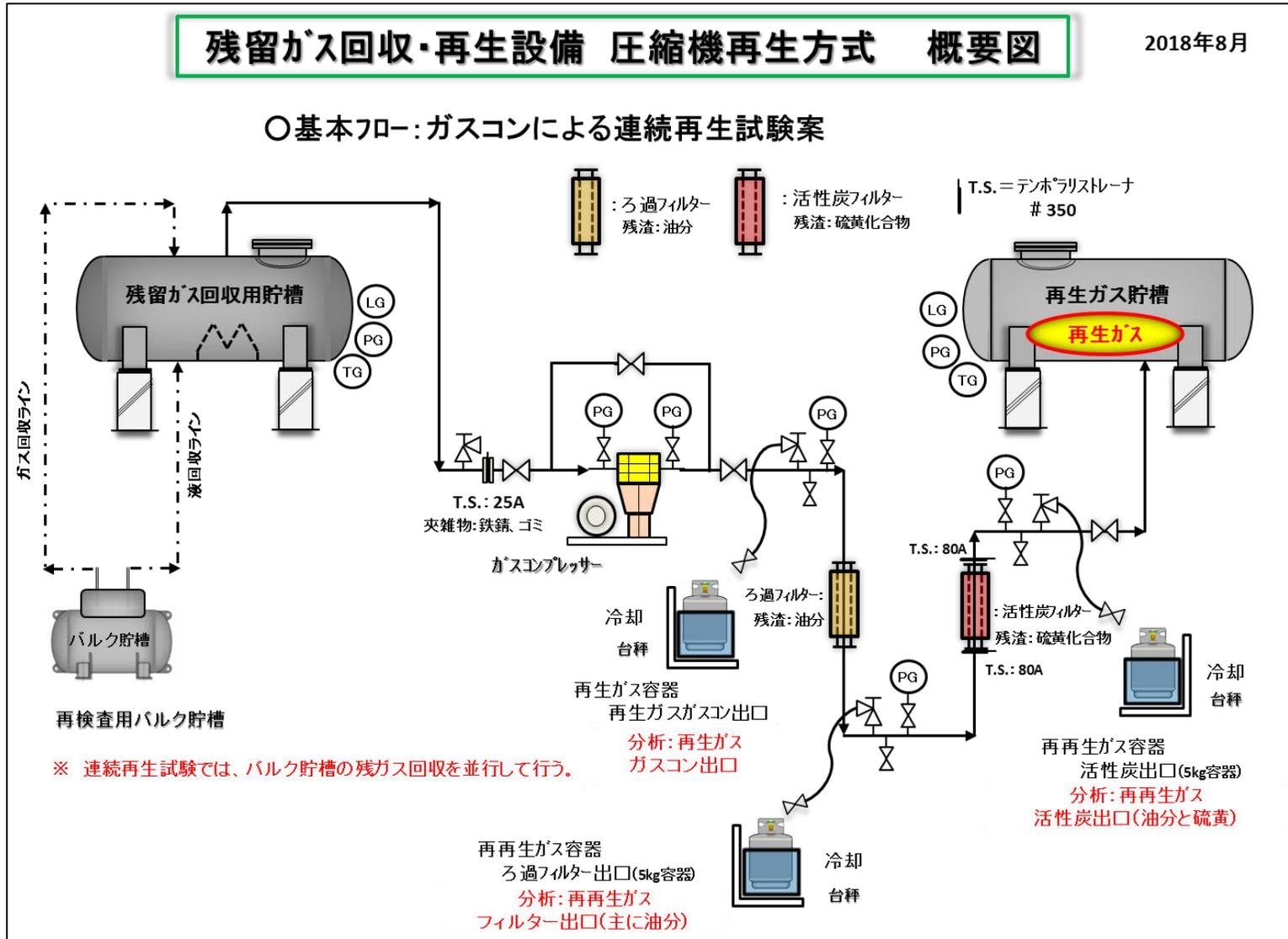
参考-表 13 再生ガスサンプリング頻度

		サンプリングのタイミング
1 日目	初回	運転開始時
	第 2 回	運転終了時 (運転約 6 時間後)
2 日目	第 3 回	運転終了時 (運転約 6 時間後)
3 日目	第 4 回	運転終了時 (運転約 6 時間後)
5 日目	第 5 回	運転終了時 (運転約 6 時間後)
10 日目	第 6 回	運転終了時 (運転約 6 時間後) 累計約 10 t (10,000kg) 処理
15 日目	第 7 回	運転終了時 (運転約 6 時間後)
20 日目	第 8 回	運転終了時 (運転約 6 時間後) 累計約 20 t (20,000kg) 処理

