

令和元年度 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
（バルク貯槽告示検査方法効率化技術及び
L P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに
係る調査研究）に関する報告書

〔L P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究〕

令和2年3月

高圧ガス保安協会

はじめに

液化石油ガス（以下「L P ガス」という。）は、ガス体エネルギーとしては都市ガスと同等に全国約2, 300万世帯で消費されているなど、広く国民生活で利用されている基幹的エネルギーの一つである。

一方、燃える、爆発するという性質上、L P ガスによる災害の防止は極めて重要であり、保安の確保を大前提としてその普及が図られてきた。

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、また、保安業務を実施する保安機関制度等が創設された。

液石法の改正後20年以上が経過し、バルク供給システムの告示検査及び保安業務の適切な実施における運用上の課題等が出てきている。

具体的には、バルク貯槽の告示検査に関し、初回の告示検査後、5年以内に告示検査を実施する必要があるが、作業性・経済性等の観点から大部分は再検査せずに新規バルク貯槽の設置がなされている一方、バルク貯槽の製造事業者数の減少によりバルク貯槽の新規需要に対応できないことが懸念されている。また、保安業務においては、L P ガスを使用している一般消費者等の不在等により、液石法で求められている燃焼器入口圧力の測定など、保安機関が実施すべき保安業務において実施困難な場合が増えてきている。

このため、バルク供給システム及び保安業務の適切な実施に当たり、安全性を考慮した上で効率的かつ合理的な告示検査及び点検を可能とする検査方法・技術開発が必要である。

高圧ガス保安協会では、経済産業省から石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（バルク貯槽告示検査方法効率化技術及びL P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究）の委託を受け、上記の調査研究を実施し技術基準案、提言等の作成・検討を行うこととした。

本報告書は、令和元年度に実施した調査研究の内、「L P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究」に係る調査研究結果を取りまとめたものである。

目 次

1. 調査研究の課題	1
2. 調査研究目的	1
2.1 事業の目的	1
2.2 目標	1
3. 実施場所と調査研究概要	3
3.1 実施場所	3
3.2 調査研究概要	3
4. 調査研究実施期間	4
4.1 全体スケジュール	4
4.2 令和元年度調査スケジュール	4
5. 調査研究実施体制	5
5.1 主たる研究担当部署	5
5.2 委員会等	5
6. 調査研究の内容	7
6.1 調査研究の実施方法	7
6.2 調査研究の経過	13
7. 調査研究の実施結果及び考察	14
7.1 自動計測・点検機能の検討	14
7.1.1 自動点検記録システムの検討	14
7.2 配管内圧力の調査	45
7.2.1 配管内圧力等計測調査	45
7.2.2 圧力損失解析調査	93
8. まとめ	108
8.1 自動計測・点検機能の検討	108
8.1.1 自動点検記録システムの検討	108
8.2 配管内圧力の調査	109
8.2.1 配管内圧力等計測調査	109
8.2.2 圧力損失解析調査	110
8.3 今後の課題	111

1. 調査研究の課題

LPガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究

2. 調査研究目的

2.1 事業の目的

LPガス配管内圧力（低圧部）は、調整器の調圧機能により、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に定められた圧力の範囲内に保つ必要があり、供給設備点検等では、調整器の調整圧力、閉塞圧力及び燃焼器入口圧力等の圧力検査が義務付けられている。例えば、燃焼器の入口圧力を確認する際に自記圧力計を配管等に装着して圧力測定を行う場合、家屋内にある燃焼器を燃焼させて測定を行うため、消費者が不在の時には実施できない。また、別の点検方法としてあらかじめ配管設備に設置してある圧力検知装置（マイコンメータ等）の圧力異常検知機能により、調整圧力異常等の確認ができるが、異常が表示された場合には自記圧力計による圧力測定・記録を行う必要がある。

LPガスの取引に係る保安業務等を効率的に実施するためにはこれらの課題を解決する必要があることから、消費者が不在であっても当該点検作業等が行えるように、自記圧力計を設置する必要が無く配管設備にあらかじめ設置してあるマイコンメータの機能を活用することで自動的に圧力等を測定・記録して配管の圧力異常等を検知・評価できるシステムについて試作・検討する。

本事業はLPガス消費者の保安レベル向上・維持に資するため、LPガス販売事業者等が実施する安全確認のための作業についての効率化を達成することが可能な新たな安全機器の提言及び技術基準等の策定を検討することを目的とする。

2.2 目標

2.2.1 全体の目標

LPガス配管設備に設置されたマイコンメータに搭載されている圧力センサ等を有効活用することにより、圧力測定機器を配管設備に接続する工事を必要とせずに、消費者が不在であっても燃焼器入口圧力等を確認することが可能であるシステムを検討する。それによる供給設備点検・調査等の効率化について検討を実施し、技術基準案、提言等の作成・検討を行う。

2.2.2 令和元年度の目標

(1) 自動計測・点検機能の検討

①自動点検記録システムの検討

マイコンメータに内蔵されている圧力センサ及び流量センサを使って、L P ガス配管設備の圧力及びガス流量データを自動的に計測・記録する機能について調査・検討する。マイコンメータ内において計測された圧力や流量等のデータを通信機能により取得し、時系列に保存することによりL P ガス配管設備の安全性を検証することが可能な機器を試作・検討する。

(2) 配管内圧力の調査

①配管内圧力等計測調査

L P ガス配管内の圧力データ等を収集し、配管長、配管径、ガス流量、圧力損失等の条件による影響について調査・検討する。例えばL P ガス配管設備における燃焼器の入口圧力や調整器の出口圧力等の計測を行い、配管長やガス流量等の様々な条件による影響について調査・検討する。

②圧力損失解析調査

L P ガス配管内における圧力計測箇所の違いによる影響について調査・検討する。L P ガス配管設備は定められた圧力値を満足するために燃焼器のガス消費量及び設備の圧力損失等を考慮して設計されている。圧力損失は計算により算出することができるが、配管の圧力計測箇所の違いによる影響と計算による圧力損失との関係について検討する。

3. 実施場所と調査研究概要

3.1 実施場所

高圧ガス保安協会 総合研究所

3.2 調査研究概要

研究の概要を以下に示す。

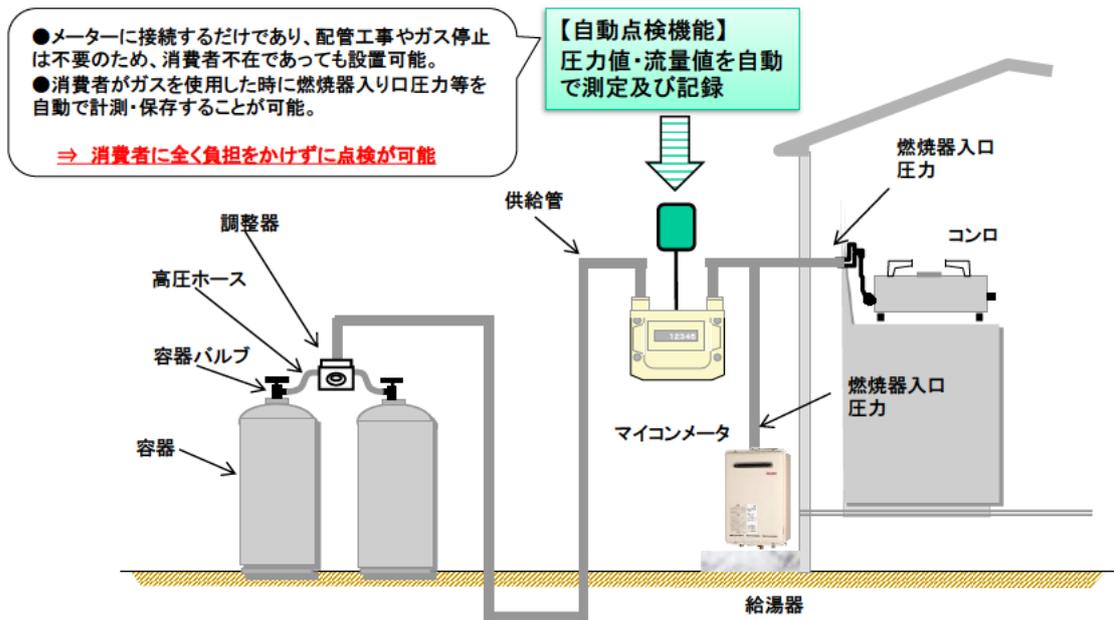


図 3.1 研究概要

4. 調査研究実施期間

4.1 全体スケジュール

表 4.1.1 全体スケジュール

実施項目	令和 元年度	令和 2年度	令和 3年度
(1) 自動計測・点検機能の検討	→		
(2) 配管内圧力の調査	→		
(3) 自動測定・点検機能の評価		→	
(4) 技術基準案等の検討			→

4.2 令和元年度調査スケジュール

表 4.2.1 令和元年度スケジュール

実施項目	令和元年						令和2年		
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 自動計測・点検機能の 検討									
1) 自動点検記録システムの 仕様検討	→								
2) 自動点検記録システムの 試作			→						
(2) 配管内圧力の調査									
1) 配管内圧力等計測調査			→						
2) 圧力損失解析調査				→					
(3) 報告書の作成							→		
(4) 委員会の開催		○					○	○	

5. 調査研究実施体制

5.1 主たる研究担当部署

高圧ガス保安協会 総合研究所

5.2 委員会等

本調査研究の実施に当っては、事業を効率的に推進するため、L P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究委員会を設置した。以下に、それぞれの組織、運営について、委員会の構成並びに審議経過を示す。

5.2.1 委員会の構成

L P ガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究委員会（敬称略、委員長以下五十音順）

【委員長】

笠井尚哉 横浜国立大学 環境情報研究院 准教授

【委員】

飯田正史 (一社) 全国L P ガス協会 保安部 保安技術担当部長

因幡和晃 東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授

酒井厚 (一財) 日本エルピーガス機器検査協会 中央検査所 検査課 課長

佐々木定雄 (一社) 日本ガス石油機器工業会 専務理事

段祐司 東洋ガスメーター(株) 技術開発部 部長
〔日本ガスメーター工業会〕

中東寿恵文 I・T・O(株) 技術部 取締役
〔(一社) 日本エルピーガス供給機器工業会〕

横畑光男 パナソニック(株) アプライアンス社 スマートエネルギーシステム事業部
スマートメータデバイス技術部 メータソフト開発課 L P 係長

【関係者】

経済産業省 産業保安グループ ガス安全室

5.2.2 審議経過

LPガス配管内圧力等の測定・点検システムに係る調査研究委員会

- 第1回 令和元年 8月 8日・・・令和元年度調査研究計画について
- 第2回 令和元年12月24日・・・令和元年度進捗状況について
- 第3回 (書面審議)・・・令和元年度調査研究報告について

6. 調査研究の内容

6.1 調査研究の実施方法

6.1.1 調査計画

(1) 自動計測・点検機能の検討

① 自動点検記録システムの検討

(要求仕様)

1) 自動計測・点検機能の検討

① 自動点検記録システムの検討

マイコンメータに内蔵されている圧力センサ及び流量センサを使って、LPガス配管設備の圧力及びガス流量データを自動的に計測・記録する機能について調査・検討する。マイコンメータ内において計測された圧力や流量等のデータを通信機能により取得し、時系列に保存することによりLPガス配管設備の安全性を検証することが可能な機器を試作・検討する。

1) 自動点検記録システムの仕様の検討

マイコンメータに接続し圧力及び流量データを自動的にメータから取得して保存することが可能な機器の仕様を検討する。事業全体の課題は以下の通り。

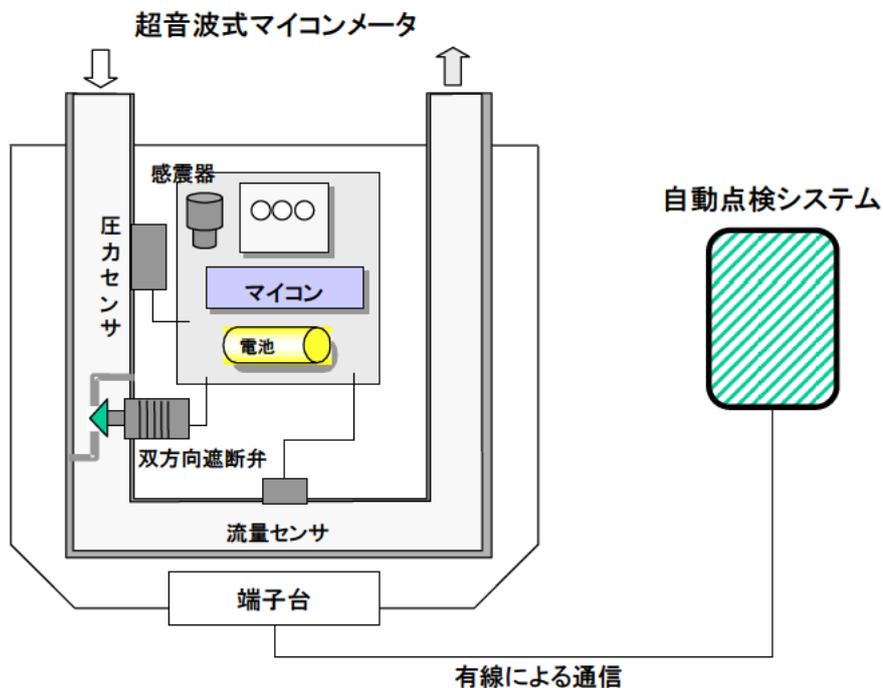


図 6.1.1 自動点検システムの概要

(検討課題)

①通信インターフェース

マイコンメータ内のセンサで計測された圧力データ等をインターフェースを介して自動点検システムに記録する。マイコンメータのインターフェースは標準化されており、Nライン、Uバスがある。これらとの通信が可能なインターフェースを搭載する必要がある。この他に、必要なインターフェースに関する検討が必要である。消費電力を抑えるためには通信速度が速いほうが有利である。

②データ記録機能

通信により取得した圧力等のデータを記録するためには、記録媒体が必要である。搭載するメモリ内に記録して通信によりダウンロードする方法や、SDカード等に直接記録して記録媒体を取り出す方法等が考えられる。また、記憶容量は収集データ数を想定する必要がある。

③収集データ

燃焼器の入口圧力等を測定するためには、同時刻の圧力、流量データを計測する必要がある。そして、マイコンメータで計測された圧力、流量データを自動点検システムが通信により取得してデータを記録するが、時系列的に保存する必要があるため、自動点検システムは時計機能を保有する必要がある。

④通信タイミング

時系列に記録した圧力、流量データから燃焼器入口圧力等を評価する場合、データ取得の周期が大きいと適切な圧力値を判別できない。また、周期が短すぎると無駄に電力を消費してしまう可能性がある。

⑤電源

自動点検システムの電源は電池を搭載することを想定しているが、使用期間とデータ通信頻度により消耗度に影響がある。また、マイコンメータ内の電池の消耗も極力抑える必要がある。

⑥利便性

自動点検システムは顧客のLPガス配管設備に設置してデータを自動的に取得する。可搬性、操作性等が要求される。

表 6.1.1 システムの一般的な必要条件

No.	項目	基本仕様	記 事
1	設置形態	・屋外設置	
2	防水構造	・防水構造とする	参考準拠規格 J I S - C - 0 9 2 0 保護等級 3 「防雨型」
3	筐体	・外部からの圧力自然環境において容易に損傷、変形を生じない構造、材質とする	
4	保守機能	・メータ等と容易に接続、切離しできる構造であること	
5	使用環境	・下記条件で使用可能であること。 温度条件 - 1 0 ° ~ + 6 0 ° C 湿度条件 2 0 ~ 9 0 % (相 対) 寒冷地仕様 - 3 0 ° ~ + 6 0 ° C	
6	耐雷特性	・メータ等接続線等に誘起される雷サージの侵入によって容易に破損しないこと。	
7	ノイズ特性	・メータ等接続線からのノイズにより容易に誤動作しないこと。	
8	防爆特性	・発生する電気火花、熱によりガスに引火し爆発しないこと。	
9	絶縁特性	・筐体と各端子との間は、十分な絶縁を確保すること。	参考抵抗値 2 0 0 K Ω 以上
10	機械的特性	・装置搬送時等に生じる振動により、容易に破損しないこと。	参考準拠規格 J I S - C - 0 9 1 1 可変振動耐久試験
11	内蔵電池	・電池交換可能とする	

2) 自動点検システムの試作

全体を通した課題の中から、試作による機能の確認、課題の抽出を各年度において順次行う。試作による機能確認・評価の全体のスケジュールは以下の通り

- 第1年度（令和元年度）
搭載プログラムを試作して機能確認。
- 第2年度（令和2年度）
前年度作成したプログラムを電子基板に搭載したハードウェアを試作して機能確認。高圧ガス保安協会研究所内で評価。
- 第3年度（令和3年度）
前年度試作品を改良したものを試作して機能確認。実際のLPガス設備で評価。

本年度試作については、点検システムに搭載するプログラムについて試作を行う。主な仕様は以下の通り。

- A) 通信インターフェース：Uバス
- B) 対象マイコンメータ：超音波式（電子式）
- C) 収集データ：圧力(kPa)、流量(L/h)、時刻(s)
- D) データ取得周期：5秒以内

(記録データ例)

2019/8/8 13:00:00, 2.80, 181

2019/8/8 13:00:05, 2.82, 180

2019/8/8 13:00:10, 2.81, 181

.....

試作品による主な確認項目は以下の通り。

(機能確認)

- ① マイコンメータとの通信（Uバス）による作動確認
- ② 超音波式マイコンメータからの圧力・流量情報の受信確認
- ③ 収集したデータの設定周期での保存の確認
- ④ 試作品で取得できるデータと配管内圧力の実測調査データとの比較を行い、データ収集周期の最適値の検討。

(2) 配管内圧力の調査

1) 配管内圧力等計測調査 (モデル配管設備によるデータ収集)

(要求仕様)

2) 配管内圧力の調査

① 配管内圧力等計測調査

LPガス配管内の圧力データ等を収集し、配管長、配管径、ガス流量、圧力損失等の条件による影響について調査・検討する。例えばLPガス配管設備における燃焼器の入口圧力や調整器の出口圧力等の計測を行い、配管長やガス流量等の様々な条件による影響について調査・検討する。

LPガス配管設備を模したモデル配管設備を構築して、配管径、配管長、ガス流量等の様々な条件による配管内圧力等のデータ計測を行う

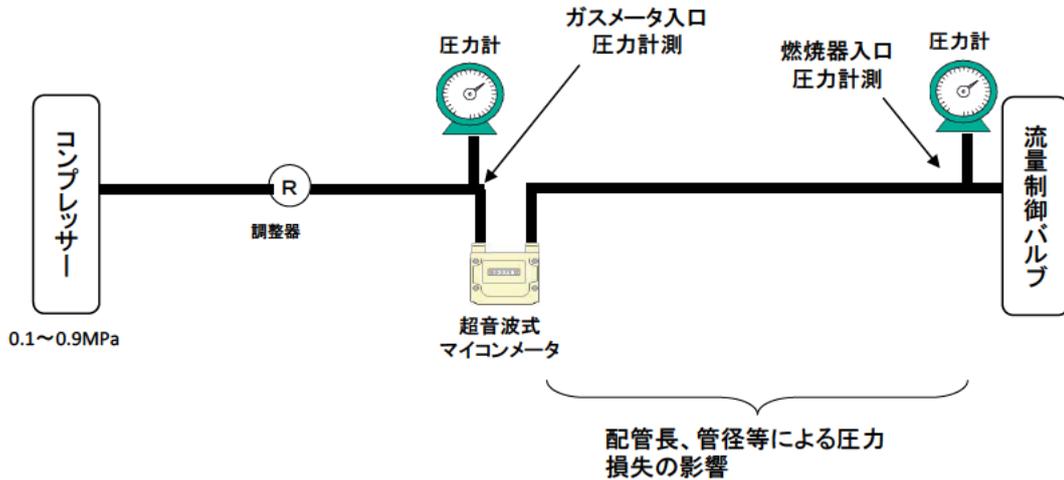


図 6.1.3 モデル配管設備の概要

(計測項目)

(a) ガスメータ入口圧力と燃焼器入口圧力の計測

● 計測条件

- ① 配管長 : 1m~10m程度
- ② 配管径 : 20A~32A
- ③ ガス流量 : 80L/h (1口コンロ) ~1200L/h (16号給湯器) など

(検討項目)

調整器出口圧力と燃焼器入口圧力を比較することにより、実際のLPガス配管の実態等を考慮した際に保安レベルに与える影響を検討する。(計測値差が誤差の範囲と考えられる程度なのか、または補正することで対応できるのかなど。)

2) 圧力損失解析調査（圧力データ解析）

（要求仕様）

② 圧力損失解析調査

LPガス配管内における圧力計測箇所の違いによる影響について調査・検討する。LPガス配管設備は定められた圧力値を満足するために燃焼器のガス消費量及び設備の圧力損失等を考慮して設計されている。圧力損失は計算により算出することができるが、配管の圧力計測箇所の違いによる影響と計算による圧力損失との関係について検討する。

マイコンメータから取得したデータと各部位で計測した圧力データとの比較検証を行う。同じ配管設備であっても燃焼器入口圧力とガスメータ入口圧力等の計測箇所によって計測値に差が生じる。その原因となる圧力損失について理論上の計算との比較・検討を行う

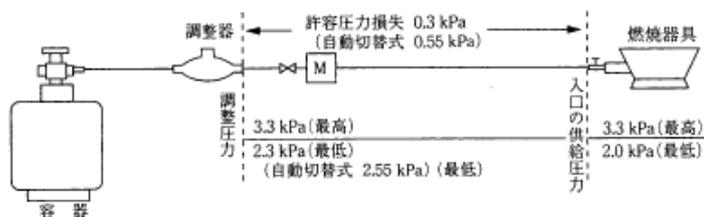


図 6.1.4 調整圧力と供給圧力の関係

（例）

直管部分の圧力損失の計算

$$H = \frac{9.8Q^2SL}{K^2D^5}$$

Q ガスの流量 (m³/h)

D 管の内径 (cm)

H 圧力損失 (Pa)

S ガス比重

L 管の長さ (m)

K 定数

- ガス流量が 1/2 になると、圧力損失は 1/4 になる。
- ガス比重が 2 倍になると、圧力損失は 2 倍になる。
- 配管の長さが 2 倍になると、圧力損失は 2 倍になる。
- 配管の内径が 1/2 になると、圧力損失が 32 倍になる。

(検討課題)

超音波式マイコンメータの場合、圧力と同時に流量を計測することが可能であるため、ガスメータ入口圧力値から燃焼器入口圧力値を計算で算出することが可能となる。計算値と実測値との比較検討を行い、代替性について検討を行う。また、燃焼器を通常使用した場合の圧力値から、最大ガス使用流量時の圧力値の計算についても検討を行う。

6.2 調査研究の経過

(1) 自動計測・点検機能の検討

令和元年7月～令和2年1月

(2) 配管内圧力の調査

令和元年9月～令和2年2月

(3) 報告書の作成

令和2年1月～令和2年3月

7. 調査研究の実施結果及び考察

7. 1 自動計測・点検機能の検討

7.1.1 自動点検記録システムの検討

(1) 仕様

(要求仕様)

1) 自動計測・点検機能の検討

①自動点検記録システムの検討

マイコンメータに内蔵されている圧力センサ及び流量センサを使って、LPガス配管設備の圧力及びガス流量データを自動的に計測・記録する機能について調査・検討する。マイコンメータ内において計測された圧力や流量等のデータを通信機能により取得し、時系列に保存することによりLPガス配管設備の安全性を検証することが可能な機器を試作・検討する。

(2) 背景・課題

LPガス設備の圧力計測を実施する際に消費者が不在であっても実施可能とするために、マイコンメータに内蔵されている圧力センサを利用して計測するシステムを検討する。マイコンメータ内で計測されているガス圧力及びガス流量データを読み出し記録することで、調整圧力異常や閉そく圧力異常の他に燃焼器入口圧力異常を把握することが可能となる。現行のマイコンメータからデータを読み出し保存することが可能であることを確認する必要があるため、試作を行う。

7.1.1.1 現行の配管内圧力測定について

(1) 現行の法令等

現行のLPガス配管内圧力確認方法に関する法令等を以下に示す。

★法第16条の2

「液化石油ガス販売事業者は供給設備を経済産業省令で定める技術上の基準に適合するように維持しなければならない。」

★法第27条第1項

「液化石油ガス販売事業者は、その販売契約を締結している一般消費者等について次に掲げる業務を行わなければならない。」

第1号 供給設備の点検

第2号 消費設備の調査

★法第35条の5

「都道府県知事は、消費設備が経済産業省令で定める技術上の基準に適合していないと認めるときは、その所有者又は占有者に対し、その技術上の基準に適合するように消費設備を修理し、改造し、又は移転すべきことを命ずることができる。」

注：★法：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

●規則：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

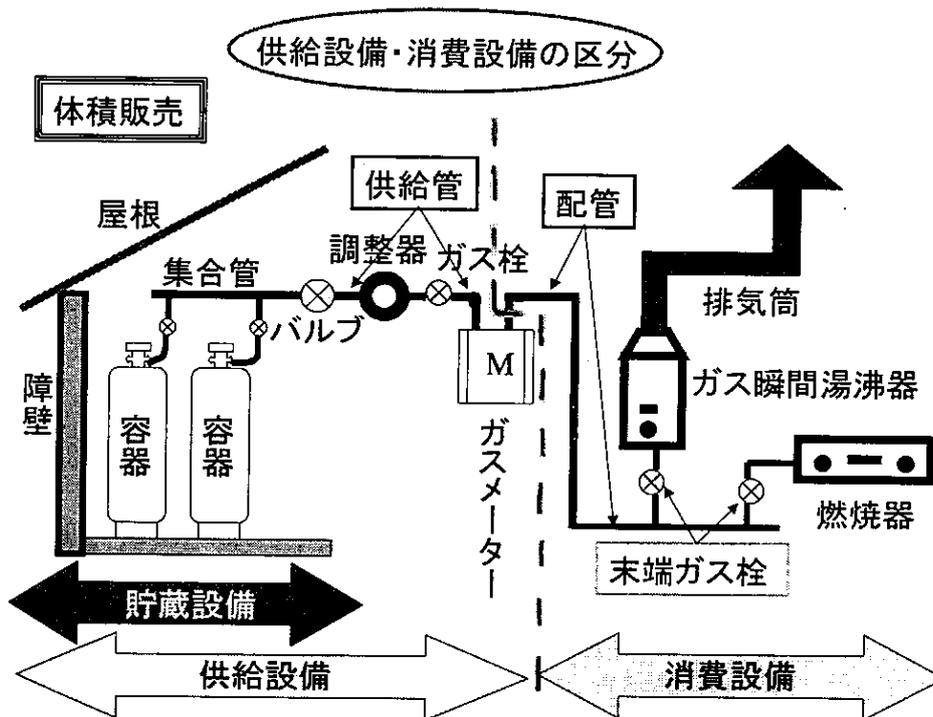
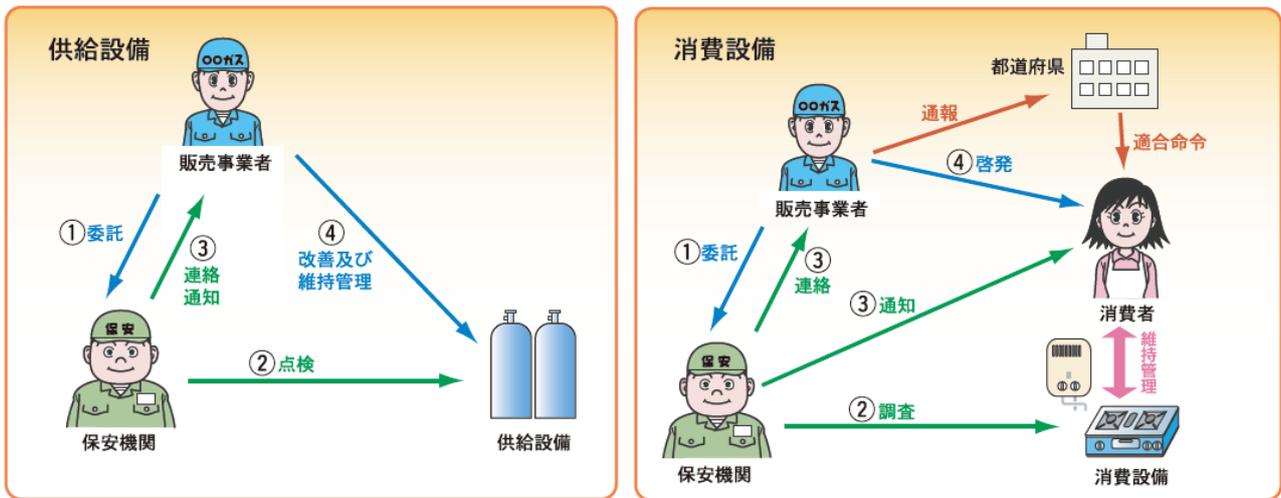


図 7.1.1 供給設備と消費設備の区分



消費設備は、販売事業者、消費者及び保安機関の三者の連携で維持管理される

図 7.1.2 点検・調査における業務分担（保安業務ガイド 点検・調査）

●規則第 18 条

法第 16 条の 2 第 1 項の経済産業省令で定める供給設備（バルク供給に係るものを除く。以下この条において同じ。）の技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。

第 11 号

調整器（二段式減圧用一次側のものを除く。）とガスメーターの間の供給間その他の設備（ガスメーターを含む。）は燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力を次に定める範囲に保持するものであること。

イ 生活の用に供する液化石油ガスに係るものにあつては二．〇キロパスカル以上三．三キロパスカル以下

ロ イ以外のものにあつては、使用する燃焼器に適合した圧力

第 20 号

ハ 調整器（二段式減圧用一次側のものを除く。）の調整圧力及び閉そく圧力は次に定める基準に適合すること。

(1)調整器（生活の用に供する液化石油ガスに係るものに限る。）の調整圧力は、二．三キロパスカル以上三．三キロパスカル以下であり、かつ、閉そく圧力は三．五キロパスカル以下であること。

(2) 調整器 ((1)に規定するものを除く。) の調整圧力及び閉そく圧力は使用する燃焼器に適合したものであること。

●規則第 44 条

法第 35 条の 5 の経済産業省令で定める消費設備の技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。

第 1 号

ト ガスメーターと燃焼器の間の配管その他の設備は、燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力を次に定める範囲に保持するものであること。

(1)生活の用に供する液化石油ガスに係るものにあつては二. 〇キロパスカル以上三. 三キロパスカル以下

(2) (1)以外のものにあつては、使用する燃焼器に適合した圧力

●規則第 36 条 (供給設備の点検の方法)

法第 27 条第 1 項第 1 号に規定する保安業務に係る法第 34 条第 1 項の経済産業省令で定める基準は次のとおりとする。

(→表 7.1.1 を参照)

●規則第 37 条 (消費設備の調査の方法)

法第 27 条第 1 項第 2 号に規定する保安業務に係る法第 34 条第 1 項の経済産業省令で定める基準は次のとおりとする。

(→表 7.1.2 を参照)

表 7.1.1 供給設備（容器の場合）の点検項目及び点検頻度（規則第 36 条）

点 検 項 目		点 検 頻 度					
		供 給 開 始 時	毎 月 / 容 器 交 換 時	6 月	1 年	2 年	4 年
規則第 18 条							
1号イ	容器から 2 m 以内の火気をさえぎる措置及び屋外設置 ¹⁾	○	○				
1号ロ	容器の腐食防止措置 ¹⁾	○	○				
1号ハ	容器を温度 40 °C 以下に保つ措置 ¹⁾	○	○				
1号ニ	容器の転落・転倒防止措置、バルブの損傷防止措置 ¹⁾	○	○				
2号ロ	火気を取り扱う施設までの距離(5 m 以上)又は流動防止措置 ²⁾	○	○				
2号チ	容器の転落・転倒防止措置、バルブの損傷防止措置 ²⁾	○	○				
2号リ	容器の腐食防止措置 ²⁾	○	○				
5号	バルブ、集合装置、供給管、ガス栓の欠陥の有無 (容器～調整器)	○	○				
20号イ	調整器の欠陥の有無及びLPガスへの適合性	○	◎				
10号	漏えい試験（下のAに掲げる箇所に限る） ^{a)}	○			◎		
21号	地下室等における緊急遮断装置の設置	○			○		
2号イ	貯蔵設備から保安物件までの距離又は障壁 ²⁾	○					○
2号ハ	貯蔵設備における換気口(滞留防止措置) ²⁾	○					○
2号ニ	さく、へいなど ²⁾	○					○
2号ホ	警戒標 ²⁾	○					○
2号ヘ	消火設備 ²⁾	○					○
2号ト	貯蔵設備の屋根 ²⁾	○					○
5号	バルブ、集合装置、供給管、ガス栓の欠陥の有無 (調整器～ガスメータ)	○					◎
6号	バルブ、集合装置、供給管の腐食防止措置	○					◎
10号	漏えい試験（下のBに掲げる箇所に限る） ^{a)}	○					◎
11号	燃焼器具入口圧力の保持	○					◎
14号	地盤面上の供給管の危険標識	○					○
20号ハ	調整器の調整圧力及び閉そく圧力	○					◎

(注) 1) 貯蔵能力が 1000 kg 未満の場合に限る。

2) 貯蔵能力が 1000 kg 以上 3000 kg 未満の場合に限る。

a) 漏えい試験について

- A : 白管・被覆白管にあっては、埋設部及び地下室等
 その他の管（PE管を除く）にあっては、地下室等
 B : 白管・被覆白管にあっては、埋設部及び地下室等以外の箇所
 その他の管（PE管を除く）にあっては、地下室等以外の箇所
 なお、PE管は、漏えい試験を免除されている。

(◎は認定販売事業者の場合 10 年に 1 回以上)

表 7.1.2 消費設備の調査項目と調査頻度（規則第 37 条）

調 査 項 目		調 査 頻 度					
		供 給 開 始 時	毎月	6 月	1 年	2 年	4 年
規則第 44 条							
1 号へ	漏えい試験（下のAに掲げる箇所に限る） ^注	○			○		
1 号ワ	末端ガス栓と燃焼器具の接続方法（地下室等に限る。）	○			○		
1 号イ	配管、ガス栓の腐食、割れなどの欠陥の有無	○					○
1 号ロ	配管の腐食防止措置	○					◎
1 号へ	漏えい試験（下のBに掲げる箇所に限る） ^注	○					◎
1 号ト	燃焼器具入口圧力の保持	○					◎
1 号ヌ	電熱式気化装置使用の場合の手動復帰式自動ガス遮断器	○					○
1 号ヅ	末端ガス栓と燃焼器具の接続方法（地下室等を除く。）	○					○
1 号ヅ	燃焼器具のLPガス適合性	○					○
1 号カ	省令第 86 条各号の施設若しくは建築物並びに地下室等におけるガス漏れ警報器の設置と設置方法	○					○
1 号ヨ	屋内設置のふろがま及び大型湯沸器に設ける排気筒（密閉式を除く。）	○					○
1 号タ	(1)自然排気式の場合の排気筒の基準						
	①不燃性の材料の使用	○					○
	②逆風止め	○					○
	③有効断面積	○					○
	④先端の位置（屋外）	○					○
	(2)強制排気式の場合の排気筒の基準						
	①不燃性の材料の使用	○					○
	②先端の位置（屋外）	○					○
1 号ツ	小型湯沸器設置の室の換気扇の設置又は給排気を行うための開口部の有無（排気筒が設けられている場合を除く。）	○					○
1 号ネ	屋内設置の密閉式のふろがま湯沸器の場合の基準						
	①給排気部の壁貫通部の隙間の有無	○					○
	②給排気部の先端の位置（屋外）	○					○
1 号ム	強制排気式燃焼器からの正常な排気（告示で定めるものに限る。）	○					○

注) 漏えい試験について

- A : (白管・被覆白管にあつては、埋設部及び地下室等
 (その他の管（PE管を除く）にあつては、地下室等
- B : (白管・被覆白管にあつては、埋設部及び地下室等以外の箇所
 (その他の管（PE管を除く）にあつては、地下室等以外の箇所
- なお、PE管は、漏えい試験を免除されている。

(◎は認定販売事業者の場合 10 年に 1 回以上)

消費者不在時の調査については、以下の取扱とされている。

消費者不在時の調査

調査終了まで何回も訪問→**3回以上訪問し調査完了**

【法律第34条第1項】

保安機関は、保安業務を行うべきときは、経済産業省令で定める基準に従つて、その保安業務を行わなければならない。ただし、供給設備又は消費設備の設置の場所その他保安業務を行うべき場所に立ち入ることにつき、その**所有者又は占有者の承諾を得ることができないとき**は、この限りでない。



【基本通達(法律関係)第34条(保安機関の業務等)関係 3.】

第1項ただし書中「所有者又は占有者の承諾を得ることができないとき」(以下3.において「調査拒否」という。)の例としては、供給設備又は消費設備の点検調査に係る訪問時に対面で拒否された場合のほか、消費設備の調査に係る訪問時に不在であつて、連絡票を入れたにもかかわらず連絡等がない場合が挙げられる。この場合、**調査又は再調査のために三回以上訪問したが、所有者又は占有者から連絡等がない場合も、調査拒否と同様の取扱いとする。**

なお、各都道府県知事は、保安機関に対して、一般消費者等にあらかじめ点検調査の日時を連絡したり、一般消費者等の都合が良い調査日時を設定したり、前回と別の曜日に再訪問を行うなど、**訪問時に不在である確率を減らすよう指導されたい。**

改正 20160304商局第2号 平成28年6月8日

調整圧力、閉そく圧力並びに燃焼器入口圧力の計測方法については、以下に規定されている。

「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機能性基準の運用について（平成29年3月31日制定 平成20170316 商局第9号）」

30.調整器の調整圧力及び閉そく圧力並びに燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力の確認方法

1. 調整器の調整圧力及び閉そく圧力の確認方法は、次の基準によるものとする。（圧力検知装置を用いる場合を除く。）

(1)調整器の調整圧力及び閉そく圧力の確認に当たっては、次の基準に適合する器具又は設備を使用すること。

①圧力測定器具

次の基準に適合する機械式自記圧力計、指針式圧力計、マノメータ、電気式ダイヤフラム式自記圧力計又は電気式ダイヤフラム式圧力計とする。

(i)機械式自記圧力計

第29節1.(1)①(ii) a.の基準に適合するものとする。

(ii)指針式圧力計

第29節2.(1)①(i)b.の基準に適合するものとする。

(iii)マノメータ

第29節2.(1)①(i)c.の基準に適合するものとする。

(iv)電気式ダイヤフラム式自記圧力計又は電気式ダイヤフラム式圧力計

第29節1.(1)①(ii)b.又は2.(1)①(i)d.の基準に適合するものとする。

②圧力測定器具を調整器の出口側に取り付けるための専用継手管又はゴム管及び継手金具類並びに弁並びに漏えい検知液又は石けん水

第29節1.(1)①(iii)及び(iv)の基準に適合するものとする。

③減圧弁

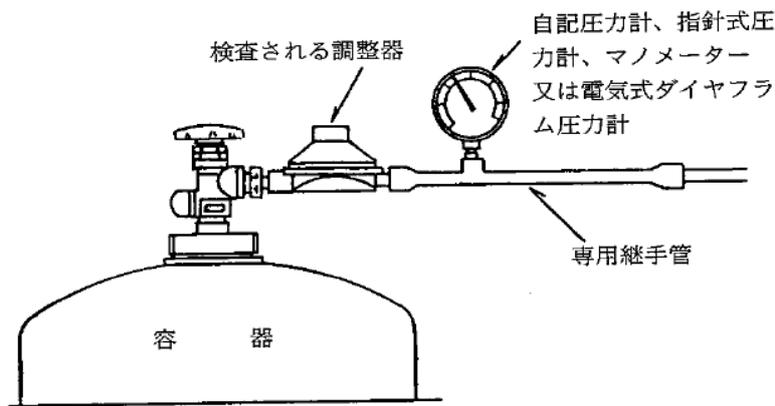
貯蔵設備から発生する液化石油ガスの圧力を0.07MPa以上0.15MPa以下の範囲内に減圧できるものであって、耐圧性能は入口側2.6MPa以上、出口側0.8MPa以上のものであること。

(2)調整器の調整圧力及び閉そく圧力の確認の方法は、次の基準のいずれかによるものとする。

①容器の交換時に交換前の容器及び交換後の容器を利用して行う方法

(第1図参照)

①の方法



第 1 図

次の順序及び方法により行うものとする。

(i) 交換前の容器(容器内の残液量が法令で定める最大充てん質量の 30%以下になっていて比較的圧力の低いもの)が接続されている状態で、調整器とガス栓(調整器に最も近いもの)との間の調整器の出口に近接した部分に専用継手管、ゴム管又は継手金具類を使用して、圧力測定器具を取り付ける。

(ii) 容器のバルブを開いて調整器に圧力を加え、圧力測定器具及び石けん水等を使用して、漏えいのないことを確認する。

(iii) 調整圧力は、(ii)により漏えいのないことを確認した後、次の a. の状態で圧力測定器具の指示圧力を測定し、これが b. の基準に適合することを確認する。

a.(a) 交換前の容器により消費数量が最大の燃焼器を含む 1 個以上の燃焼器に点火する。

(b) 上記(a)の確認を完了した後、法令で定める最大充てん質量が充てんされている容器(比較的圧力の高いもの)を接続し、消費数量が最小の燃焼器 1 個に点火する。

b.(a) 当該調整器が生活の用に供するものにあつては、a.(a)又は(b)の状態における指示圧力がいずれも 2.3kPa 以上、3.3kPa 以下であること。

(b) 当該調整器が生活の用以外の用に供するものにあつては、当該調整器の調整圧力及び容量が燃焼器に適合したものであり、かつ、当該調整器に係る燃焼器の燃焼状態が良好であること。

(iv) 閉そく圧力は、(iii)a.(b)の状態を確認を完了した後、燃焼器の使用を中止した状態で、そのまま 1 分間以上静置した後、圧力測定器具の指示圧力を測定し、これが次の圧力以下の圧力であることを確認する。

a. 当該調整器が生活の用に供するものにあつては、3.5kPa

b. 当該調整器が生活の用以外の用に供するものにあつては、当該調整器に使用する燃焼器に係る調整圧力に適応した閉そく圧力

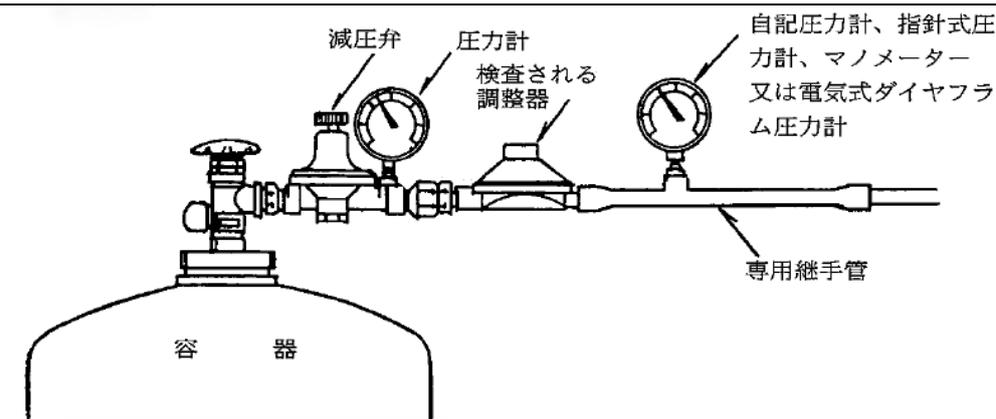
(注)燃焼器の使用を中止する場合は、燃焼器のガス栓を徐々に閉めること。

② 調査又は点検時に設置されている容器で、容器内の残液量が法令に定める最大充てん質量の 30%を超えるもの及び減圧弁を使用して行う方法(第 2 図参照)

次の順序及び方法により行うものとする。

(i) 減圧弁、調整器及び圧力測定器具の接続方法は、第 2 図による。

②の方法



第 2 図

(ii)①(i)の方法により、漏えいのないことを確認する。

(iii)調整圧力は、容器から発生する液化石油ガスを減圧弁で減圧しない状態で供給する場合及び減圧弁で 0.07MPa に減圧した状態で供給する場合について、それぞれ①(iii)に準じて確認する。

(iv)閉そく圧力は、液化石油ガスを減圧しない状態で①(iv)に準じて確認する。

③①又は②の方法と同等以上の方法に準じて、別途確認した調整器又は器具省令別表第 3 の技術上の基準に適合した未使用のものであることを確認すること。

④①又は②の確認方法について、圧力測定器具を調整器とガス栓(調整器に最も近いもの)との間の調整器の出口に近接した部分に取り付けることが困難な場合にあっては、これらを燃焼器の入口に近接した配管部分に取り付け、調査又は点検時に設置されている容器を用いて、次の基準に適合することを確認するものとする。

(i)燃焼中の燃焼器の入口圧力が次の圧力であること。

a.当該調整器が生活の用に供するものにあつては、 2.3kPa 以上 3.3kPa 以下(容器から発生する液化石油ガスを減圧弁で 0.07MPa に減圧した状態で検査する場合にあっては、 2.0kPa 以上 3.3kPa 以下)

b.当該調整器が生活の用以外の用に供するものにあつては、当該燃焼器に適応した圧力上記 a.又は b.の基準に適合していない場合は、調整器の出口に近接した部分で①又は②の方法により、調整圧力が基準に適合しているかどうかを確認する。

(ii)閉そく圧力は、①(iv)a.又は b.に定める圧力以下であること。

2.燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力の確認方法は、次の基準によるものとする。(圧力検知装置を用いる場合を除く。)

(1)1.(1)①及び②に掲げる器具又は設備を使用すること。

(2)圧力の確認は、次の順序及び方法により行うこと。

①交換前の容器(容器内の残液量が法令に定める最大充てん質量の 30% 以下になっている比較的圧力の低いものとする。)が接続されている状態又は使用中の容器と調整器との間に減圧弁を接続し、圧力を 0.07MPa に減圧した状態で燃焼器に近接した配管部分に専用継手管又はゴム管及び継手金具類を使用して分岐管を設け、圧力測定器具を取り付ける。

②すべての燃焼器のガス栓を閉じた状態で容器のバルブを開き、燃焼器のガス栓まで液化石

油ガスの圧力を加え、ガス漏れのないことを圧力測定器具及び石けん水等を使用して確認する。

③①の燃焼器に点火し、そのガス栓を全開した後、圧力測定器具の指示圧力を測定し、次の基準に適合することを確認する。

(i)当該燃焼器が生活の用に供する液化石油ガスに係るものにあつては、**2.0kPa** 以上 **3.3kPa** 以下の圧力であること。

(ii)当該燃焼器が生活の用以外の用に供する液化石油ガスに係るものにあつては、当該燃焼器に適応した圧力であり、かつ、燃焼状態が良好であること。

3.圧力検知装置を用いる場合は、次の基準によるものとする。

(1)調整器又は調整器出口に近接され調整器の調整圧力及び閉そく圧力を測定するもので、ガスの消費者若しくはその他建物の関係者に音響若しくは表示により警報するもの又はガスの供給を自動的に停止するものであって、次の基準に適合するものとする。