※フィルター前後の差圧が 0.2MPa を超えた時点でサンプリングは終了とする。

※累計再生量約 20t、累計運転時間は約 120 時間とする。

参考-図2 試験設備概要及び再生ガスサンプリング箇所



(4) 試験結果

参考-表 14 試験結果

圧縮機再生 連続試験まとめ 除去方法:ろ過フィルター+活性炭

試験日:2018年10月~11月

残留ガス受入基数:113基

残留ガス貯槽総容量:46,940kg

残留ガス受入容量:約20,153kg

平均残ガス率:4.3%

適用法規等	液石法施行規則 第12条 <small>(液化石油ガスの規格)</small>	品質ガイドライン <small>(商業用プロパン)</small>	JISK2240 <small>(1種1号い号)</small>	再生ガス (圧縮機再生+)											
				1日目:試験開始直後			1日目:試験終了時			3日目:試験終了時			5日目:試験終了時		
				フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口									
規制対象成分				C-C -1-①	C-C -1-②	C-C -1-③	C-C -2-①	C-C -2-②	C-C -2-③	C-C -4-①	C-C -4-②	C-C -4-③	C-C -5-①	C-C -5-②	C-C -5-③
組成成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 <small>(プロピレンは、 25.0mol%以下)</small>	≥80	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ブタン mol %	/	報告	≥20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ブチレン mol %	/	報告	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 <small>(労働安全衛生法の 表示規制値)</small>	≤0.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ペンタン wt %	/	報告(労働安全衛生法の 表示規制値:1.0wt%)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	/	≤1	≤1	未実施											
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~	≤60	/	<10	270	<10	10	380	<10	20	120	<10	10	100	<10
	(105°C) wt ppm C17~	≤10	/	<10	170	<10	<10	340	<10	20	110	<10	<10	80	<10
全硫黄分 wt ppm	/	≤50	≤50	57	99	11	49	87	17	53	68	19	54	71	26
水分 wt ppm	/	≤70 (遊離水分なし)	/	/	/	150	/	/	93	/	/	37	/	/	51
水銀 mg/Nm3	例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009	/	未実施											
メタノール wt ppm	/	北海道450≤ 東北・中部 山岳350≤ その他(沖縄 除く)300≤ (上限値: 2,400ppm)	/	未実施											

※青色枠:品質ガイドラインに不適合(JIS適合)

※黄色枠:JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

参考-表 15 試験結果

試験日: 2018年10月~11月
 圧縮機再生 連続試験まとめ 除去方法: ろ過フィルター+活性炭
 残留ガス受入基数: 113基 残留ガス貯槽総容量: 46,940kg 残留ガス受入容量: 約20,153kg 平均残ガス率: 43%

適用法規等	液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	再再生ガス (圧縮機再生+)			再再生ガス (圧縮機再生+)			再再生ガス (圧縮機再生+)			再生ガス貯槽: 再生ガス	
				10日目: 試験終了時: 10,204kg処理			15日目: 試験終了時			20日目: 試験終了時: 9,949kg処理			20日目: 終了時	
				フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭入口 (フィルター出口)	活性炭出口	再生ガス貯槽: 払出配管より採取	
規制対象成分				C-C -6-①	C-C -6-②	C-C -6-③	C-C -7-①	C-C -7-②	C-C -7-③	C-C -8-①	C-C -8-②	C-C -8-③	C-C-20	
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	/	/	0.6	/	/	0.6	/	/	<0.1	0.2
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	/	/	96.4	/	/	97.9	/	/	96.3	96.6
	ブタン mol %	/	報告	≥20	/	/	3.0	/	/	1.5	/	/	3.7	3.2
	ブチレン mol %	/	報告	/	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1	<0.1
	ペンタン wt %	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	/	/	<0.1	/	/	<0.1	/	/	<0.1	<0.1
銅板腐食試験 (40°C, 1h)			≤1	≤1	未実施									
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~		≤60	/	<10	70	<10	50	150	140	10	60	<10	20
	(105°C) wt ppm C17~		≤10	/	<10	60	<10	40	130	70	<10	50	<10	10
全硫黄分 wt ppm			≤50	≤50	62	76	22	71	76	39	89	96	37	46
水分 wt ppm			≤70 (遊離水分なし)	/	/	/	27	/	/	29	/	/	24	13
水銀 mg/Nm3		例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009	/	未実施									
メタノール wt ppm			北海道450≤ 東北・中部 山岳350≤ その他(沖縄 除く) 300≤ (上限値: 2,400ppm)	/	未実施									

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

2 連続再生試験（活性炭＋活性炭）

ろ過フィルターと活性炭を用いて連続再生試験を行った結果、活性炭の不純物除去能力は、ろ過フィルターに比べ優位に作用しているように見られることから、ろ過フィルターを用いずに、活性炭と活性炭の組み合わせによる再生試験を追加して行い、比較検証した。

(1) 試験設備

本試験に係る仕様は、以下に掲げるとおりである。

参考-図 3 に試験実施概要を示す。ろ過フィルター評価試験設備は、参考-表 16 に示す。

参考-表 16 残留ガス連続再生試験用設備

	設 備
残留ガス再生処理設備	残留ガス貯蔵設備（残留ガス含む。）
	ガスコンプレッサー（圧縮能力 30.8m ³ /h 相当以上の能力）
	計器類（圧力計、温度計等）
不純物除去設備 （残渣、全硫黄除去用）	活性炭フィルター（主に油分除去用）
	活性炭フィルター（主に硫黄分除去用）
	テンポラリーストレーナー（主に夾雑物）
	試験用計器類（圧力計等） 1 式

(2) 試験方法

本試験では、試験にて使用する設備の通常の運転条件において再生を行い、サンプリングをした。事業所の設備運転時間（営業時間）は 1 日概ね 6 時間程度運転することを前提に、当該設備運転時間内に参考-表 17 に指定する条件により再生ガスを活性炭フィルター上流部及び下流部にてサンプリングをした。

再生処理量を 1 日概ね 1t とし、2 日間で 2t の処理を行い、通常業務の運転中に所定のサンプリングをした。

(3) 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組 成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LP ガス）」

油 分：JLPGA-S-03 日本 LP ガス協会規格「LP ガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LP ガス）」

水 分：JLPGA-S-02 日本 LP ガス協会規格「カールフィッシャー法」

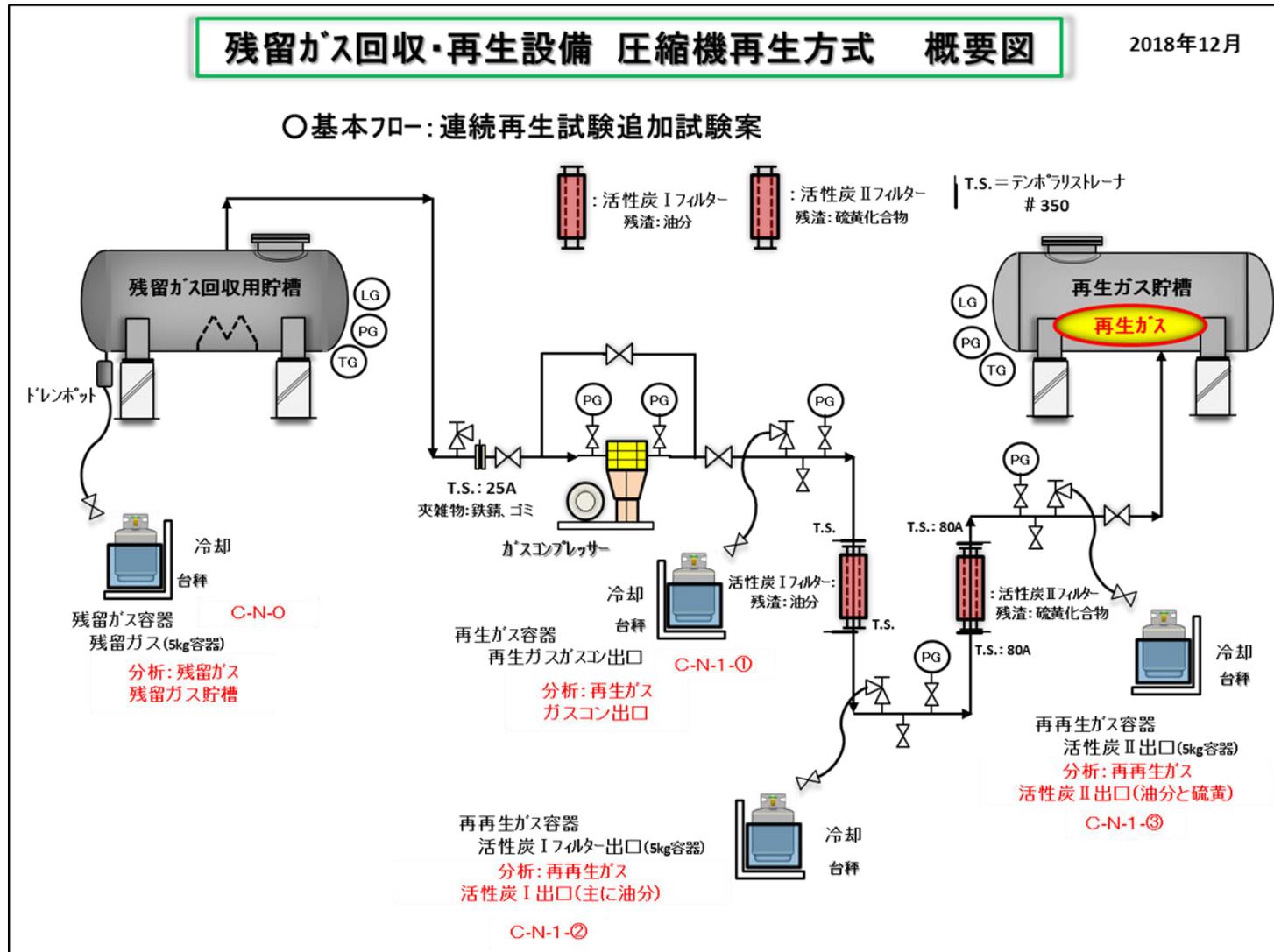
参考-表 17 再生ガスサンプリング頻度

	サンプリングのタイミング	
1 日目	サンプリング	運転開始時
		運転終了時（運転約 6 時間後）
2 日目	サンプリング	運転終了時（運転約 6 時間後）

※活性炭フィルター前後の差圧が 0.2MPa を超えた時点で再生試験は終了とする。

※連続再生試験追加試験は、累計再生量 2t、累計運転時間は 12 時間とする。

参考-図3 試験設備概要



(4) 試験結果

参考-表18 試験結果

圧縮機再生 連続追加試験まとめ
 試験日: 2019年1月
 除去方法: 活性炭+活性炭
 残留ガス受入基数: 12基
 1日目: 7基、2日目: 5基
 残留ガス貯槽総容量: 3,576kg
 1日目: 2086kg、2日目: 1490kg
 残留ガス受入容量: 約2,582kg
 1日目: 1454kg、2日目: 1128kg
 平均残ガス率: 72%
 1日目: 70%、2日目: 76%

適用法規等		液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	再生ガス (圧縮機再生+)		再生ガス (圧縮機再生+)	
					1日目: 試験開始前		2日目: 試験終了時	
					残留ガス貯槽	C-N -O	1段目活性炭 入口 (ガスコン出口)	2段目活性炭 入口
規制対象成分						C-N -1-①	C-N -1-②	C-N -1-③
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	1.7	/	0.4	0.5
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60 ≤x < 80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80	96.2		97.9	97.7
	ブタン mol %	/	報告	≥20	2.1		1.7	1.8
	ブチレン mol %		報告		<0.1		<0.1	<0.1
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5	<0.1		<0.1	<0.1
	ペンタン wt %	/	報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)	/	<0.1		<0.1	<0.1
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	≤1		≤1		未実施			
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~	/	≤60	/	1500	<10	<10	130
	(105°C) wt ppm C17~		≤10		1300	<10	<10	80
全硫黄分 wt ppm		/	≤50	≤50	210	12	6	110
水分 wt ppm			≤70 (遊離水分なし)	/	320	/	100	22
水銀 mg/Nm3		例示基準39節 : 品質ガイドライン	≤0.009		未実施			
メタノール wt ppm		/	北海道450 ≤ 東北・中部 山岳350 ≤ その他(沖縄 除く) 300 ≤ (上限値: 2,400ppm)	/	未実施			

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

3 考察

不純物の除去設備として、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第 12 条の規定を満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び残渣分が低減しており、一部の再生ガスにおいては JIS K 2240 及び品質ガイドラインを満足する結果が得られた。本試験は 20 日間の連続試験を試みたが、残留ガスを適時補充し行っているため、再生ガスの品質が一定ではなく、品質ガイドラインの規定値を満足しない場合も確認された。