①当該調整器が生活の用に供するものにあつては、ガスの使用中に **3.3kPa** を超える圧力又は **2.3kPa** 未満の圧力を検知した場合若しくはガスの使用停止時に **3.5kPa** を超える圧力を検知した場合には、自動的に音響又は表示により警報し続けるものであること。

②当該調整器が生活の用以外の用に供するものにあつては、ガスの使用中に当該調整器の調整圧力又はガスの使用停止時に当該調整器の閉そく圧力に適合しない圧力を検知した場合には、自動的に音響又は表示により警報し続けるものであること。

③検知機能が維持できなくなった場合には、自動的に音響又は表示により警報するものであること。

④ガスの供給を自動的に停止するものにあつては、作動状況の確認が容易にでき、かつ、復帰安全機構を有すること。

(2)圧力検知装置の設置等は、次により行うこと。

①当該調整器が生活の用に供するものにあつては、当該圧力検知装置を設置する際の圧力検知装置設置場所と燃焼器入口との間で、燃焼器に点火した場合の供給圧力差を測定するとともに、その測定値が、当該圧力検知装置が自動的に音響又は表示により警報を発する最低圧力と **2.0kPa** との差圧より小さいこと及び燃焼状態が良好であることを確認すること。

②当該調整器が生活の用以外の用に供するものにあつては、当該圧力検知装置を設置する際の圧力検知装置設置場所と燃焼器入口との間で、燃焼器に点火した場合の供給圧力差を測定するとともに、その測定値が、当該圧力検知装置が自動的に音響又は表示により警報を発する最低圧力と当該燃焼器に適応した最低圧力との差圧より小さいこと、容量が燃焼器に適合したものであること及び燃焼状態が良好であることを確認すること。

③①②については、圧力検知装置を設置する場合並びに圧力検知装置、供給設備(容器及び高圧部に用いる管等を除く。)及び消費設備を変更(同一のものとの取替えを除く。)する場合に行うものとする。

④①②の測定者、測定日、測定値について記載した関係帳票等を圧力検知装置、供給設備(容器及び高圧部に用いる管等を除く。)及び消費設備の変更(同一のものとの取替えを除く。)があるまで又は圧力検知装置の設置を中止するまで保管するものとする。

(3)調整器の調整圧力及び閉そく圧力並びに燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力の確認は、次により行うこと。

①次のいずれかの方法により圧力異常表示又は圧力異常通報の確認を行い、警報表示等有

った場合には、1.及び2.の方法により調整器の調整圧力及び閉そく圧力の確認並びに燃焼器の入口における液化石油ガスの圧力の確認を行い、必要な措置を講ずること。

(i)警報表示の有無を2月に1回以上確認をする。

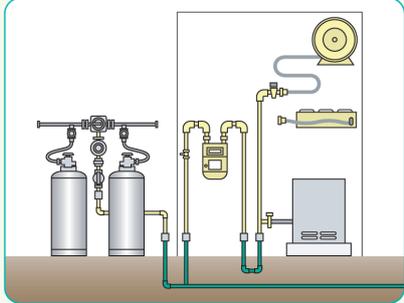
(ii)圧力異常に係る情報を電話回線等により自動的に伝達する機器により常時監視する。

②①の確認結果及び講じた措置内容その他の事項を記載した関係帳票等を1年間保管すること。ただし、①(ii)の方法で確認を行う場合は、圧力異常通報があった場合の記録に限るものとする。

③規則第36条第1項第1号に定める点検及び第37条第1号に定める調査に当たっては、実施期間内の最終の警報表示の確認結果により所要の措置を講ずること。

配管内圧力の測定方法に関する解説を以下に示す。(保安業務ガイド(点検・調査)から)

● 法定項目 ● 自主項目

点検項目	貯蔵能力	判定基準 (根拠条文)	解説等						
10 燃焼器の入口圧力	1t 未済	<p>① 燃焼器入口圧力を測定し、規定された圧力であれば「良」</p> <p>規則第18条第11号 規則第18条第11号 規則第18条第11号 規則第44条第1号ト 例示基準30</p>	<p>① 圧力検知装置を用いない場合 燃焼器入口圧力の確認方法は次のとおりとする。</p> <p>(1) 燃焼器入口圧力の確認方法</p> <p>① 圧力の測定は、P31～34「点検項目10、11」による。</p> <p>② 測定結果が表3-5であることを確認する。</p> <p>表3-5 燃焼器入口圧力</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象設備</th> <th>燃焼器入口圧力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生活の用に供するもの</td> <td>2.0kPa～3.3kPa</td> </tr> <tr> <td>上記以外のもの</td> <td>燃焼器に適應する圧力</td> </tr> </tbody> </table> <p>※燃焼器入口圧力の測定例、P104「参考7」を参照してください。</p>  <p>図3-10</p>	対象設備	燃焼器入口圧力	生活の用に供するもの	2.0kPa～3.3kPa	上記以外のもの	燃焼器に適應する圧力
	対象設備			燃焼器入口圧力					
生活の用に供するもの	2.0kPa～3.3kPa								
上記以外のもの	燃焼器に適應する圧力								
1t ～ 3t 未済	<p>② 圧力検知装置のA・B・R警報表示がなければ「良」</p> <p>規則第18条第11号 規則第18条第11号 規則第18条第11号 例示基準30</p>	<p>① 圧力検知装置を用い2ヶ月に1回以上確認又は集中監視システムによる圧力異常通報の常時監視を行う。</p> <p>※S型マイコンメータなどの調整圧・閉そく圧異常警告機能を停止すると燃焼器入口圧力の確認はできないため、自記圧力計等を用いて燃焼器入口圧力を測定し、確認する。</p> <p>参考</p> <p>(1) 漏えい検知装置は、P34表3-7「圧力検知装置の設置時に必要な作業、確認と管理」のとおり管理が行われていること。なお、実施期間内の最終の警報表示の確認結果により所要の措置を講ずること。</p> <p>(2) 確認方法</p> <p>① 警報表示がなければ「良」</p> <p>② 警報表示がある場合はすみやかに委託者(販売事業者)に所要の措置を講ずるよう連絡すること。</p>							
3t 以上									

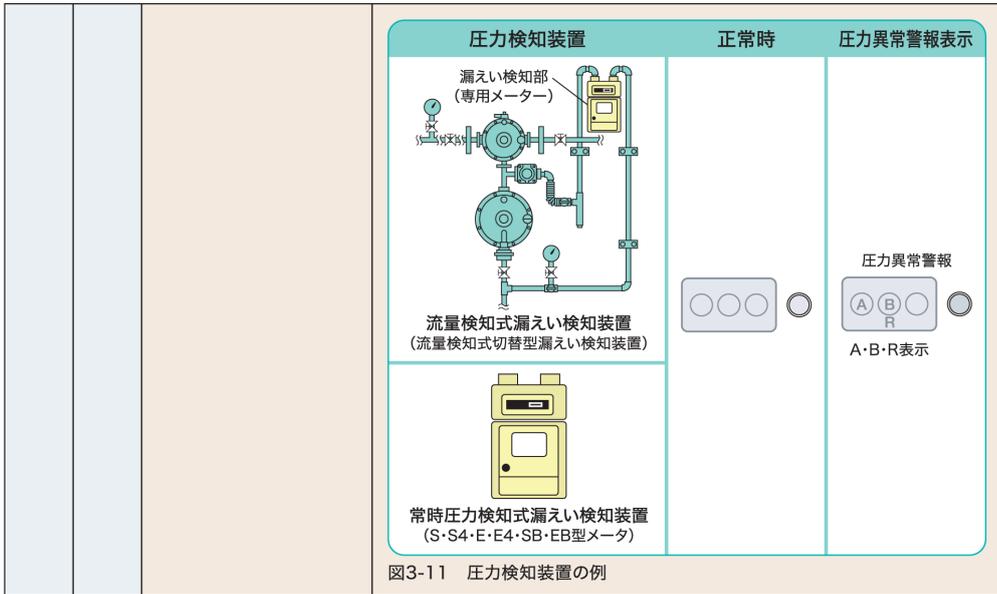


図3-11 圧力検知装置の例

● 法定項目 ● 自主項目

点検項目	貯蔵能力	判定基準 (根拠条文)	解説等									
11 調整器の調整圧力及び閉そく圧力	<p>1t未満</p> <p>1t ~ 3t未満</p> <p>3t以上</p>	<p>① 調整器の調整圧力及び閉そく圧力を測定し、規定された圧力であれば「良」</p> <p>規則第18条第20号ハ 規則第18条第20号ハ 規則第53条第4号 例示基準30</p>	<p>① 圧力検知装置を用いない場合 調整圧力、閉そく圧力を測定し、その測定結果がそれぞれ規定された圧力であること。 (1) 容器の残液量が30%以下の場合</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 調整器とガス栓(調整器にもっとも近いもの)の間に専用継手により圧力測定器具を取付け、漏れの無いことを確認すること。(図3-12参照) ② 残液量の少ない容器により最大消費量の燃焼器(ふるがま、湯沸器等)を含む1個以上の燃焼器に点火し、圧力測定器具により圧力を測定すること。(調整圧力) ③ 充てん容器を接続し、消費量の最小の燃焼器に点火し、圧力測定器具により圧力を測定すること。(調整圧力) ④ 燃焼器を消火し、1分以上静置し、圧力を測定すること。(閉そく圧力) ⑤ 前記②~④の測定結果が表3-6「調整圧力、閉そく圧力」であることを確認すること。 <p>表3-6 調整圧力、閉そく圧力</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象設備</th> <th>調整圧力</th> <th>閉そく圧力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生活の用に供するもの</td> <td>2.3kPa~3.3kPa</td> <td>3.5kPa以下</td> </tr> <tr> <td>上記以外のもの</td> <td colspan="2">燃焼器に適應する圧力</td> </tr> </tbody> </table> <p>図3-12</p>	対象設備	調整圧力	閉そく圧力	生活の用に供するもの	2.3kPa~3.3kPa	3.5kPa以下	上記以外のもの	燃焼器に適應する圧力	
対象設備	調整圧力	閉そく圧力										
生活の用に供するもの	2.3kPa~3.3kPa	3.5kPa以下										
上記以外のもの	燃焼器に適應する圧力											

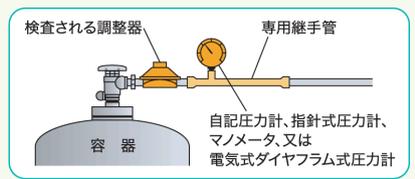


図3-12

第3章 定期供給設備点検

点検項目	貯蔵能力	判定基準 (根拠条文)	解説等
11 調整器の調整圧力及び閉そく圧力	1t未満		<p>(2) 点検・調査時に設置されている容器で残液量が30%を超えているもの及び減圧弁を使用する場合</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 調整器とガス栓(調整器に最も近いもの)の間に専用継手により圧力測定器具を取付け、漏れのないことを確認する。(図3-13) ② 測定は、前項(1)②～④に準じて行い、測定結果が前項(1)⑤であることを確認すること。 <div data-bbox="778 607 1177 779" style="text-align: center;"> </div> <p>図3-13</p> <p>(3) 調整器とガス栓(調整器に最も近いもの)の間に圧力測定器具の取付けが困難な場合(図3-14)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 点検・調査時に設置されている容器を用いる。 ② 燃焼器入口に近接した配管部に自記圧力計等を取付ける。 ③ 上記の燃焼器に点火し、圧力を測定し、2.3kPa以上あること。(燃焼器入口圧力・調整圧力) ④ 燃焼器を消火し、1分以上静置し、圧力を測定する。(閉そく圧力) ⑤ 前記③④の測定結果が表3-6「調整圧力、閉そく圧力」であることを確認する。 <p>※⑤の基準に適合しない場合には、(1)又は(2)の方法で実施すること。</p> <div data-bbox="778 1144 1177 1451" style="text-align: center;"> </div> <p>図3-14</p> <p>※共同住宅等の場合は、参考資料の「自記圧力計を用いる共同住宅の確認例」(P.105)を参照してください。</p>
	1t～3t未満		
	3t以上		
		<p>2 調整器の調整圧力及び閉そく圧力は、圧力検知装置の確認を行い、A・B・R警報表示がなければ「良」</p> <p>規則第18条第20号ハ 規則第18条第20号ハ 規則第53条第4号 例示基準30</p>	<p>1 圧力検知装置を用い2ヶ月に1回以上確認又は集中監視システムによる圧力異常通報の常時監視を行う。</p> <p>※S型マイコンメータなどの調整圧・閉そく圧異常警告機能を停止すると調整圧力及び閉そく圧力確認はできないため、自記圧力計等を用いて調整圧力及び閉そく圧力を測定し確認する。</p> <p>圧力式微小漏えい警告機能の停止は、入口圧力・調整圧力・閉そく圧力の測定には影響しません。</p>

点検項目	貯蔵能力	判定基準 (根拠条文)	解説等
11 調整器の調整圧力及び閉そく圧力	<p>1t 未満</p> <p>1t ~ 3t 未満</p> <p>3t 以上</p>		<p>表3-7 圧力検知装置の設置時に必要な作業、確認と管理</p> <p>(1) 圧力検知装置は基準通りに設置されていること。</p> <p>(2) 圧力検知装置の設置時に必要な作業</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ガスメーター入口圧力の測定 ② 燃焼器入口圧力の測定 ③ 差圧の確認(①-②$\leq 0.3\text{kPa}$) ④ 上記①~③の記録(測定者、測定日、測定結果)を圧力検知装置が使用されている期間保管 <p>※上記を、次の場合再度確認する。(同一の機器との交換を除く。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 圧力検知装置を交換する時。 ・ 供給設備を交換する時。(容器、高圧部を除く。) ・ 消費設備を変更する時。 <p>(3) 確認と管理</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 2ヶ月に1回以上警報表示の有無を確認し、その結果により必要な措置を講ずること。 ② ①の事項を記載した関係帳票を1年間保管すること。 <p>圧力検知装置を使用するための差圧測定方法</p> <p>◆ポイント</p> <p>圧力検知装置を活用するためには、ガスメーター入口圧力と燃焼器入口の圧力差が、確実に0.3kPa以下となるよう設計し、かつ、工事することが必要です。</p> <div data-bbox="683 1039 1279 1328" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">$P_1 (\text{kPa}) - P_2 (\text{kPa}) \leq 0.3\text{kPa}$</p> </div> <p>図3-15 調整圧力と燃焼器圧力の関係</p>
12 危険標識	<p>1t 未満</p> <p>1t ~ 3t 未満</p> <p>3t 以上</p>	<p>② 地盤面上の供給管は規定通りに危険標識を設置してあれば「良」</p> <p>規則第18条第14号 規則第18条第14号</p>	<p>① 供給管を地盤面上に設置する場合において、その周辺に危害を及ぼすおそれのあるときは、その見やすい箇所に液化石油ガスの供給管である旨、供給管に異常を認めたとときの連絡先、その他必要な事項を明瞭に記載した危険標識を設置してあること。</p> <p>参考 危険標識の記載例</p> <div data-bbox="756 1576 1206 1809" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>LPガス</p> <p>このパイプにはLPガスが通っています。 万が一ガスもれその他の異常を発見したときは 下記までご連絡ください。</p> <p>連絡先</p> <p>〇〇市〇〇町〇〇番地 〇〇会社 〇〇販売所 電話 〇〇〇-〇〇〇-〇〇〇〇</p> </div> <p>図3-16 危険標識の記載例</p>

現行の配管内圧力と検討を行う新たな自動点検システムによる方法との比較を以下に示す。

表 7.1.3 例示基準 30 に示された方法の比較

	1.圧力計による調整圧・閉そく圧力の確認	2.圧力計による燃焼器入口圧力の確認	3.圧力検知装置による確認	自動点検システムによる確認
消費者が在宅	必要	必要	不要	不要
計測時の配管工事	圧力計を接続	圧力計を接続	あらかじめ圧力検知装置を設置	マイコンメータと電氣的に結線
計測時の確認方法	現場で計測値を確認	現場で計測値を確認	表示の確認	機器を回収
使用条件	なし	なし	機器を配管に設置する際に圧力損失を計測しておく必要がある	圧力損失を補正して使用することが可能
その他			実際の圧力値を確認できない	圧力と流量から異常の原因を特定できる可能性がある

7.1.1.2 自動点検システムの仕様検討

マイコンメータに接続し圧力及び流量データを自動的にメータから取得して保存することが可能な機器の仕様を検討する。事業全体の課題は以下の通り。

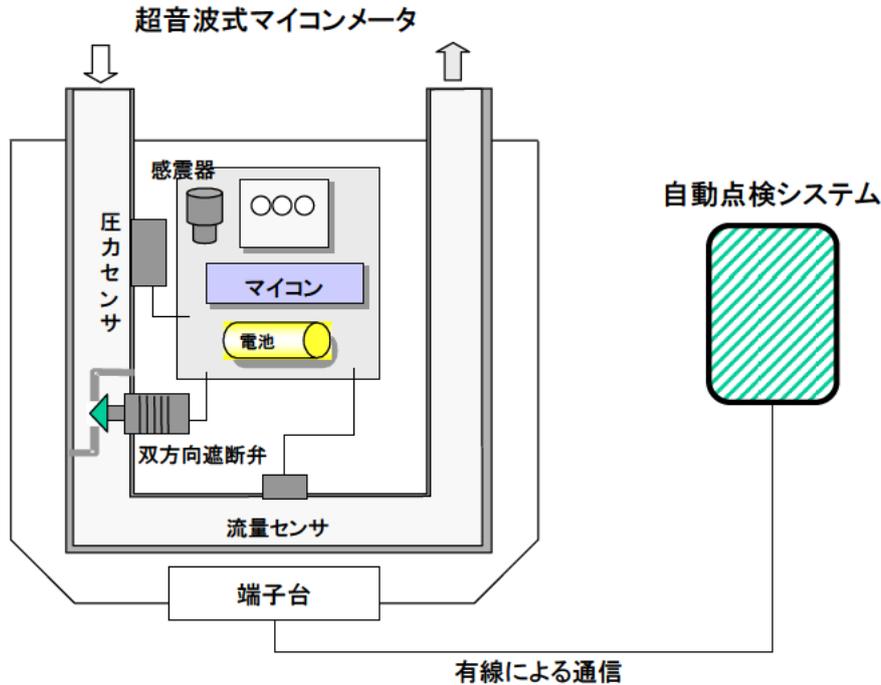


図 7.1.3A 自動点検システムの概要

(1) 検討課題

①通信インターフェース

マイコンメータ内のセンサで計測された圧力データ等をインターフェースを介して自動点検システムに記録する。マイコンメータのインターフェースは標準化されており、Nライン、Uバスがある。これらとの通信が可能なインターフェースを搭載する必要がある。この他に、必要なインターフェースに関する検討が必要である。消費電力を抑えるためには通信速度が速いほうが有利である。

②データ記録機能

通信により取得した圧力等のデータを記録するためには、記録媒体が必要である。搭載するメモリ内に記録して通信によりダウンロードする方法や、SDカード等に直接記録して記録媒体を取り出す方法等が考えられる。また、記憶容量は収集データ数を想定する必要がある。

③収集データ

燃焼器の入口圧力等を測定するためには、同時刻の圧力、流量データを計測する必要がある。そして、マイコンメータで計測された圧力、流量データを自動点検システムが通信により取得してデータを記録するが、時系列的に保存する必要があるため、自動点検システムは時計機能を保有する必要がある。

④通信タイミング

時系列に記録した圧力、流量データから燃焼器入口圧力等を評価する場合、データ取得の周期が大きいと適切な圧力値を判別できない。また、周期が短すぎると無駄に電力を消費してしまう可能性がある。

⑤電源

自動点検システムの電源は電池を搭載することを想定しているが、使用期間とデータ通信頻度により消耗度に影響がある。また、マイコンメータ内の電池の消耗も極力抑える必要がある。

⑥利便性

自動点検システムは顧客のLPガス配管設備に設置してデータを自動的に取得する。可搬性、操作性等が要求される。

表 7.1.3A システムの一般的な必要条件

No.	項目	基本仕様	記 事
1	設置形態	・屋外設置	
2	防水構造	・防水構造とする	参考準拠規格 J I S - C - 0 9 2 0 保護等級 3 「防雨型」
3	筐体	・外部からの圧力自然環境において容易に損傷、変形を生じない構造、材質とする	
4	保守機能	・メータ等と容易に接続、切離しできる構造であること	
5	使用環境	・下記条件で使用可能であること。 温度条件 - 1 0 ° ~ + 6 0 ° C 湿度条件 2 0 ~ 9 0 % (相 対) 寒冷地仕様 - 3 0 ° ~ + 6 0 ° C	
6	耐雷特性	・メータ等接続線等に誘起される雷サージの侵入によって容易に破損しないこと。	
7	ノイズ特性	・メータ等接続線からのノイズにより容易に誤動作しないこと。	
8	防爆特性	・発生する電気火花、熱によりガスに引火し爆発しないこと。	
9	絶縁特性	・筐体と各端子との間は、十分な絶縁を確保すること。	参考抵抗値 2 0 0 K Ω 以上

10	機械的特性	・装置搬送時等に生じる振動により、容易に破損しないこと。	参考準拠規格 J I S - C - 0 9 1 1 可変振動耐久試験
11	内蔵電池	・電池交換可能とする	

(2) 自動点検システムの試作

試作による機能の確認、課題の抽出を行う。

- 第1年度（令和元年度）
搭載プログラムを試作して機能確認。
- 第2年度（令和2年度）
前年度作成したプログラムを電子基板に搭載したハードウェアを試作して機能確認。
高圧ガス保安協会研究所内で評価。
- 第3年度（令和3年度）
前年度試作品を改良したものを試作して機能確認。実際のLPガス設備で評価。

本年度（令和元年度）は搭載プログラムを試作して機能確認を行う。

(3) 試作品による確認項目

本年度試作については、点検システムに搭載するプログラムについて試作を行った。主な仕様は以下の通り。

(a)概要

本システムは超音波式マイコンメータで計測された圧力、流量データ等を通信によりダウンロードして、保存等する機能を有するシステムである。本年度はPCをハードウェアとし、新規に作成する通信プログラムによる取得データ確認のための試作である。

(b)構成

超音波式マイコンメータと当該システムを有線接続して作動させる。



(c)仕様

- ① 通信インターフェース：Uバス
- ② 対象マイコンメータ：超音波式（電子式）
- ③ 収集データ：圧力(kPa)、流量(L/h)、時刻
- ④ データ取得周期：5秒以内

(d)確認項目

試作品による主な確認項目は以下の通り。

(機能確認)

- ① マイコンメータとの通信（Uバス）による作動確認
- ② 超音波式マイコンメータからの圧力・流量情報の受信確認
- ③ 収集したデータの設定周期での保存の確認
- ④ 試作品で取得できるデータと配管内圧力の実測調査データとの比較を行い、データ収集周期の最適値の検討。

(4) 試作品の動作確認

試作品の概要を以下に示す。

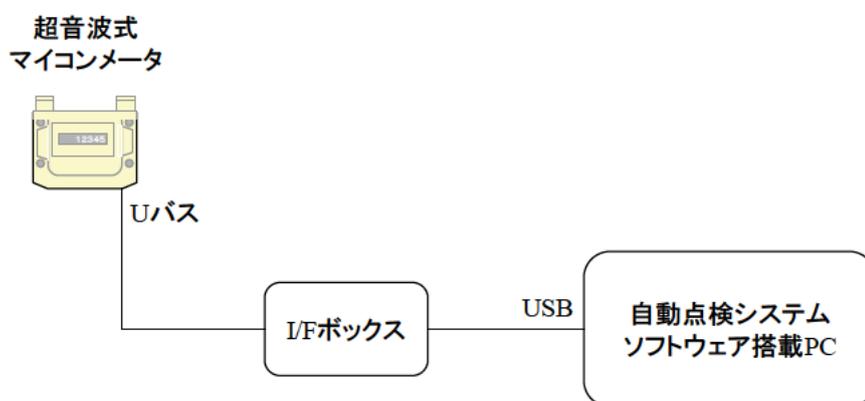


図 7.1.3 試作品の概要図

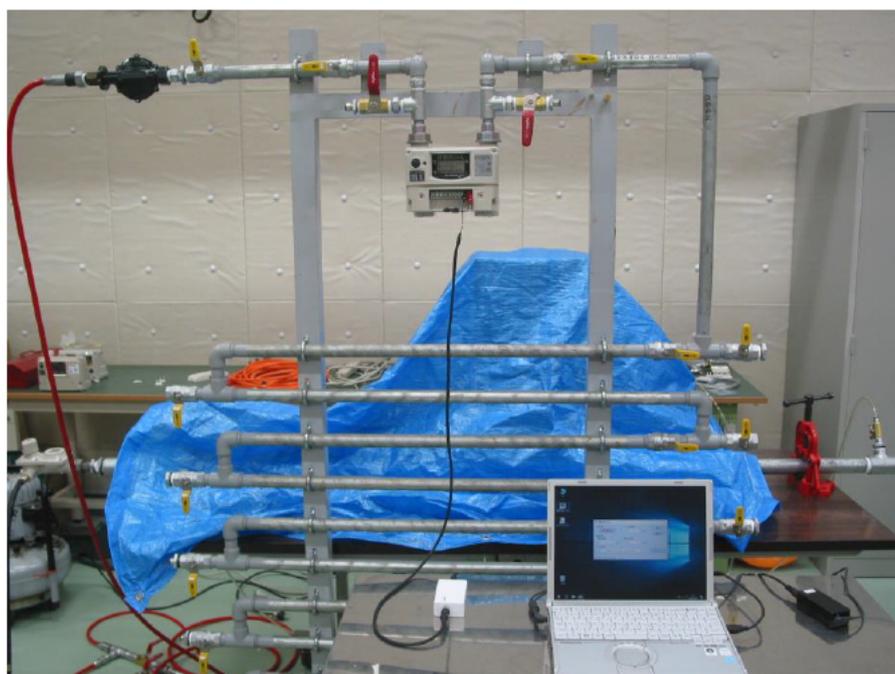


写真 7.1.1 試作品

(a) 試作品の動作確認

LPガスモデル配管による確認

◆使用した設備

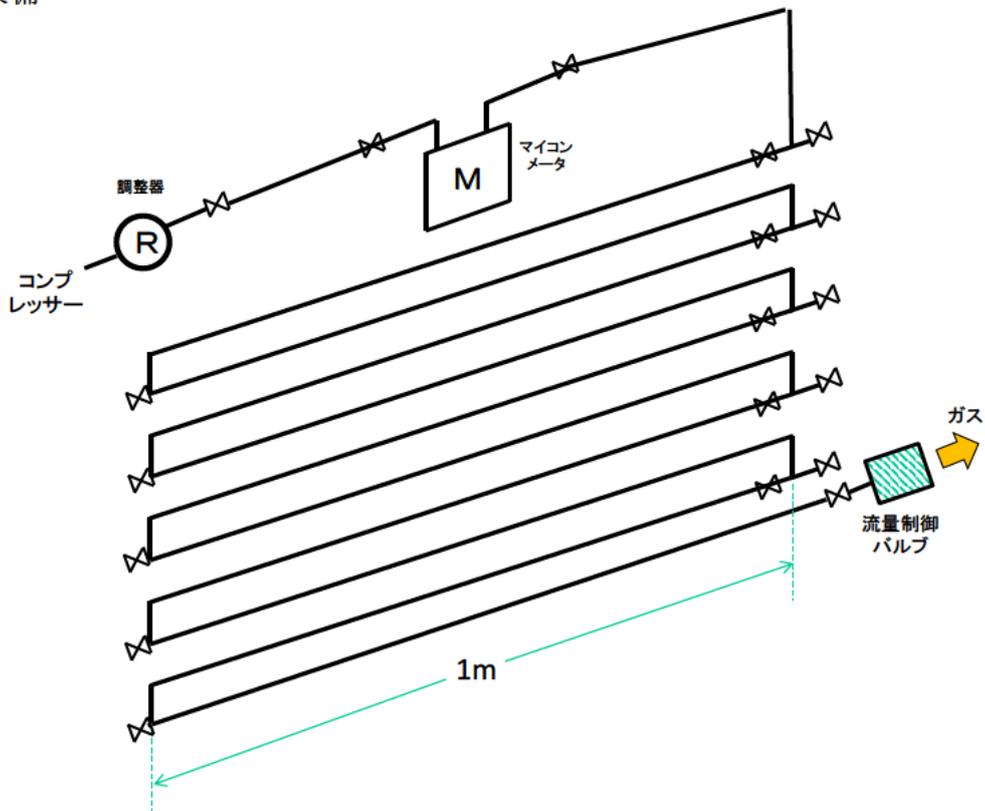


図 7.1.4 LPガスモデル配管

◆使用したマイコンメータ

超音波式マイコンメータ (E型) : 1台

◆使用した調整器 : 単段式 6kg タイプ

◆使用したガス : 空気

◆流量制御バルブで任意のガス流量を発生させた際の、試作品の作動状況を確認する。

1)実際に自動点検システム試作品に記録されたデータの確認

2019/12/04 16:57:53,263.207,947.545,2.46
2019/12/04 16:57:58,264.379,951.764,2.44
2019/12/04 16:58:03,272.674,981.626,2.45
2019/12/04 16:58:08,269.903,971.651,2.44
2019/12/04 16:58:13,270.895,975.222,2.43
2019/12/04 16:58:18,276.621,995.836,2.42
2019/12/04 16:58:23,278.925,1004.130,2.42
2019/12/04 16:58:28,278.217,1001.581,2.42
2019/12/04 16:58:33,278.387,1002.193,2.43
2019/12/04 16:58:38,278.250,1001.700,2.44
2019/12/04 16:58:43,279.241,1005.268,2.44
2019/12/04 16:58:48,279.553,1006.391,2.45
2019/12/04 16:58:53,279.901,1007.644,2.45
2019/12/04 16:58:58,280.087,1008.313,2.46
2019/12/04 16:59:03,280.461,1009.660,2.46
2019/12/04 16:59:08,280.562,1010.023,2.46
2019/12/04 16:59:13,280.557,1010.005,2.46
2019/12/04 16:59:18,280.974,1011.506,2.46
2019/12/04 16:59:23,280.866,1011.118,2.47
2019/12/04 16:59:28,280.860,1011.096,2.47
2019/12/04 16:59:33,280.734,1010.642,2.47
2019/12/04 16:59:38,281.083,1011.899,2.48
2019/12/04 16:59:43,281.708,1014.149,2.48
2019/12/04 16:59:48,281.700,1014.120,2.48
2019/12/04 16:59:53,281.694,1014.098,2.48
2019/12/04 16:59:58,282.296,1016.266,2.49
2019/12/04 17:00:03,280.644,1010.318,2.47
.....

データの内容は　メータ日時,流量(cc/s),流量(L/h),圧力(kPa)　を意味している。保存周期は 5 秒に設定した。

2)マイコンメータ内に記録されたデータと圧力計による計測について

自動点検システム試作品で収集した圧力データ（メータ計測圧力）とマイコンメータ入口で計測した圧力データ（A点での計測）との比較を行った。

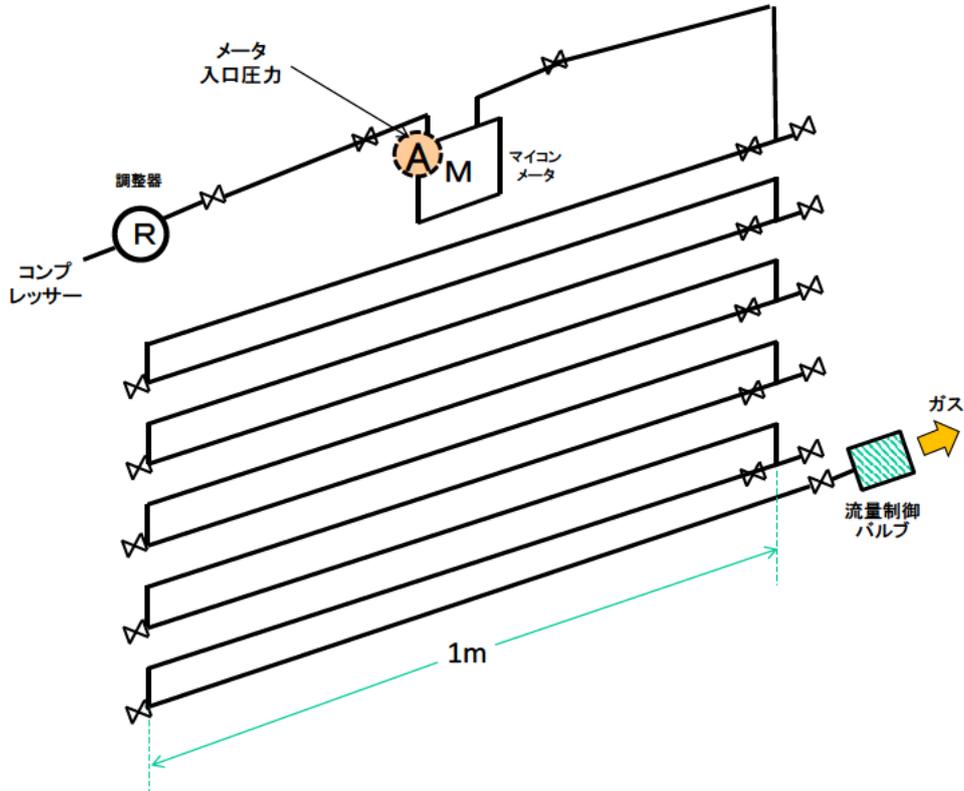
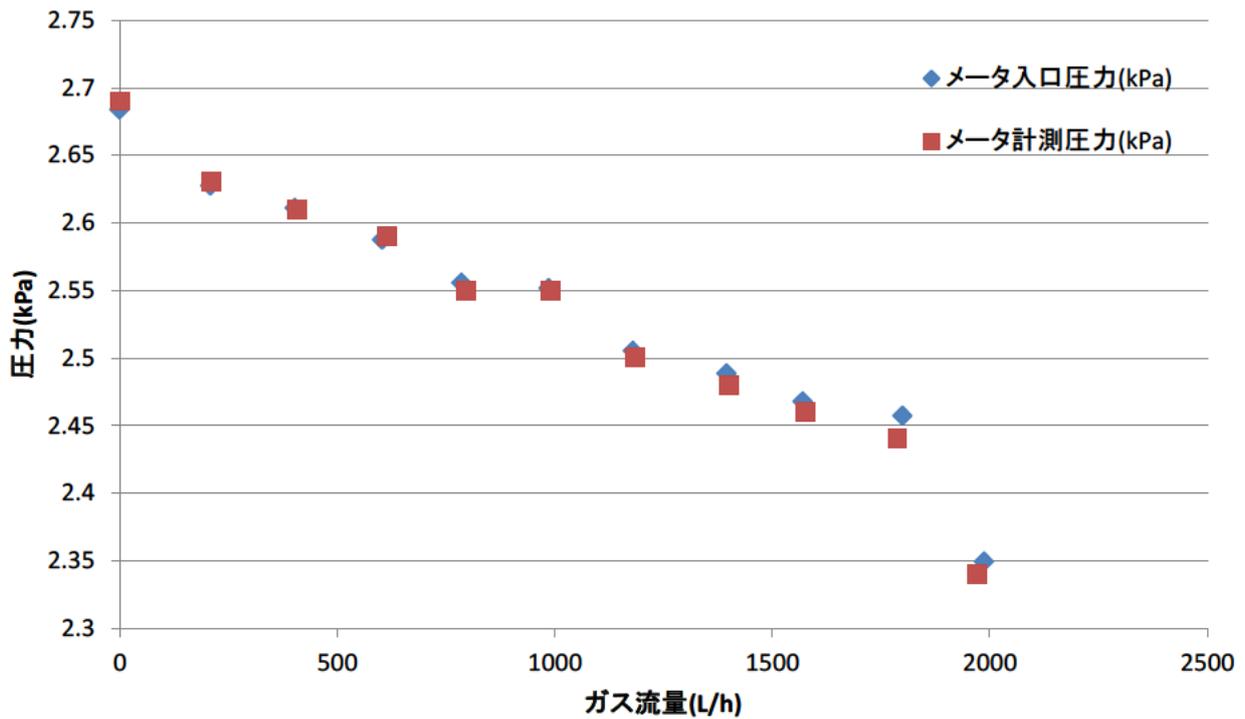
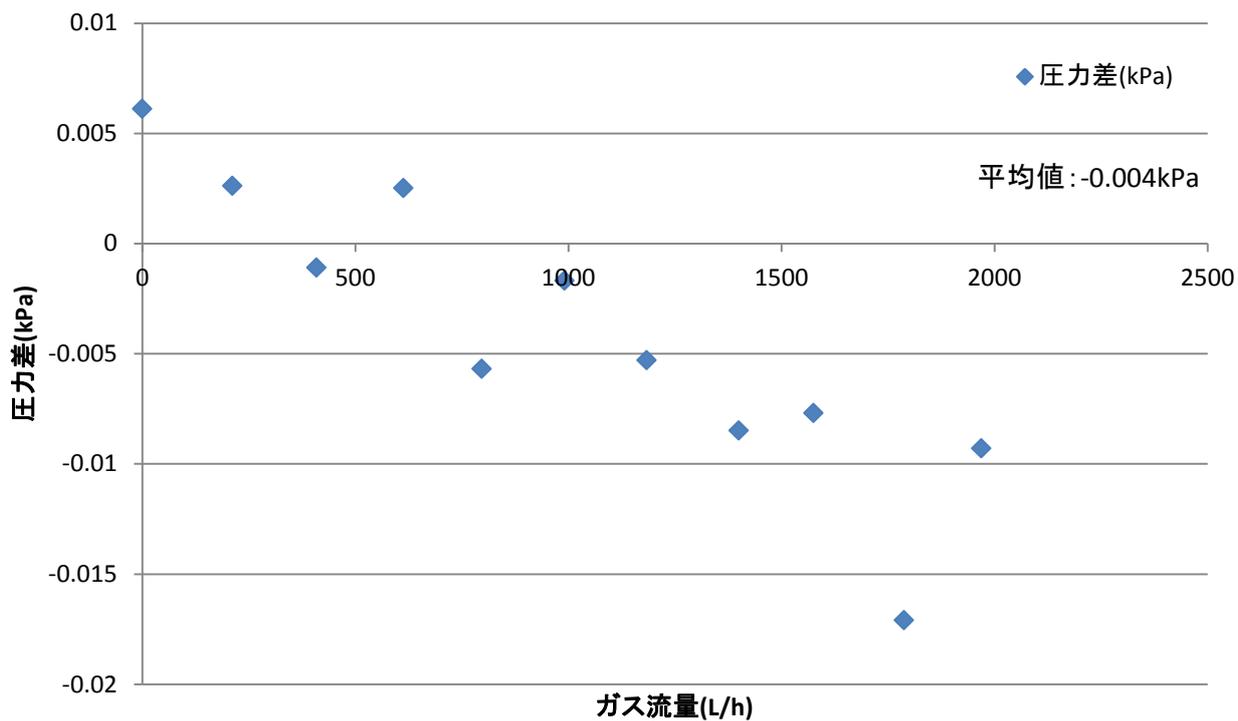


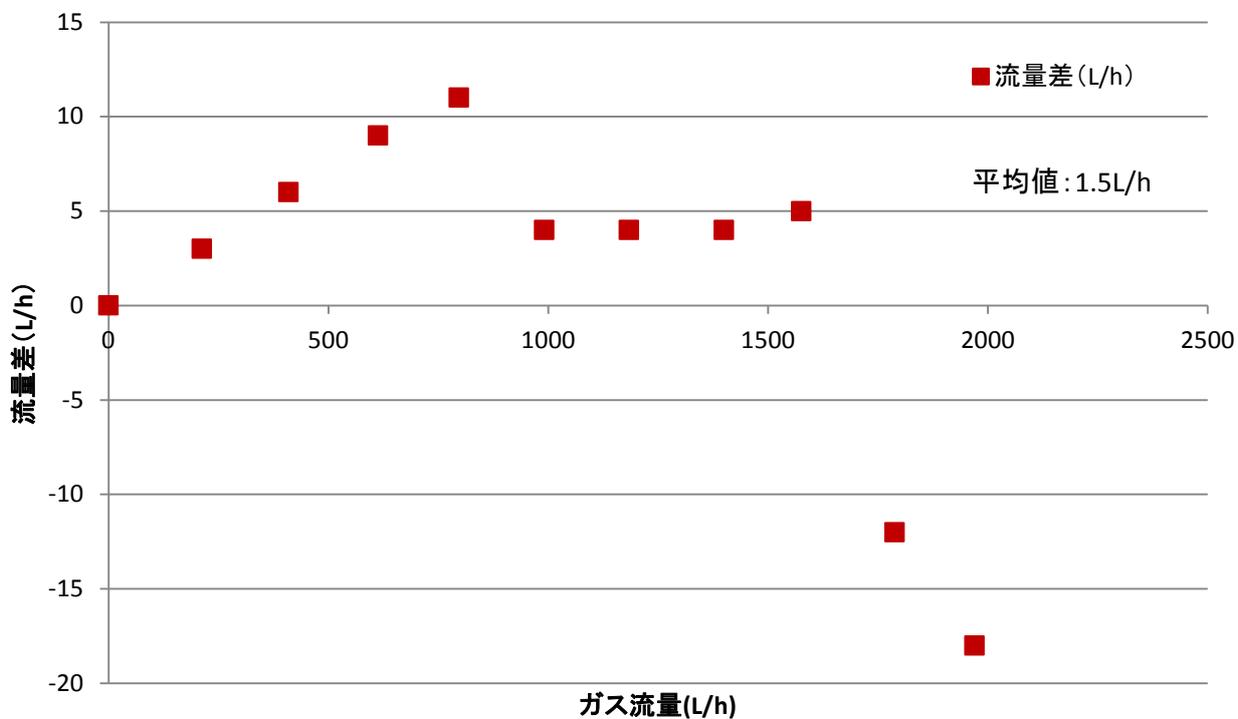
図 7.1.5 概要図



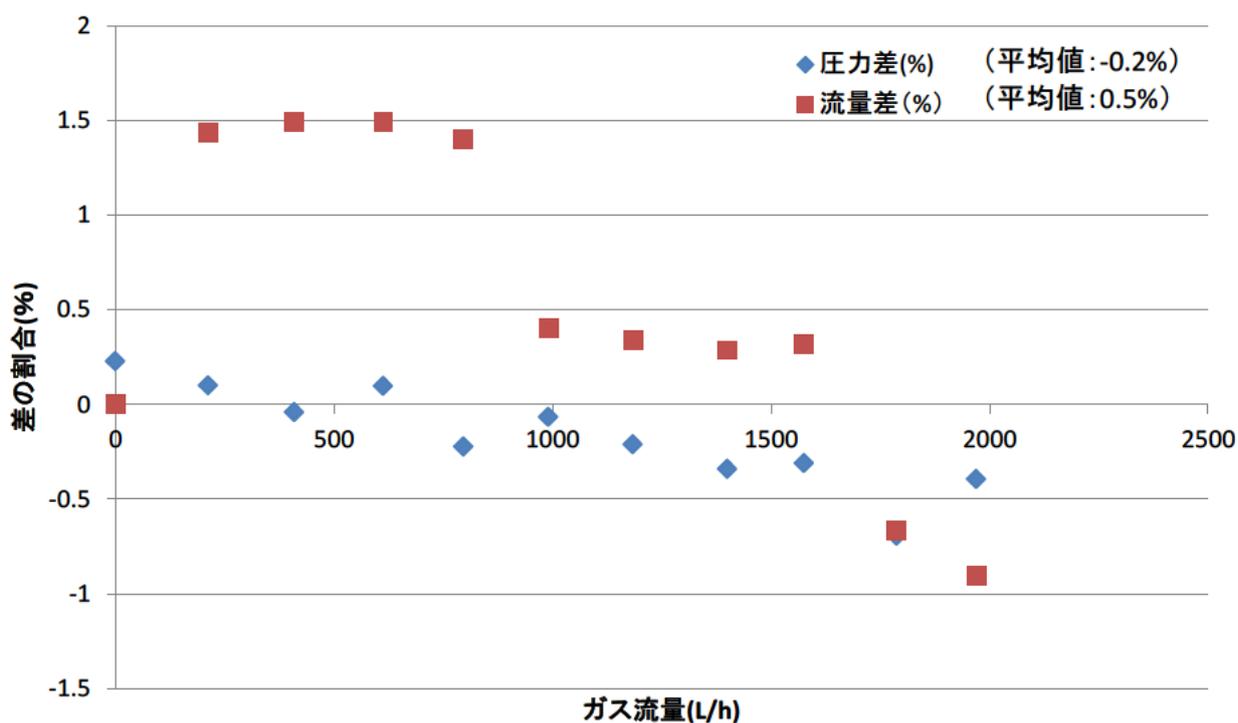
グラフ 7.1.1.1 メータ入口圧力とマイコンメータ内計測圧力



グラフ 7.1.1.2 メータ入口圧力とマイコンメータ内計測圧力の差



グラフ 7.1.1.3 配管出口流量とマイコンメータ内計測流量



グラフ 7.1.1.4 差の割合

圧力値に関しては、メータ入口計測値とメータ内計測値ではほぼ一致し、平均で-0.2%程度の差であり、(メータ入口圧力) = (マイコンメータ内計測圧力) と考えられる。また、流量値についてもメータ内での計測と配管出口での差は 0.5%程度であった。