不純物の除去設備として、活性炭を二重に配置し試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第 12 条に規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び蒸発残渣分が低減しているが、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験した場合と比較して除去率は低かった。

当該結果から、ろ過フィルター及び活性炭の組み合わせのほうが、不純物除去の効果は高いことが分かる。しかし試験に用いたフィルターでは、フィルター自体に残渣物等の付着が目視ではほとんど確認されなかった。フィルターによる残渣物の除去理由としては、フィルターによる流体抵抗により残留ガスが減圧されることで冷却され、高沸点成分が液化したためガス体と不純物成分等が分離できたと推定される。

ろ過フィルターのろ過精度が 5 μ m (2500 メッシュ) に対し、活性炭は 30~40 メッシュと大きく、ろ過フィルター出口で得られた減圧膨張の作用が小さいため、重質分の凝縮滴下が小さかったのではないかと推察する。

活性炭においては、活性炭の吸着効果により、蒸発残渣分、全硫黄分等が除去されたと推定される。さらに残留ガス中の硫黄成分が吸着されたことにより、ガスのおい成分の減少が見られた。

参考5 気化器再生方式による残留ガスの再生試験結果

平成30年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）における気化器再生方式による残留ガスの再生試験結果を示す。

・外気温影響再生試験（ろ過フィルター＋活性炭）

外気温影響再生試験が異なる試験下において、ろ過フィルターの単独又は2本直列方法若しくはろ過フィルターと活性炭を組み合わせた除去設備を設けた場合の試験を行い、気化器再生方式における再生処理方法の検証をした。

・外気温影響再生試験（活性炭＋活性炭）

外気温影響再生試験が異なる試験下において、活性炭を設けた場合の試験を行い、気化器再生方式における再生処理方法の検証をした。

1 外気温影響再生試験

残留ガス処理設備による再生工程では、外気温の変化によりバルク貯槽の残留ガスの温度、圧力が変化する。これにより、気化器を経由して再生される再生ガスが、外気温の影響を受け、再生設備全体が影響を受けることにより、再生ガスの品質にどのように影響を及ぼすか試験した。

ろ過フィルターと活性炭を用いて、ろ過フィルターの直列再生又は活性炭との複合組み合わせにより試験を行った。外気温が異なる条件で試験をそれぞれ行い、外気温による影響を評価した。

(1) 試験設備

本試験に係る使用は、以下に掲げるとおりである。

参考-図4、図5に試験実施概要を示す。外気温影響再生試験用設備は、参考-表19に示す。

参考-表 19 外気温影響再生試験用設備

	設 備
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において15年以上利用されたもの
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器：100kg/h 圧縮機：15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類（圧力計、温度計等） 設備設置ベース ※マグネットストレーナー、バイパス弁 増設済み

(2) 試験方法

本試験では、外気温条件が異なる10月、11月にて再生試験を行い、サンプリングを行った。活性炭は平成29年度事業で用いたものと更に除去能力が高い活性炭を選定して行った。

不純物除去ラインは、①ろ過フィルターを単独と直列に配置した場合、②ろ過フィルター及び活性炭を直列に配置した場合及び③ろ過フィルター及び新活性炭を直列に配置した場合の3パターンにて行った。

(3) 分析方法

サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組 成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

油 分：JLPGA-S-03 日本LPガス協会規格「LPガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LPガス）」

水 分：JLPGA-S-02 日本LPガス協会規格「カールフィッシャー法」

残留ガス回収・再生設備 強制気化方式 概要図

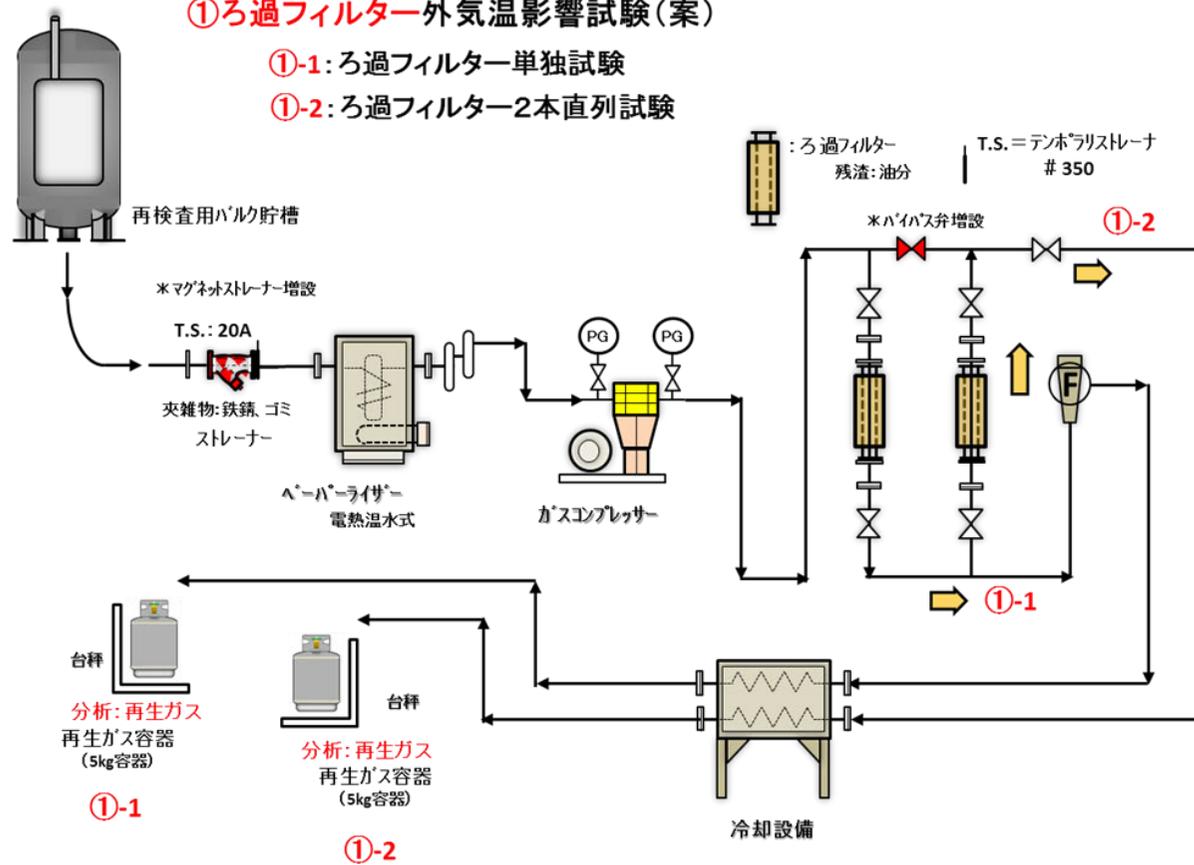
2018年9月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

①ろ過フィルター外気温影響試験(案)

①-1:ろ過フィルター単独試験

①-2:ろ過フィルター2本直列試験



残留ガス回収・再生設備 強制気化方式 概要図

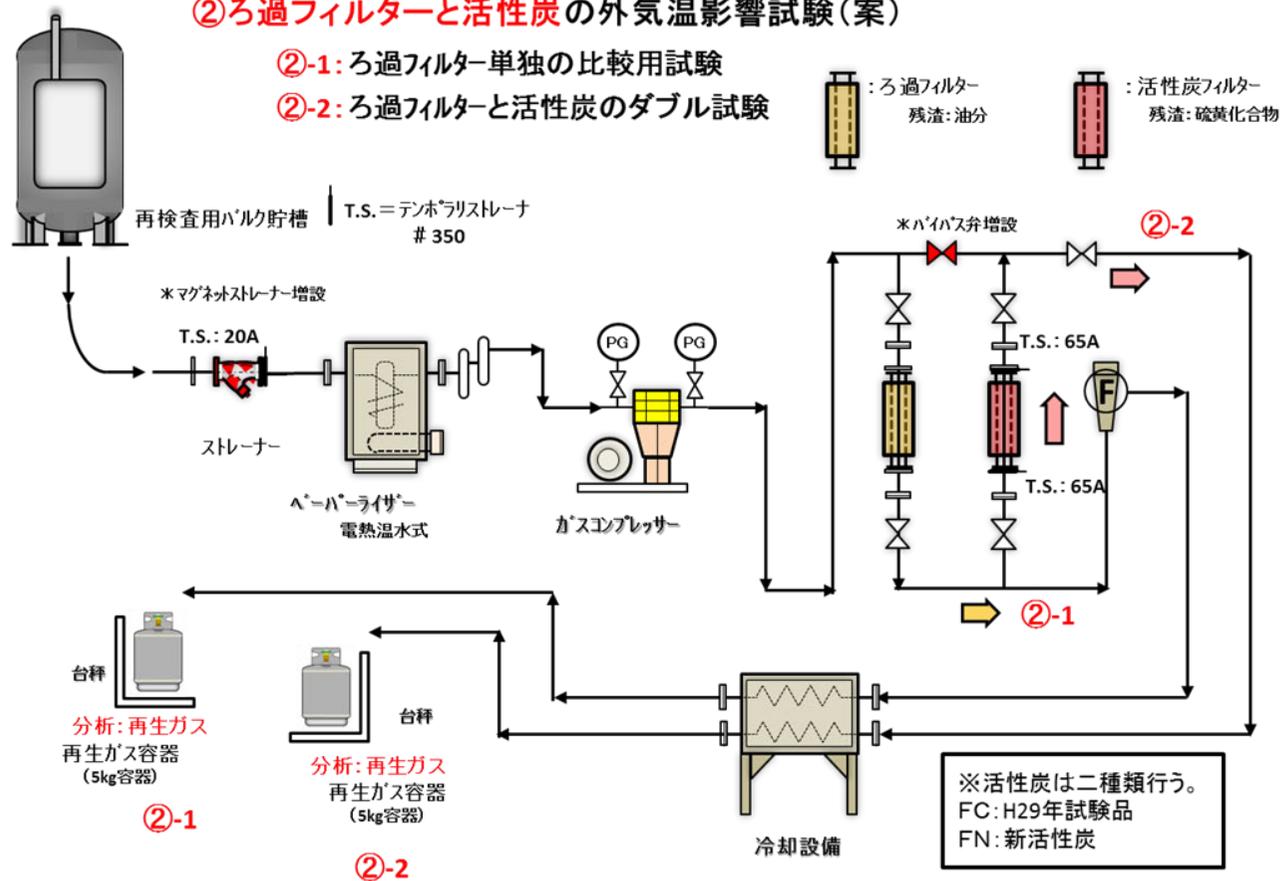
2018年9月

○基本フロー：VR方式による再再生試験

②ろ過フィルターと活性炭の外気温影響試験(案)