◆コメント

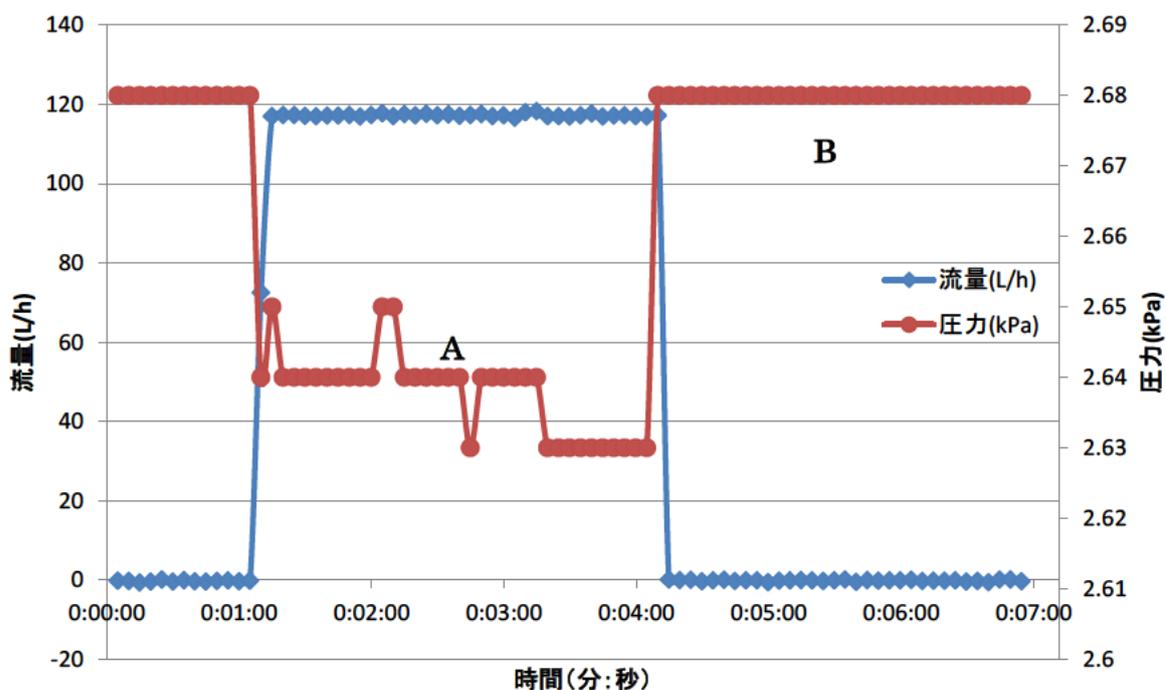
- 市販されている超音波式マイコンメータにより計測されたデータ（日時、配管内圧力、ガス流量）を保存が可能であることを確認した。
- マイコンメータに搭載されている通信インターフェースであるUバスが使用できたことを確認した。
- データ記録周期が5秒で記録可能であることを確認した。
- マイコンメータで計測されている配管内圧力がメータ入口圧力とほぼ一致していることが確認出来た。
- 以上のことから、試作品の機能である通信機能、通信可能な情報及び記録可能な周期について確認した。

3)調整圧力と閉そく圧力の確認

試作品に記録されたデータ（日付、流量、圧力）により調整圧力及び閉そく圧力の確認を行った。

◆手順

試作品をマイコンメータに設置し、5秒周期でデータを記録した。ガスが止まっている状態から約3分程度ガスを流量120L/h程度流し、ガスを停止させてから3分程度のまでのデータを記録した。



グラフ 7.1.1.5 調整圧と閉そく圧

- 燃焼器を点火した状態（ガス流れている状態）における圧力値が調整圧力である。（Aの部分）
- 燃焼器の使用中止してから1分以上静置した後の圧力値が閉そく圧力である。（Bの部分）

◆コメント

- 5秒の周期で、ガス流量と圧力を同時に記録しているため、調整圧力と閉そく圧力を確認することが可能である。
- 調整圧力及び閉そく圧力は調整器の出口に近接した部分での測定の必要があるが、それが困難な場合は燃焼器の入口付近での計測も可能である。点検システムが計測している箇所であるメータ入口圧力はその中間にあたる。
- 燃焼器入口圧力の確認は燃焼器に近接した部分において、ガスが流れている状態での圧力を計測するものである。そのため、点検システムに記録された調整圧力と燃焼器入口圧力との関係については、圧力損失を考慮する必要がある。

4)調整器の種類と調整圧力

調整器の種類を変更して調整圧力（ガス使用状態の圧力）及び流速のデータを長時間計測した。

◆使用した調整器

- ①単段式調整器（6 kg 型）
- ②自動切替式一体型調整器（8kg 型）

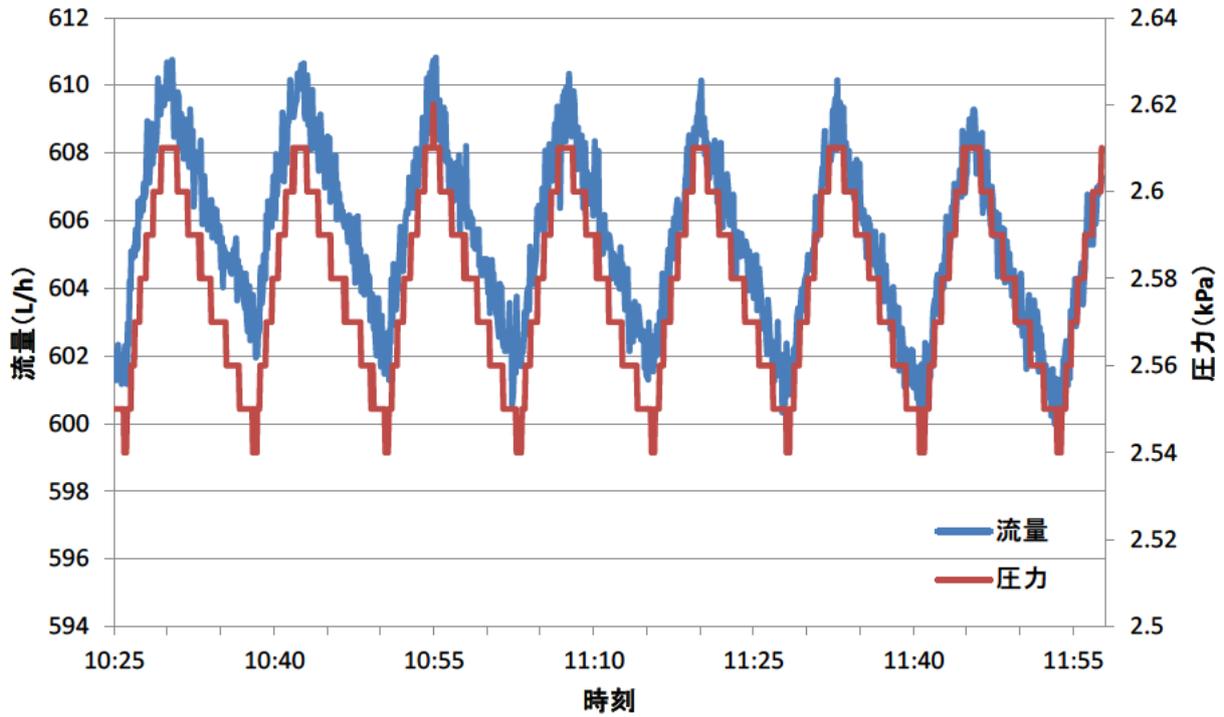


写真 7.1.2 単段式調整器（左）と自動切替式一体型調整器

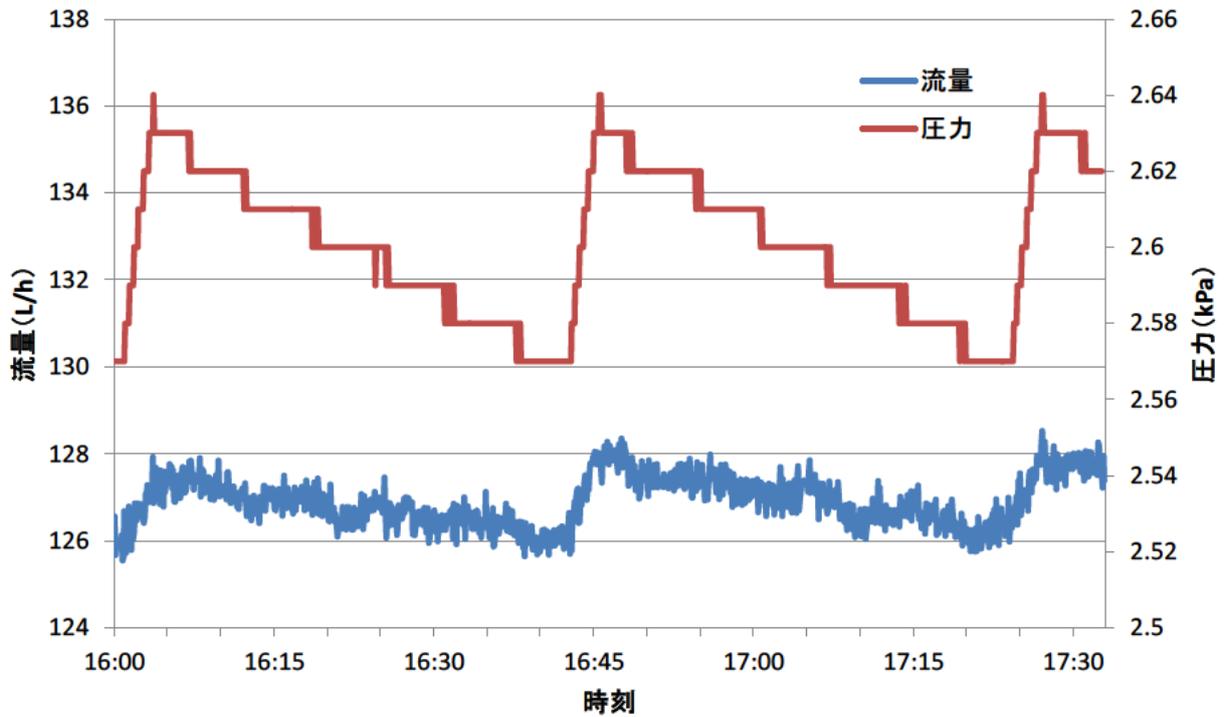
各調整器を順次取り付け約 1.5 時間程度一定流量のガスを流して、試作品においてデータを取得した。

◆結果

単段式調整器の場合

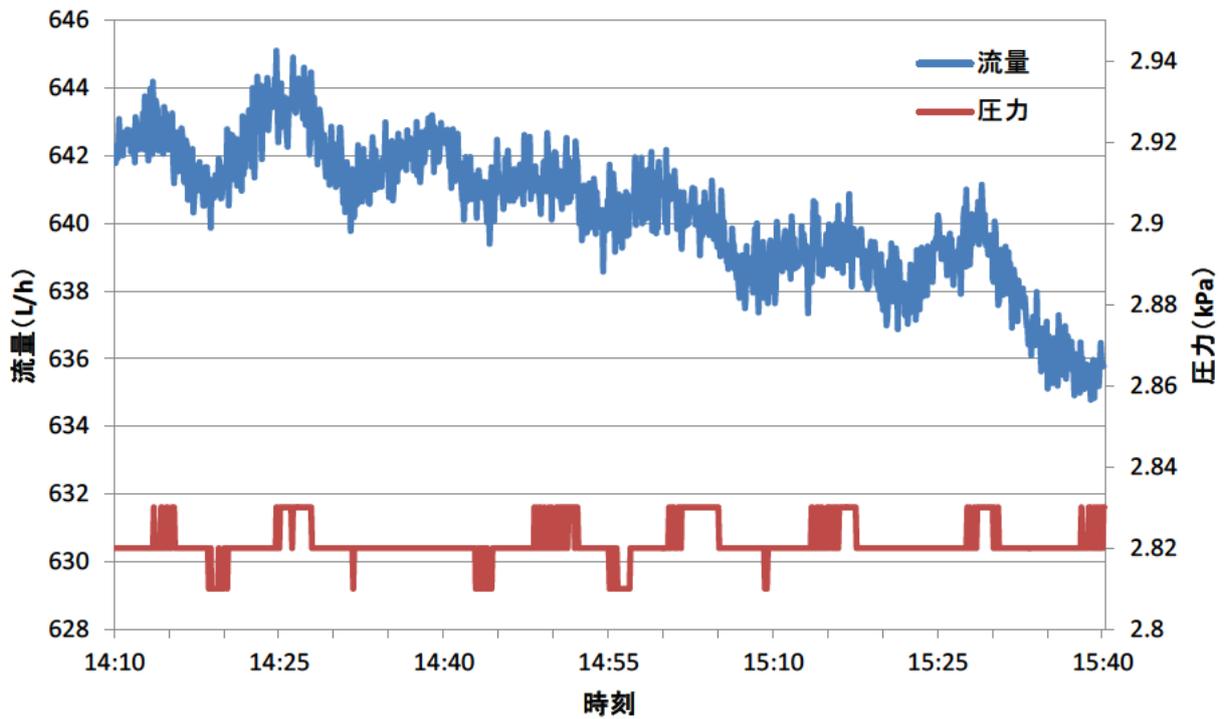


グラフ 7.1.1.6 流量と圧力の変動 (設定流量約 600L/h)

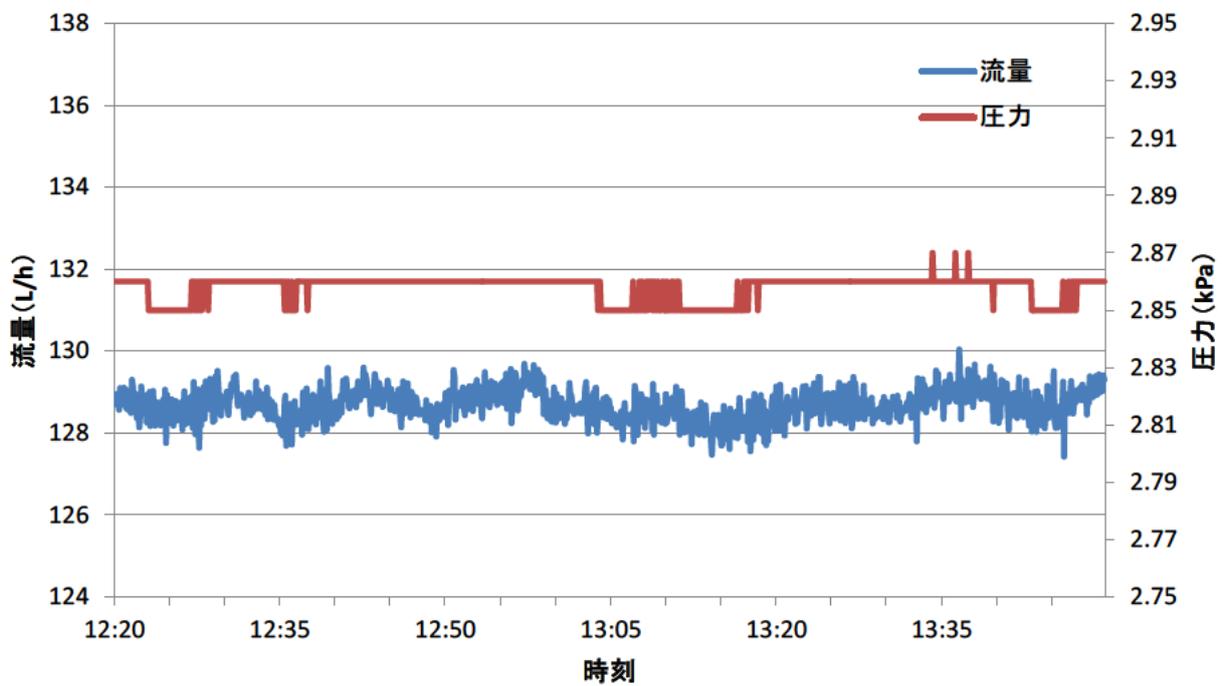


グラフ 7.1.1.7 流量と圧力の変動 (設定流量約 125L/h)

自動切替式一体型調整器の場合



グラフ 7.1.1.8 流量と圧力の変動（設定流量約 640L/h）



グラフ 7.1.1.9 流量と圧力の変動（設定流量約 130L/h）

◆コメント

- 単段式調整器の場合、圧力と流量は一定の周期で、同期して振動していることが分かる。
- 現行基準では指示圧力の記録タイミングまで指定されていないが、圧力値が上限、下限とも 2.3～3.3kPa の範囲内であるため、調整圧力は正常といえる。
- 流量が約 600L/h の時、圧力は約 0.07kPa、流量 9L/h の幅で振動している。その周期は 12 分程度である。
- 設定流量を 125L/h においては、周期が 40 分程度となり、圧力は 0.07kPa、流量は 2L/h 程度の幅となった。
- 圧力及び流量の振動の原因は調整器上流部の圧力変化が原因と考えられる。モデル配管設備はコンプレッサーで圧縮空気を供給しており、0.9MPa～0.5MPa 程度の範囲において圧力を維持する制御になっている。そのため、コンプレッサーの圧力タンクが 0.5MPa よりも下がるとコンプレッサーが作動し圧力が 0.9MPa まで上がるためであると考えられる。
- 一方で、同設備を使用した自動切替式一体型調整器によって圧力と流量を確認すると、圧力と流量の振動は見受けられない。特に圧力は 2.8kPa 程度で安定している。
- 自動切替式一体型調整器が単段式調整器よりも上流部の圧力変化の影響を受けにくく、安定して圧力を調整することが可能な理由は、調整器内部の構造の違いが考えられる。単段式調整器が 1 段階で減圧調整を行うのに対して、自動切替式一体型調整器は 2 段階で行うため、より安定した圧力を維持することが可能となる。
- なお、自動切替式一体型調整器は調整圧力が 2.8kPa 程度で安定しているため、燃焼器入口圧力 2kPa を維持する際に、下流部の圧力損失を考慮した場合においても、判定に有利であることが分かる。
- 以上のことから、調整器の種類による圧力と流量に関する特性の違いを把握できた。試作品の求められた性能を満足している。

7.1.1.3 まとめ

- 市販されている超音波式マイコンメータにより計測されたデータ（日時、配管内圧力、ガス流量）を保存が可能であることを確認した。
- マイコンメータに搭載されている通信インターフェースである Uバスが使用できたことを確認した。
- データ記録周期が 5 秒で記録可能であることを確認した。
- 5 秒の周期での計測し、ガス流量と圧力を同時に記録しているため、調整圧力と閉そく圧力を確認することが可能である。
- 点検システムの試作品により記録されたデータを確認したところ、メータ入口圧力に圧力計を設置して計測していることと同等の性能データであることを確認した。
- 調整圧力と閉そく圧力の確認方法については、記録データをそのまま確認することで基準に適合していることを判定できることがわかった。
- 燃焼器入口圧力については、試作品がメータ入口圧力を測定していることから、圧力測定箇所が異なり無視することが出来ない圧力損失が発生することも考えられる。そのため、点検システムで記録したデータにより基準適合を判定するためには、メータから燃焼器までの圧力損失等を考慮した判定方法の検討が必要となる場合がある。

7. 2 配管内圧力の調査

7.2.1 配管内圧力等計測調査

(1) 概要

(要求仕様)

2) 配管内圧力の調査

①配管内圧力等計測調査

LPガス配管内の圧力データ等を収集し、配管長、配管径、ガス流量、圧力損失等の条件による影響について調査・検討する。例えばLPガス配管設備における燃焼器の入口圧力や調整器の出口圧力等の計測を行い、配管長やガス流量等の様々な条件による影響について調査・検討する。

(2) 背景・課題

LPガス配管設備は設置先で使用される燃焼器等の各設置先条件を勘案して設計されるため、配管長、配管径等の違いがある。LPガス配管設備における圧力を計測箇所の違い（例えば燃焼器入口圧力と調整器出口圧力等）の関係は配管長等の違いの影響を大きく受けることとなる。新たな点検システムでは、一箇所の計測により点検を行うことを想定しているため、配管長、配管径、ガス流量、圧力損失等の違いによる圧力計測結果への影響を把握しておく必要がある。

(3) 実施内容

LPガス配管設備を模したモデル配管設備を構築して、配管径、配管長、ガス流量等の様々な条件による配管内圧力等のデータ計測を行う

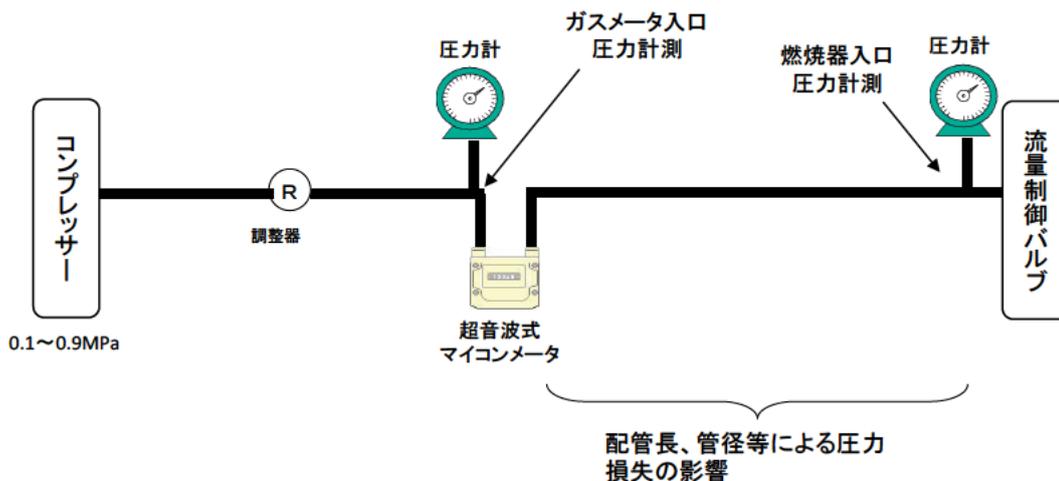


図 7.2.1.1 モデル配管設備の概要

(計測項目)

(a) ガスメータ入口圧力と燃焼器入口圧力の計測

● 計測条件

- ① 配管長
1m～10m程度
- ② 配管径
20A
- ③ ガス流量
～1800L/h (24号給湯器相当)

(検討項目)

調整器出口圧力と燃焼器入口圧力を比較することにより、実際のLPガス配管の実態等を考慮した際に保安レベルに与える影響を検討する。(計測値差が誤差の範囲と考えられる程度なのか、または補正することで対応できるのかなど。)

(5) 計測方法

モデル配管設備を使用して流量制御バルブにより配管からガスを任意の流量で流した場合の、各測定点に設置した圧力計で圧力値を計測し、圧力損失に関するデータを取得する。

◆ 手順

- ① LPガス配管モデルにおいて空気を使用して通常の使用状況をつくる。
- ② 流量制御バルブにより任意のガス流量を設定する。
- ③ 各点に設置した圧力計の値を記録する。
- ④ ガス流量設定を変更して圧力測定を繰り返す。

◆ 使用したマイコンメータ

膜式マイコンメータ (S型) : 1台

超音波式マイコンメータ (E型) : 1台

◆ 使用した調整器 : 単段式 6kg タイプ

◆ 使用した圧力計

デジタルマノメータ

測定レンジ : 0～10kPa

分解能 : 0.0001kPa

◆使用した設備

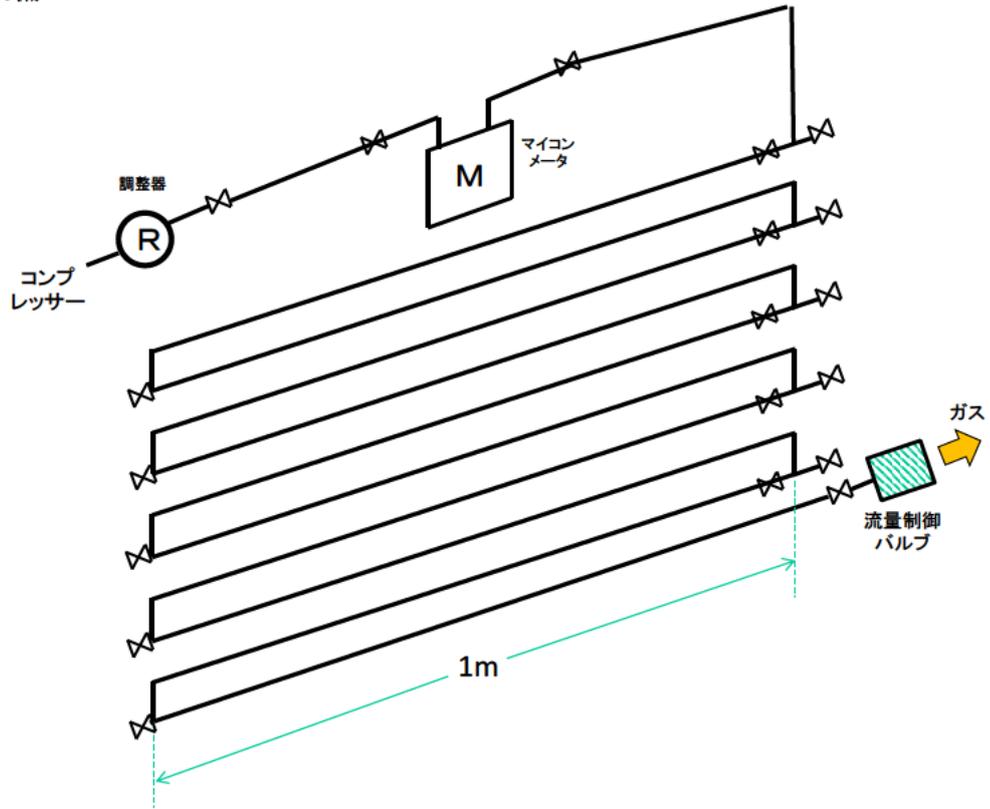


図 7.2.1.2 モデル配管設備

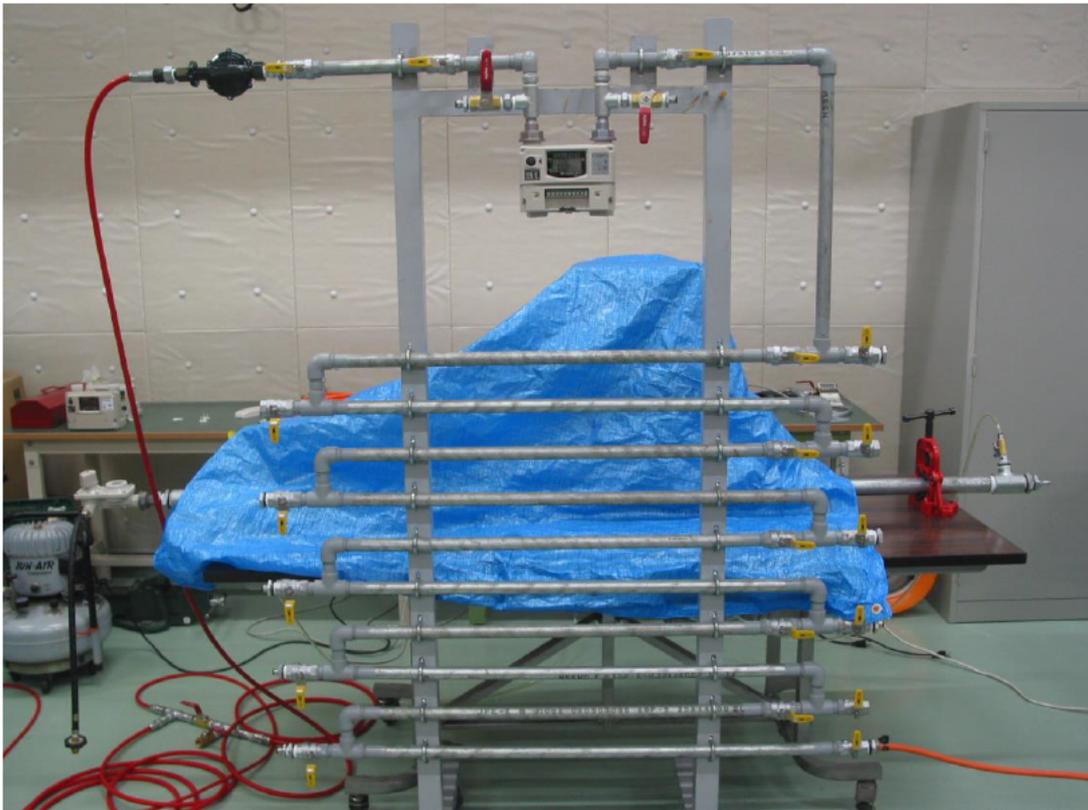


写真 7.2.1.1 モデル配管設備

(6) 実施結果

(a) ケース 1 (メータの圧力損失)

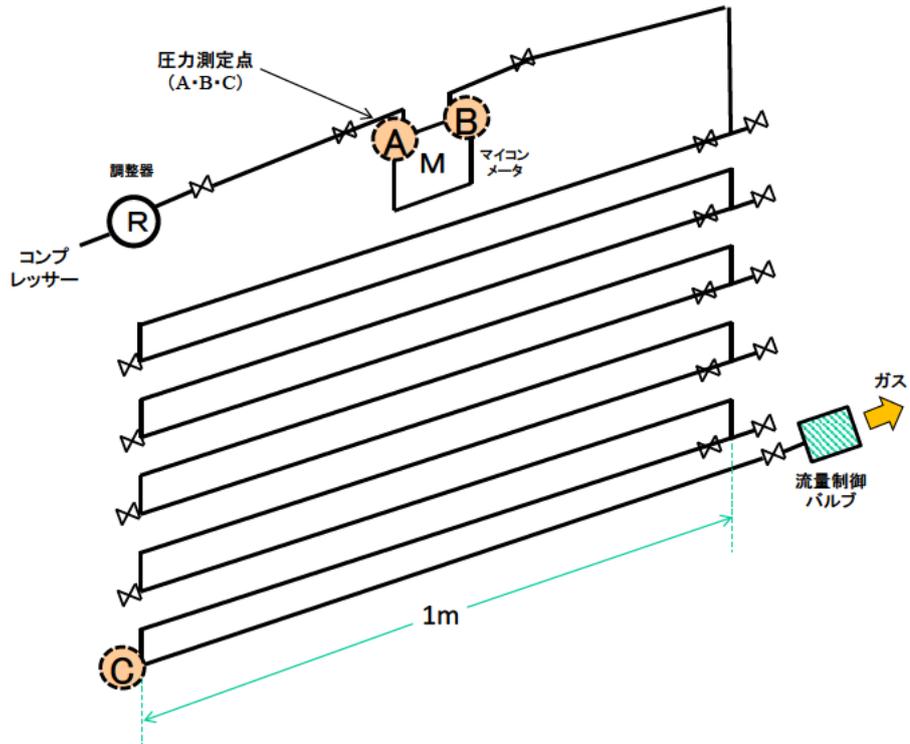
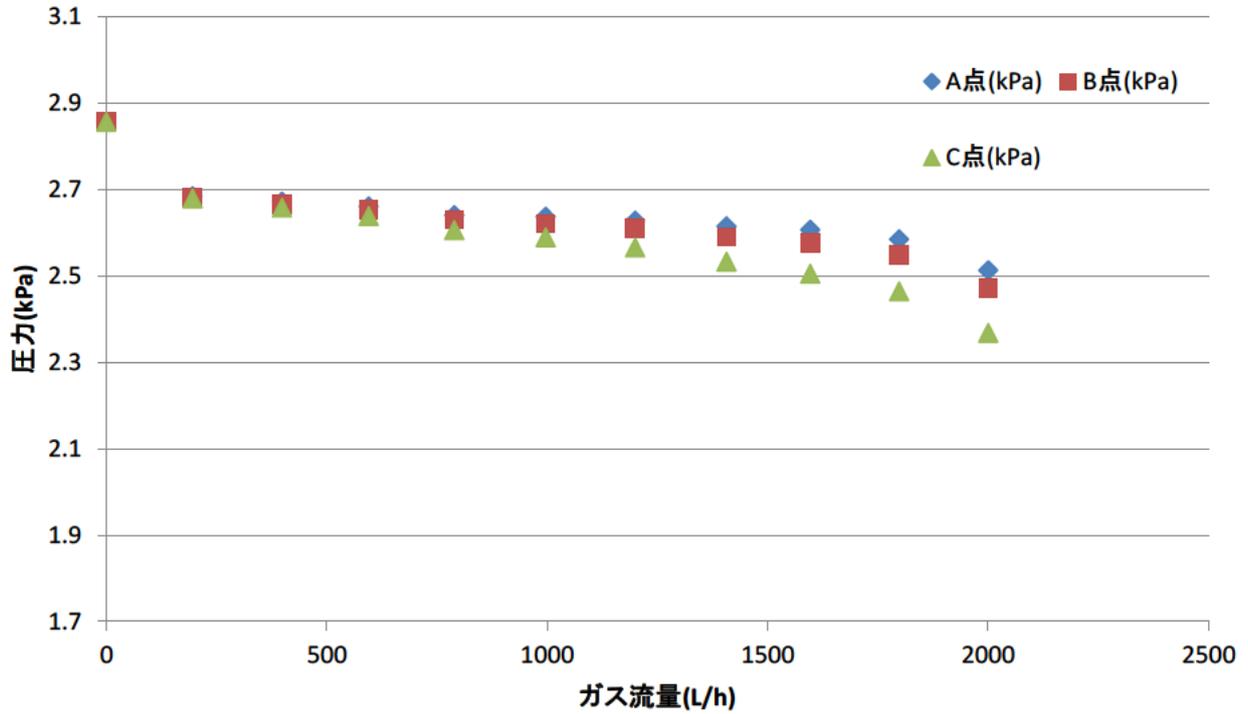


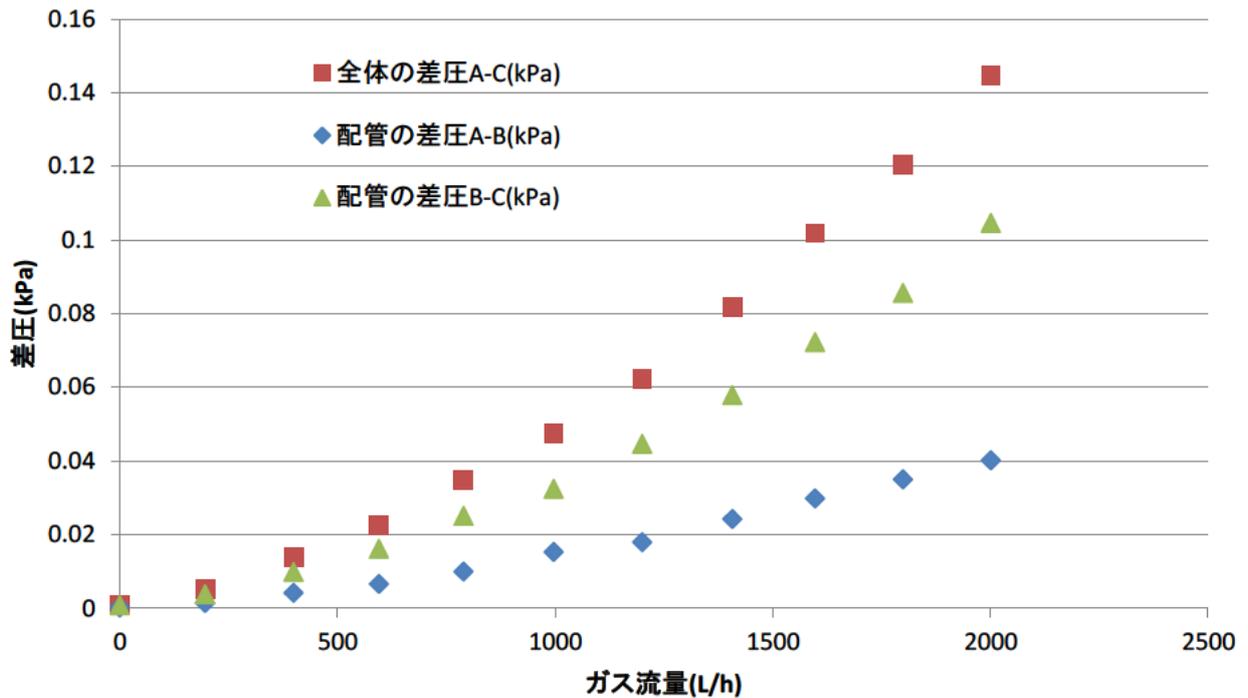
図 7.2.1.3 圧力測定ポイント

流量制御バルブで 0~2000L/h 範囲でガス流量を変化させて、A、B、C 点の圧力を計測した。
($Re=2069$ 2000L/h の時) (気温 25°C、湿度 23%、配管表面温度 25°C)

(i)超音波式マイコンメータの場合

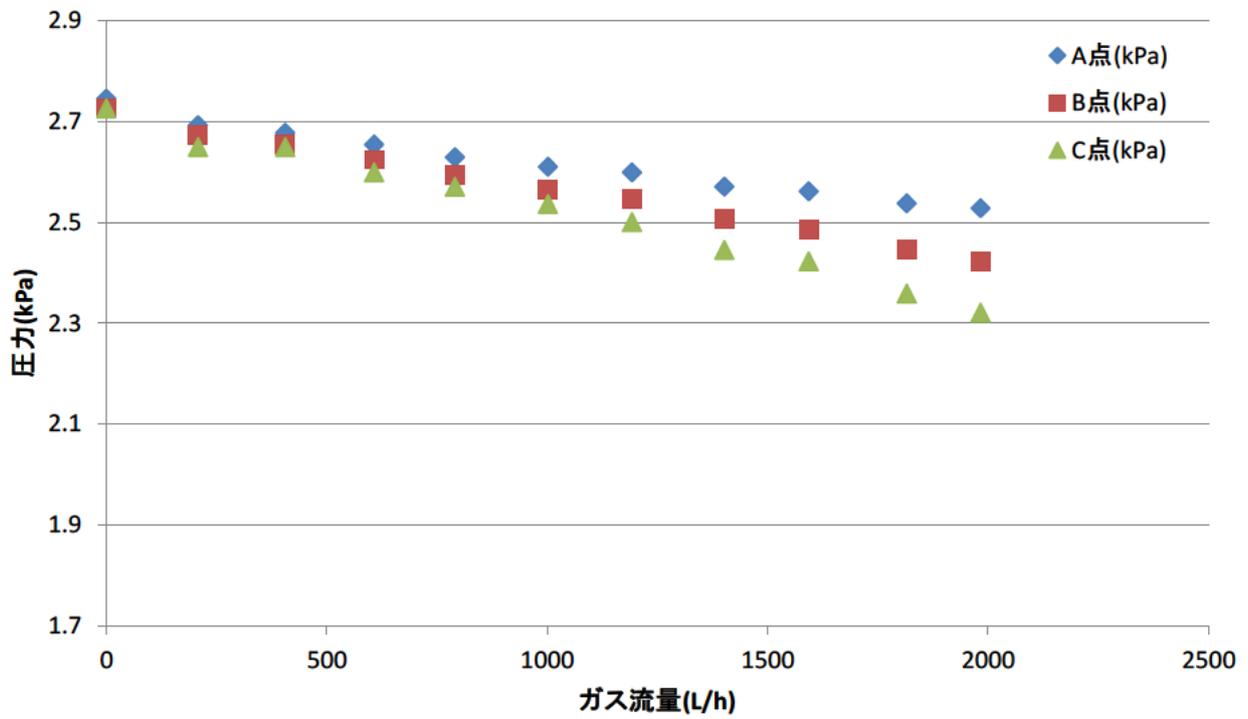


グラフ 7.2.1.1 圧力測定結果（超音波式マイコンメータ）

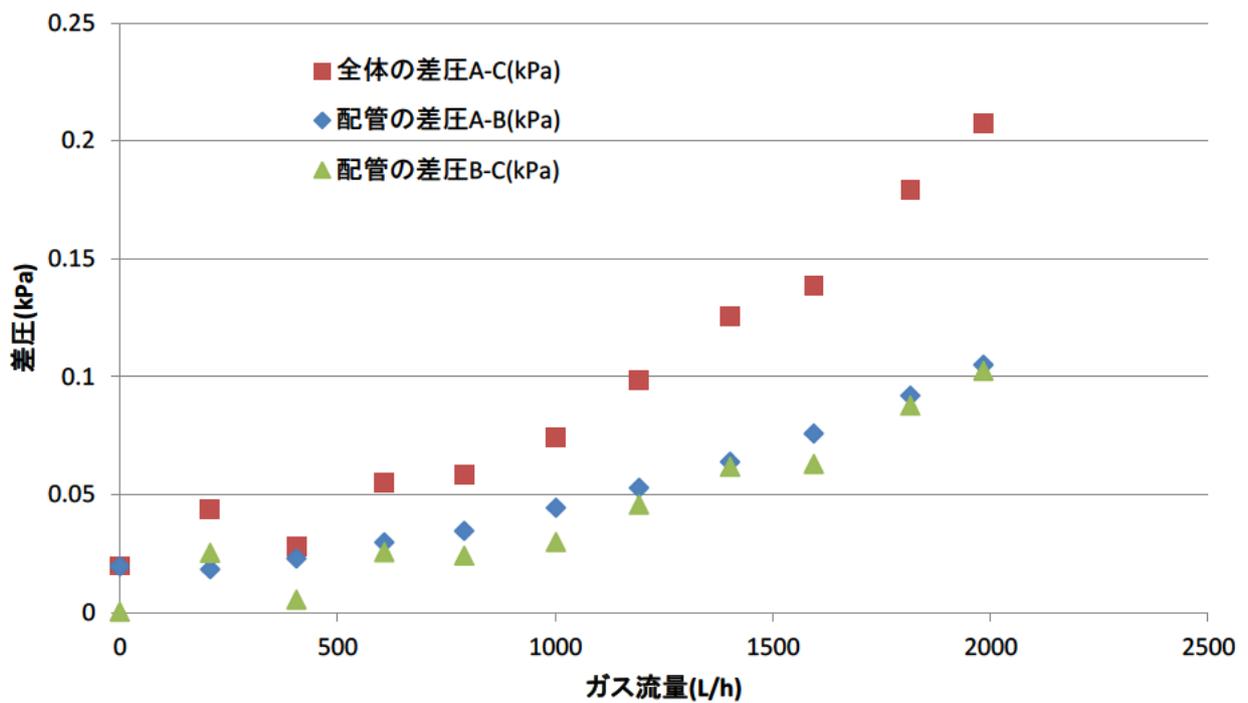


グラフ 7.2.1.2 A、B、C 点の差圧

(㊦)膜式マイコンメータ



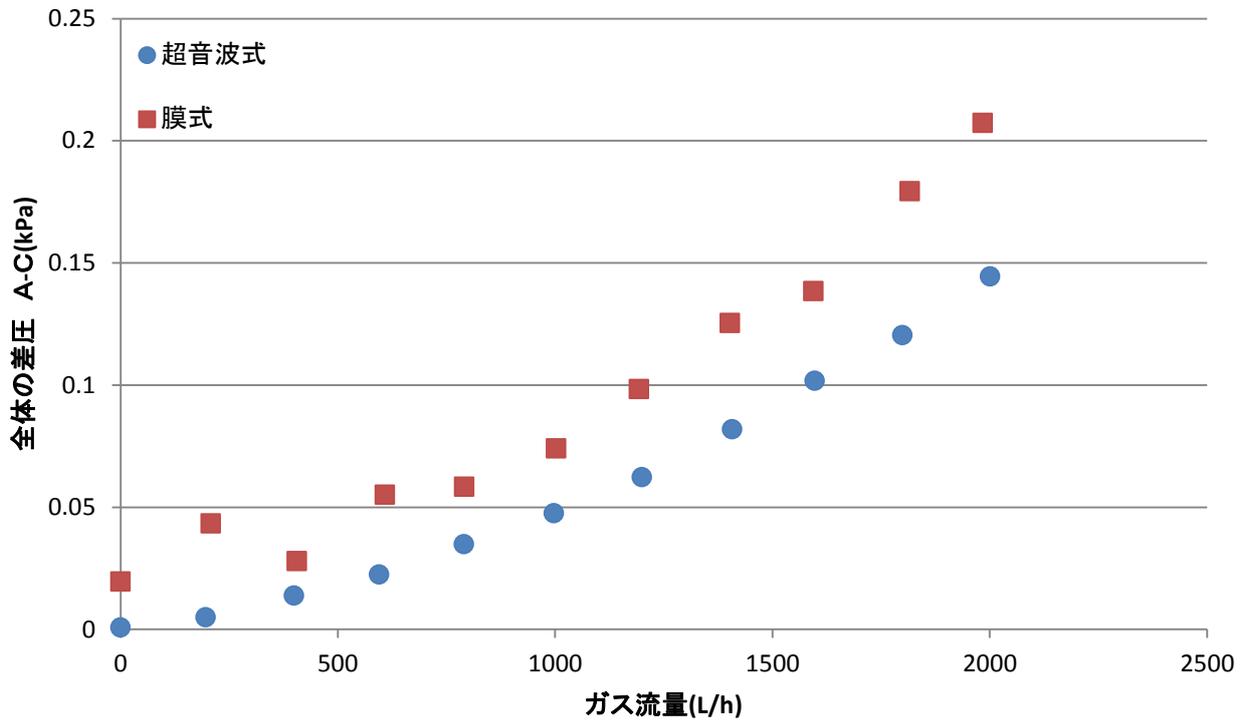
グラフ 7.2.1.3 圧力測定結果（膜式マイコンメータ）



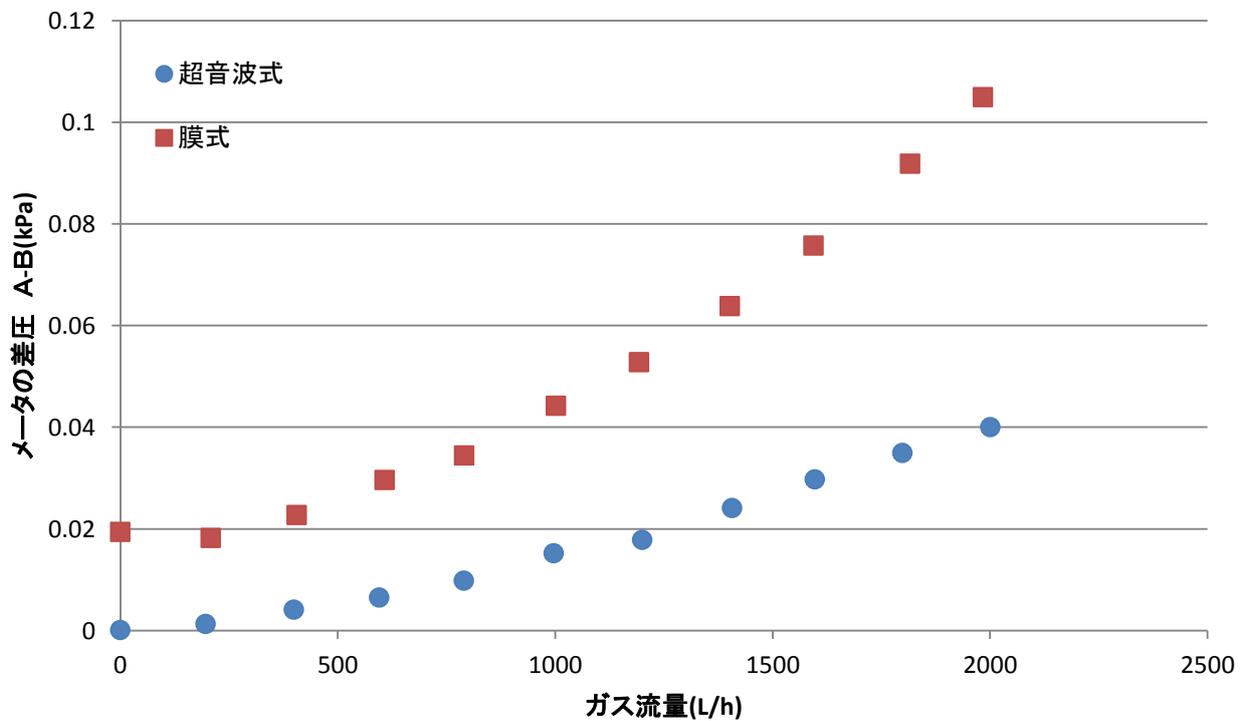
グラフ 7.2.1.4 A、B、C 点の差圧

(ハ)考察

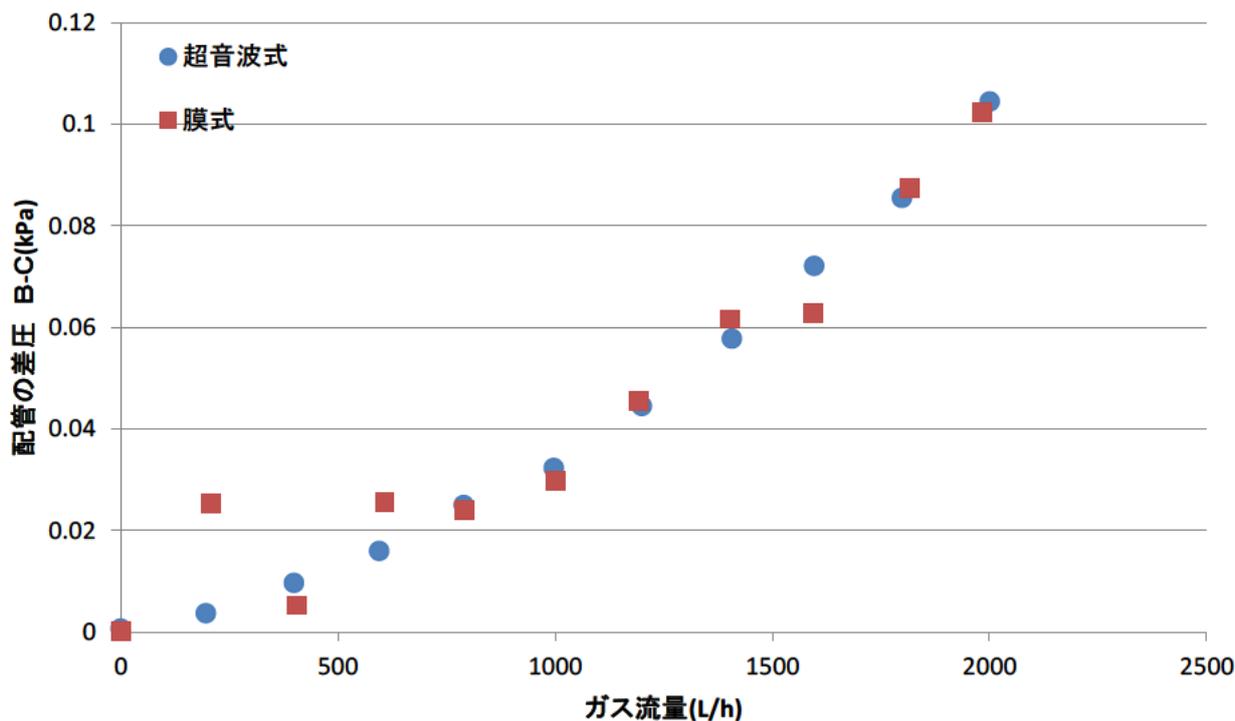
超音波式マイコンメータと膜式マイコンメータの場合の差圧を比較すると以下の通り。



グラフ 7.2.1.5 超音波式と膜式の比較 (全体)



グラフ 7.2.1.6 超音波式と膜式の比較 (メータの差圧)



グラフ 7.2.1.7 超音波式と膜式の比較（配管の差圧）

◆コメント

モデル配管設備を使用して、マイコンメータを超音波式と膜式の2種類を取り替えて各地点の圧力を計測した。

- グラフ 7.2.1.1 及びグラフ 7.2.1.3 から流量が大きくなると各点の圧力が下がることが分かる。また、各点の圧力は流れの下流ほど下がる。（圧力損失が大きくなるため）
- グラフ 7.2.1.2 とグラフ 7.2.1.4 から
全体の差圧（圧力損失） ≒ メータの差圧 + 配管の差圧 であることが分かる。
- グラフ 7.2.1.7 で配管部の差圧がほぼ等しいので、全体の差圧の違いはメータの差圧の違いが原因であることが分かると共に、計測の再現性も確認出来る。
- 各メータの圧力損失は、グラフ 7.2.1.6 から流量が 2000L/h 程度で、膜式で約 0.105kPa、超音波式で約 0.04kPa であった。（空気の場合）

(二)メータ上流部の圧力損失が大きい場合

マイコンメータ上流部（調整器からマイコンメータ間）の圧力損失が大きい場合の計測結果を以下に示す。

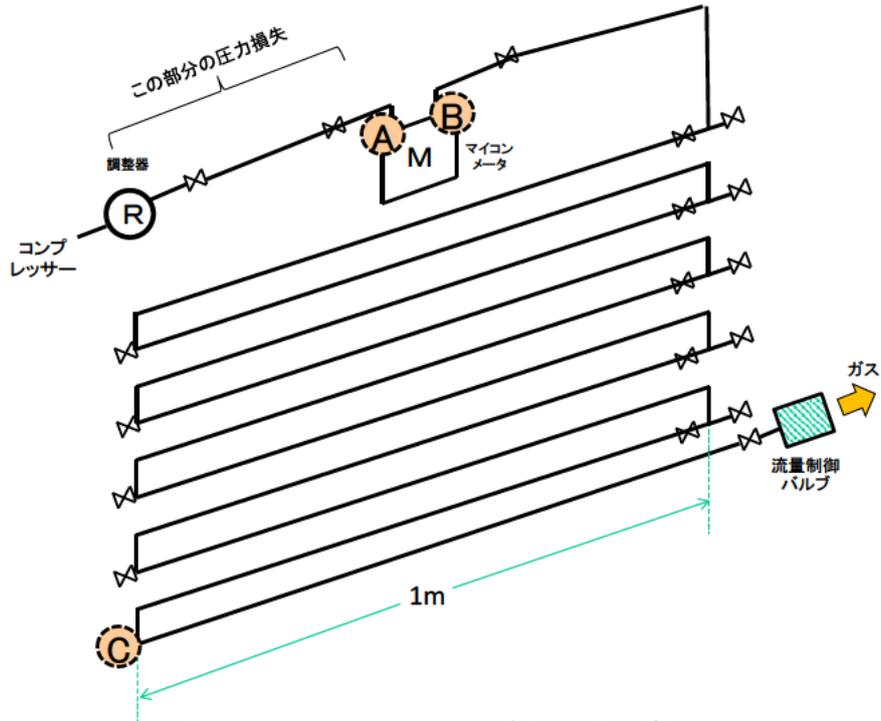
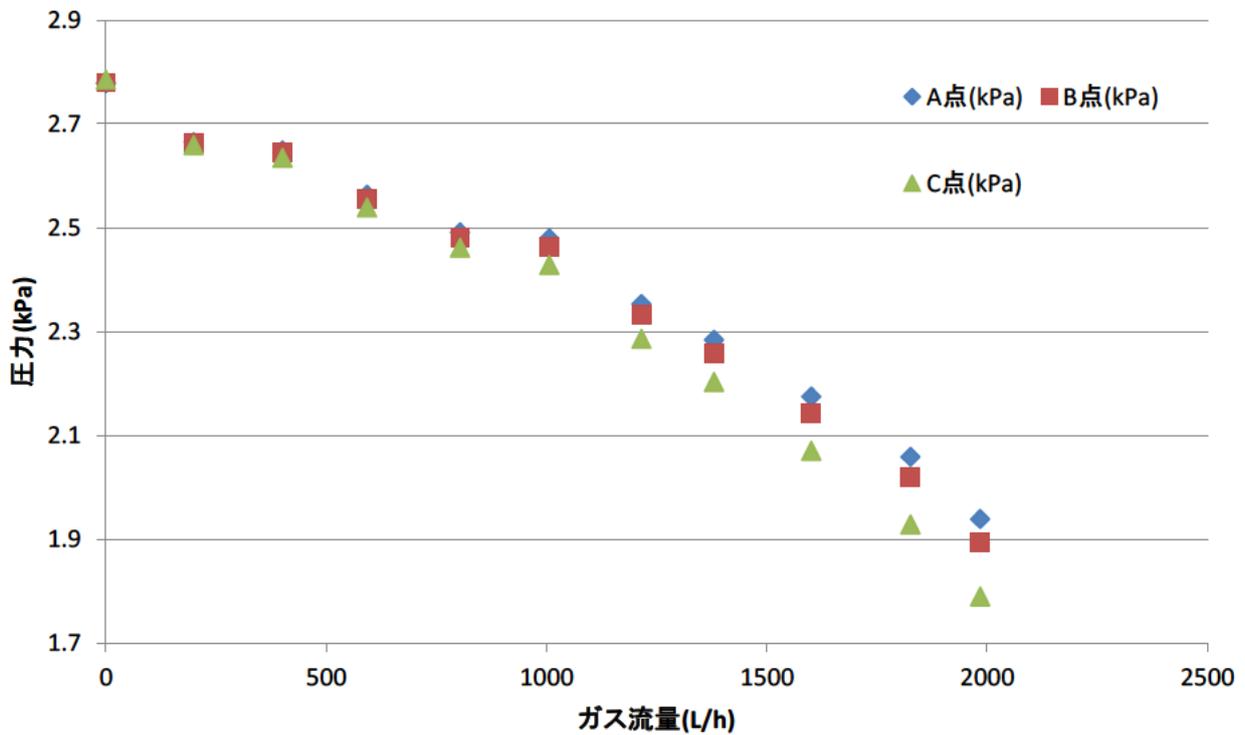
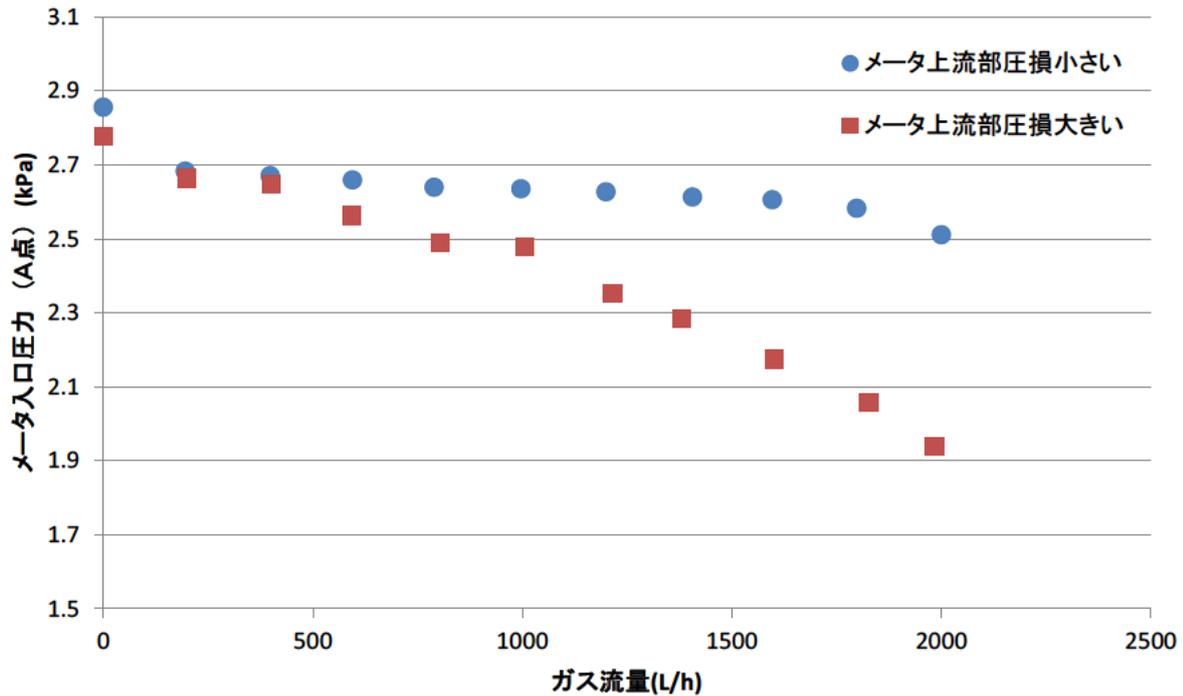


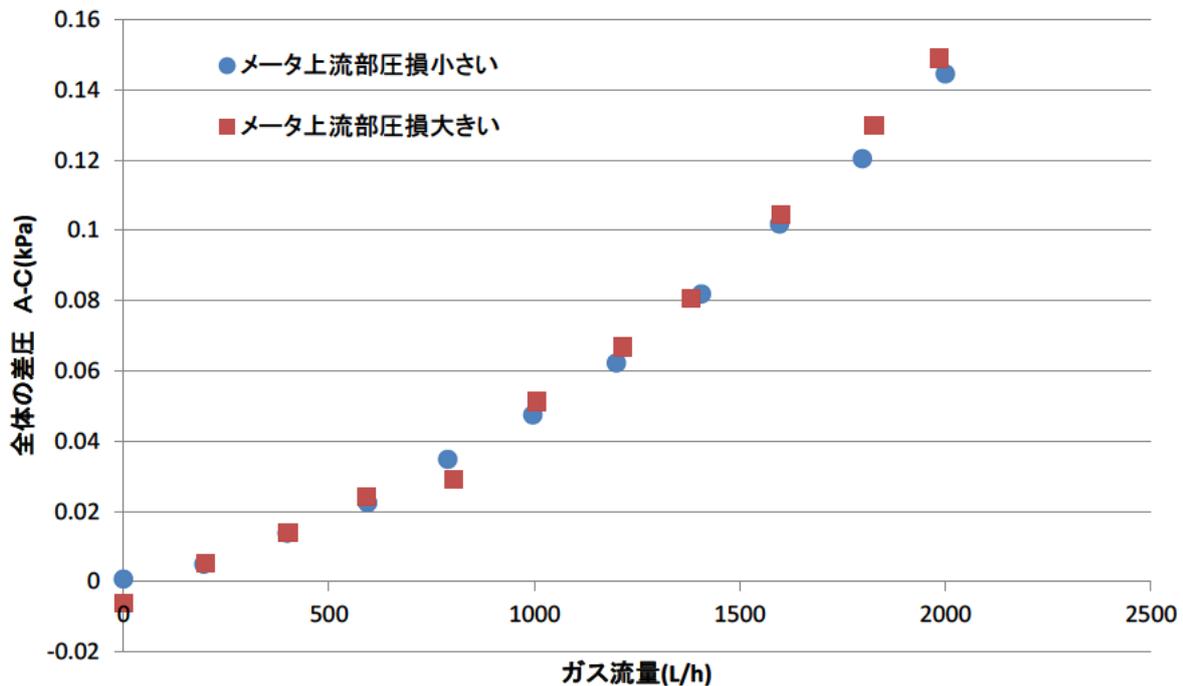
図 7.2.1.4 メーター上流部の圧力損失



グラフ 7.2.1.8 圧力計測結果（上流部圧損が大きい場合）



グラフ 7.2.1.9 圧力損失が大きい場合（改善前）との比較



グラフ 7.2.1.10 差圧の比較

◆コメント

マイコンメータ上流部の圧力損失が大きい場合に、マイコンメータ下流部への影響についてデータ収集を行ったところ、メータ入口圧力（A点）よりも前の圧力損失が大きい場合、A点における圧力は下がるものの、A～C点間の圧力損失に影響は無いことが分かる。

(b) ケース 2 (配管の圧力損失)
管径 20A の場合

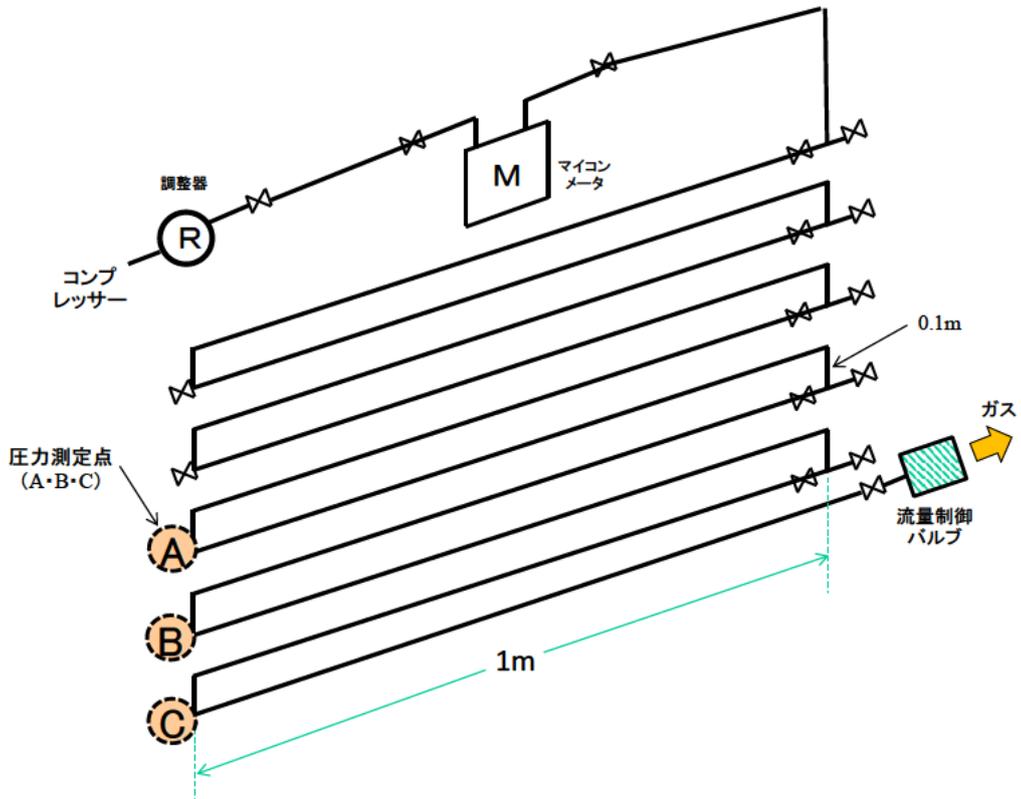
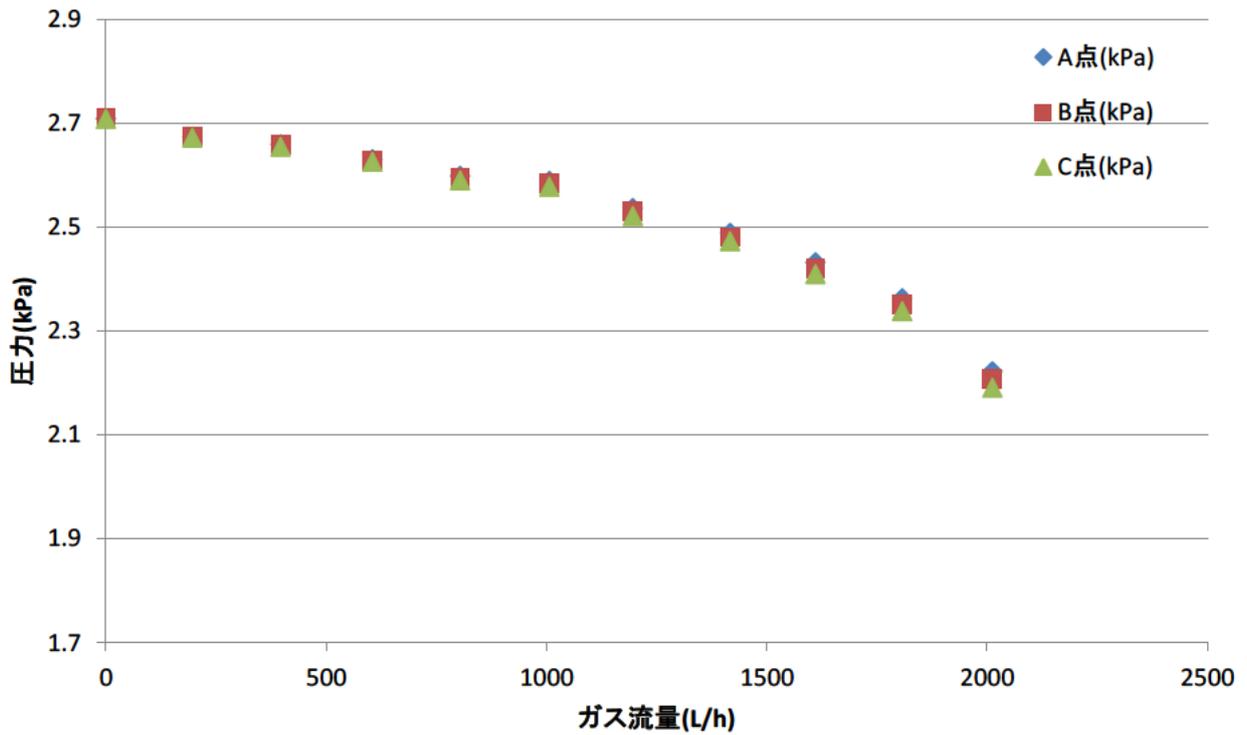
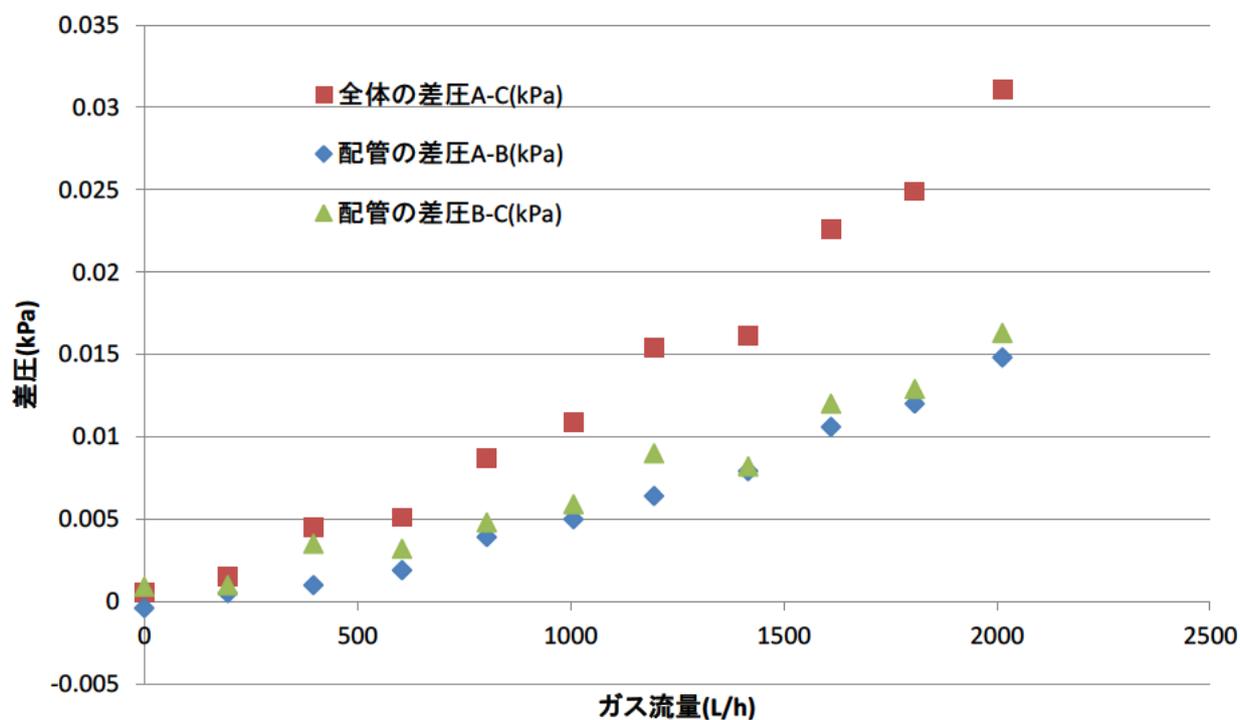


図 7.2.1.5 圧力測定ポイント



グラフ 7.2.1.11 圧力測定結果



グラフ 7.2.1.12 差圧の比較

◆コメント

モデル配管設備を使用して、配管の同じ条件部分の圧力損失に関するデータを収集した。

- A～B間とB～C間は同一の配管損失条件となっている。管径 20A、長さ 2.2m、曲がり 2箇所、ティー2箇所、バルブ 1箇所
- グラフ 7.2.1.12 から流量 2000L/h の時、何れの区間も 0.015kPa 程度の圧力損失である。
- 計測結果から、圧力損失について、A～B間とB～C間はほぼ等しい圧力損失であり、全体の差圧はそれらの和であることが分かる。

管径 32A の場合

ケース 2 の条件で管径を 32A のモデル配管を使用して計測。(Re=1313 2000L/h の時)

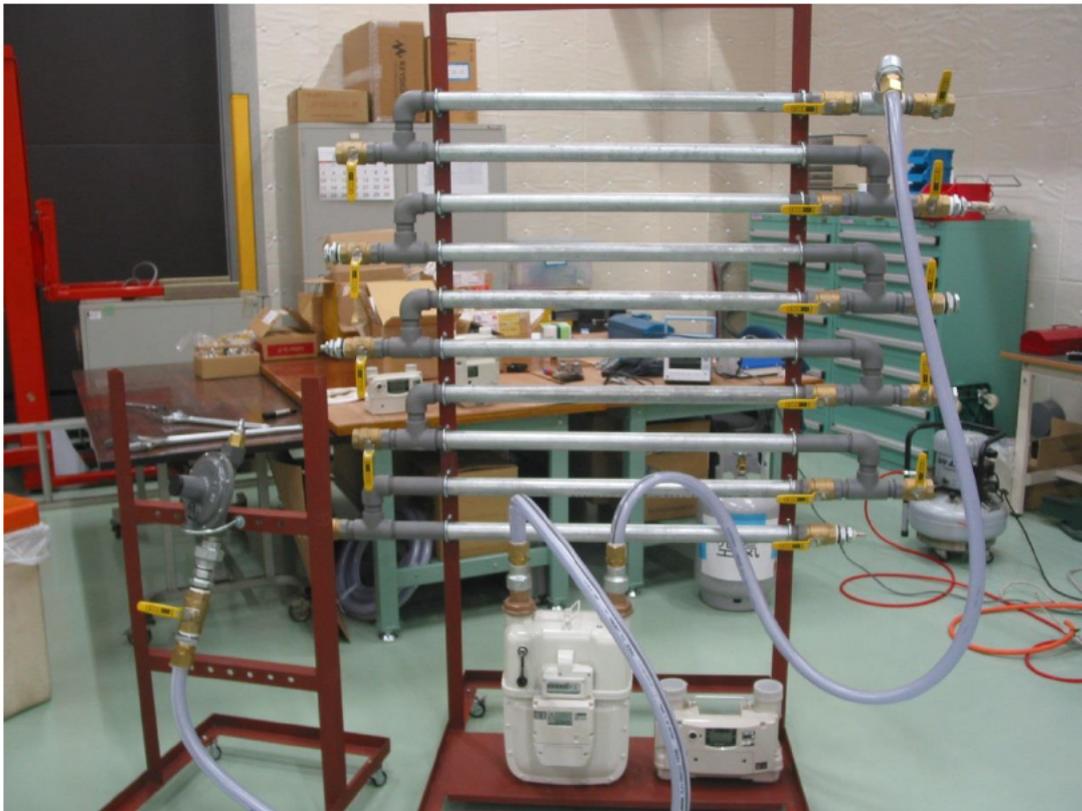
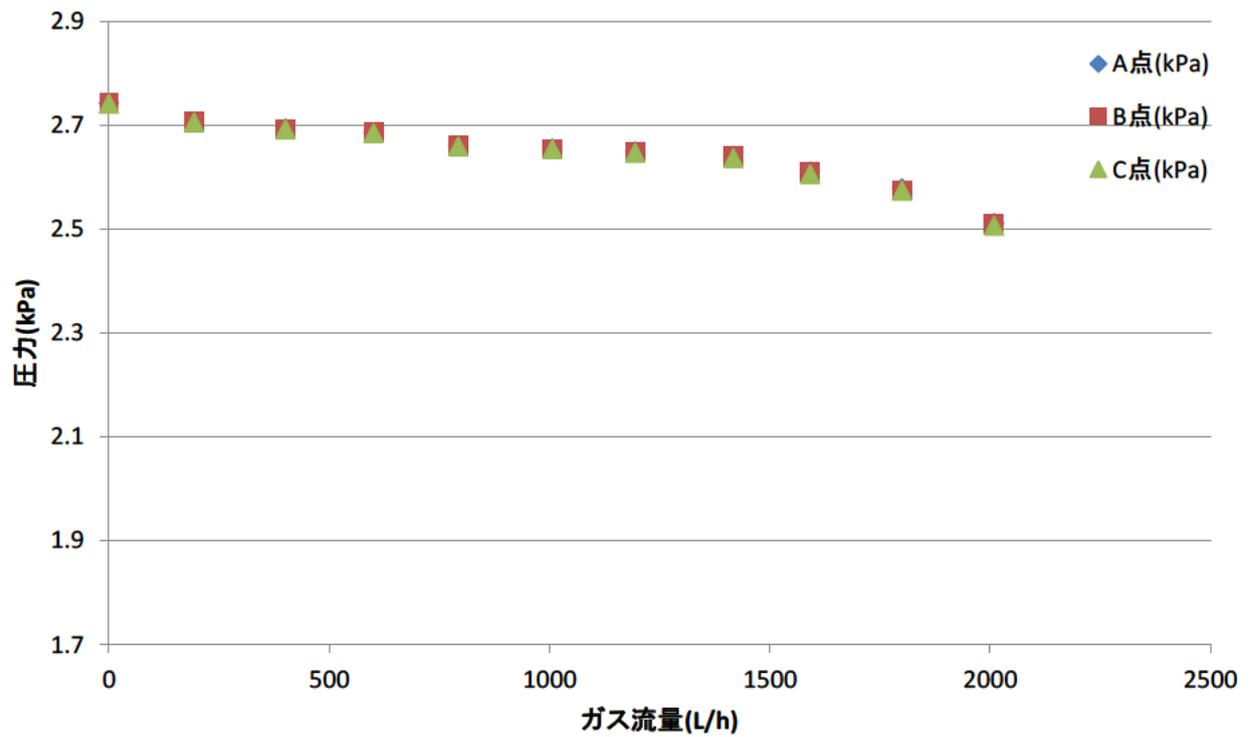
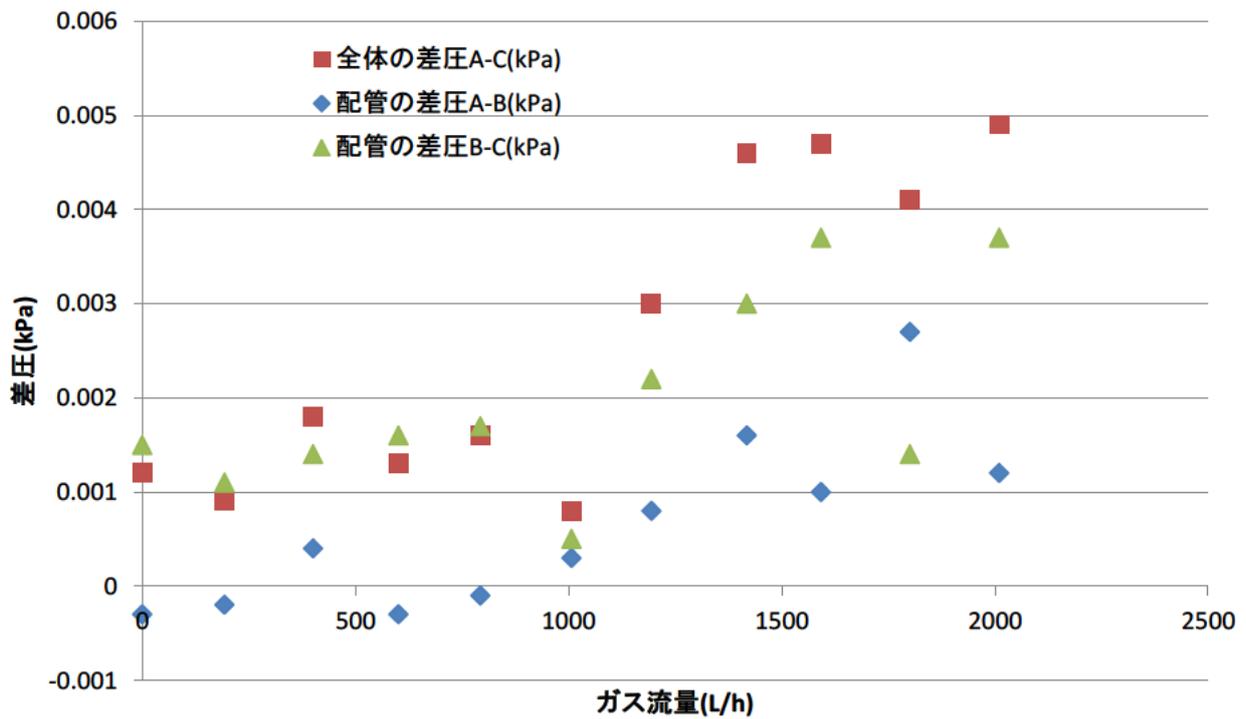


写真 7.2.1.2 モデル配管設備 (管径 32A)

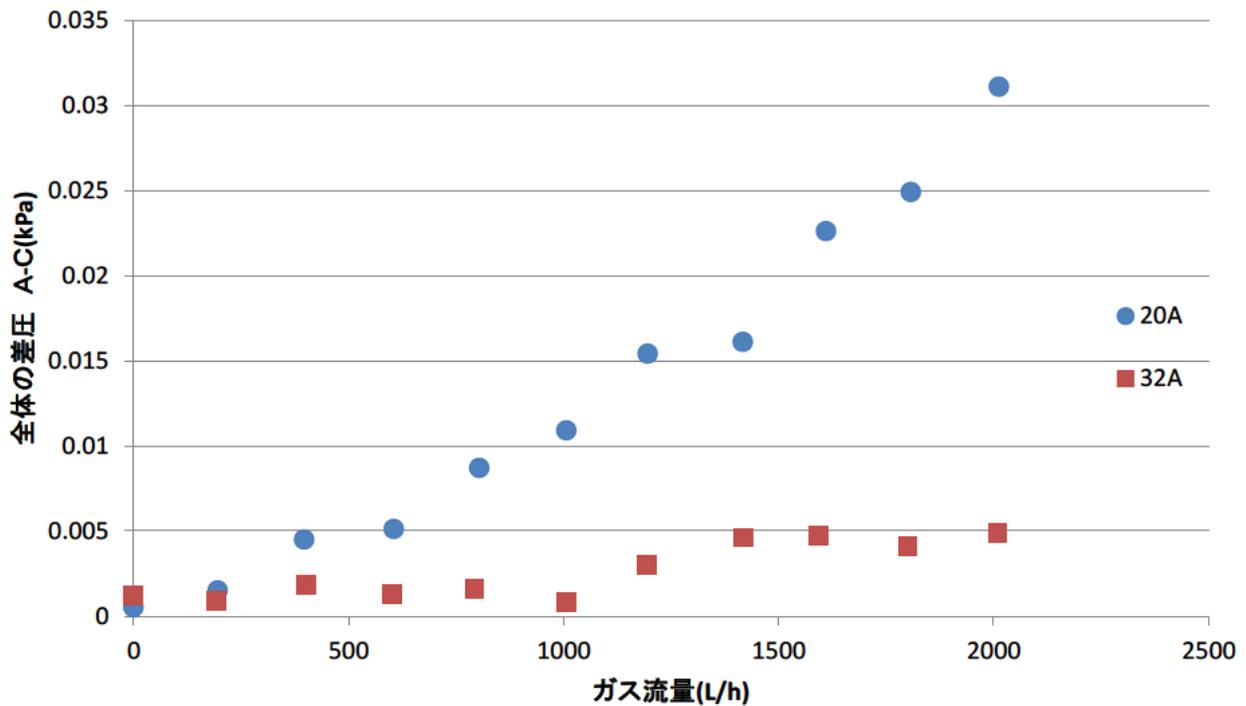


グラフ 7.2.1.13 圧力測定結果

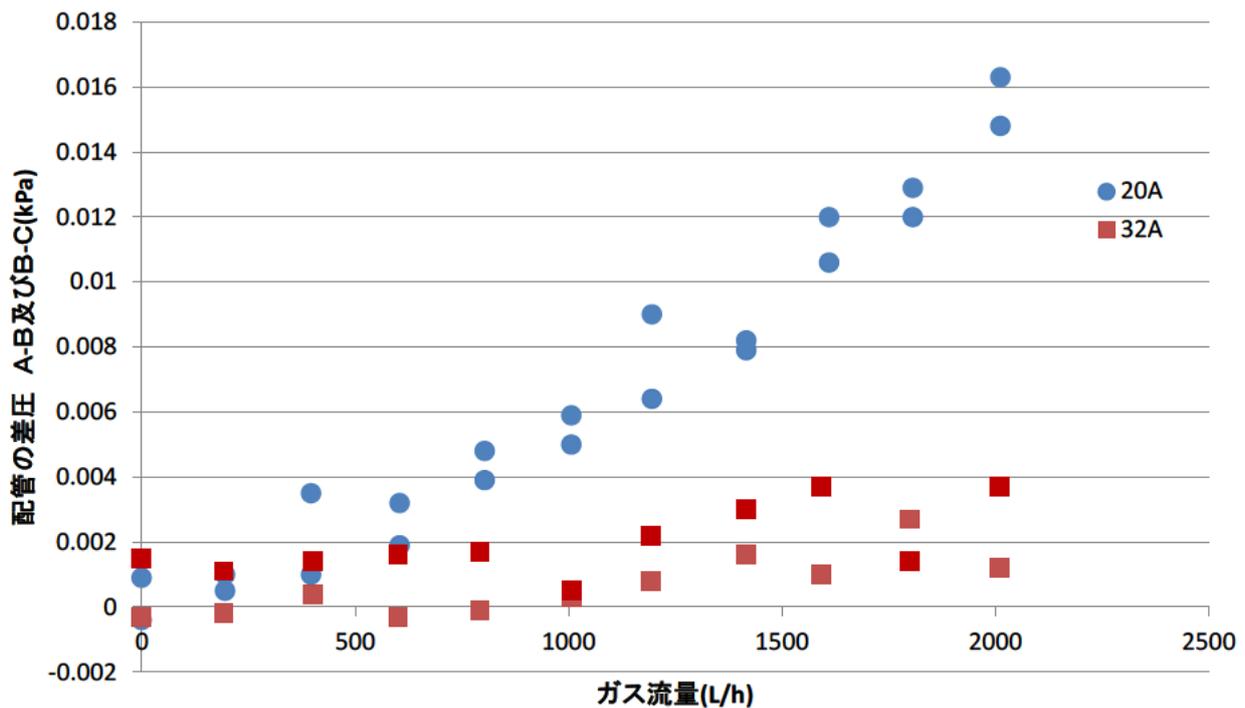


グラフ 7.2.1.14 差圧の比較

20A と 32A の比較



グラフ 7.2.1.15 管径別の差圧比較 (A~C間)



グラフ 7.2.1.16 管径別の比較

◆コメント

同条件の場合における、配管径の違いによる影響を検討するためのデータ収集を行った。

- グラフ 7.2.1.16 から、管径が 32A の場合、流量が 2000L/h の時であっても長さ約 2 m で 0.003kPa 程度の圧力損失であり、20A の 0.015kPa に比べて小さい。
- A-B 間と B-C 間は同じ条件であるから、何れの管径でも計測値がほぼ同じ結果を示しており、再現性が見受けられる。
- 計測結果から、20A と 32A の管径の違いが配管設備の圧力損失に大きく影響することが分かる。

(c) ケース 3

◆ 管径 20A の場合

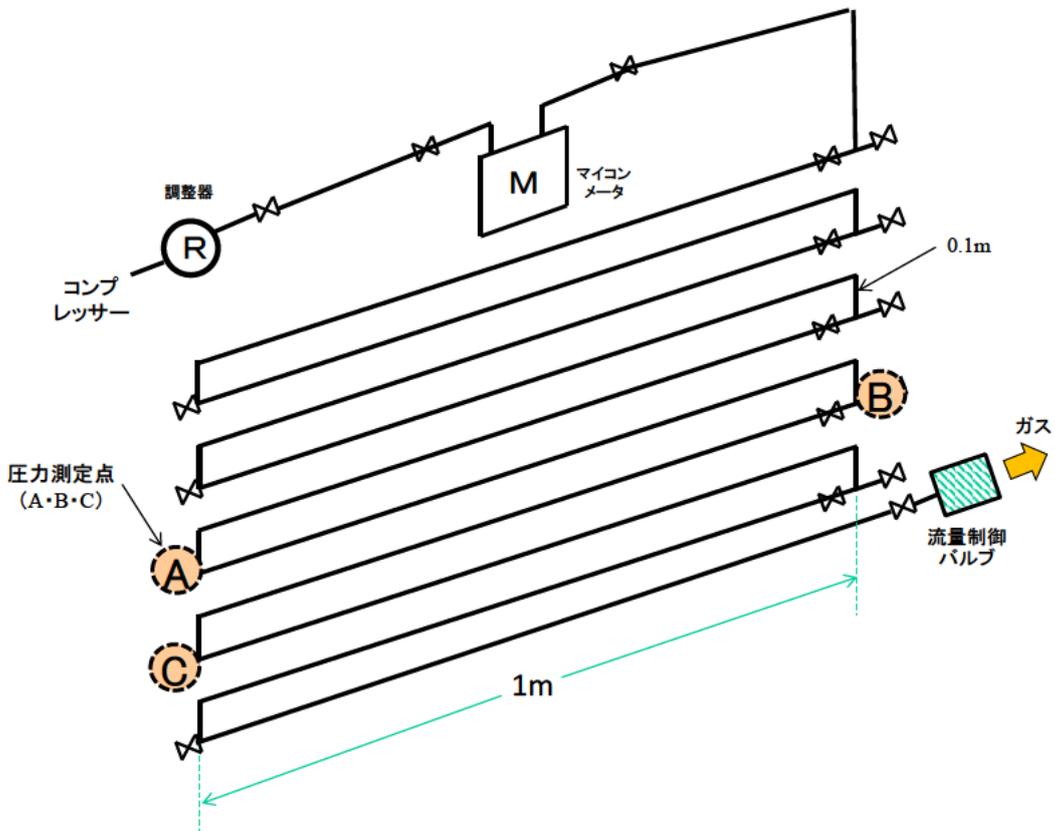
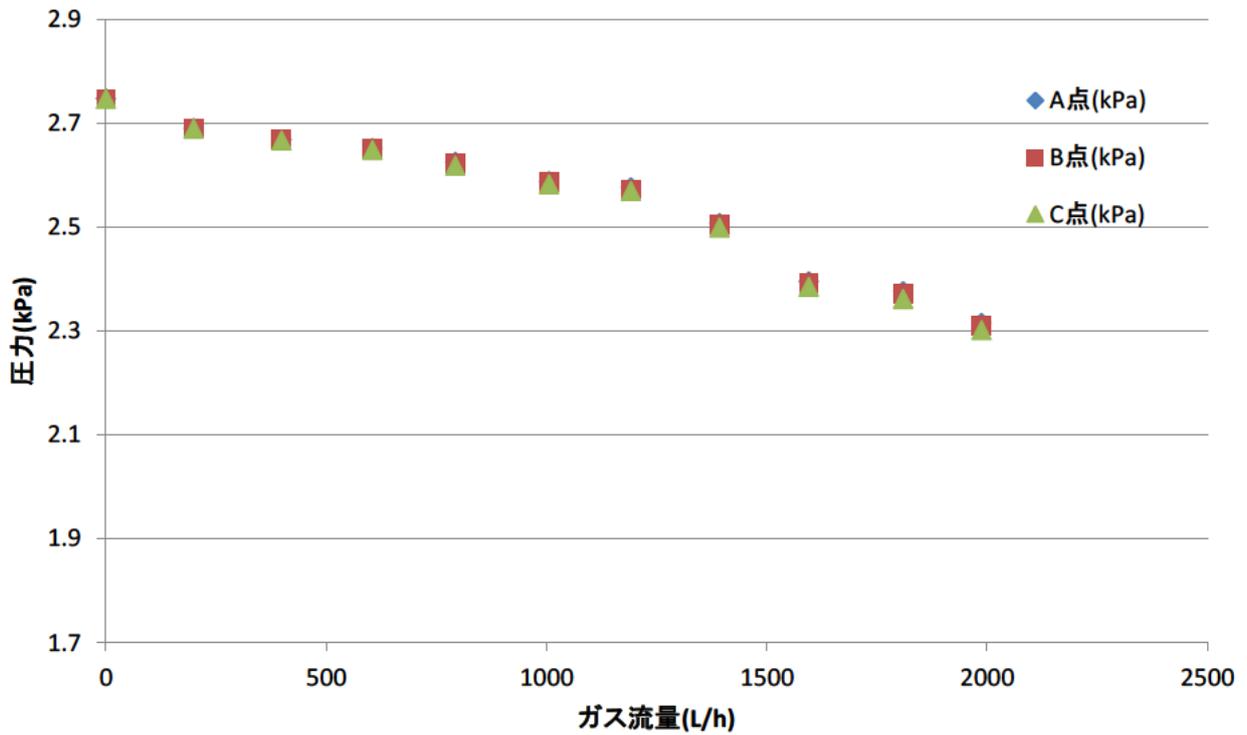
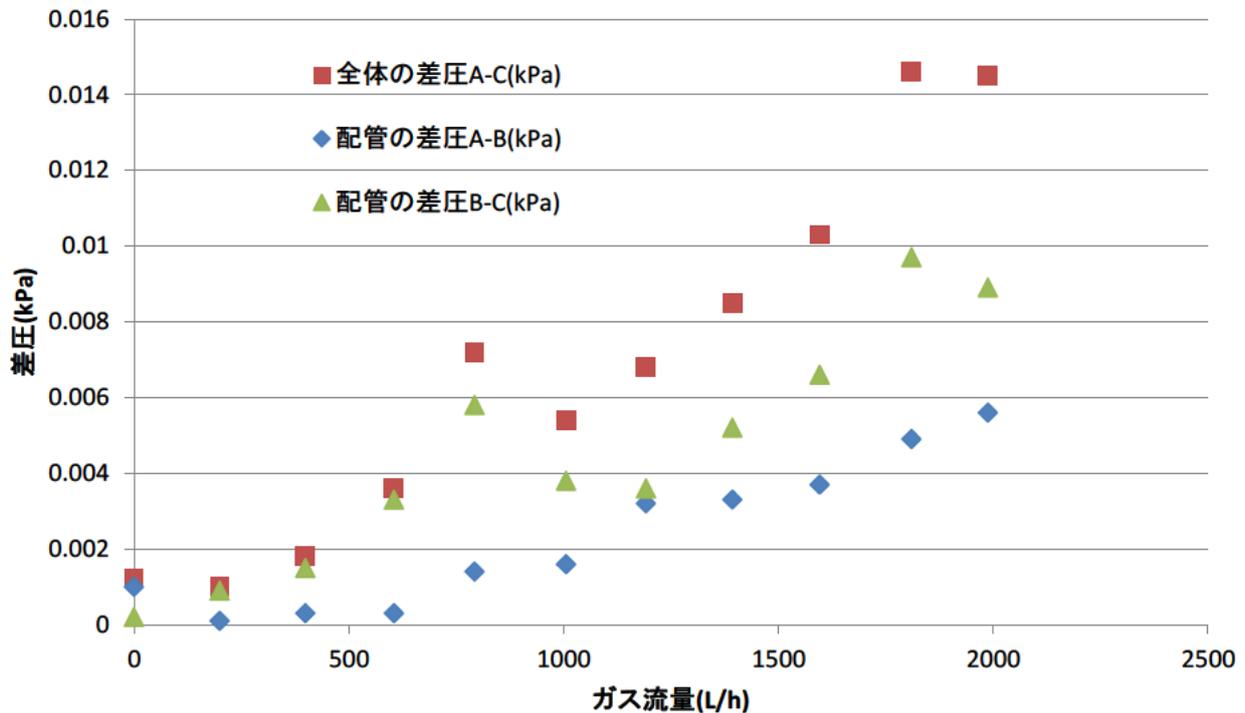