②-1:ろ過フィルター単独の比較用試験

②-2:ろ過フィルターと活性炭のダブル試験



(4) 分析結果

参考-表20

気化器再生 外気温影響試験まとめ

適用法規等				液石法施行規則 第12条				品質ガイドライン				JISK2240				試験日:2018年10月				試験日:2018年11月																																															
																再生ガス								再生ガス (気化器再生+)																																											
																外気温 16.4℃				外気温 12.9℃				外気温 12.9℃				外気温 9.1℃				外気温 5.8℃				外気温 6.9℃																															
																気化器熱源 64℃				気化器熱源 63℃				気化器熱源 64℃				気化器熱源 64℃				気化器熱源 68℃				気化器熱源 68℃																															
規制対象成分				(液化石油ガスの規格)				(商業用プロパン)				(1種1号い号)				残留ガス				気化器再生																																															
																ろ過フィルター :W				ろ過フィルター + 活性炭				ろ過フィルター + 新活性炭				ろ過フィルター :W				ろ過フィルター + 活性炭				ろ過フィルター + 新活性炭																															
												A-O				A-1				A-FF -1-1				A-FF -2-1				A-FC -1-1				A-FC -2-1				A-FN -1-1				A-FN -2-1				A-FF -1-2				A-FF -2-2				A-FC -1-2				A-FC -2-2				A-FN -1-2				A-FN -2-2			
組成分	エタン+エチレン mol %	≤5.0	0.0~0.1	≤5.0	未実施	未実施	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2																																													
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≥80 ろ号60≤x<80 は号 <60	≥92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≥80			95.2	96.5	95.2	96.6	95.2	96.5	95.1	96.7	97.0	97.0	95.2	96.8																																																	
	ブタン mol %		報告	≥20			4.6	3.2	4.6	3.1	4.6	3.2	4.7	3.0	2.8	2.8	4.6	2.9																																																	
	ブチレン mol %		報告	≥20			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1																																																	
	ブタジエン wt%	≤0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≤0.5			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																	
ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の 表示規制値:1.0wt%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																				
銅板腐食試験 (40℃, 1h)				≤1	≤1	未実施 (H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)																																																													
蒸発残渣分	(75℃) wt ppm C6~		≤60		1780	900	270	77	560	35	980	29	2120	1240	1160	78	1370	47																																																	
	(105℃) wt ppm C17~		≤10		1280	670	260	74	260	18	490	21	1720	1190	640	65	720	43																																																	
全硫黄分 wt ppm				≤50	≤50	未実施	未実施	106	19	99	12	90	16	100	23	68	3	112	8																																																
水分 wt ppm				≤70 (遊離水分なし)				13	9	34	72	39	58	17	18	26	6	8	15																																																
水銀 mg/Nm3				例示基準39節 :品質ガイドライン	≤0.009	未実施 <0.001																																																													
メタノール wt ppm				北海道450 ≤ 東北・中部 山岳350 ≤ その他(沖縄 除く) 300 ≤ (上限値: 2,400ppm)		未実施																																																													

※青色枠:品質ガイドラインに不適合(JIS適合)

※黄色枠:JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

2 外気温影響再生試験追加試験

残留ガス処理設備による再生工程では、外気温の変化によりバルク貯槽の残留ガスの温度、圧力が変化する。これにより、気化器を経由して再生される再生ガスが、外気温の影響を受け、どのように影響しうるか試験する。

本年度調査においては、事前に不純物の除去効果が検証されたろ過フィルターと活性炭を用いて、ろ過フィルターの直列再生又は活性炭との複合組み合わせにより、外気温の影響を評価した。

これらにおいて、活性炭の不純物除去能力は、ろ過フィルターに比べ、優位に作用しているように見られることから、ろ過フィルターを用いずに、活性炭と活性炭の組み合わせによる再生試験を追加して行い、また、冬季の再生試験について評価検証することとする。

(1) 試験設備

本試験にかかる使用は、以下に掲げるとおりとする。

参考-図 6 に試験実施概要を示す。外気温影響再生試験用設備は、参考-表 21 に示す。

参考-表21 外気温影響再生試験用設備

	設 備
残留ガス貯蔵設備	バルク貯槽 基数：1 基 貯蔵能力：980kg 使用履歴：民生用途において 15 年以上利用されたもの
残留ガス再生設備 (試験設備)	気化器：100kg/h 圧縮機：15.4m ³ /h 不純物除去設備 65A×440L：2 系統 冷却設備 コイルクーラー 計器類（圧力計、温度計等） 設備設置ベース ※マグネットストレーナー、バypass弁 増設済み