図 7.2.1.6 圧力測定ポイント



グラフ 7.2.1.17 圧力測定結果



グラフ 7.2.1.18 差圧の比較

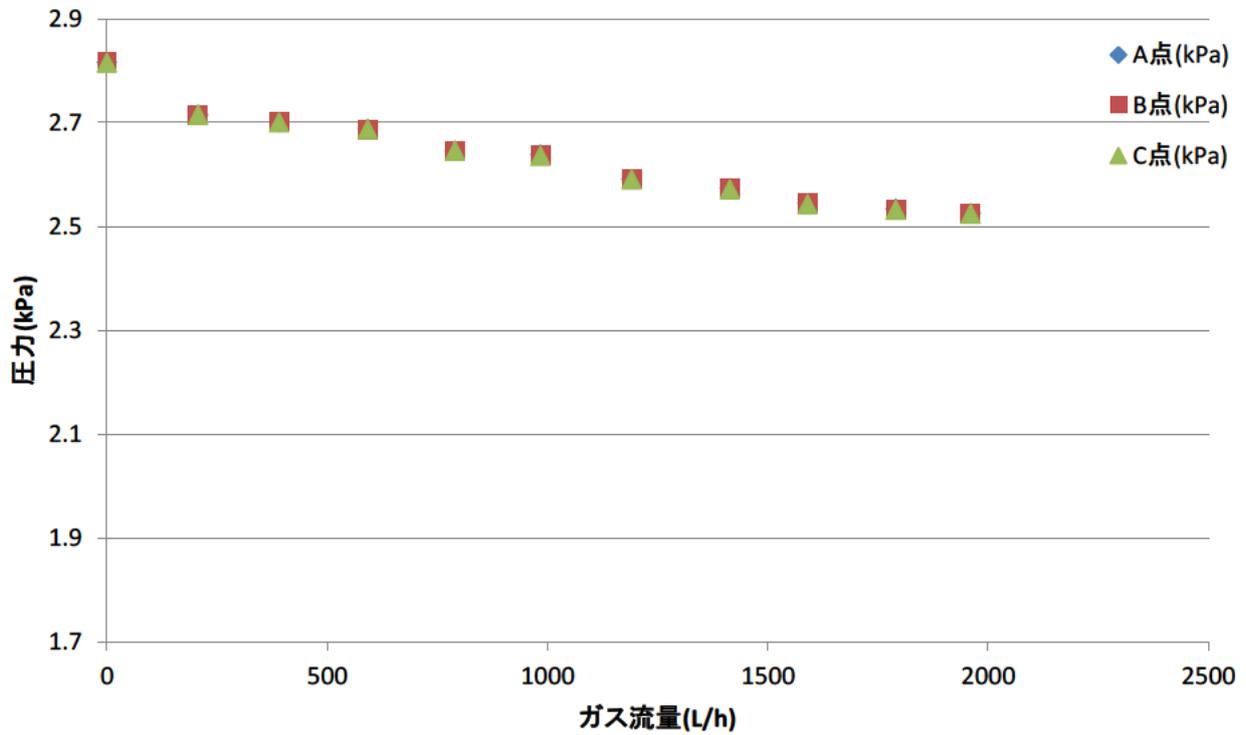
◆コメント

ケース2のほぼ半分の長さの配管の、圧力損失の計測を行った。

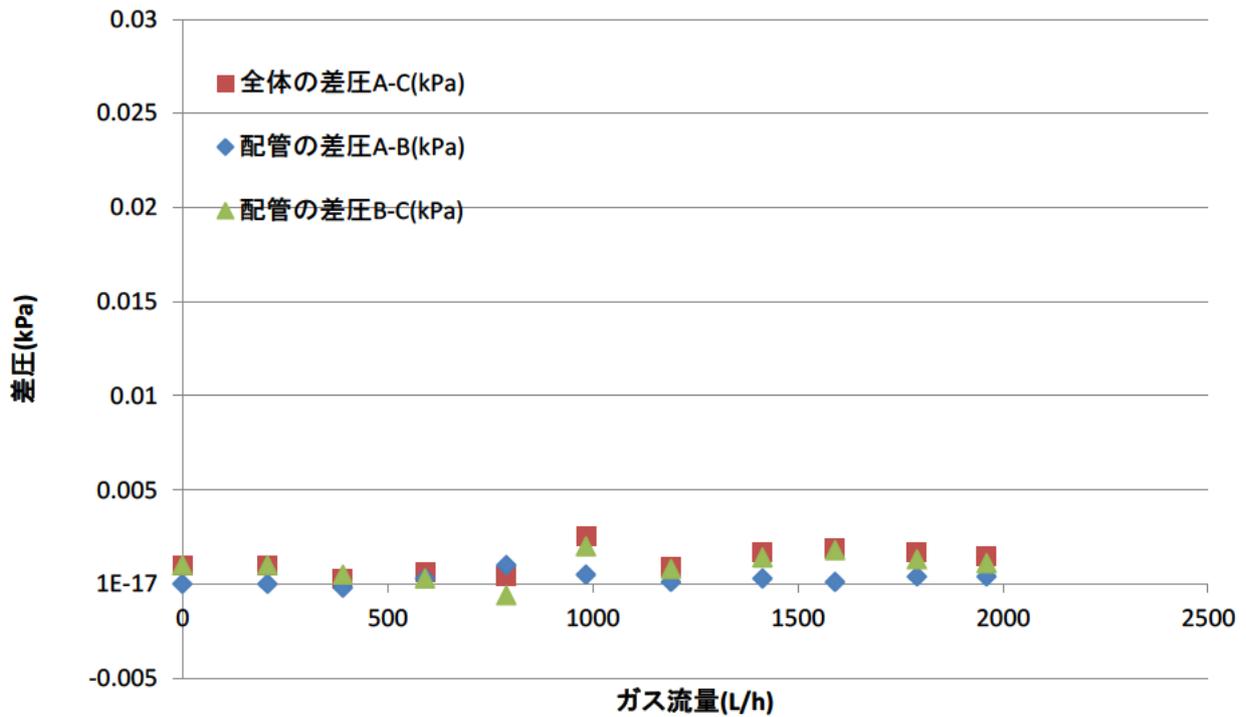
- A～B間とB～C間はケース2の半分の圧力損失程度であると考えられる。但し、B～C間の方がバルブが1つ多い。
- ケース2の場合のA～B間の圧力損失とケース3のA～C間の圧力損失が両者とも0.015kPa程度であり、再現性があることが分かる。
- グラフ7.2.1.18から流量2000L/hの時、A～B間が0.005kPa、B～C間が0.009kPa程度の圧力損失であった。
- ケース2, 3の結果を基にすると、配管長が約2.2m（正確には曲がり部1箇所、ティー1箇所を含むが）において0.016kPaの圧力損失と考えられる。
- データ計測結果から圧力損失が配管長さ等に比例していることが、計測対象を小さく設定すると計測器の精度により、ばらつきが大きくなる。

◆管径 32A の場合

ケース 3 の条件で管径を 32A のモデル配管を使用して計測。

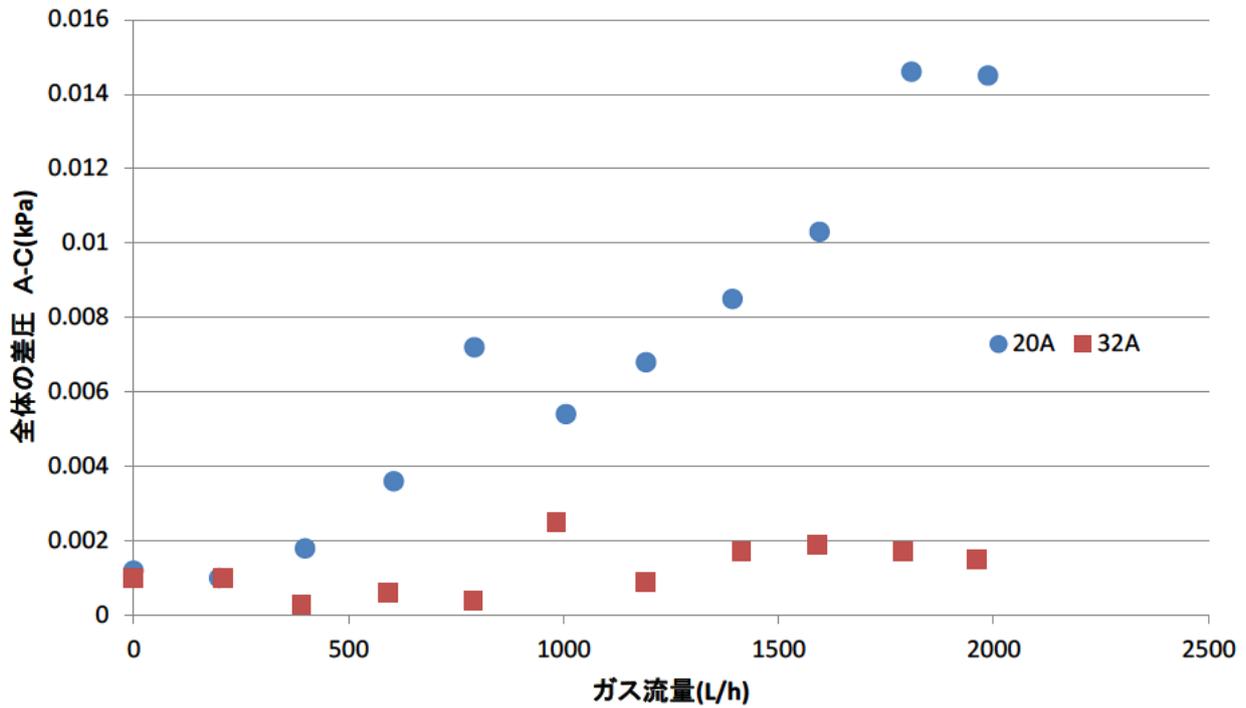


グラフ 7.2.1.19 圧力測定結果

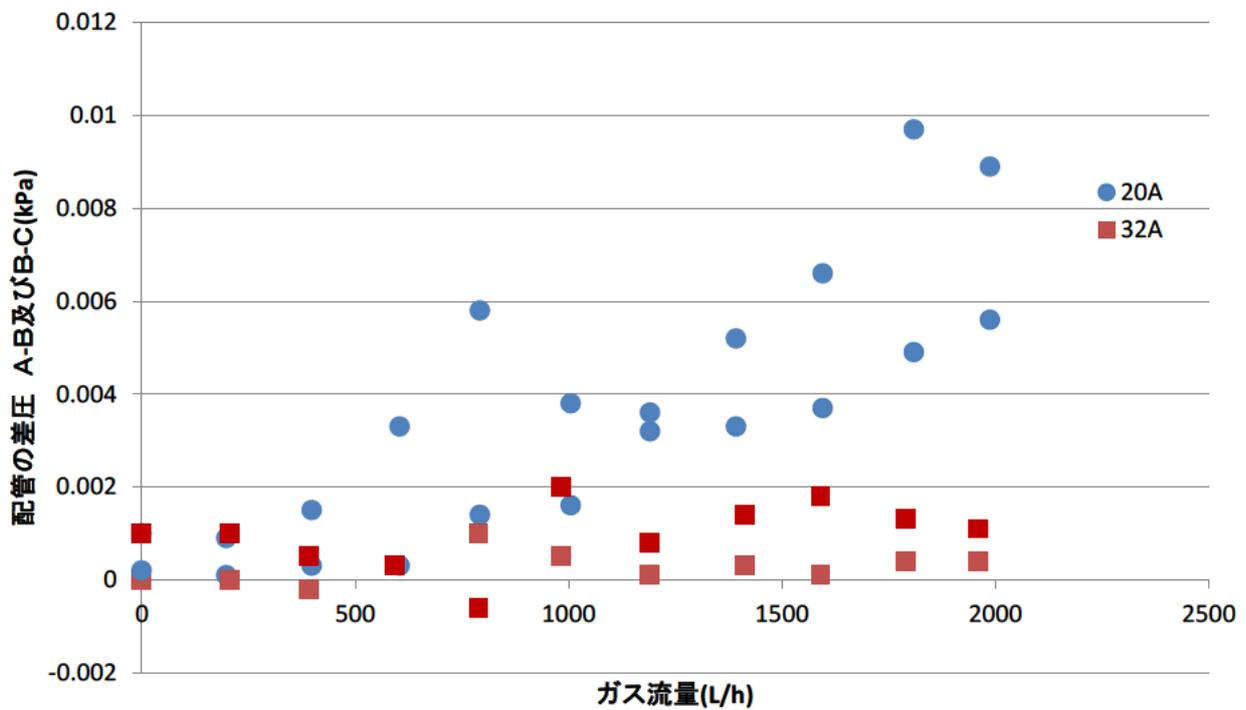


グラフ 7.2.1.20 差圧の比較

◆ 20A と 32A の比較



グラフ 7.2.1.21 差圧の比較 (全体)



グラフ 7.2.1.22 差圧の比較

◆コメント

ケース2のほぼ半分の長さの配管において、管径がことなる条件での圧力損失の計測を行った。

- グラフ 7.2.1.21 から、管径 32A の場合、約 1 m 程度の長さにおいては 2000L/h の流量で 0.0015kPa 程度の圧力損失であり、20A の場合に比べてかなり小さくなる。
- 計測器の性能により、計測値のばらつきが大きくなるため、圧力損失計測の場合には直管で 2 m 程度が最小の計測範囲と思われる。
- 管径の違いの影響はケース2の場合と同じ傾向であることが確認された。また、圧力損失が配管の長さと同比例してことが分かった。

(d) 調整器の違いの影響について

先に示したケース1の場合の単段式調整器（6 kg 型）と比較するために、自動切替式一体型調整器（8 kg 型）を使用した。

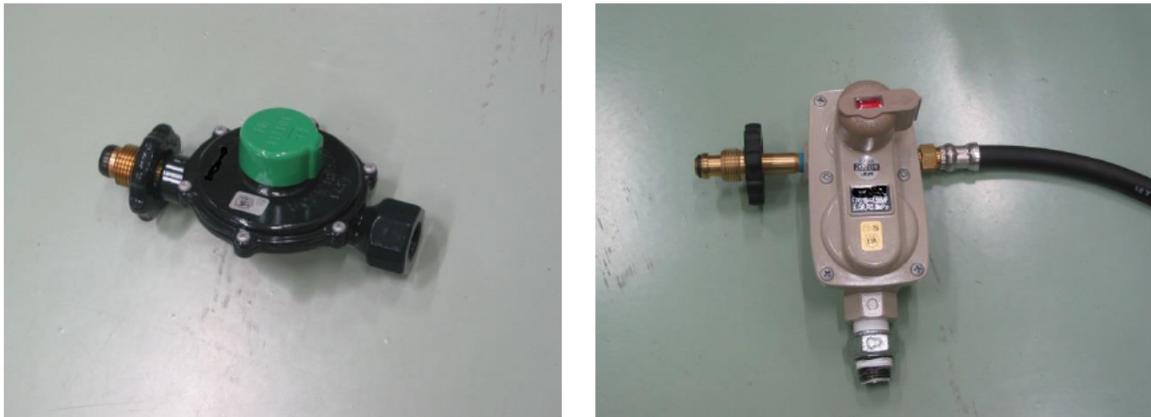


写真 7.2.1.3 単段式調整器（左）と自動切替式一体型調整器

調整器の種類を変更してケース1と同じ条件による計測を行った。

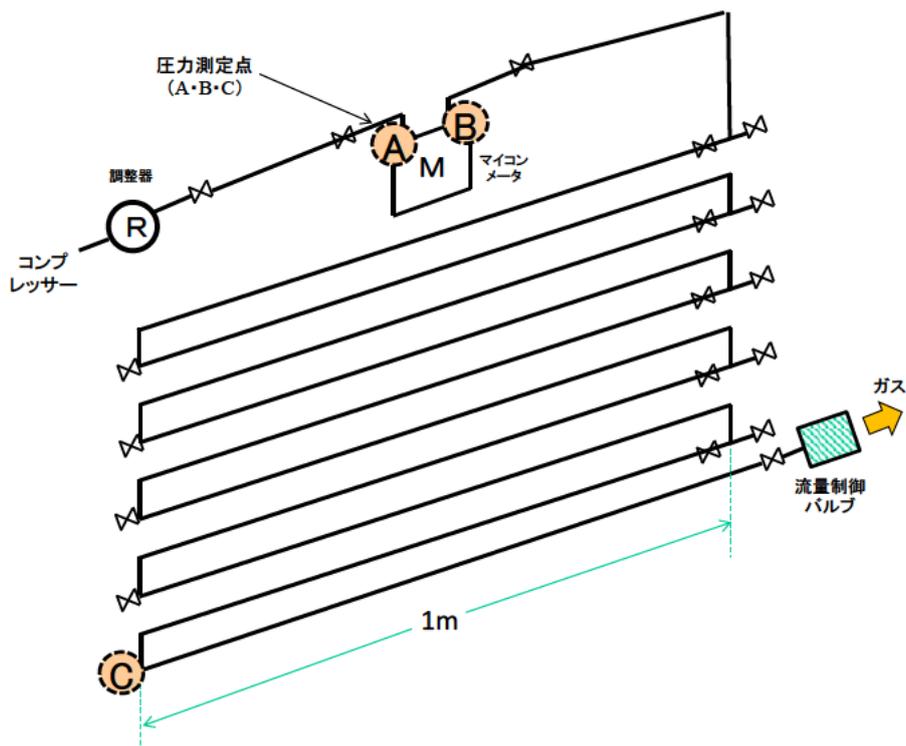
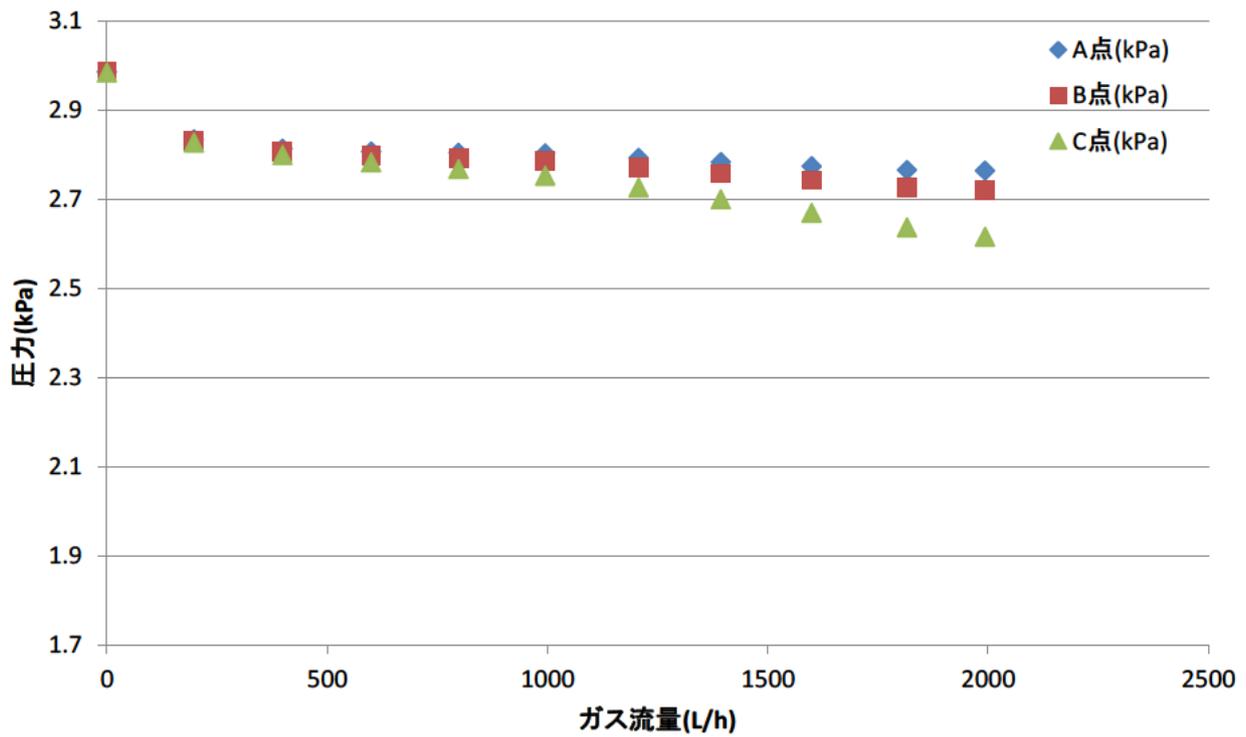


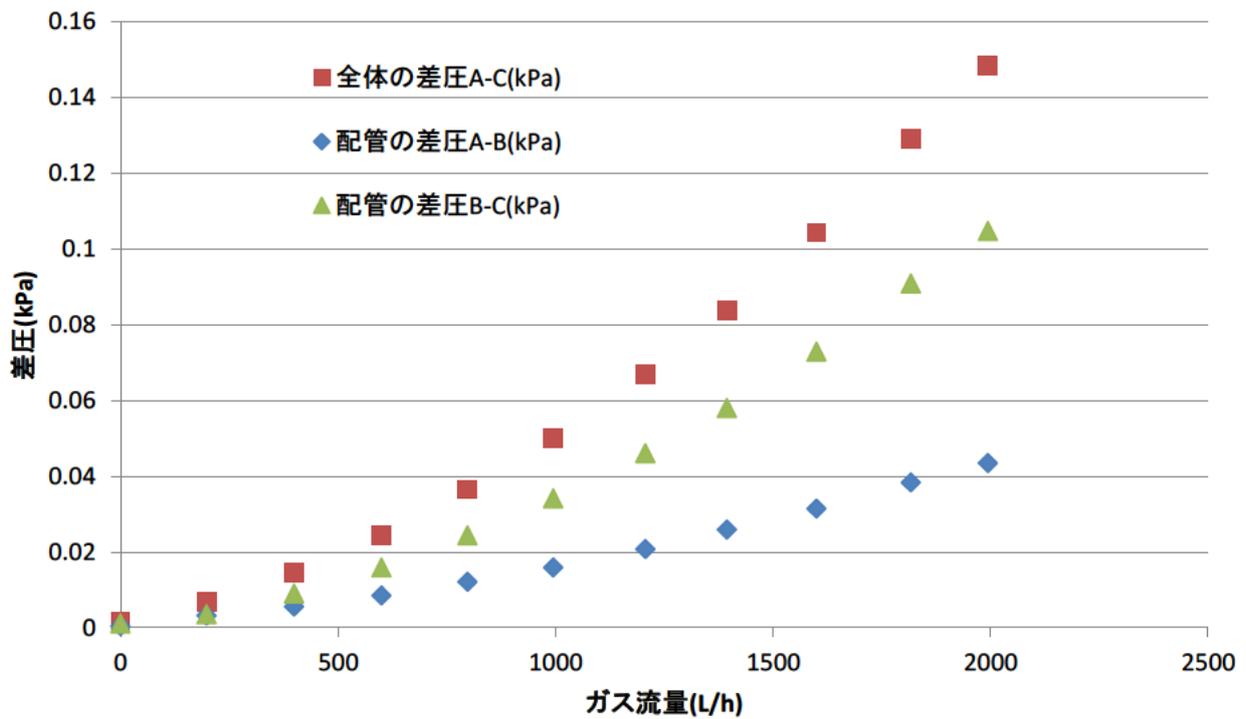
図 7.2.1.7 圧力測定ポイント

流量制御バルブで 0～2000L/h 範囲でガス流量を変化させて、各点の圧力を計測した。
($Re=2069$ 2000L/h の時) (気温 22℃、湿度 22%、配管温度 23℃)

◆自動切替式一体型調整器の測定結果

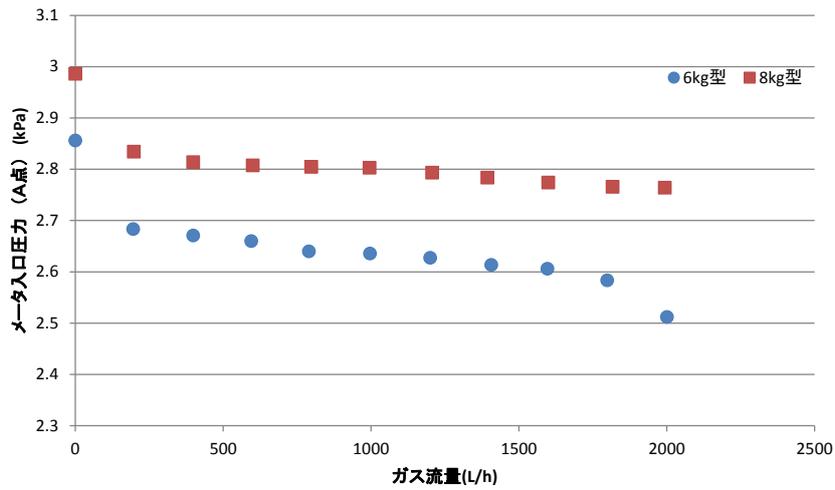


グラフ 7.2.1.24 測定結果

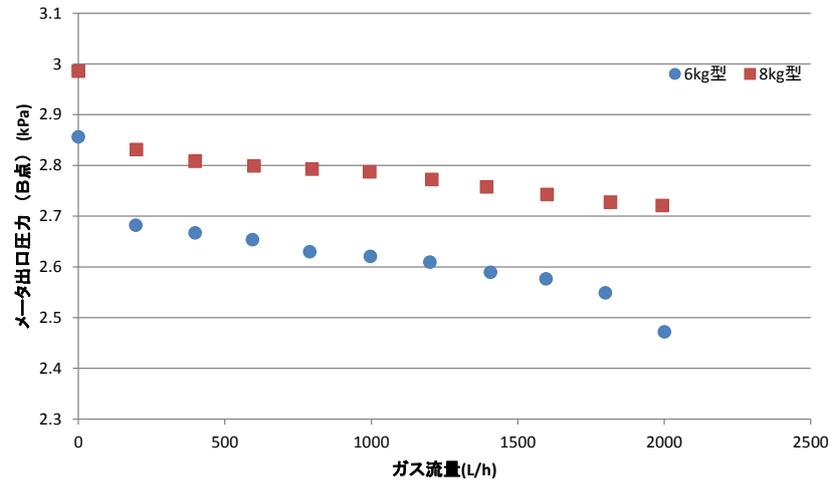


グラフ 7.2.1.25 差圧の比較

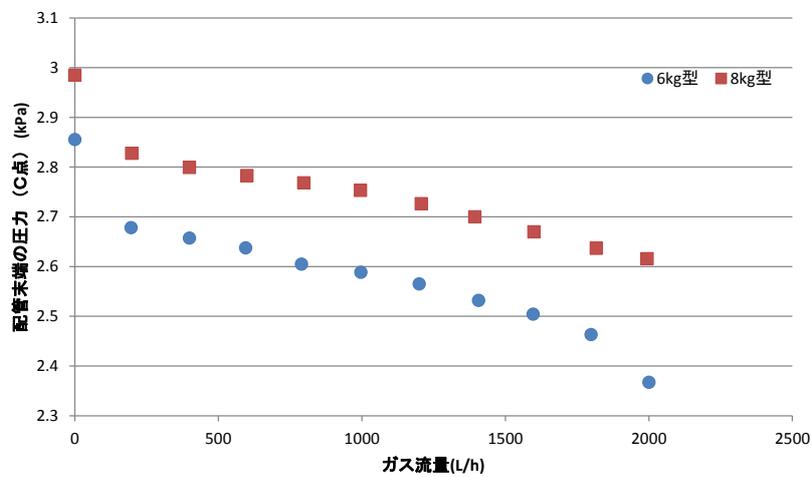
◆単段式調整器（6kg型）と自動切替式一体型調整器（8kg型）の比較



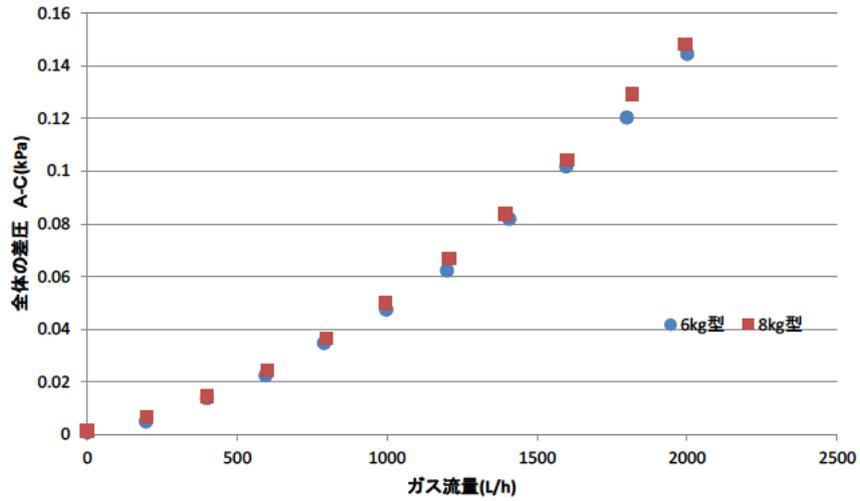
グラフ 7.2.1.26 A点の比較



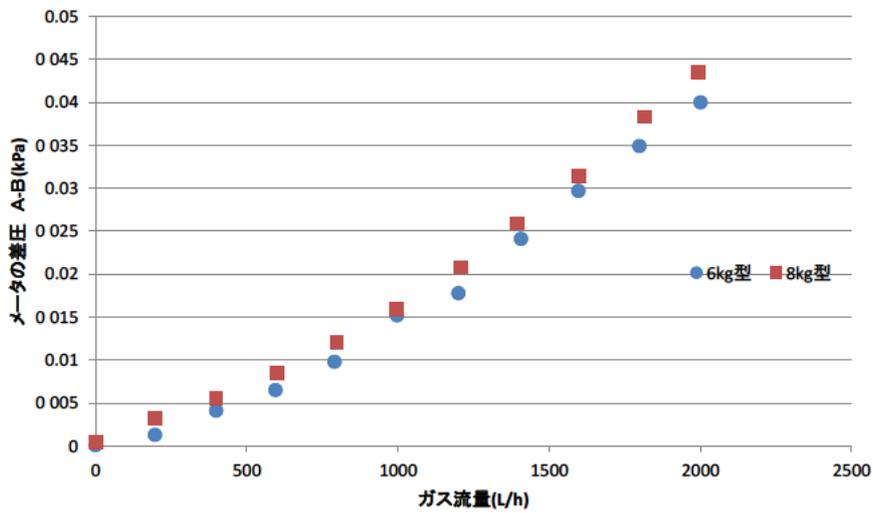
グラフ 7.2.1.27 B点の比較



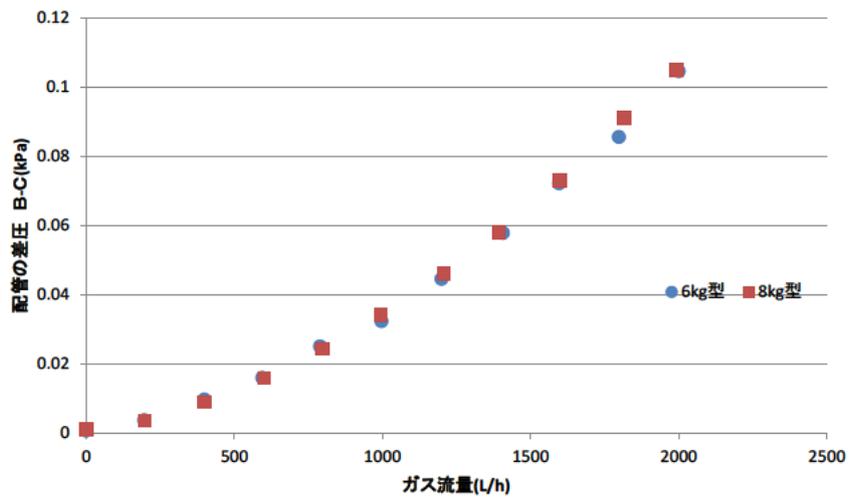
グラフ 7.2.1.28 C点の比較



グラフ 7.2.1.29 差圧の比較 (A~C 間)



グラフ 7.2.1.30 差圧の比較 (A~B 間)



グラフ 7.2.1.31 差圧の比較 (B~C 間)

◆コメント

配管内圧力を調整する調整器には多くの種類が使用されているが、一般家庭用として使用されている代表的な 2 機種 of 調整器を使用した場合の圧力損失に関するデータを収集した。

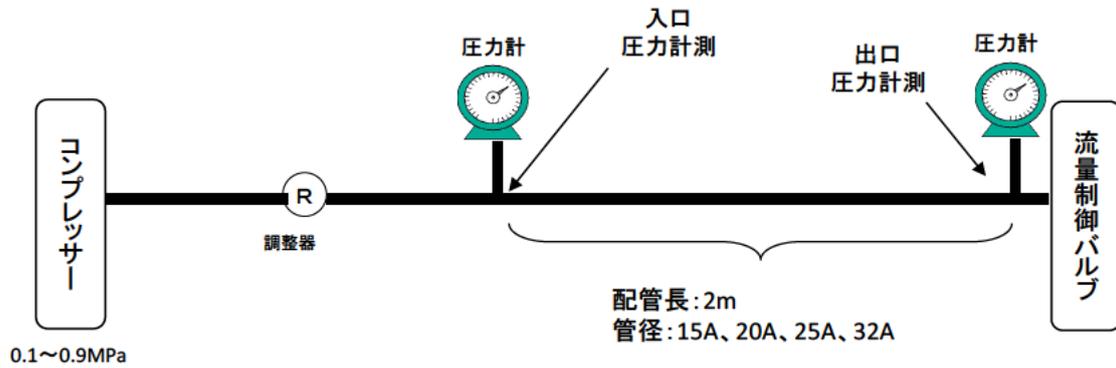
- 自動切替式一体型調整器が単段式調整器に比べて、流量が増加しても 2.8kPa に近い圧力を維持している。
- A～C 間の差圧（圧力損失）に関しては、調整器の違いに関係なく一致しており、圧力値の高低には関係がないことが分かる。
- 自動切替式一体型調整器が安定して高い圧力を維持できる理由として考えられるのは、2 段階で圧力を調整する機構となっているためである。

なお、配管下流部の燃焼器入口圧力は 2.0kPa 以上が求められているため、高い調整圧力を維持することが可能な自動切替式一体型調整器を使用した方が有利と言える。また、調整器出口圧力と燃焼器入口圧力はその間の配管の状態に影響を受けるため、配管の状態と最大流量から推定できる可能性がある。

(e) 直管の圧力計測

LPガス配管設備は直管の他にエルボ（曲がり）やバルブ等の部材を組み合わせで構築されるが、圧力損失に関する管径の違いを比較するためのデータを収集するため、管径の異なる直管の圧力損失データを収集した。

◆測定方法



4種類の管径の異なる直管について、0~2000L/hの空気を流した時の圧力差（圧力損失）を計測した。

（気温 22℃、湿度 21%、配管表面温度 23℃）

（使用した調整器：自動切替式一体型調整器（8 kg 型））

（使用した圧力計：デジタルマノメータ、測定レンジ：0~10kPa、分解能：0.0001kPa）

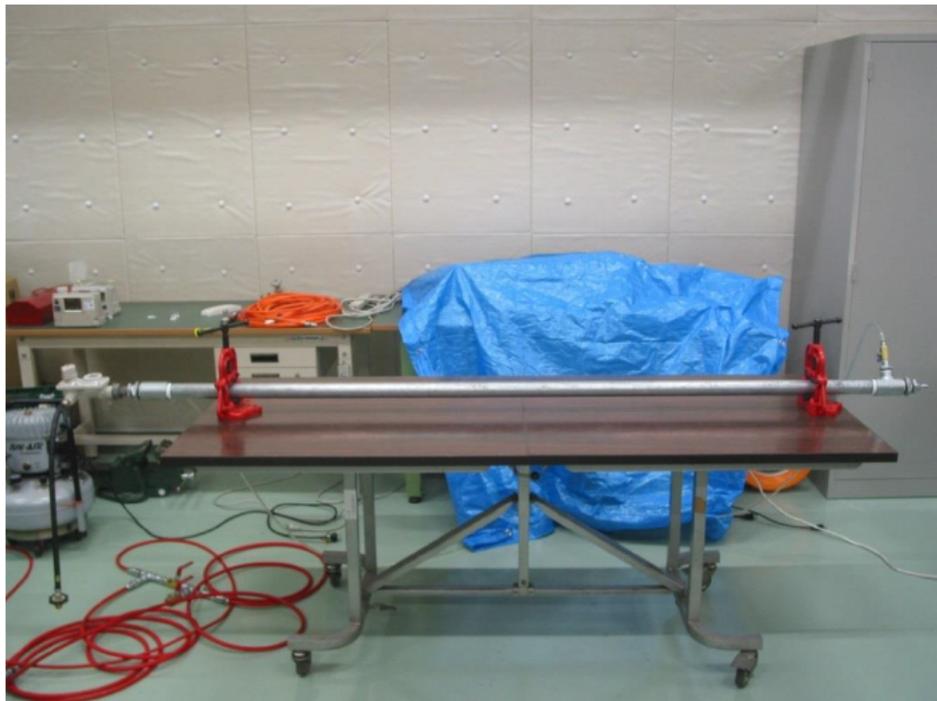
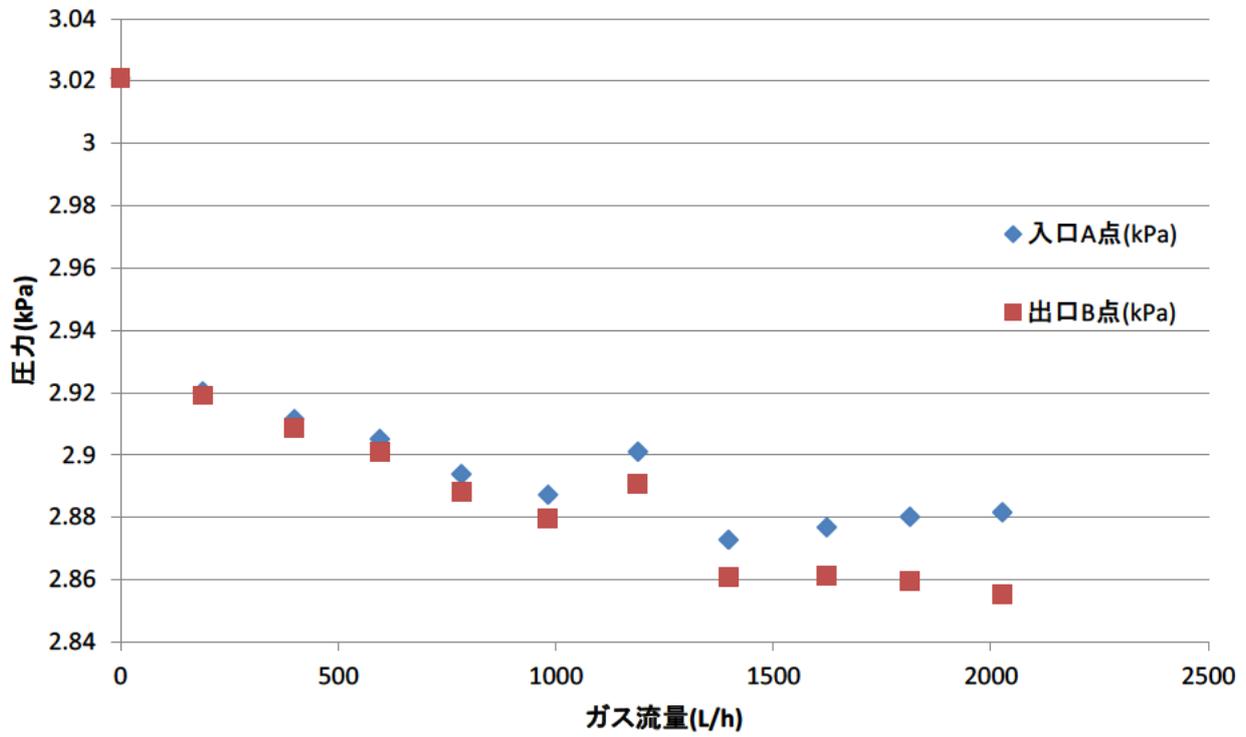
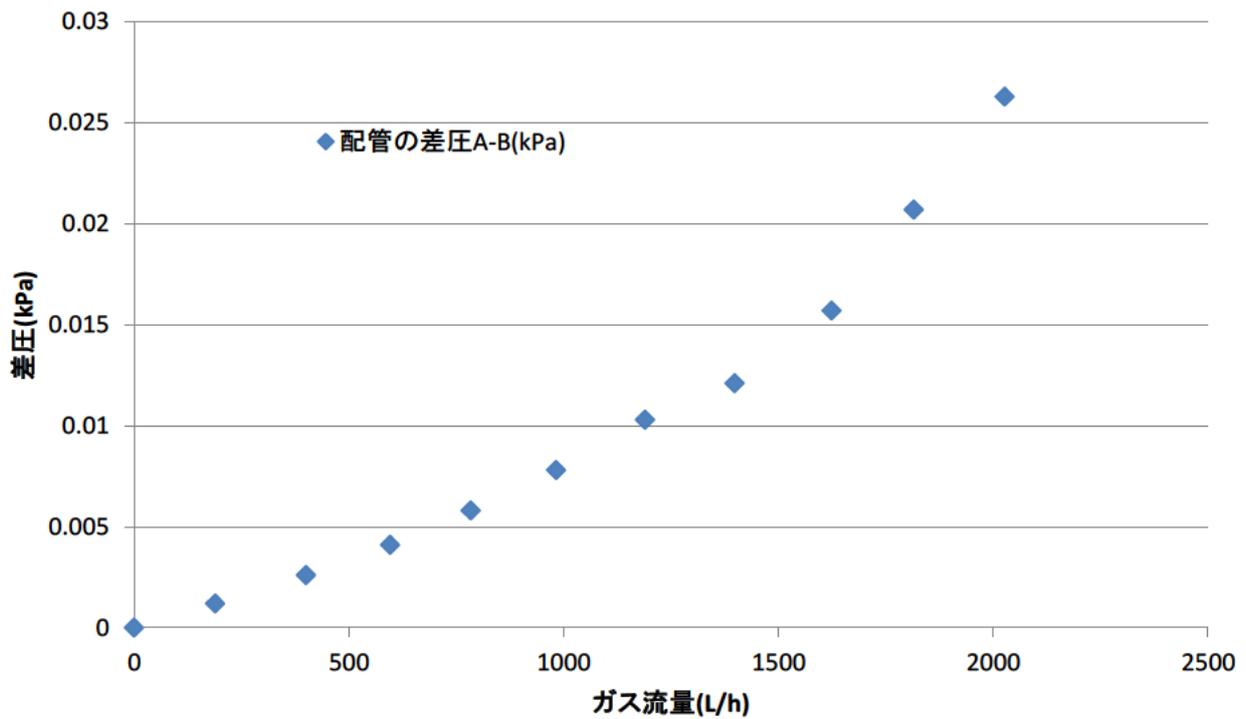


写真 7.2.1.4 測定設備

◆測定結果（管径 15A）

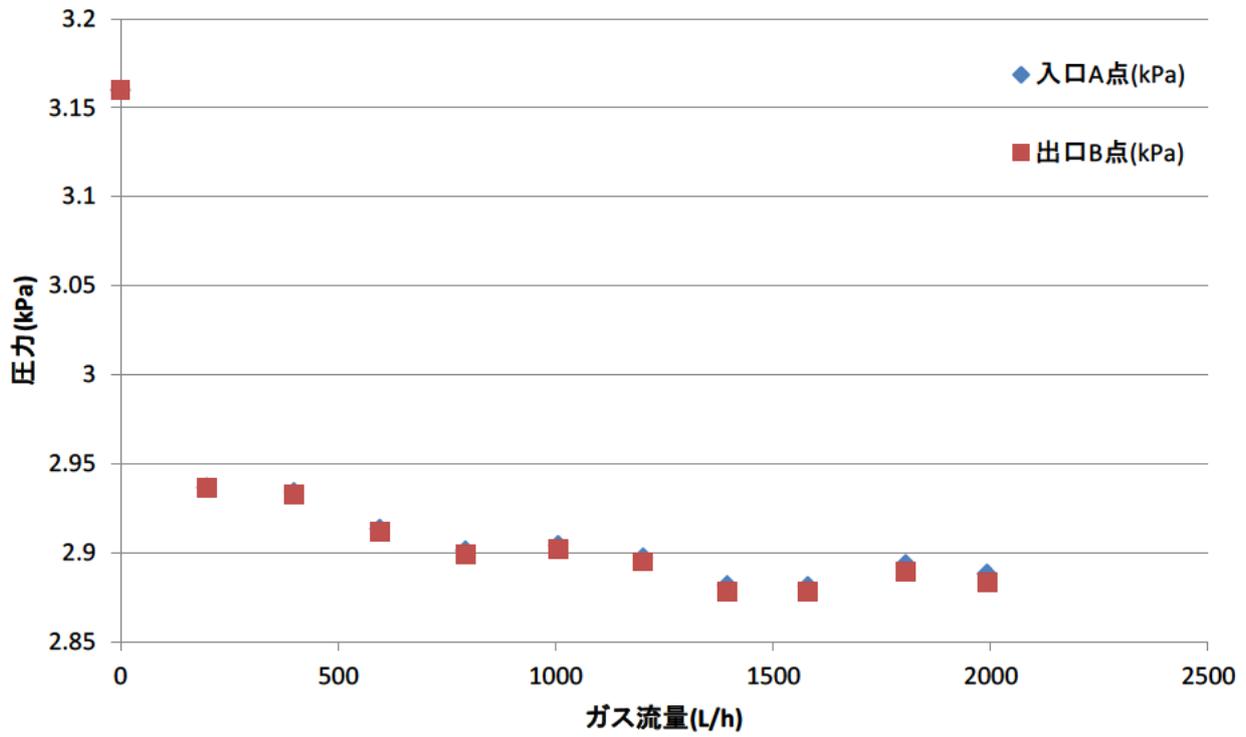


グラフ 7.2.1.32 測定結果（管径 15A）

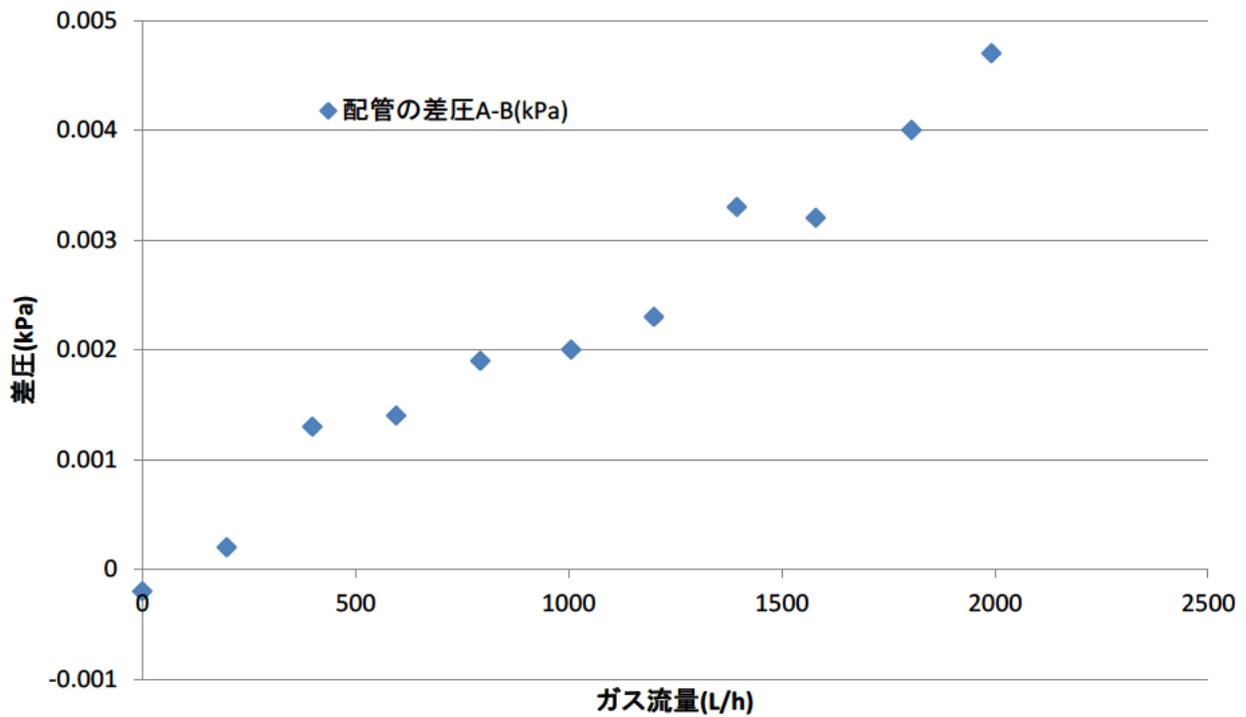


グラフ 7.2.1.33 圧力差（管径 15A）

◆測定結果（管径 20A）

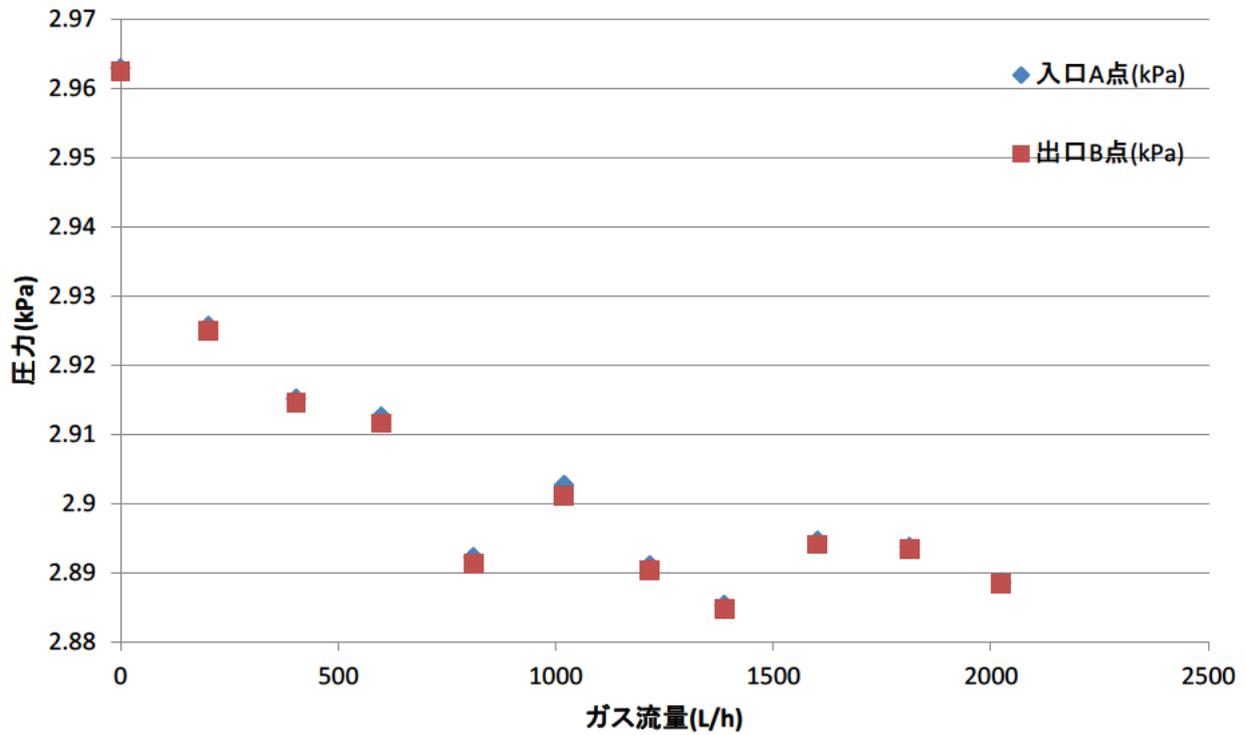


グラフ 7.2.1.34 測定結果（管径 20A）

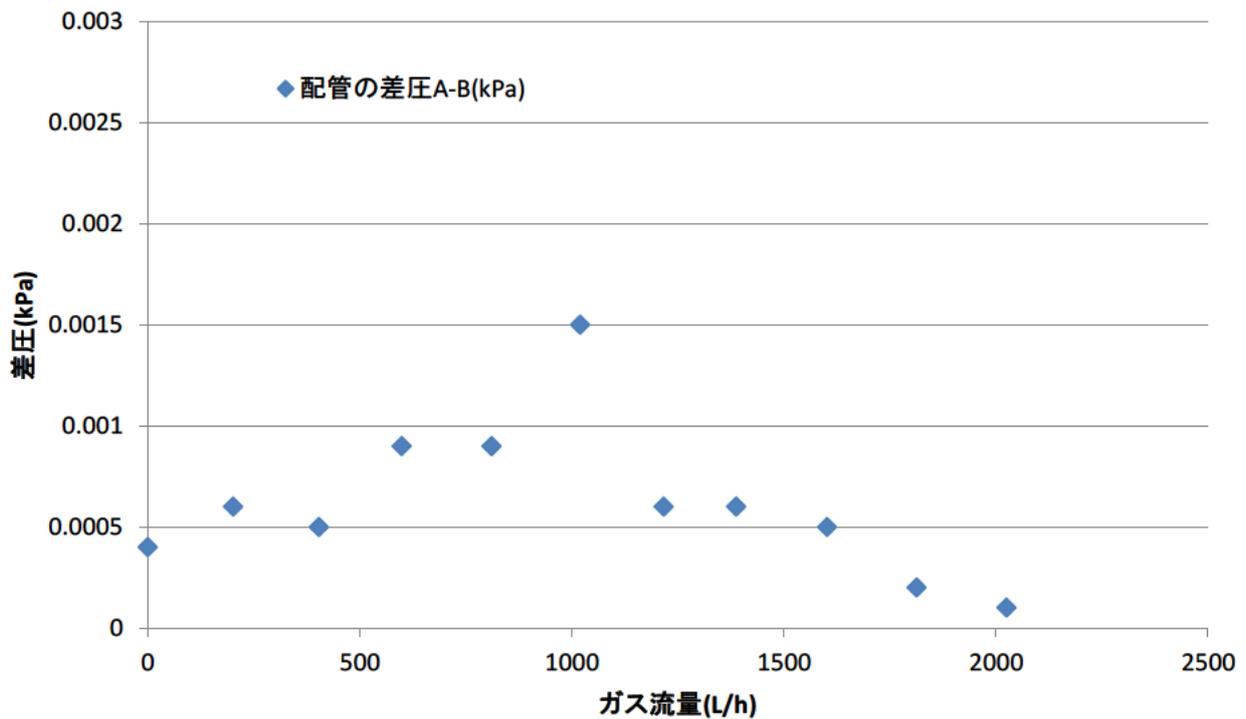


グラフ 7.2.1.35 圧力差（管径 20A）

◆測定結果（管径 25A）

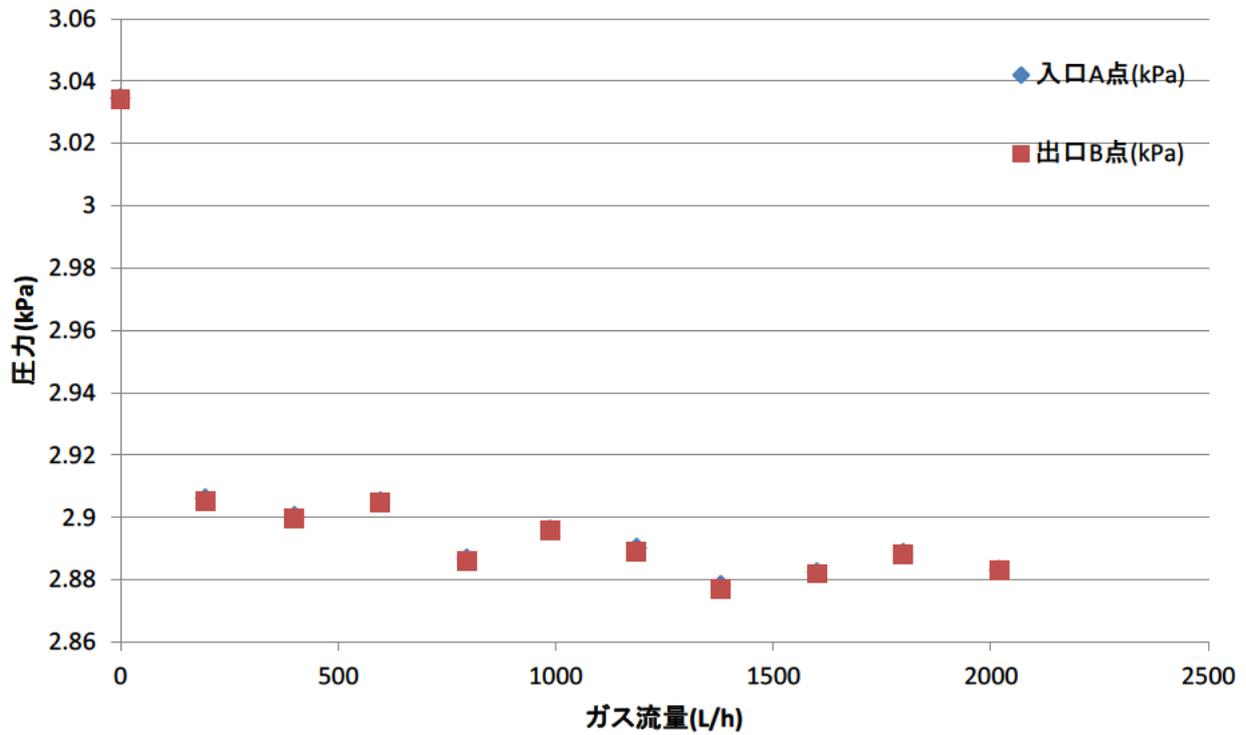


グラフ 7.2.1.36 測定結果（管径 25A）

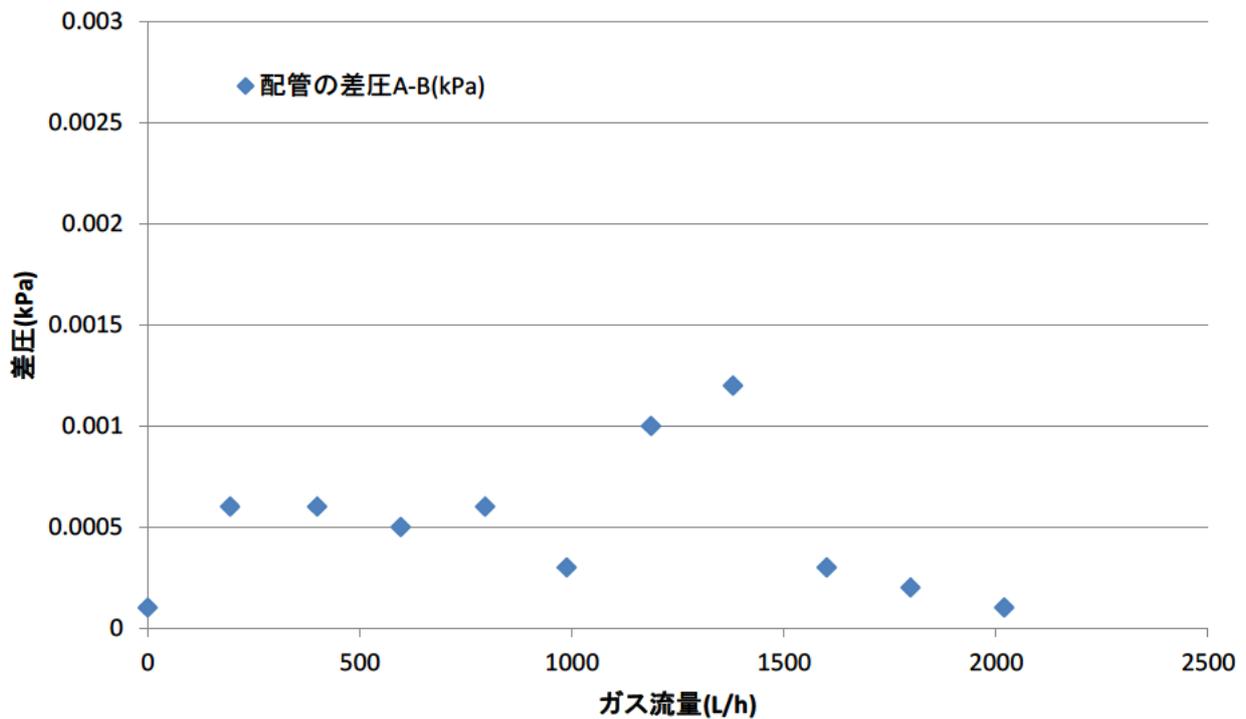


グラフ 7.2.1.37 圧力差（管径 25A）

◆測定結果（管径 32A）

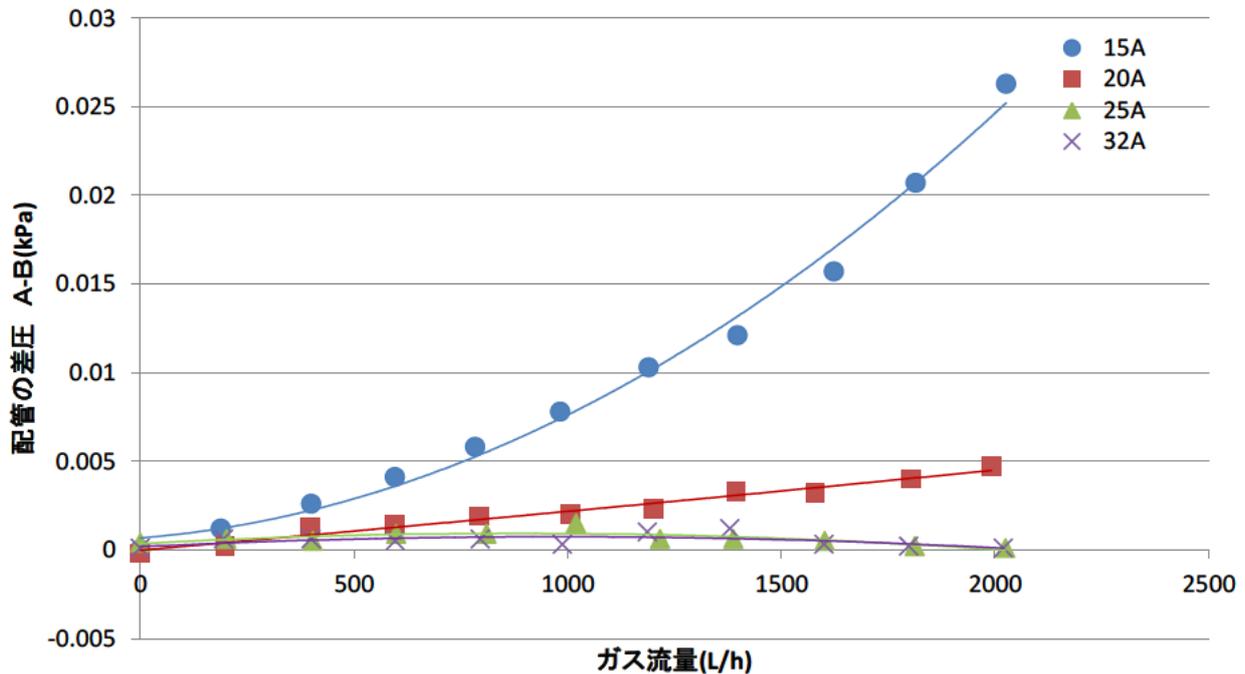


グラフ 7.2.1.38 測定結果（管径 32A）



グラフ 7.2.1.39 圧力差（管径 32A）

◆圧力損失の比較



グラフ 7.2.1.40 管径と圧力損失（2次曲線近似）

◆コメント

配管設備における圧力損失の基本的な部材である直管についての、管径別に関するデータを収集して比較検討を行った。

- グラフ 7.2.1.40 から、長さ 2m の直管において流量が 2000L/h の時、15A については約 0.026kPa であり、20A で約 0.005kPa であった。
- 25A 及び 32A の直管については、圧力損失はほぼ 0 であった。
- 計測結果から、配管の管径が圧力損失に大きく影響を与えていることが分かる。25A 以上の管径については、実際の LP ガス配管の場合には圧力損失は殆ど無いものと考えられる。また、配管設備のトータルの配管損失は直管をはじめとする多くの部材の配管損失の和として求められる。

(f) LP ガスによる圧力計測

i) ケース 1 (モデル配管設備) と同一条件における LP ガスでの計測結果

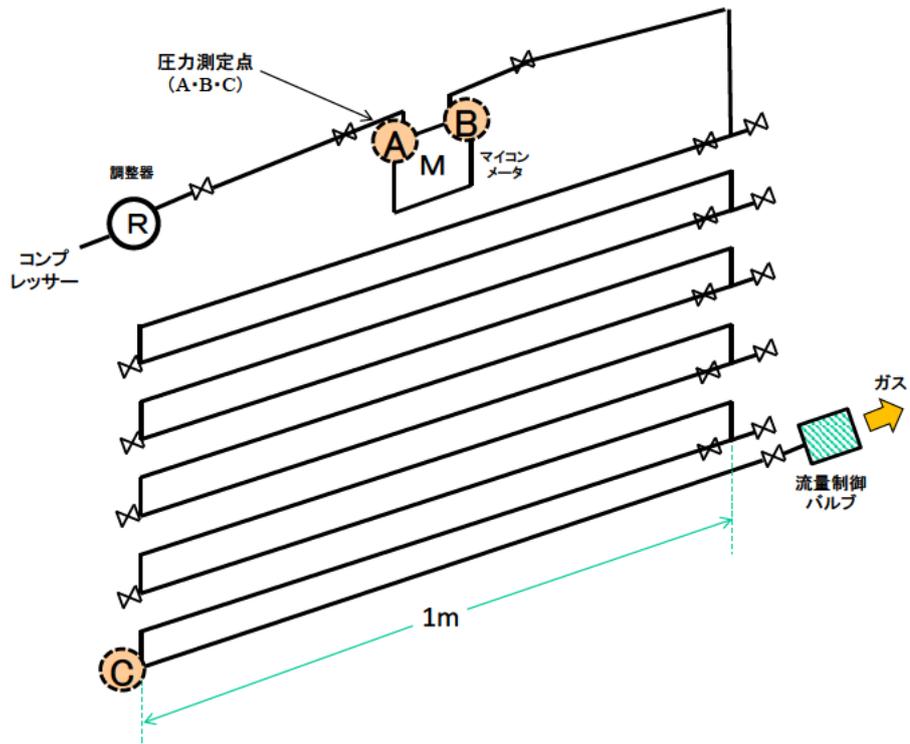
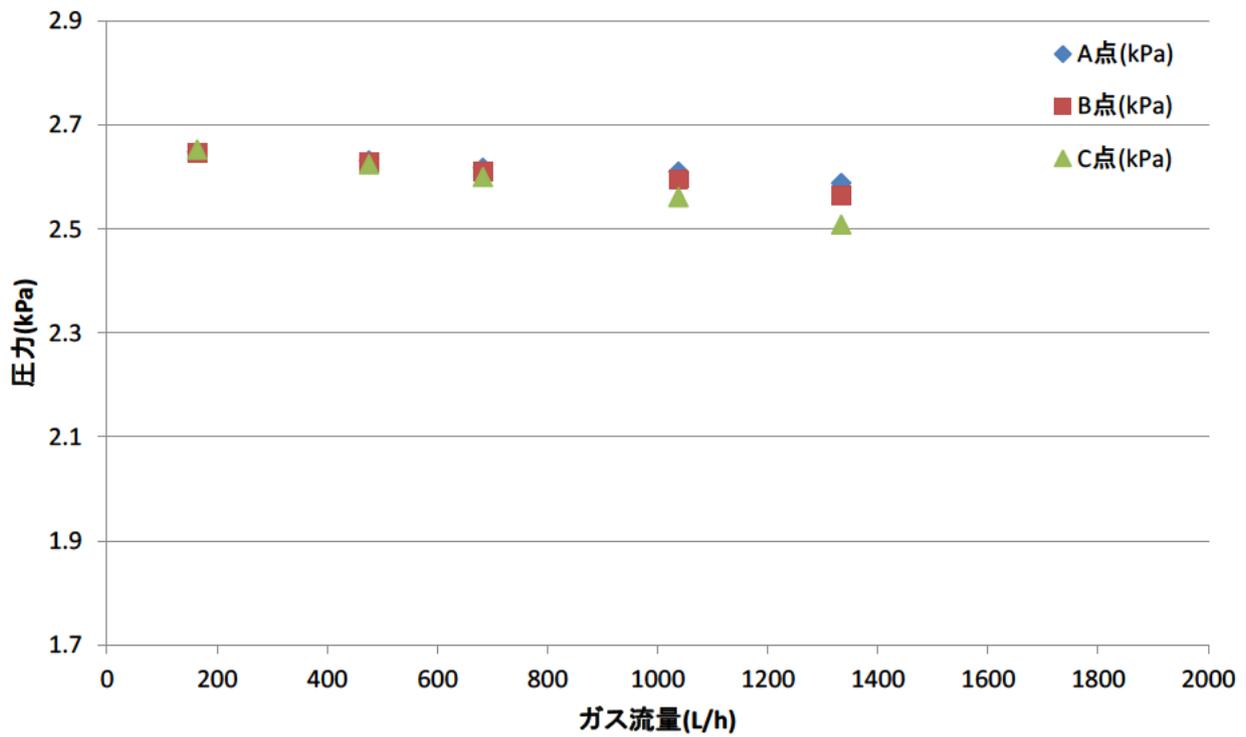


図 7.2.1.8A 圧力測定ポイント

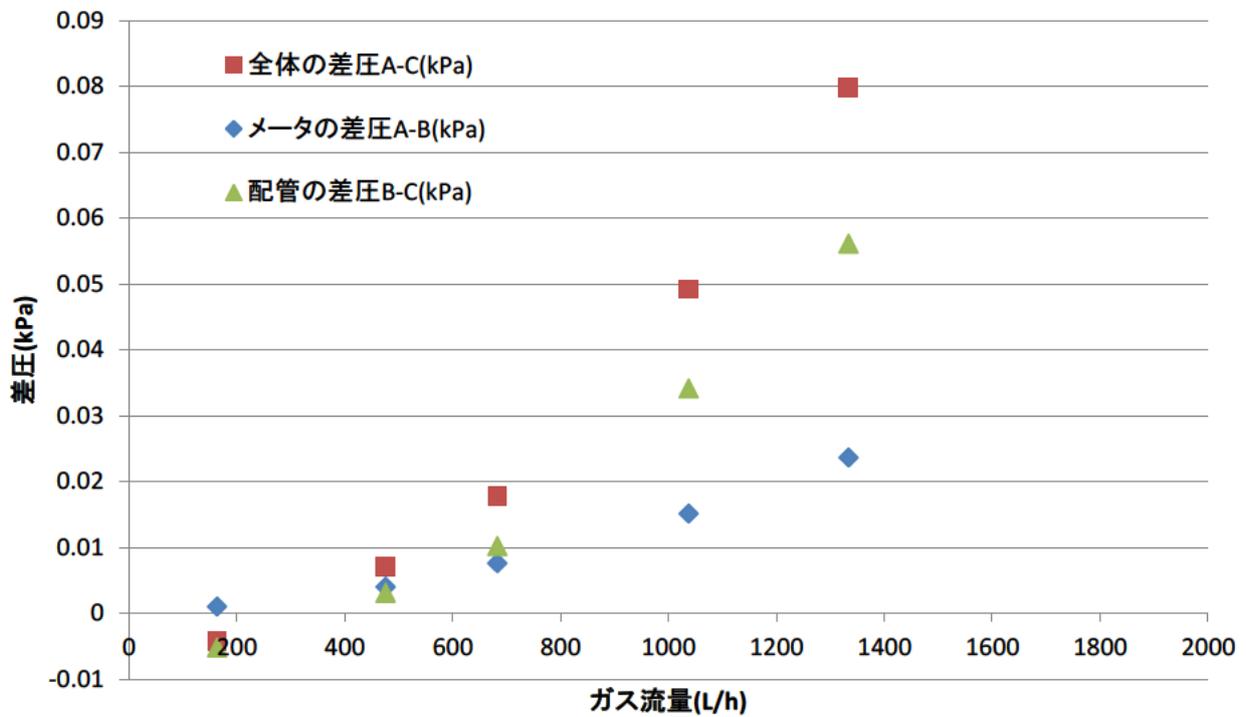
流量制御バルブで 0~1400L/h 程度の範囲でガス流量を変化させて、A、B、C 点の圧力を計測した。

($Re=5434$ 1400L/h の時) (気温 19°C、湿度 37%、配管表面温度 19°C)

◆超音波式マイコンメータの結果

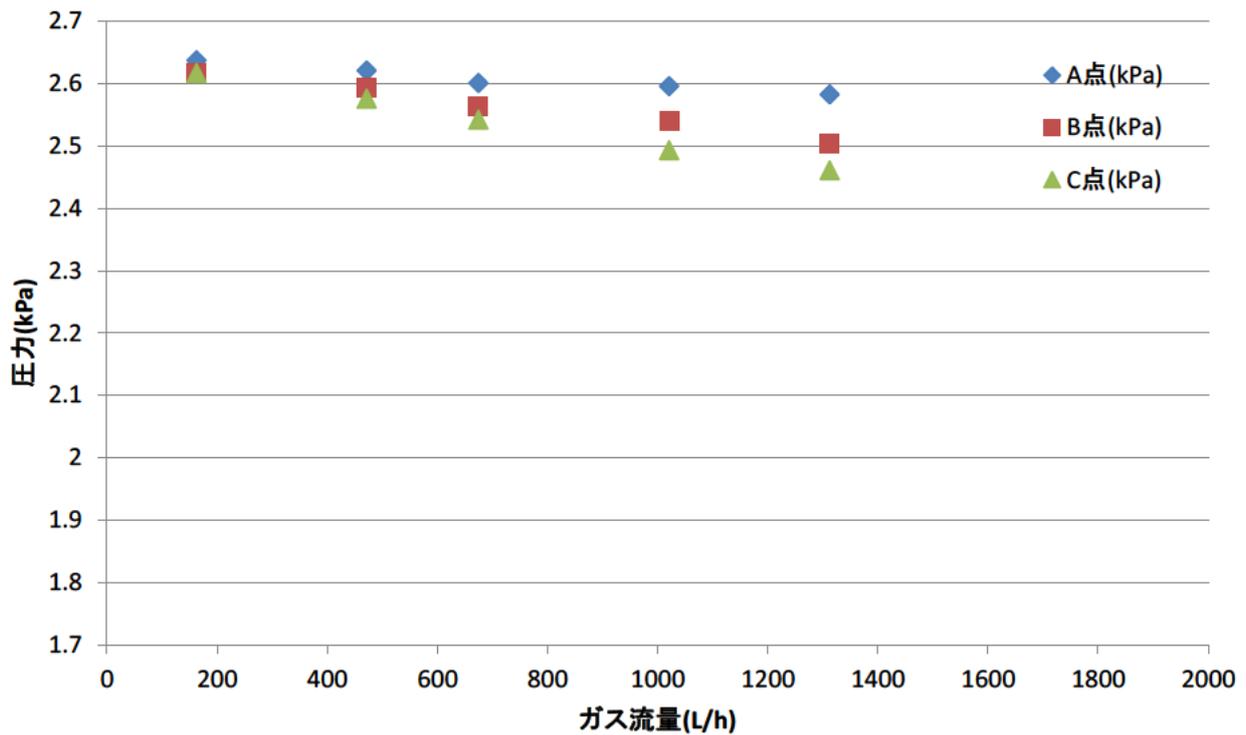


グラフ 7.2.1.41 超音波式メータの場合

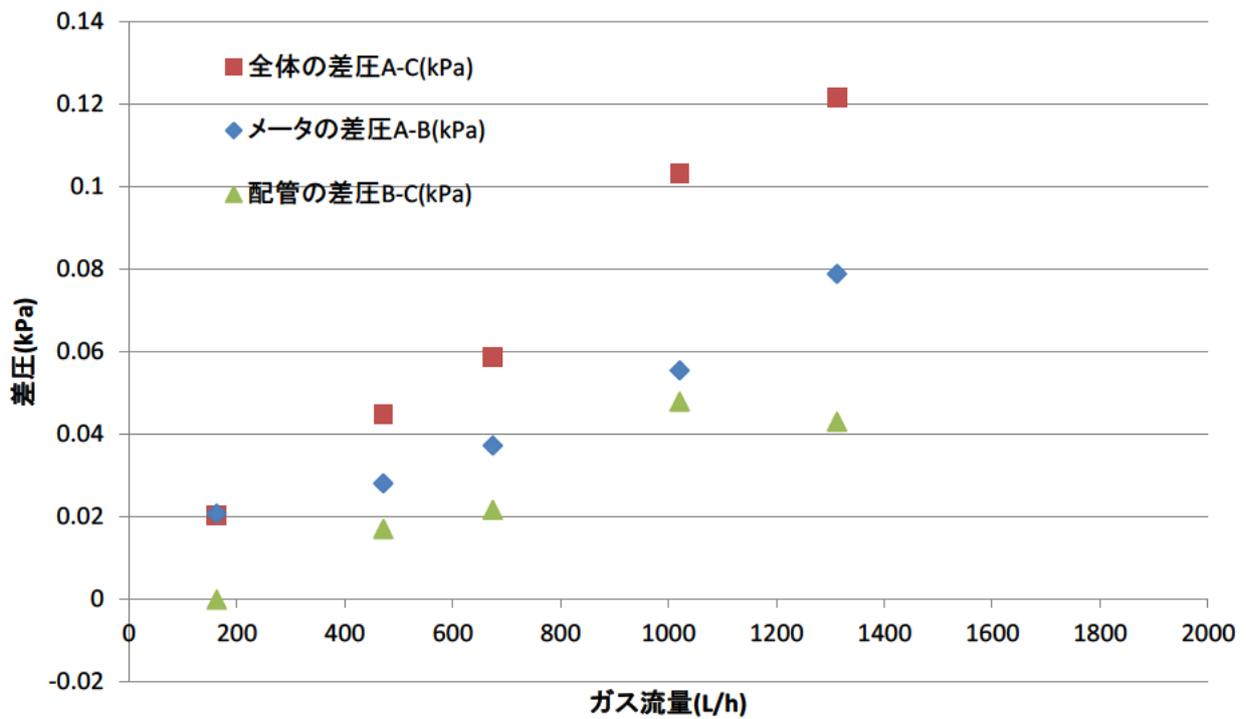


グラフ 7.2.1.42 圧力損失結果 (超音波式マイコンメータ)

◆膜式マイコンメータの結果

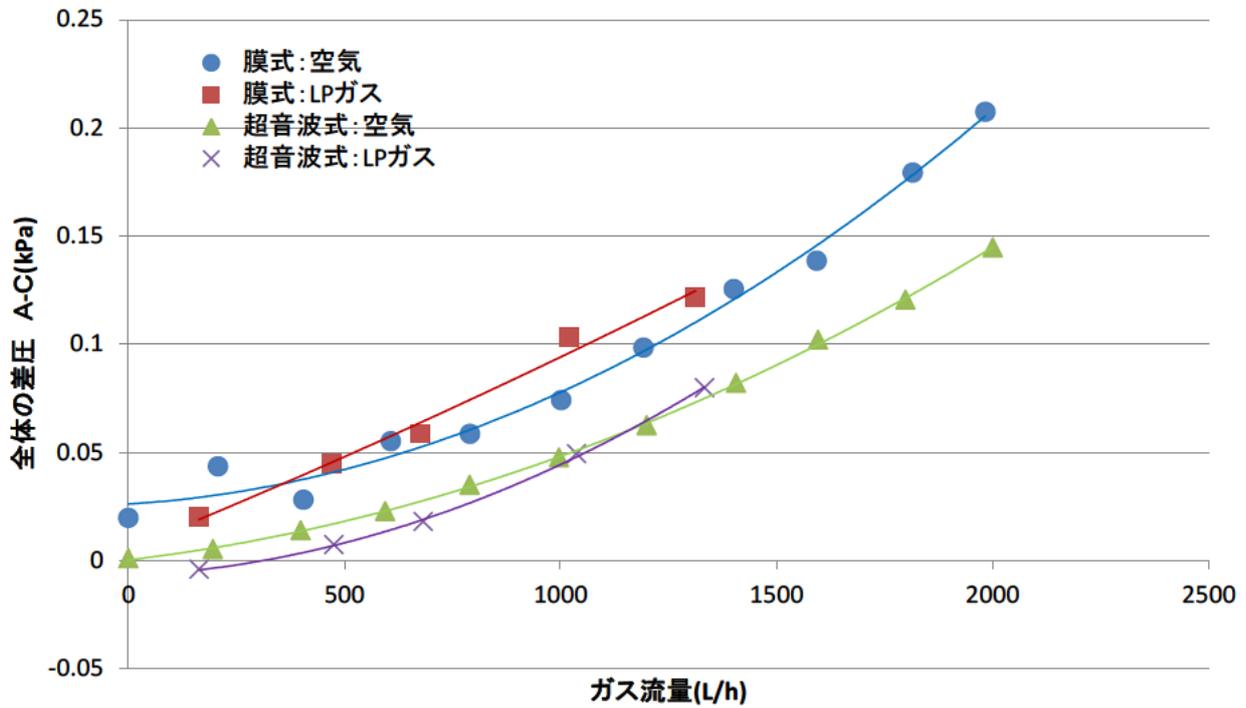


グラフ 7.2.1.43 膜式マイコンメータの場合

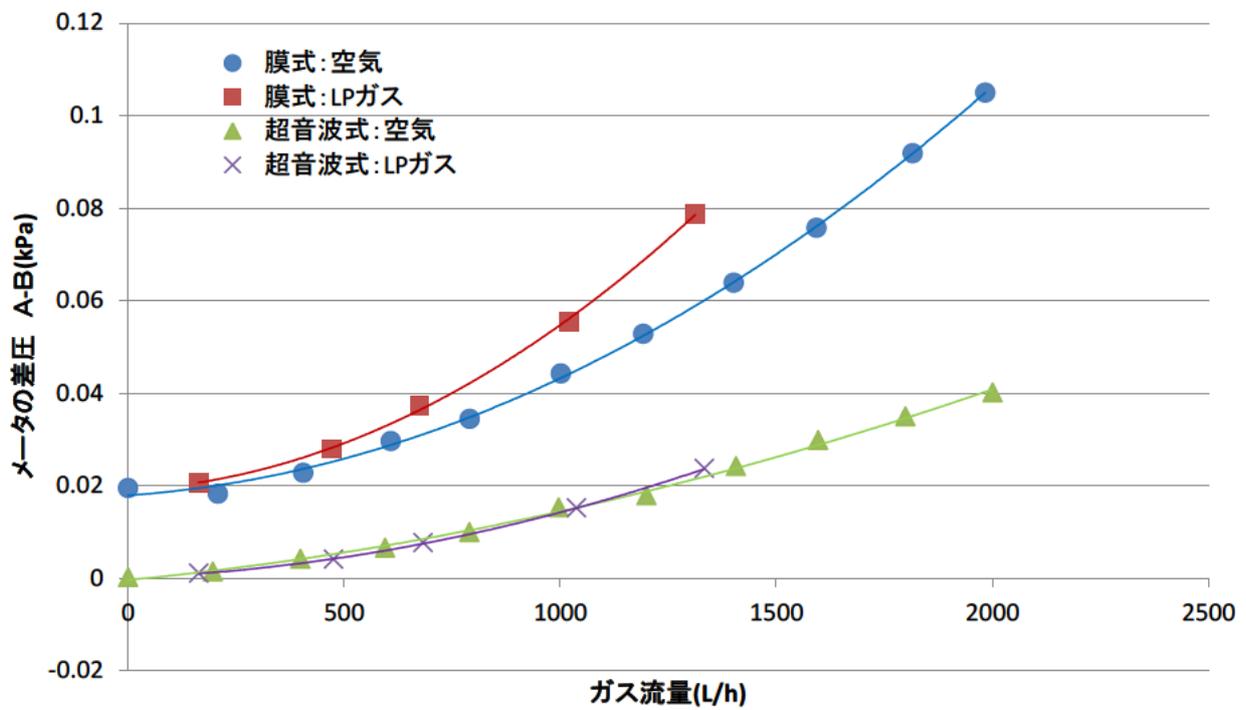


グラフ 7.2.1.44 圧力損失結果 (膜式マイコンメータ)

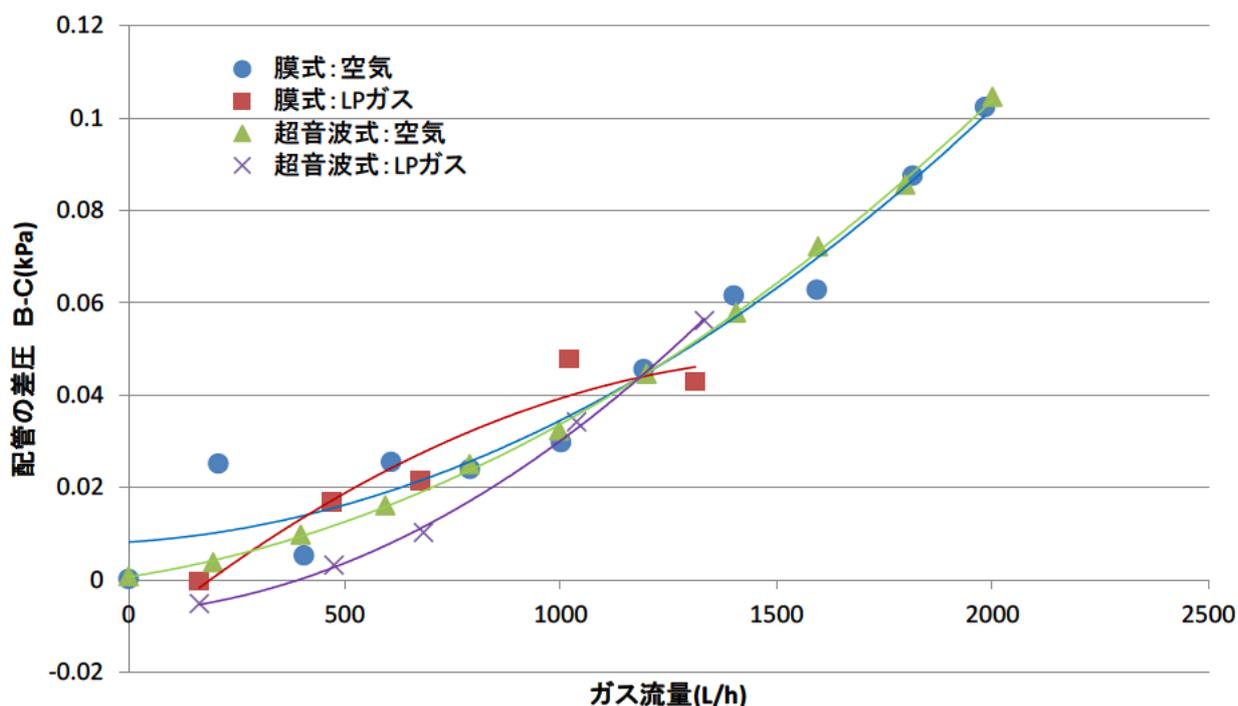
◆ ガス種の違いの比較



グラフ 7.2.1.45 A と C の差圧



グラフ 7.2.1.46 A と B の差圧



グラフ 7.2.1.47 B と C の差圧

◆コメント

モデル配管設備により計測した空気の場合の圧力損失データと比較するため、LPガスを使用して圧力損失を計測した。

- グラフ 7.2.1.42 から、LPガスの流量が約 1300L/h の時に超音波式マイコンメータの圧力損失は 0.023kPa であった。
- グラフ 7.2.1.44 から、LPガスの流量が約 1300L/h の時に膜式マイコンメータの圧力損失は 0.078kPa であった。
- グラフ 7.2.1.46 から、空気の場合とLPガスの場合のメータの圧力損失を比較すると、超音波式はほぼ同じだが、膜式の場合はLPガスの方が圧力損失が大きくなる。
- グラフ 7.2.1.47 から、配管の圧力に関してガス種の違いについて大きな差は見られない。
- LPガスの場合、重力のためC点の方が圧力が高くなる。(A点とC点の高低差約 1.35m) グラフ 7.2.1.42 等においてB～C管の圧力差がマイナスとなっている。

比重が約 1.5 であるLPガスの圧力損失は、モデル配管設備を使用した今回の計測においては、膜式メータの場合にのみ違いが見られた。また、LPガスの場合は圧力損失について高低差による差圧も考慮する必要がある。

ii 直管におけるLPガスでの計測結果

先に計測した空気の場合と比較するため、LPガスを使用して計測を行った。

◆測定方法

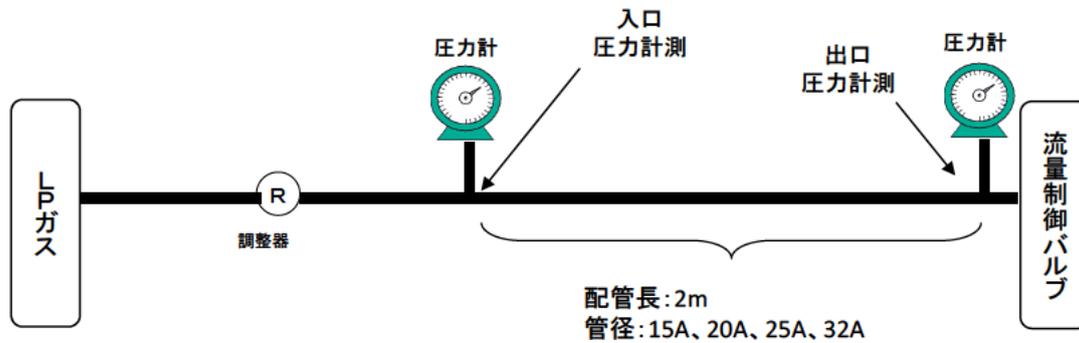


図 7.2.1.8B 測定の概要

4種類の管径の異なる直管について、流量制御バルブで0～1400L/h程度の範囲でLPガスをガス流量を変化させて、A、B点の圧力を計測した。

(気温 22℃、湿度 21%、配管表面温度 23℃)

(使用した調整器：自動切替式一体型調整器 (8 kg 型))

(使用した圧力計：デジタルマノメータ、測定レンジ：0～10kPa、分解能 : 0.0001kPa)