(2) 試験方法

本試験では、除去能力が高い活性炭を選定して行った。

不純物除去ラインは、新活性炭を単独と直列に配置した場合とした。

(3) 分析方法

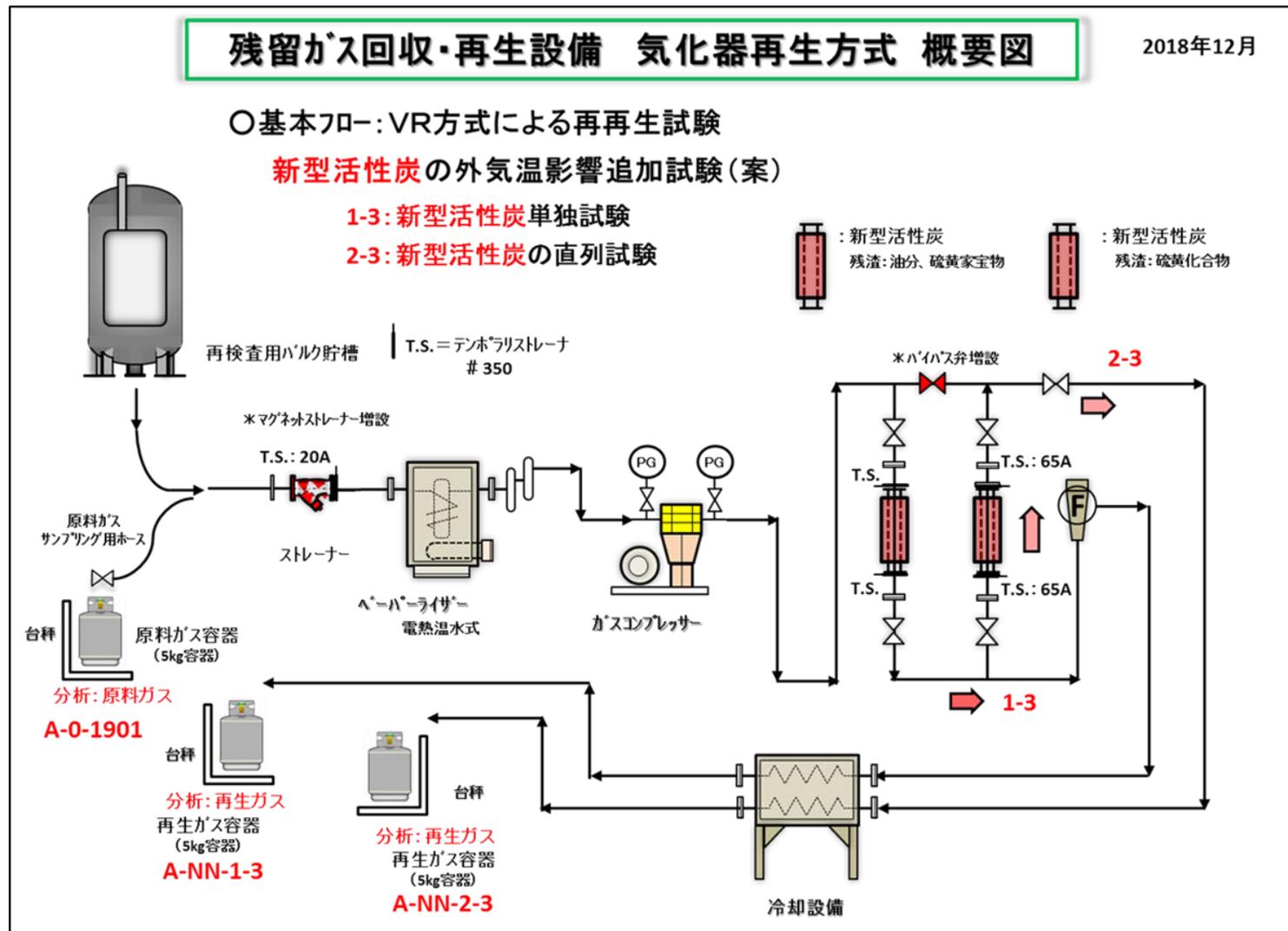
サンプリングした検体は、以下を対象にした定量分析を行った。

組 成：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LP ガス）」

油 分：JLPGA-S-03 日本 LP ガス協会規格「LP ガス蒸発残渣分試験方法」

全硫黄分：JIS K 2240 日本工業規格「液化石油ガス（LP ガス）」

水分：JLPGA-S-02 日本 LP ガス協会規格「カールフィッシャー法」



(4) 分析結果

参考-表22

気化器再生 外気温影響試験まとめ					試験日: 2019年1月		
適用法規等		液石法施行規則 第12条 (液化石油ガスの規格)	品質ガイドライン (商業用プロパン)	JISK2240 (1種1号い号)	残留ガス	再再生ガス (気化器再生+)	
規制対象成分						外気温	-5°C
						新活性炭+新活性炭	
						単独	+新活性炭
				A-O-1901		A-NN -1-3	A-NN -2-3
組成分	エタン+エチレン mol %	≦5.0	0.0~0.1	≦5.0	0.1	0.1	0.2
	プロパン+プロピレン mol %	い号 ≧80 ろ号60≦x<80 は号 <60	≧92.0 (プロピレンは、 25.0mol%以下)	≧80	95.3	94.8	96.9
	ブタン mol %		報告	≧20	4.5	5.0	2.8
	ブチレン mol %				0.1	0.1	0.1
	ブタジエン wt %	≦0.5	<0.1 (労働安全衛生法の 表示規制値)	≦0.5	0.0	0.0	0.0
	ペンタン wt %		報告(労働安全衛生法の 表示規制値: 1.0wt%)		0.0	0.0	0.0
銅板腐食試験 (40°C, 1h)	≦1				≦1	未実施 (H ₂ Sの測定結果はすべて<0.5 ppm)	
蒸発残渣分	(75°C) wt ppm C6~				1540	230	110
	(105°C) wt ppm C17~				≦60	1320	130
全硫黄分 wt ppm		≦10			78	53	41
水分 wt ppm		≦50	≦50		6	49	15
水銀 mg/Nm3		≦70 (遊離水分なし)			未実施 <0.001		
メタノール wt ppm		例示基準39節 :品質ガイドライン	≦0.009		未実施		
			北海道450≦ 東北・中部山 岳350≦ その他(沖縄除く) 300≦ (上限値: 2,400ppm)				

※青色枠: 品質ガイドラインに不適合 (JIS適合)

※黄色枠: JIS K 2240及び品質ガイドラインに不適合

3 考察

不純物の除去設備として、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第 12 条に規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び蒸発残渣分が低減しているが、JIS K 2240 及び品質ガイドラインを満足する結果が得られなかった。

上記試験において、残留ガスの温度の低下又は処理設備の運転環境において外気温度が低下した場合の再生能力への影響についても検討を行った。蒸発残渣分については、10 月の試験結果に比べ、11 月の試験結果のほうが若干増加した。しかし、全硫黄及び水分については、11 月のほうが僅かに良い結果となった。

不純物の除去設備として、活性炭を二重に配置し試験を行った場合、再生ガスは液石法施行規則第 12 条に規定に満足する結果となった。また、残留ガス中の硫黄分及び残渣分が低減しているが、圧縮機再生方式の結果と同様、ろ過フィルター及び活性炭を用いて試験した場合と比較して除去率は小さかった。

上記試験は、外気温が零下であったことより、配管内での再生ガスには低沸点系の油分等がミスト状で混在されていたとも推定する。

気化器のドレンは何れも採取した LP ガス量に対し多量であったことより、気化器によるドレン除去は外気温に関係なく除去効果はあるが、気化器より下流側の再生過程にある再生ガス内の不純物は、外気温が高い方が除去率は高くなると推察される。全硫黄は、何れの外気温でも 2 本目で基準値を満足する値であった。

本試験は、気化器から圧縮機出口に不純物除去装置を配し、先ずろ過フィルターで粒子の大きいものや高沸点物等を除去し、後に、活性炭で硫黄分等を除去する順列で試験を行った。しかし、活性炭は専用の封入袋（ろ過材 0.5 ミクロンの特注袋）に納めて実施したが、活性炭は、使用頻度の経過により壊れた微粉炭が再生ガス中に混入されていくことが懸念される。

参考6 再生ガスの臭気試験結果

平成30年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク供給に係る保安基盤高度化調査研究）における再生ガスの臭気試験結果について示す。

本臭気試験は、液石則の機能性基準の運用について一例示基準（平成30年3月30日 20180323 保局第9号）（以下「液石則関係例示基準」という。）の「第35節液化石油ガスにおける測定方法」において袋法に準拠して実施した。またクロマトグラフィーを用いて再生ガス中の着臭剤の主成分の濃度について測定した。

1 臭気試験条件

参考4の1. 連続再生試験（ろ過フィルター＋活性炭）の圧縮機再生方式より再生試験を行った再生ガスを用いて臭気試験を行った。

参考-表23 被試験体一覧表

試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
採取場所	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭出口	フィルター入口 (ガスコン出口)	活性炭出口
採取日	1日目開始時直後		20日目終了時	
残留ガス 通過量 ton	試運転後開始時直後		約 10 ton	

ここで、においを感知したLPガスの希釈倍率の閾値の決定方法は次のとおり。

- (1) 各パネル個人の閾値を算出する。各パネルがにおいを検知できた最大希釈倍率とにおいを検知できなくなった希釈倍率の平均値をそれぞれ算出する。

(例) パネルA：1000倍希釈○、3000倍希釈×

$$\rightarrow (3000+1000)/2=2000 \text{ 倍希釈がパネルAの閾値}$$

- (2) パネルの閾値の最大値と最小値を除外して、パネル平均をとることでおいを検知したLPガスの希釈倍率の閾値とした。

(例) パネルA 閾値：2000倍希釈

パネルB 閾値：3000倍希釈

パネルC 閾値：4000倍希釈

パネルD 閾値：5000倍希釈

パネルA（最小）とパネルD（最大）の閾値を除外して平均

$$\rightarrow (3000+4000)/2=3500 \text{ 倍希釈が本サンプルの試験結果となる。}$$

参考-表24 使用器材等

使用機材	数量
LP ガス容器 (5 kg)	4 本
LP ガス容器液取出口用継手	1 式
におい袋	1 式
サンプルガス調製用シリンジ	希釈に必要な容量のもの数本
精製空気捕集装置	1 式

参考-表25 パネル

パネル	I	II	III	IV	V	VI	VII
年齢	61	29	65	37	72	41	37

※臭気濃度測定試験方法

- ・ポンペを逆向きにし、液相をにおい袋に採取しガス化した試料を原臭とした
- ・活性炭を通過させた脱臭空気で満たしたにおい袋に原臭を 3ml 注入し、1,000 倍希釈試料を作成
- ・各 1,000 倍希釈した試料を用いて、脱臭空気で各希釈倍数を調整し臭気濃度測定試験を行った
- ・臭気濃度測定方法：3 点比較式におい袋法

2 臭気試験結果

(1) 臭気試験

被試験体ごとに様々な倍率で希釈して調製したサンプルガスのにおいを各パネルが測定した結果を参考-表 26 に示す。4 つの検体すべてにおいて空気内の混入比率が容量で 1/1000 以下に希釈されてもにおいを感知できた。

試験開始時直後における再生ガスでは、活性炭に通すことによりにおいが検知できる臭気希釈濃度が 290,000 倍から 3,800 倍と減少しており、活性炭により臭気が低減していることが分かる。また試験開始から 20 日目における再生ガスにおいて、臭気希釈濃度が 560,000 倍から 290,000 倍に低減していることが分かる。

再生ガスのにおいは、通常の LP ガスのにおいの質と異なるものと認識される可能性を感じられた。

参考-表26 臭気試験結果

試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
臭気濃度 (倍)	290,000	3,800	560,000	290,000

(2) 臭気成分分析結果

被試験体ごとに、3種類の臭気成分について、分析を行った。分析した結果を参考-表 30 に示す。

試験開始時直後における再生ガスでは、活性炭に通すことによりジメチルスルフィド（以下、「DMS」という。）が 5.1ppm から 0.4ppm に、イソプロピルメルカプタン（以下、「IPM」という。）が 1.2ppm から 0.1ppm に、ターシャルブチルメルカプタン（以下、「TBM」という。）が 3.9ppm から 0.1ppm に低減している。また試験開始から 20 日目における再生ガスにおいて、DMS は 0.3ppm から 0.6ppm へ増加しているが、IPM は 1.0ppm から 0.2ppm に、TBM が 9.2ppm から 1.2ppm に低減している。

参考-表 27 臭気成分分析結果

成分/試料 No.	C-C-1-①	C-C-1-③	C-C-8-①	C-C-8-③
DMS wt ppm	5.1	0.4	0.3	0.6
IPM wt ppm	1.2	0.1	1.0	0.2
TBM wt ppm	3.9	0.1	9.2	1.2

3 考察

活性炭を使用することにより着臭成分が活性炭により吸着され、においが低減されるが、空気内の混入比率が容量で 1/1000 以下に希釈されてもにおいを感知することができた。

一方で、再生ガスのにおいは、通常の LP ガスのにおいの質と異なるものと認識される可能性が感じられた。再生ガスのにおいは、人の鼻で検知できるようではあるが、仮に消費者側においてガス漏えいが生じた際に当該においをガス漏れとして認識できるかどうかは不確かであるため留意する必要がある。