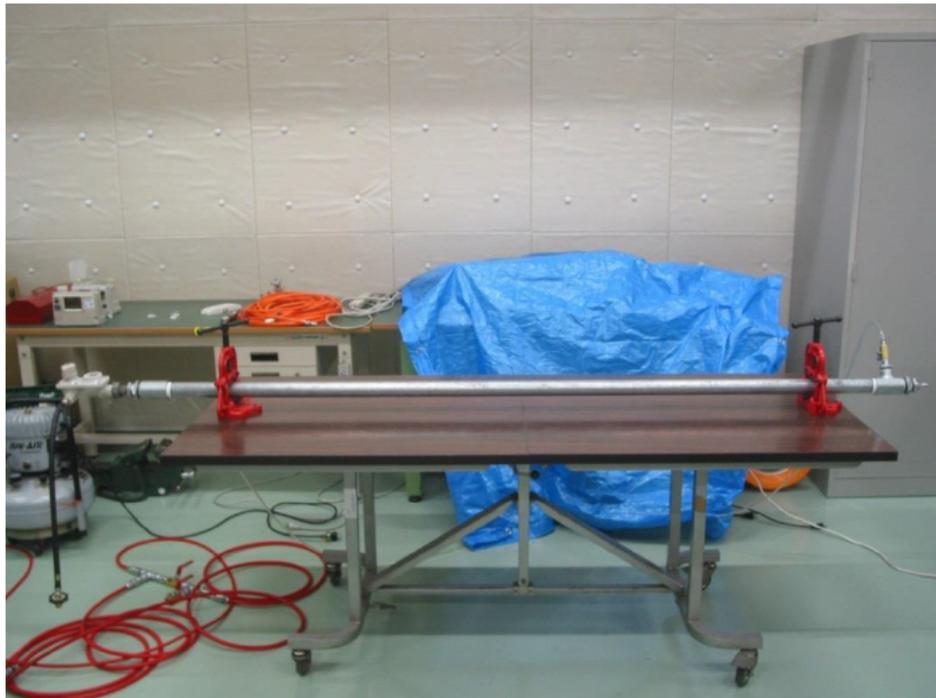
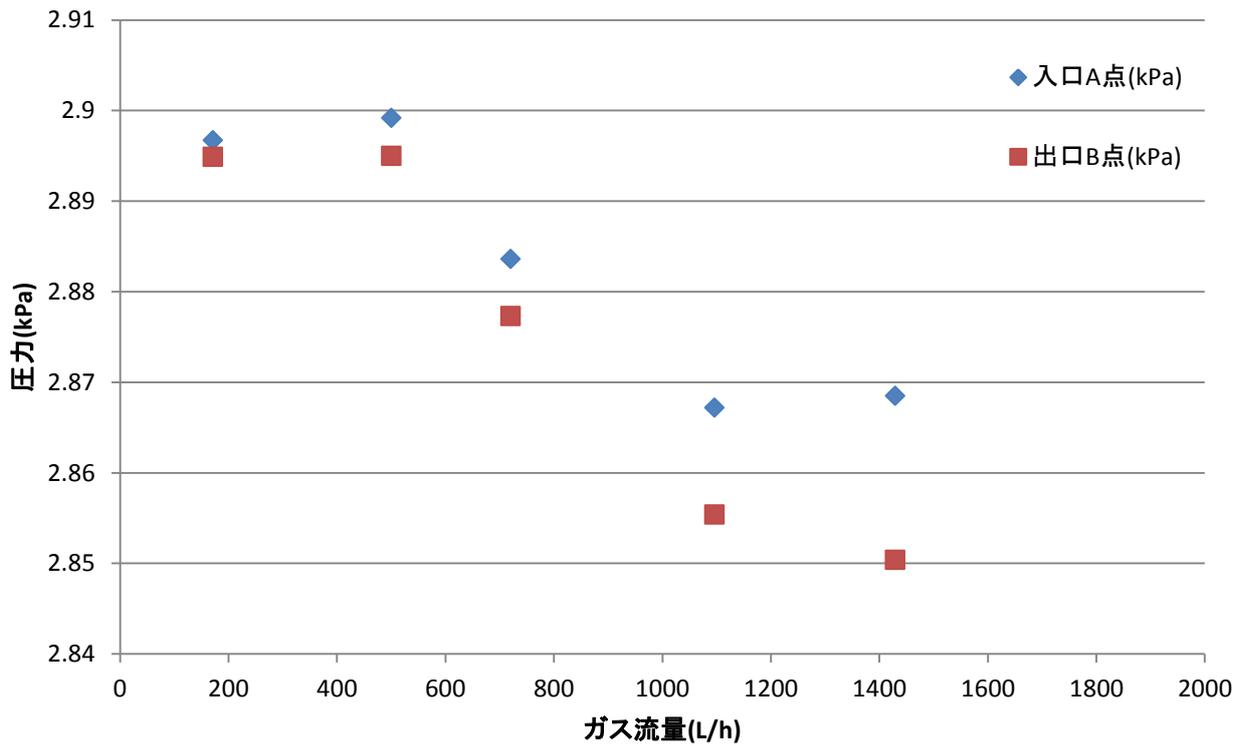
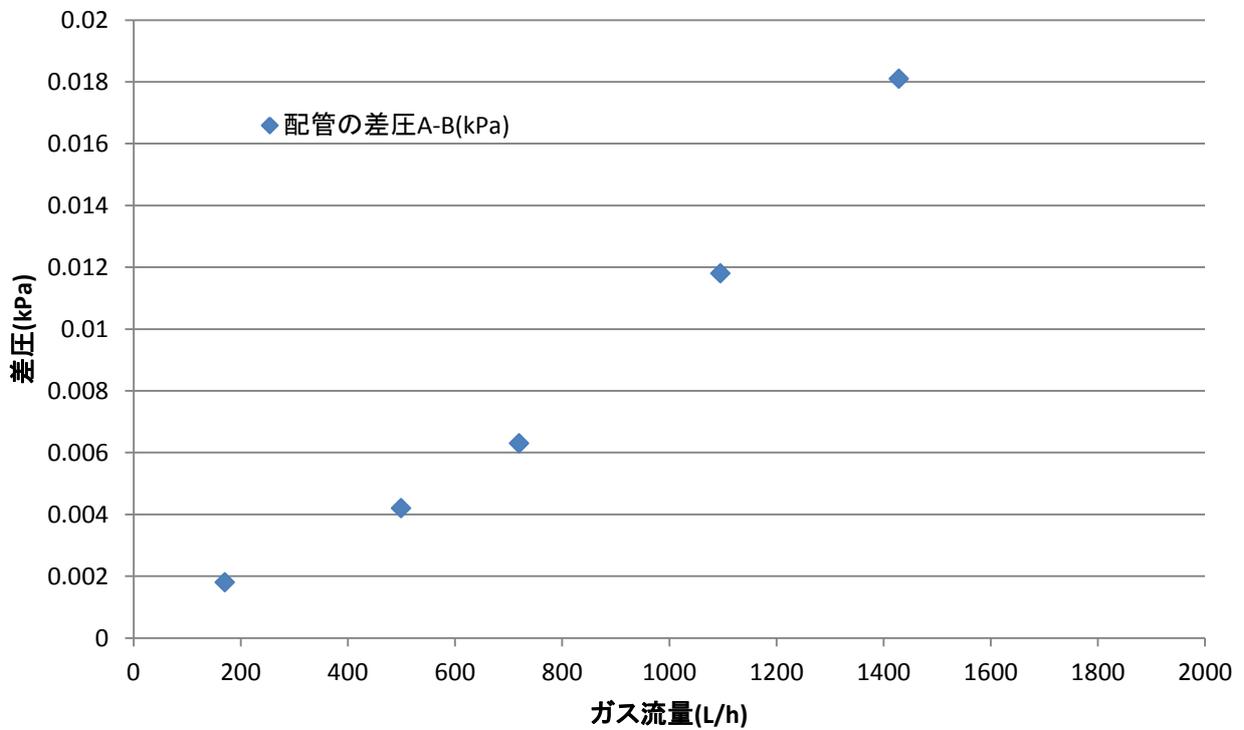


写真 7.2.1.4B 測定設備

◆測定結果（管径 15A）

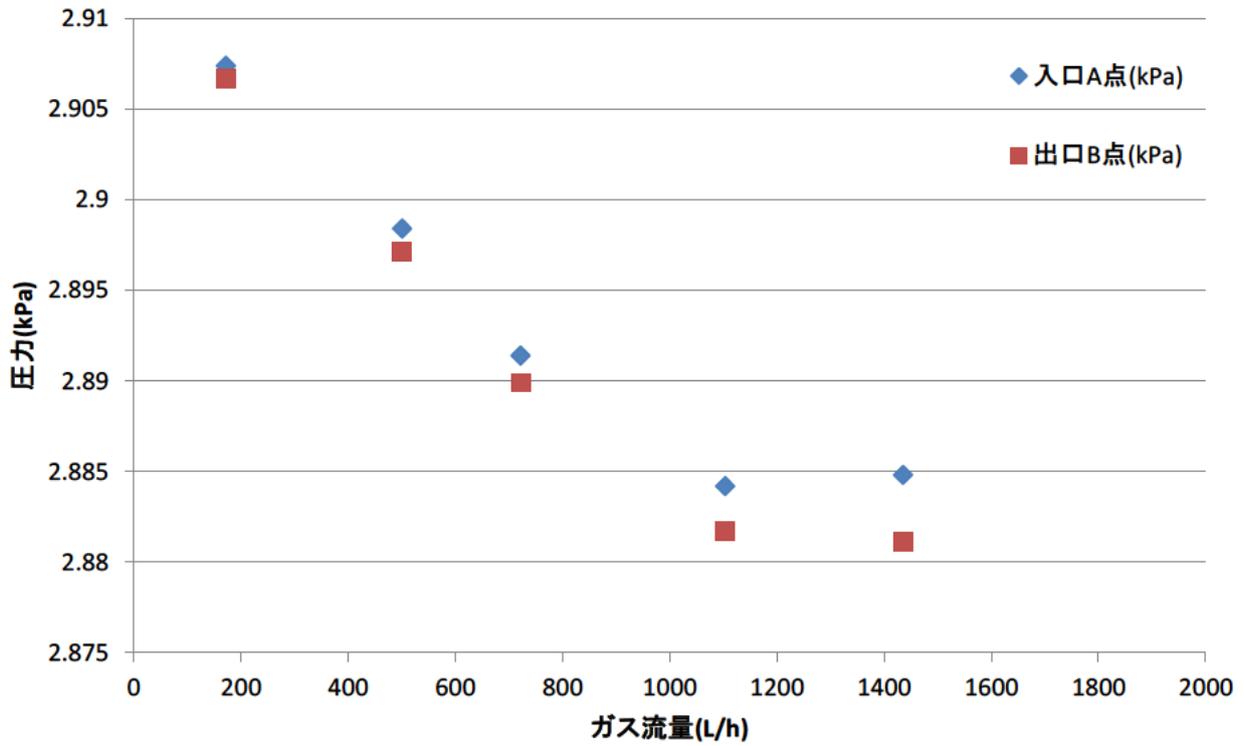


グラフ 7.2.1.48 測定結果（管径 15A）

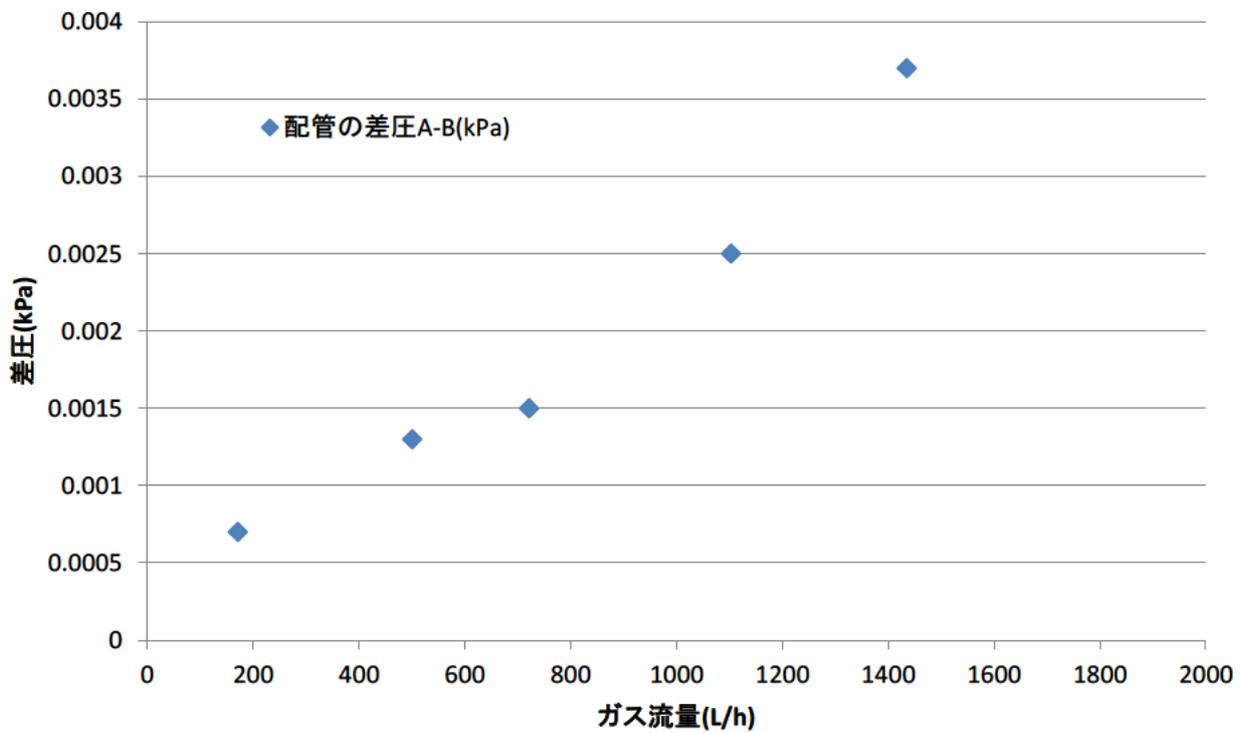


グラフ 7.2.1.49 圧力差（管径 15A）

◆測定結果（管径 20A）

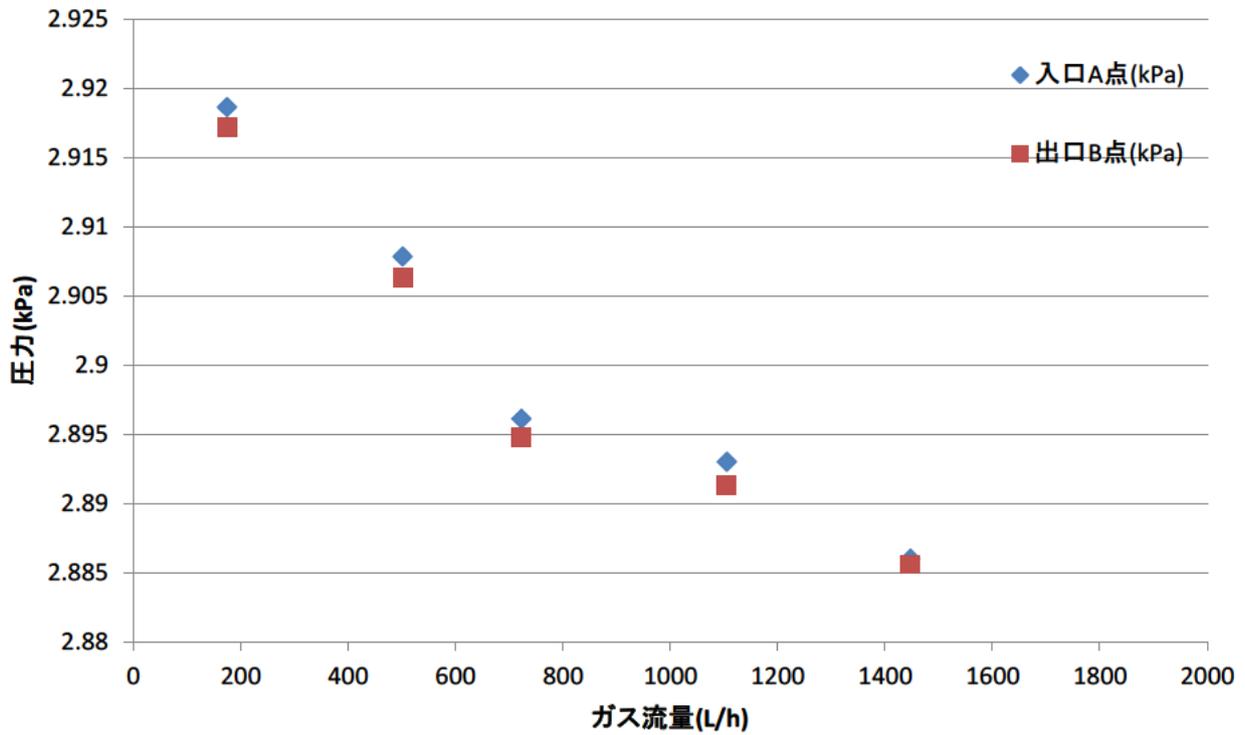


グラフ 7.2.1.50 測定結果（管径 20A）

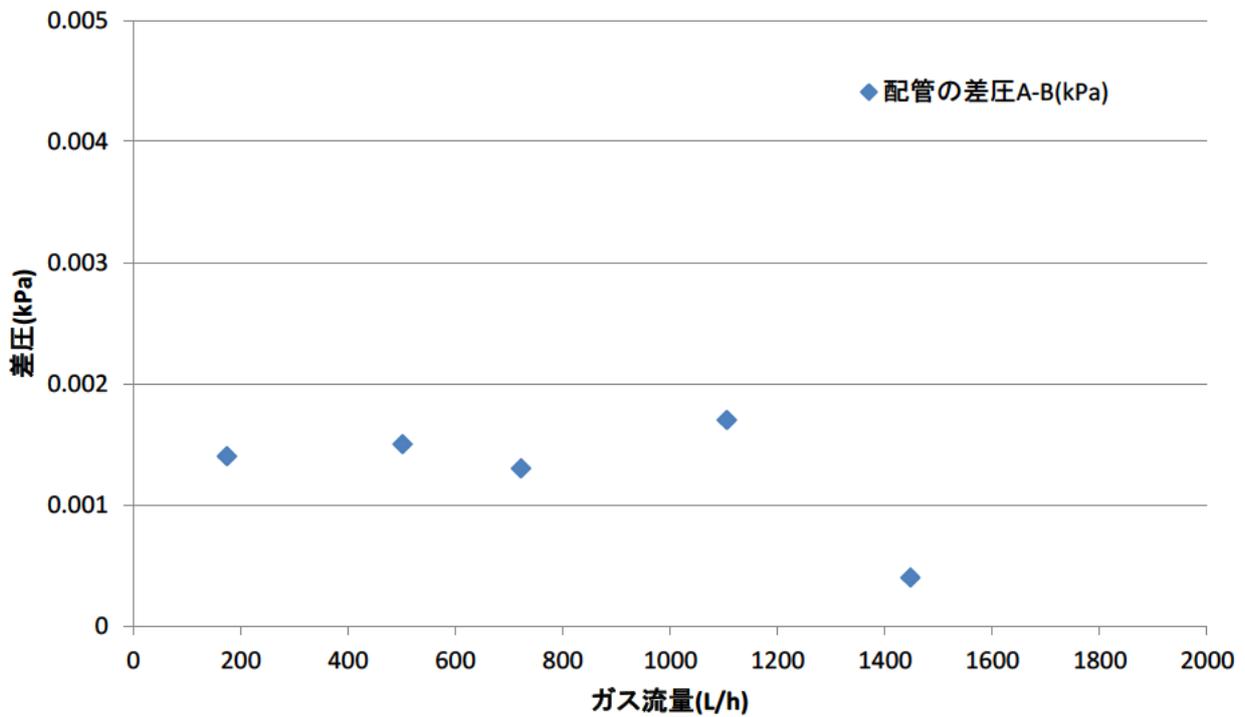


グラフ 7.2.1.51 圧力差（管径 20A）

◆測定結果（管径 25A）

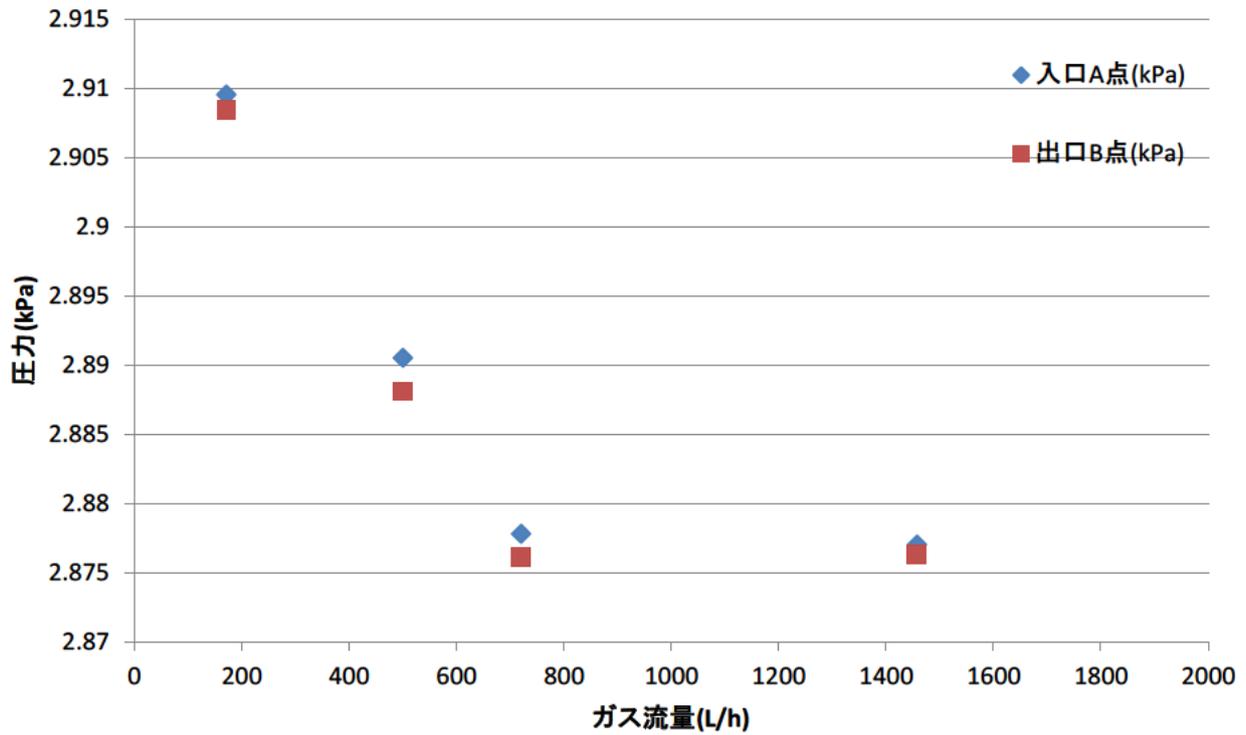


グラフ 7.2.1.52 測定結果（管径 25A）

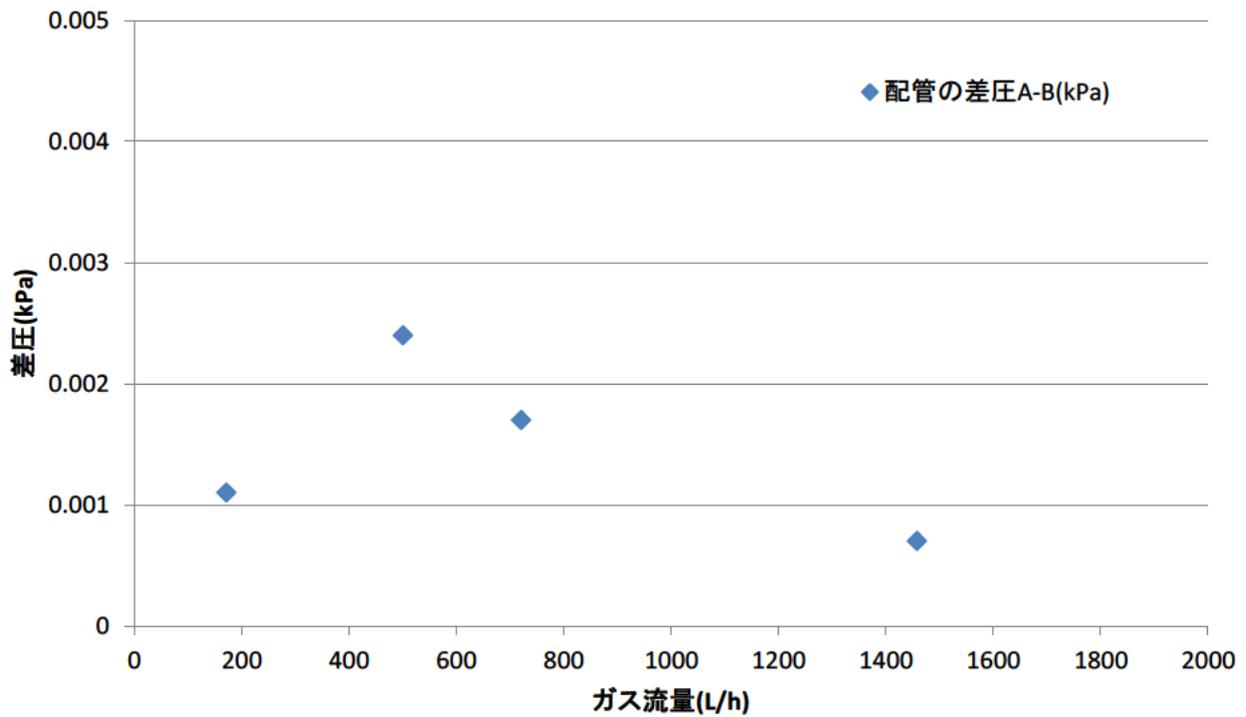


グラフ 7.2.1.53 圧力差（管径 25A）

◆測定結果（管径 32A）

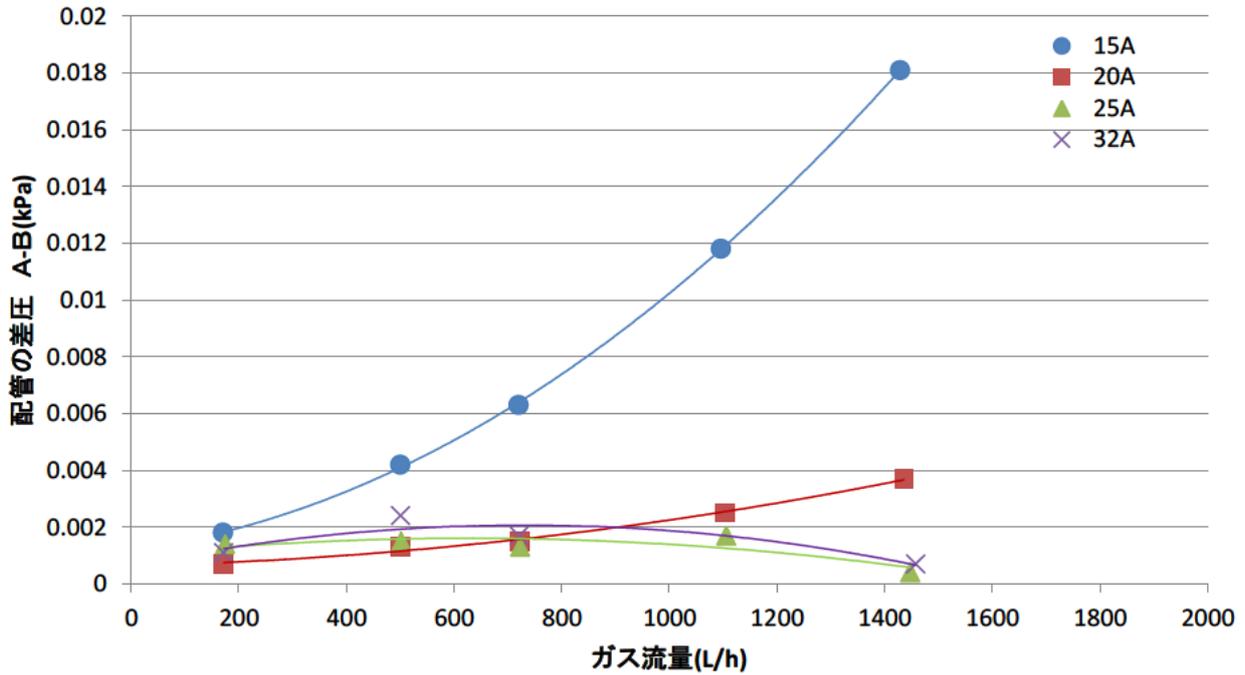


グラフ 7.2.1.54 測定結果（管径 32A）



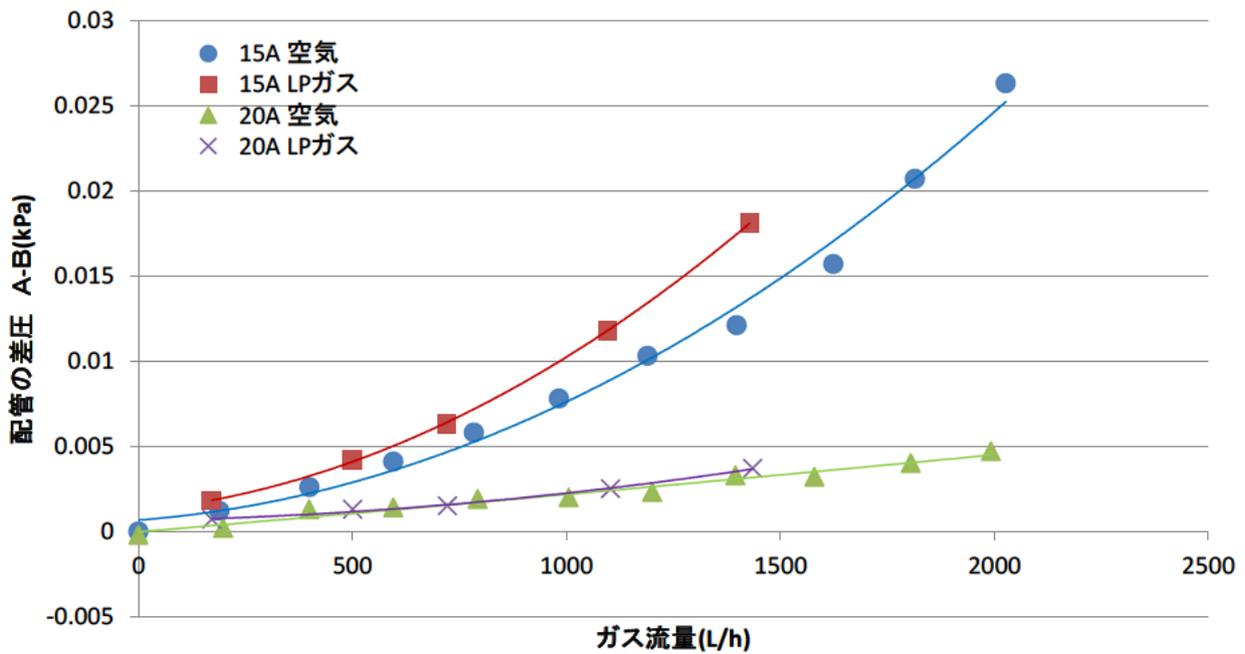
グラフ 7.2.1.55 圧力差（管径 32A）

◆ 圧力損失の比較



グラフ 7.2.1.56 管径と圧力損失 (LP ガスの場合)

◆ ガス種の違いの比較



グラフ 7.2.1.57 ガス種の違いと圧力損失

◆コメント

直管について、空気の場合の圧力損失と比較するためLPガスを使用して圧力損失を計測した。

- 4種類の管径の直管にLPガスを流した時の入口圧力と出口圧力を測定した。その差圧（圧力損失）は、15Aの場合0.018kPa（流量約1400L/hの時）、20Aの場合0.004kPa程度であった。25A及び32Aについては0.002程度でありほとんど差は見られなかった。
- LPガスと空気の違いに関して、グラフ7.2.1.57から、15Aの場合はLPガスの方が圧力損失が大きくなるのが分かるが、20Aの場合LPガスと空気の違いは見られない。

空気の場合とLPガスの場合を比較した結果、20A以上の管径の配管は配管損失がほとんど無いため、その違いは実用上無いと考えられる。また、管径が15Aの場合には、LPガスの圧力損失が大きくなるため、留意する必要がある。

(g) 流通しているマイコンメータの圧力損失

調整器以降の配管設備において、配管の他に圧力損失が大きい部材の一つはマイコンメータである。マイコンメータは多くの型式が普及しているため、圧力損失のバラツキを調べるため市販されている幾つかのマイコンメータについて圧力損失測定を行った。

◆測定方法

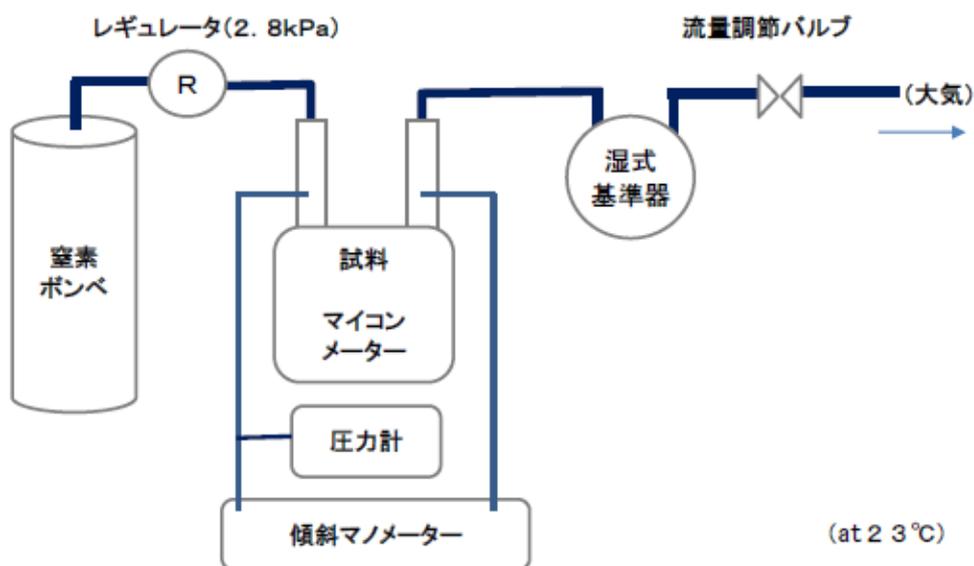


図 7.2.1.9 測定方法

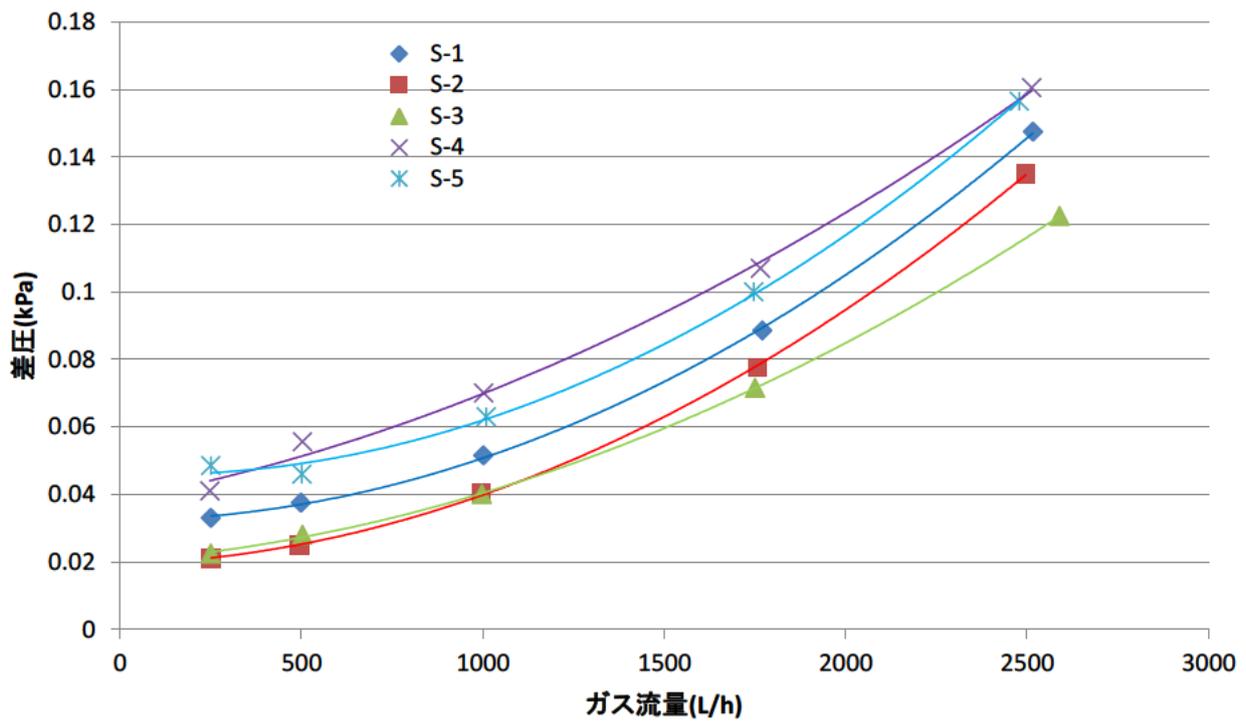
測定対象のマイコンメータに応じた使用最大流量までの間の5点ほどの流量を流した時のマイコンメータの圧力損失を計測した。

使用ガス：窒素

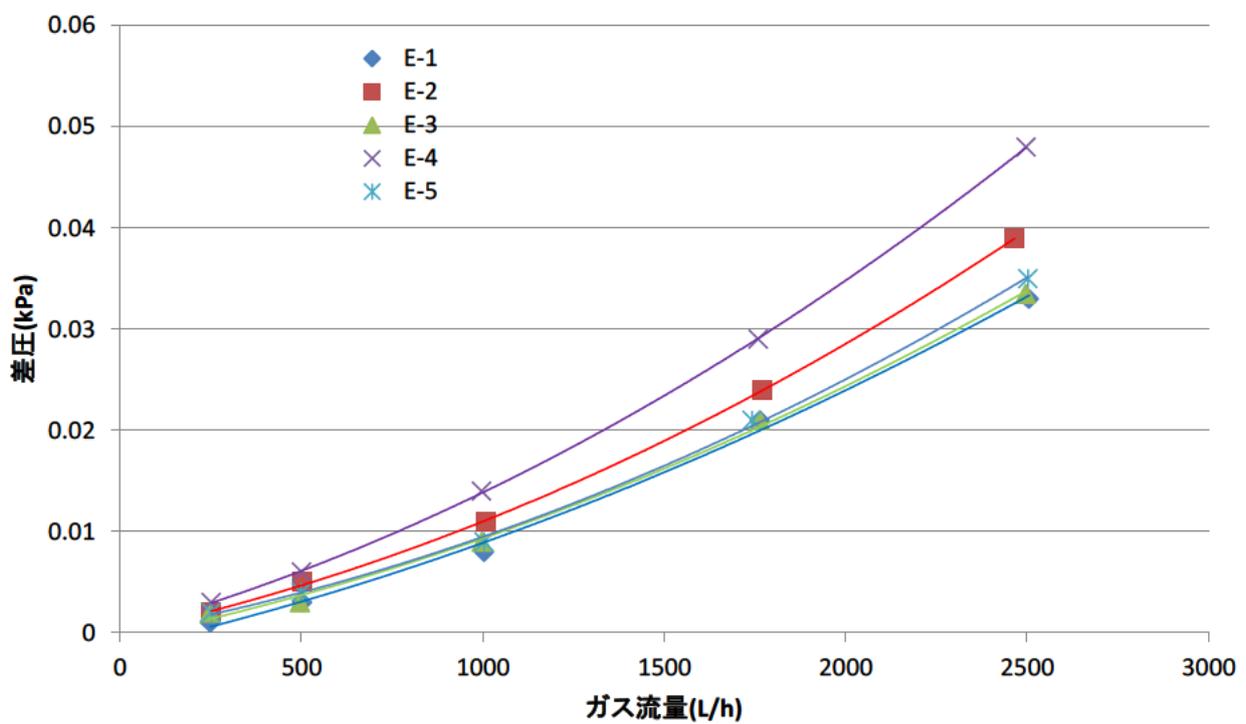
◆測定したマイコンメータ

膜式マイコンメータ (2.5号)	5型式
超音波式マイコンメータ (2.5号)	5型式
膜式マイコンメータ (16号)	1型式
超音波式マイコンメータ (16号)	1型式

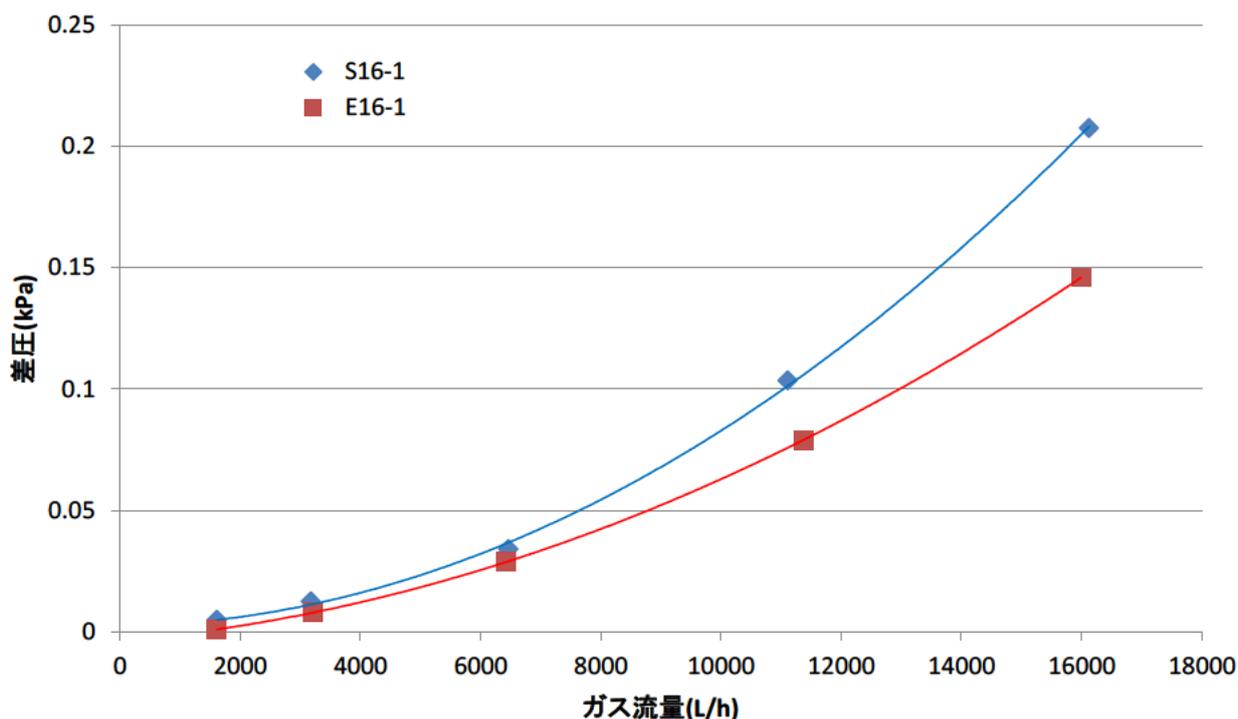
◆測定結果



グラフ 7.2.1.58 膜式マイコンメータ (2.5号) の圧力損失



グラフ 7.2.1.59 超音波式マイコンメータ (2.5号) の圧力損失



グラフ 7.2.1.60 16号マイコンメータの圧力損失 (S16-1:膜式、E16-1:超音波式)

◆コメント

既に流通しているマイコンメータの幾つかの機種について圧力損失計測を行った。計測結果は以下の通り。

メータの容量	メータの種類	圧力損失の最大値 (kPa)	圧力損失の最小値 (kPa)	圧力損失の平均 (kPa)
2.5号 (一般家庭用)	膜式	0.161	0.123	0.144
	超音波式	0.048	0.033	0.038
16号 (業務用)	膜式	0.208	-	-
	超音波式	0.146	-	-

- 膜式と超音波式を比べると、一般家庭用膜式は 0.144kPa、超音波式は 0.038kPa であり、業務用膜式は 0.208kPa、超音波式は 0.146kPa となっており、超音波式の方が圧力損失は小さい。
- マイコンメータの容量 (一般家庭用と業務用) で比べると、容量が小さい方が圧力損失は小さい。
- マイコンメータ以降の圧力損失を抑え燃焼器入口圧力を確保するためには、超音波式マイコンメータの方が有利と言える。
- 設備を設計する際には、マイコンメータは 0.15kPa が用いられているが、超音波式マイコンメータの場合、実際には 1/2 以下であることが分かる。

(7) まとめ

モデル配管設備等を使用して、様々な条件におけるLPガス設備の圧力損失等に関するデータを取得した。

①モデル配管設備の圧力損失

(a)マイコンメータの圧力損失

- マイコンメータの圧力損失は流量が 2000L/h 程度で、膜式で約 0.105kPa、超音波式で約 0.04kPa であった。(空気の場合)
- 流量が大きくなると各点の圧力が下がることが分かる。また、各点の圧力は流れの下流ほど下がる。圧力損失が流量と配管長さに影響を受けることが分かる。
- 配管部の差圧がほぼ等しいので、全体の差圧の違いはメータの差圧の違いが原因であることが分かると共に、計測の再現性も確認出来る。

(b)配管の圧力損失

- 流量 2000L/h の時、モデル配管のメータ下流部(長さ約 11m 曲がり部あり、管径 20A)は 0.011kPa 程度の圧力損失である。(空気の場合)
- 管径が 20A と 32A の場合の比較を行った場合、流量が 2000L/h の時であっても長さ約 2m において 0.003kPa の圧力損失であり、20A の 0.015 に比べてかなり小さい。
- 全体の差圧(圧力損失) \approx メータの差圧 + 配管の差圧 であり、圧力損失が各部における差圧の和であることが分かる。
- メータ入口圧力よりも上流部の圧力損失が大きい場合、同圧力は下がるものの、その下流部の差圧(圧力損失)に影響は無い。
- 管径の違いが圧力損失に大きく影響する(反比例)ことが確認された。また、圧力損失が配管の長さとは比例してことが分かった。

②調整器の違い

- 自動切替式一体型調整器が単段式調整器に比べて、流量が増加しても 2.8kPa に近い圧力を維持している。
- 差圧(圧力損失)に関しては、調整器の違いに関係なく一致しており、圧力値の高低には関係がないことが分かる。
- 調整器出口圧力と燃焼器入口圧力はその間の配管の状態に影響を受けるため、配管の状態と最大流量から推定できる可能性がある。
- 自動切替式一体型調整器が安定して高い圧力を維持できるのは、2段階で圧力を調整する機構となっているためである。
- 燃焼器入口圧力は 2.0kPa 以上が求められているため、高い調整圧力を維持することが可能な調整器を使用した方が有利と言える。

③直管の圧力損失

- 長さ 2m の直管において流量が 2000L/h の時、15A については約 0.026kPa であり、20A で約 0.005kPa であった。
- 25A 及び 32A の直管については、圧力損失はほぼ 0 であった。

④ L P ガスを使った計測

- L P ガスの流量が約 1300L/h の時に超音波式マイコンメータの圧力損失は 0.023kPa であった。
- L P ガスの流量が約 1300L/h の時に膜式マイコンメータの圧力損失は 0.078kPa であった。
- 空気の場合と L P ガスの場合のメータの圧力損失を比較すると、超音波式はほぼ同じだが、膜式の場合は L P ガスの方が圧力損失が大きくなる。
- 配管の圧力に関しては、ガス種の違いについて大きな差は見られない。
- L P ガスの場合、重力により C 点の方が圧力が高くなる。(高低差約 1.35m)

⑤ 流通しているマイコンメータの圧力損失

- 膜式と超音波式を比べると、一般家庭用膜式は 0.144kPa、超音波式は 0.038kPa であり、業務用膜式は 0.208kPa、業務用超音波式は 0.146kPa となっており、超音波式の方が圧力損失は小さい。
- マイコンメータの容量（一般家庭用と業務用）で比べると、容量が小さい方が圧力損失は小さい。
- マイコンメータ以降の圧力損失を抑え燃焼器入口圧力を確保するためには、超音波式マイコンメータの方が有利と言える。

7.2.2 圧力損失解析調査

(1) 概要

(要求仕様)

② 圧力損失解析調査

LPガス配管内における圧力計測箇所の違いによる影響について調査・検討する。LPガス配管設備は定められた圧力値を満足するために燃焼器のガス消費量及び設備の圧力損失等を考慮して設計されている。圧力損失は計算により算出することができるが、配管の圧力計測箇所の違いによる影響と計算による圧力損失との関係について検討する。

(2) 背景・課題

LPガス設備の供給管・配管の口径決定に際しては、最大ガス消費量(ガス流量)、配管長さ、圧力損失等を考慮して決定される。計算により圧力損失を算出し、基準に適合した配管内圧力が確保されている。圧力損失が原因で圧力計測箇所の違いにより計測した圧力値は変化するため、例えばメータ入口圧力と燃焼器入口圧力は異なるため、メータ入口圧力と燃焼器入口圧力の関係について計測データと計算による算出データの解析・検討を行い、自動点検システムによる配管内圧力計測の信頼性を検証する必要がある。

(3) 実施方法

マイコンメータから取得したデータと各部位で計測した圧力データとの比較検証を行う。同じ配管設備であっても燃焼器入口圧力とガスメータ入口圧力等の計測箇所によって計測値に差が生じる。その原因となる圧力損失について理論上の計算との比較・検討を行う

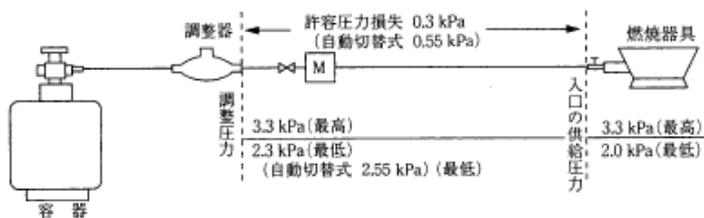


図 7.2.2.1 調整圧力と供給圧力の関係

(検討課題)

超音波式マイコンメータの場合、圧力と同時に流量を計測することが可能であるため、ガスメータ入口圧力値から燃焼器入口圧力値を計算で算出することが可能となる。計算値と実測値との比較検討を行い、代替性について検討を行う。また、燃焼器を通常使用した場合の圧力値から、最大ガス使用流量時の圧力値の計算についても検討を行う。

1) 圧力損失の計算

LPガス設備設置基準及び取扱要領（KHKS 0738）では、LPガス配管を設計する際に以下の計算方法で圧力損失を求めている。

① 直管部分の圧力損失の計算

$$H = \frac{9.8Q^2SL}{K^2D^5}$$

Q ガスの流量 (m³/h)

D 管の内径 (cm)

H 圧力損失 (Pa)

S ガス比重

L 管の長さ (m)

K 定数 (例えば 米花氏 : $K=0.837 \div \sqrt{1+(4.35/D)}$)

Pole 氏 : 0.707

Cox 氏 : 0.653)

- ガス流量が 1/2 になると、圧力損失は 1/4 になる。
- ガス比重が 2 倍になると、圧力損失は 2 倍になる。
- 配管の長さが 2 倍になると、圧力損失は 2 倍になる。
- 配管の内径が 1/2 になると、圧力損失が 32 倍になる。

(上式はポール (Pole) の公式であり、低圧ガスの輸送公式として多く使用されている。)

②配管継手等による配管損失

配管に用いられる弁、エルボ、その他の配管継手等による圧力損失はこれと同じ抵抗を示す直管の長さに置き換えて圧力損失を求める。

表 7.2.2.1 継手等の等価延長例 (単位：m/個)

継手等 呼び (A)	ねじ 接 合										メカニカル接合					ガス栓・バルブ		
	エルボ	ストレートエルボ	バンド	ソケット	径違いソケット	チーズ	径違いチーズ	サーピスチー	絶縁エルボ	絶縁ソケット	エルボ	おねじ付きエルボ	めねじ付きエルボ	ソケット	中ネジ付チーズ	サーピスチー	メータガス栓	遮断弁
15	0.4	0.8	0.9	0.1	0.5	0.8	0.3	—	1.9	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.6	0.8	1.1	0.1	0.5	0.8	0.7	1.6	1.7	0.9	1.1	1.4	1.0	0.1	—	1.3	0.7	—
25	0.6	1.0	1.3	0.1	0.7	0.9	1.0	2.0	1.8	0.8	1.3	1.7	1.2	0.1	0.9	1.5	1.2	2.7
32	0.7	1.0	1.3	0.1	0.9	1.0	1.1	1.7	2.3	0.8	1.5	2.2	1.3	0.2	1.0	1.9	2.0	3.2
40	0.9	1.2	1.3	0.1	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	0.8	1.5	1.7	1.2	0.2	1.0	1.9	2.0	2.2
50	1.1	1.6	1.4	0.1	2.2	1.7	2.2	2.5	2.9	0.6	2.6	2.3	—	0.4	2.0	—	2.3	3.5
80	1.4	2.4	1.6	0.1	—	2.4	—	3.9	—	—	3.0	3.7	—	0.9	2.9	—	5.0	5.5

<備考> 径違いソケット、径違いチーズは小径側で読む。(例 20×15チーズは15Aの欄の0.3m/個となる。)

③配管用フレキシ管の圧力損失

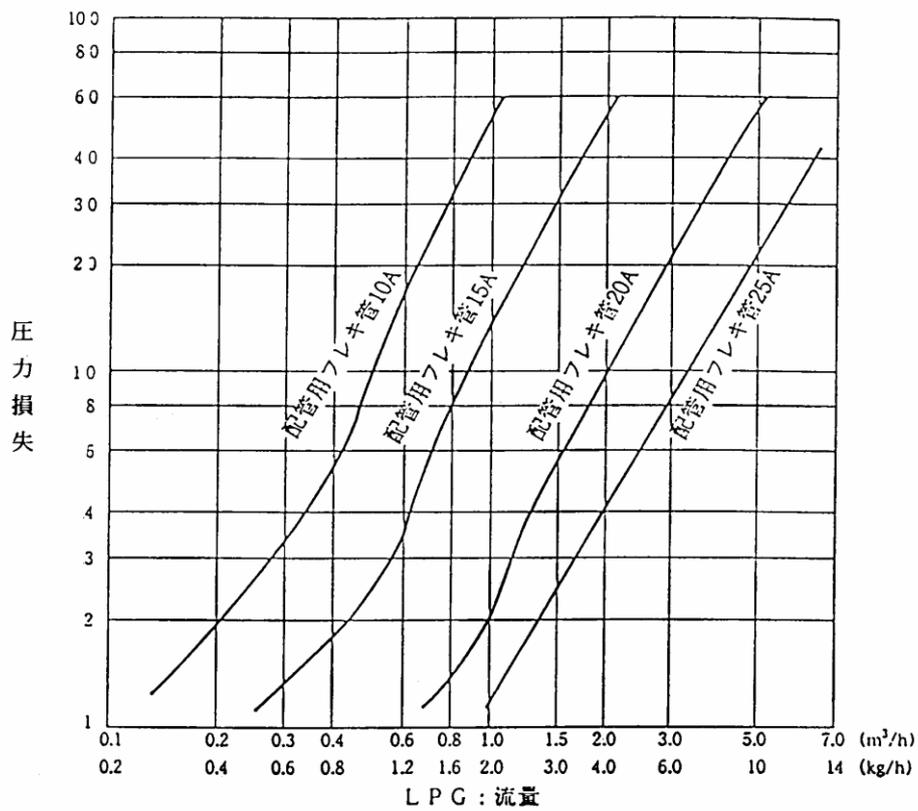


図 7.2.2.2 フレキシ管の圧力損失

④配管の立ち上がりによる圧力変動

$$H = 9.8 \times 1.293(S - 1)h$$

H 圧力損失 (Pa)

S ガス比重 (比重: プロパン: S=1.52、ブタン: S=2)

h 立ち上がりの高さ (m)

(4) 計測結果との比較

① ケース 1

計測に使用したモデル配管の寸法を以下に示す。

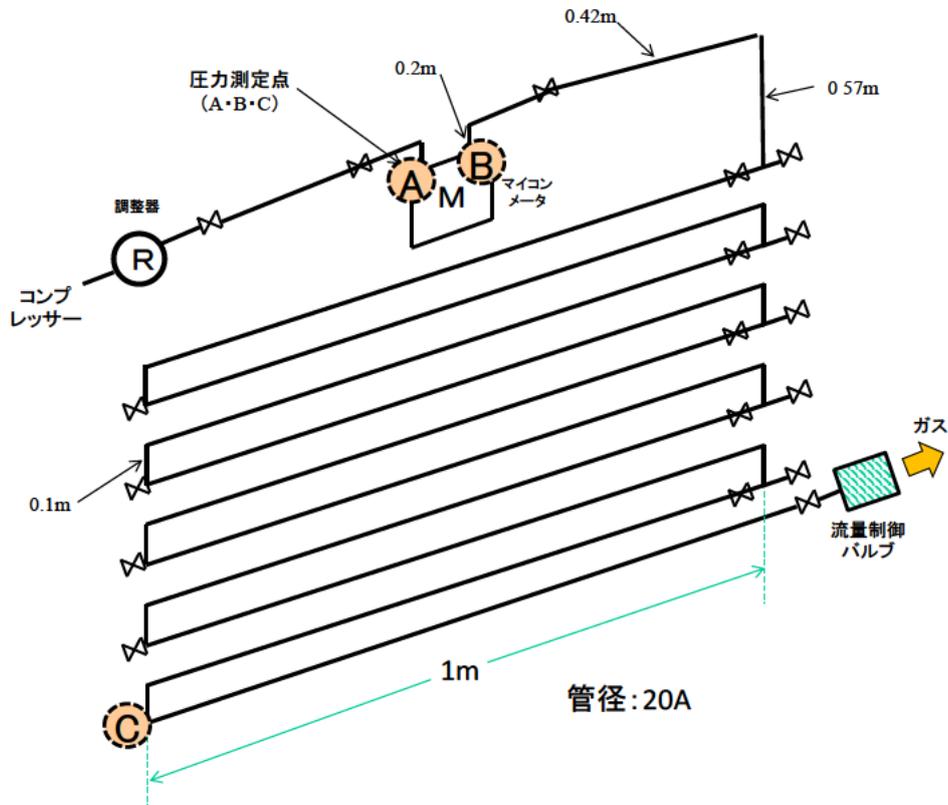


図 7.2.2.3 モデル配管の寸法

2000L/h の空気を流した時の B~C 間の圧力損失を計算する。

直管の長さ : $0.2 + 0.42 + 0.57 + 1 \times 9 + 0.1 \times 9 = 11.09 \text{ m}$

表によりチーズの数から直管の長さへ変換 : $0.8 \times 10 \text{ 個} = 8 \text{ m}$

// エルボ // : $0.6 \times 11 \text{ 個} = 6.6 \text{ m}$

// メータガス栓 // : $0.7 \times 6 \text{ 個} = 4.2 \text{ m}$

トータルでの配管長さ L : 29.89 m となる

配管内径 $D = 2.16 \text{ cm}$ (20A)

定数 $K = 0.837 / (1 + 4.35/D)^{0.5} = 0.51915878$

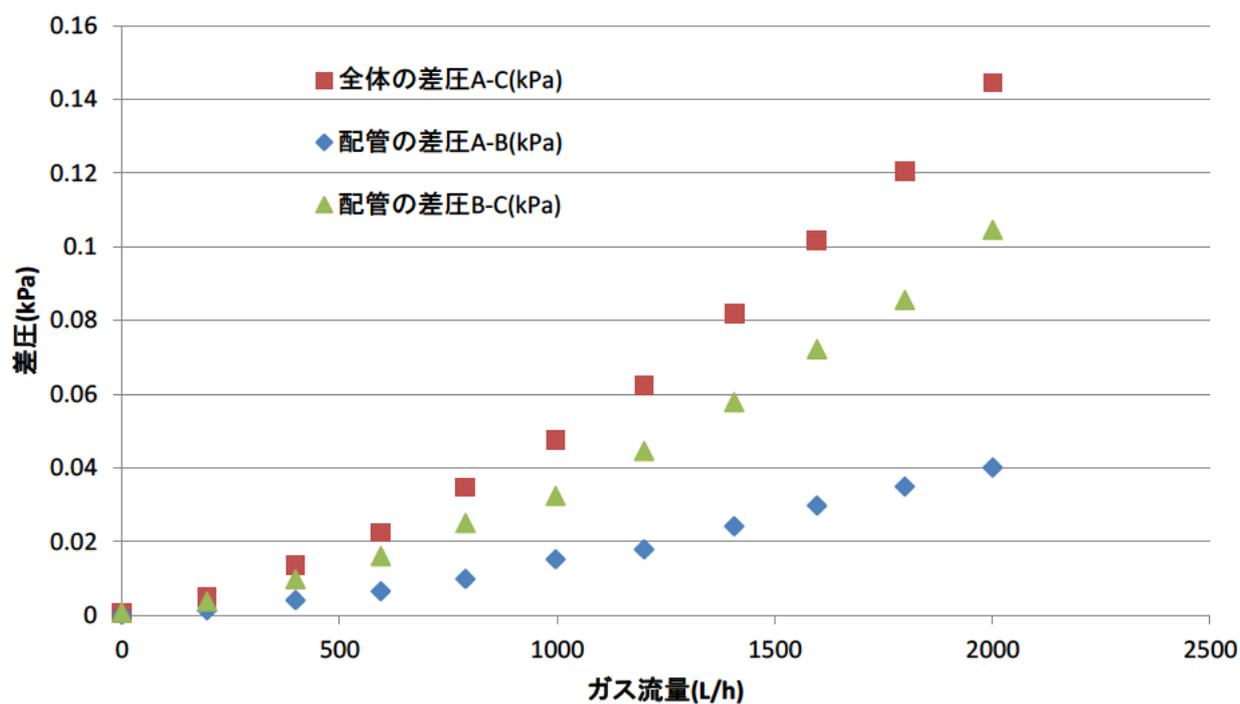
流量 (m^3/h) $Q = 2$

比重 $S = 1$

前式により、圧力損失 (Pa) は

$$H = 9.8 \times Q^2 \times S \times L / (K^2 \times D^5) = 107.2$$

一方で当該モデル配管での実測値を以下のグラフで示す。



グラフ 7.2.2.1 モデル配管での計測結果

グラフ 7.2.2.1 から、空気 2000L/h を流した時、B～C 間の圧力損失は実測値で 105Pa 程度あり、計算値 107Pa とほぼ一致していることが分かる。

② ケース 2

モデル配管における A、B、C 間の圧力損失の計算値と実測値の検証

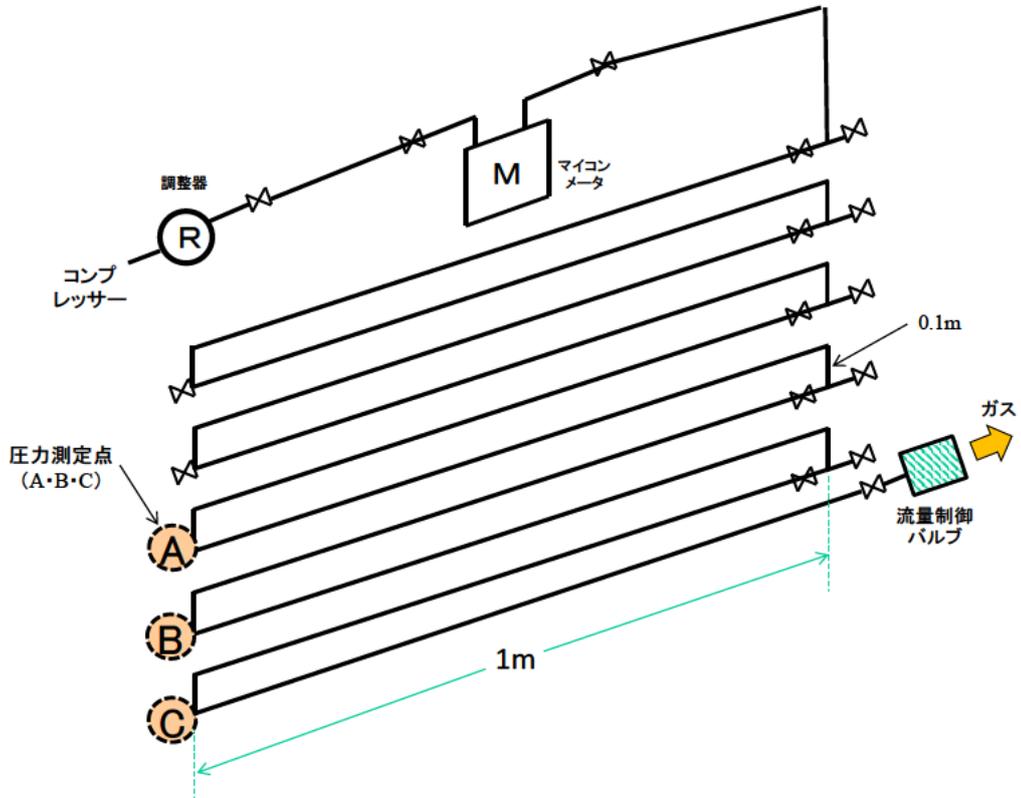


図 7.2.2.4 圧力測定箇所

2000L/h の空気を流した時の A～B 間又は B～C 間の圧力損失を計算する。

直管の長さ : 1+0.1+1+0.1=2.2 m

表によりチーズの数から直管の長さへ変換 : 0.8*2 個=1.6 m

// エルボ // : 0.6*2 個=1.2 m

// メータガス栓 // : 0.7*1 個=0.7 m

 トータルでの配管長さ L : 5.7 m となる

配管内径 D=2.16 cm (20A)

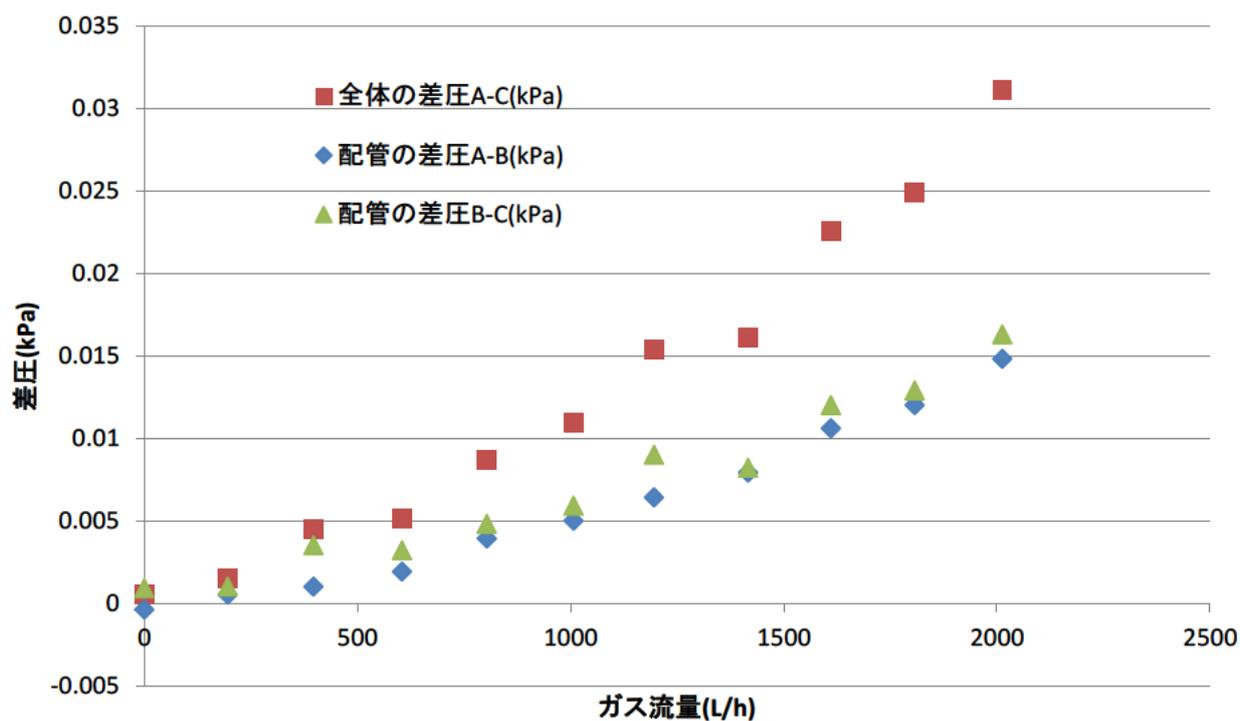
定数 $K=0.837/(1+4.35/D)^{0.5}=0.51915878$

流量 (m³/h) Q=2

比重 S=1

前式により、圧力損失 (Pa) は

$$H=9.8*Q^2*S*L/(K^2*D^5)=20.44$$



グラフ 7.2.2.2 モデル配管での計測結果

実測値では約 0.017kPa であり。計算値の 0.02044kPa とほぼ同じ結果となっている

③ ケース 3

直管における圧力損失の計算値と実測値の比較
以下に示す圧力損失計算式と測定値との比較を行った。

(a) 圧力損失計算式

$$H = \frac{9.8Q^2SL}{K^2D^5}$$

- Q ガスの流量 (m³/h)
- D 管の内径 (cm)
- H 圧力損失 (Pa)
- S ガス比重
- L 管の長さ (m)
- K 定数 (例えば $K=0.837 \div \sqrt{1+(4.35/D)}$)

(b) 測定値

7.2.1 節に記載された計測データと計算値の比較を行った。

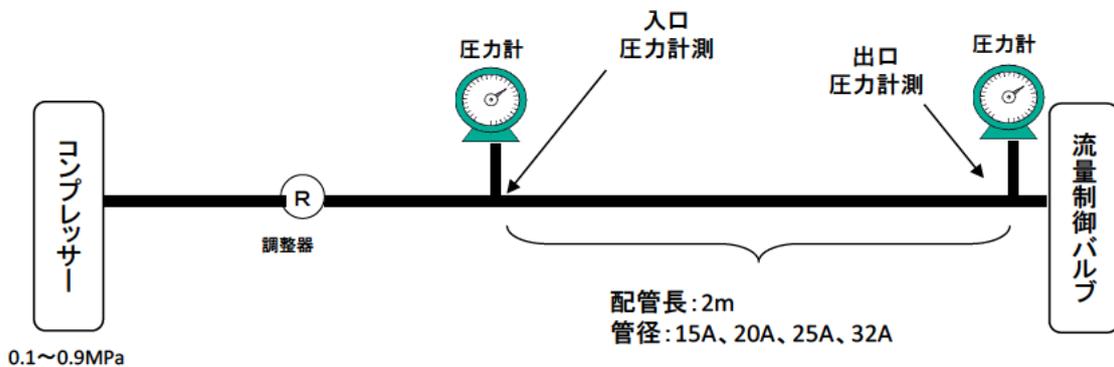


図 7.2.2.5 直管の圧力計測

入口圧力と出口圧力を計測してその差圧と計算式を比較した。

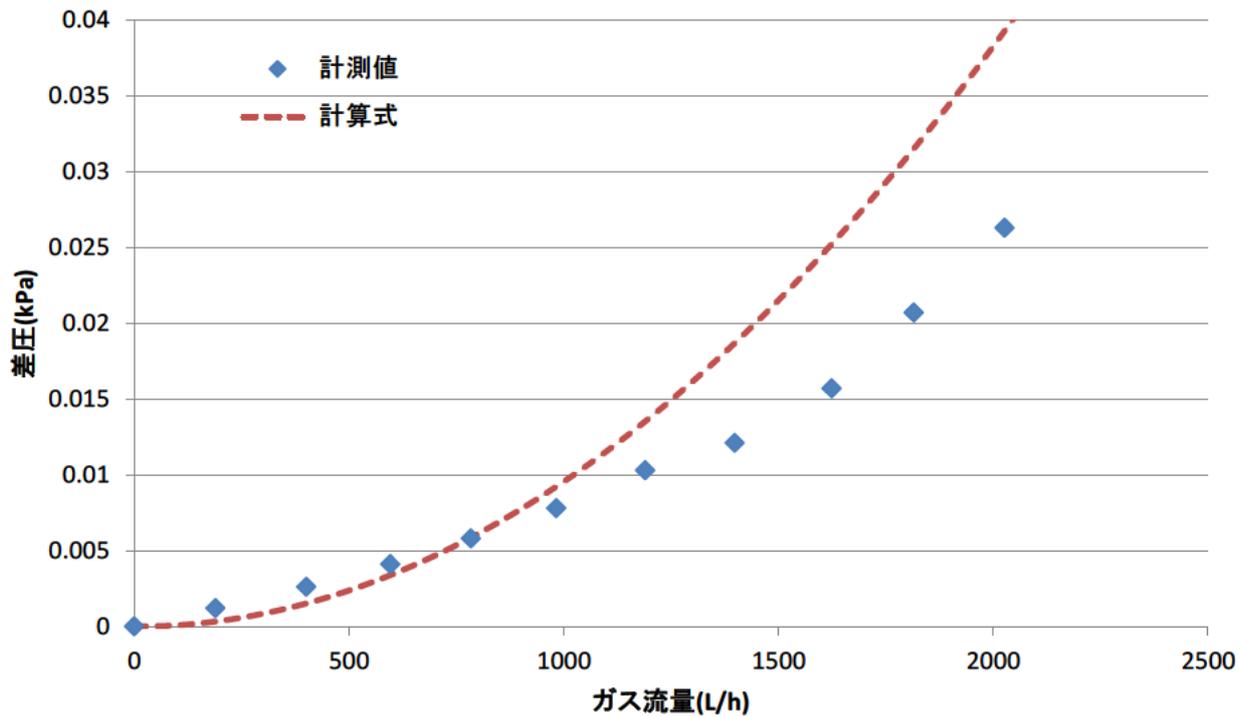
配管長 : 2 m

管径 : 15A、20A

(25A 及び 32A については圧力損失がほぼ 0 であったため比較対象外。)

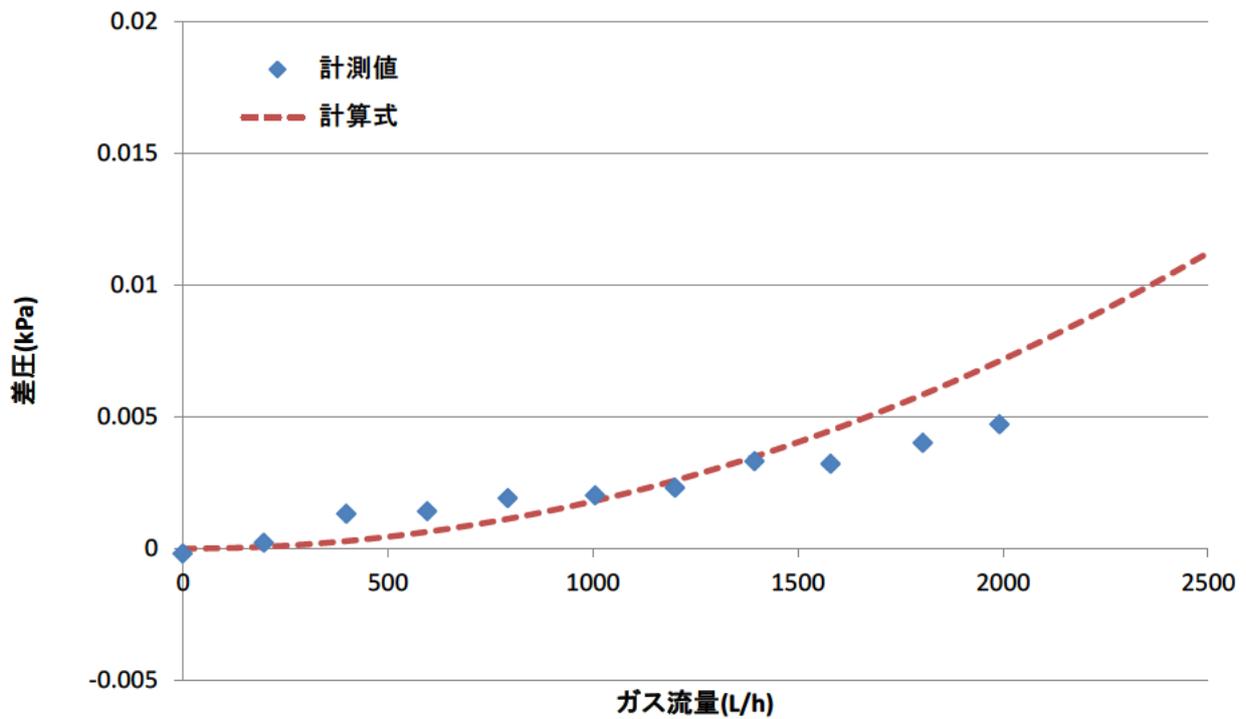
使用ガス : 空気又は LP ガス

◆ 15 A 管の場合比較（空気）



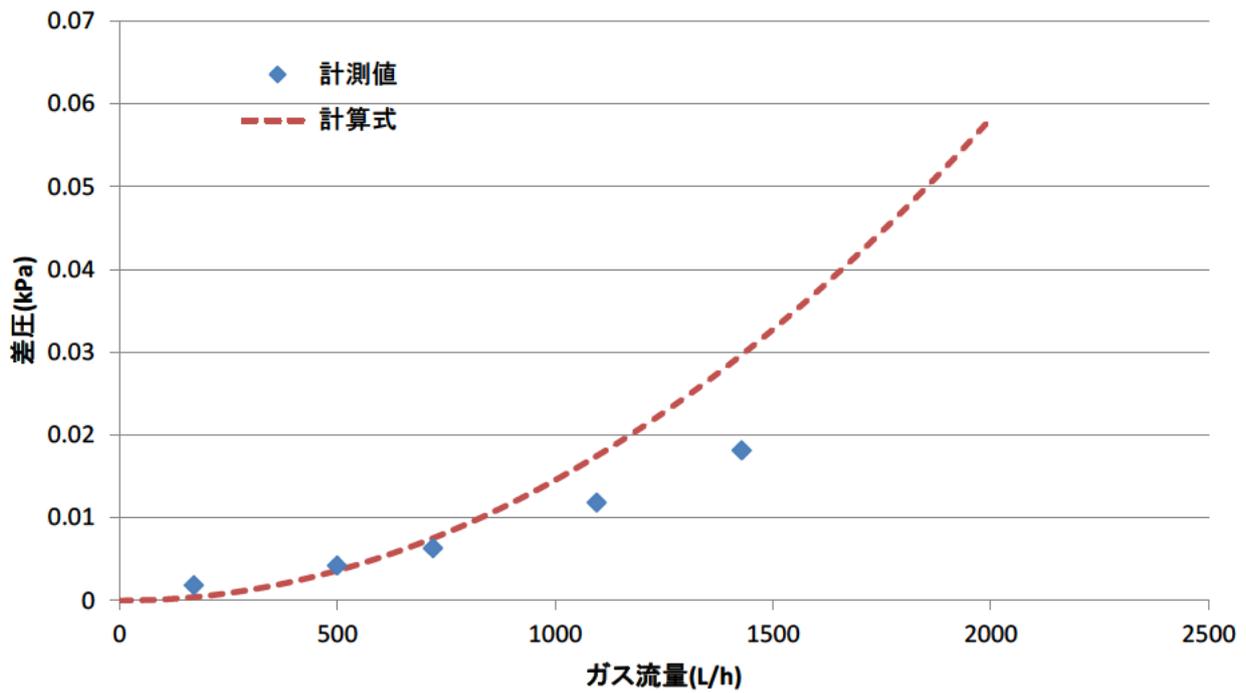
グラフ 7.2.2.3 計測値と計算結果との比較（15 A・空気）（1400L/h の時 Re : 1952）

◆ 20 A 管の場合比較（空気）



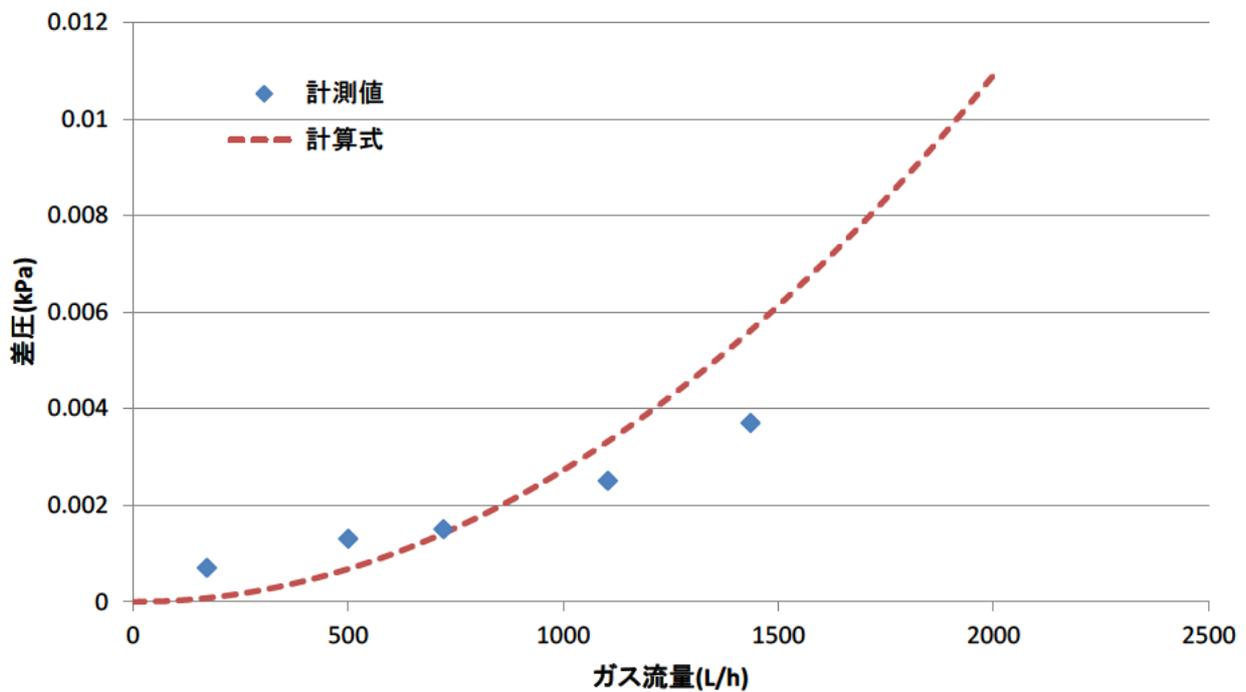
グラフ 7.2.2.4 計測値と計算結果との比較（20 A・空気）（1400L/h の時 Re : 1455）

◆15A管の場合比較（LPガス）



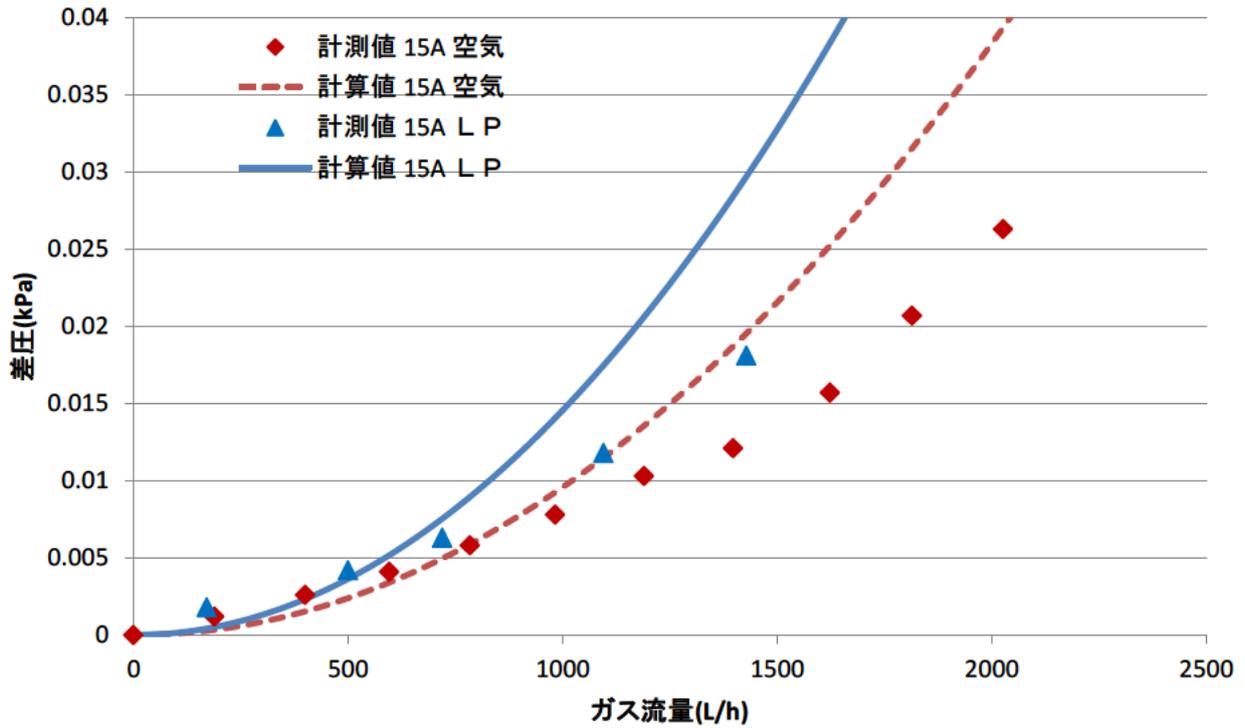
グラフ 7.2.2.5 計測値と計算結果との比較（15A・LPガス）（1400L/hの時 Re : 7290）

◆20A管の場合比較（LPガス）

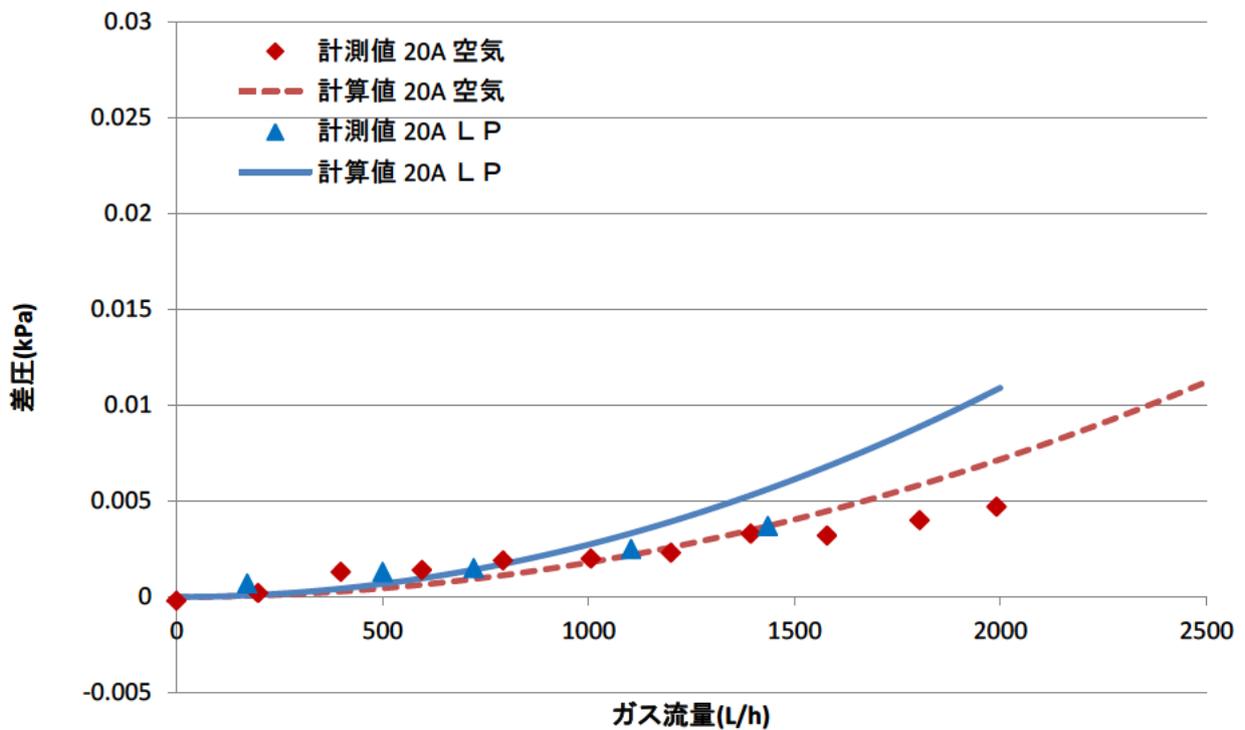


グラフ 7.2.2.6 計測値と計算結果との比較（20A・LPガス）（1400L/hの時 Re : 5434）

◆比較



グラフ 7.2.2.7 計測値と計算値との比較 (15A の場合)



グラフ 7.2.2.8 計測値と計算値との比較 (20A の場合)

◆コメント

直管における圧力損失について、計測値と計算値の比較を行った。

- 空気、LP ガスのいずれの場合も計算値の方が計測値よりも高めの値であった。
- 計測値と計算値の差は流量が大きいほど大きくなる。また、密度が大きいほど差が大きくなる事が分かる。
- 流量が 1400L/h の時、計測値と計算値の圧力損失の差は、以下の数値であった。
空気の場合 15A で 0.007kPa、20A で 0.001kPa、
LP ガスの場合 15A で 0.011kPa、20A で 0.001kPa
- 直管の場合に配管径が小さいほど計算値と計測値の差が大きくなる事が分かる。

③計算式による圧力損失の検討

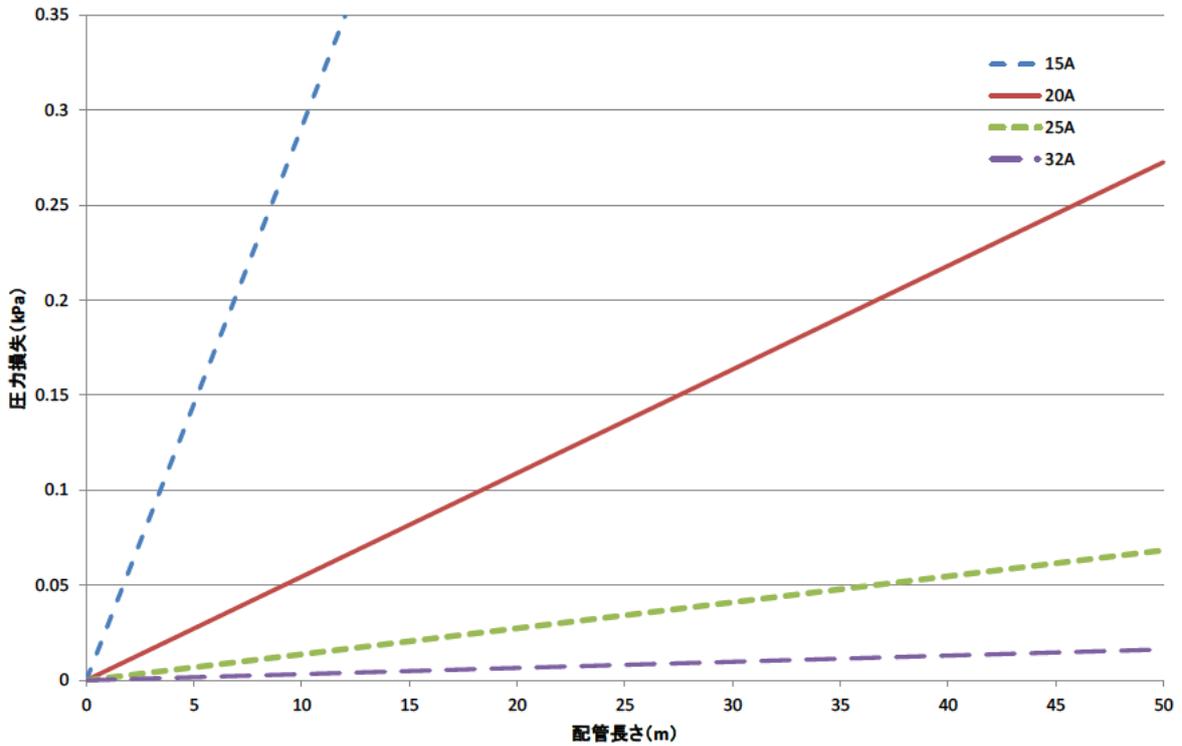
配管損失計算式において

ガスの流量 (m³/h) =2 (2000L/h)

ガス比重=1.52 (プロパン)

定数=0.56

として、圧力損失と管長の関係を管径毎に計算したものが次のグラフである。



グラフ 7.2.2.9 配管長と圧力損失の管径別の関係

表 7.2.2.2 配管用炭素鋼鋼管の種類と寸法 (JISG3452)

呼び方	外径 (mm)	厚さ (mm)	内径 (mm)
15A	21.7	2.8	16.1
20A	27.2	2.8	21.6
25A	34	3.2	27.6
32A	42.7	3.5	35.7

一方で、ガスメータ（マイコンメータ）入口圧力から燃焼器入口圧力の圧力損失が 0.3kPa 以下の場合において、ガスメータ入口圧力によって燃焼器入口圧力の測定が代替できることとなっている。

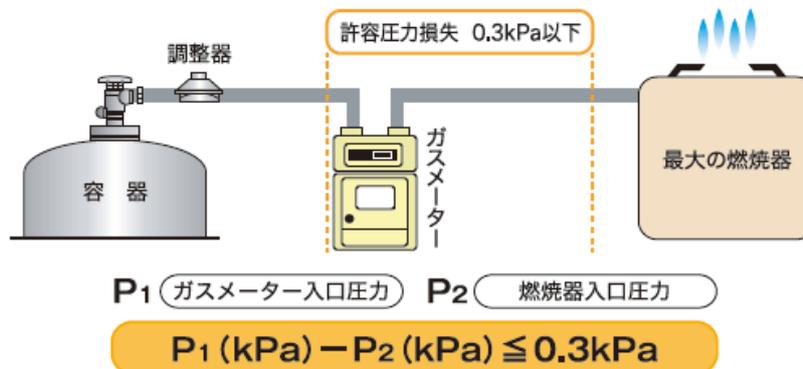


図 7.2.2.6 許容圧力損失

ガスメータ（マイコンメータ）の圧力損失は通常 0.15kPa であることが知られているため、マイコンメータから燃焼器入口までの配管の圧力損失は 0.15kPa が許容される。

グラフから、以下のことがわかる。

- 25A、32A 配管の長さが 50m を超えても圧力損失 0.15kPa を超えない。
- 20A 配管の場合、0.15kPa の圧力損失を超えるのは 28m 程度である。
- 15A 配管の場合、0.15kPa の圧力損失を超えるのは 5m 程度である。
- 配管継手等（弁、エルボ等）があれば、直管長さに置き換える必要があるため、圧力損失は大きくなる。

◆まとめ

- 燃焼器入口圧力測定に関してはマイコンメータから燃焼器までの配管設備状況により圧力損失が異なるため、マイコンメータによる測定値に補正等を加えて判定する必要があるが、補正のための計算方法について検討した。
- 補正方法に関しては、LP ガス設備設置基準及び取扱要領（KHKS 0738）に示されている圧力損失計算式とモデル配管設備における計測値を比較した結果、ほぼ合致していることが確認された。
- 直管における計算式と実測値の比較を行った結果、計算式の方がやや高めの値を示すことを確認した。
- 管径別による圧力損失を考慮した時に 25A 以上の配管については、一般的な長さの配管設備において圧力損失はほぼ無いと見て良いと考えられる。

8. まとめ

8. 1 自動計測・点検機能の検討

8.1.1 自動点検記録システムの検討

マイコンメータに内蔵されている圧力センサ及び流量センサを使って、LPガス配管設備の圧力及びガス流量データを自動的に計測・記録する機能について調査・検討を行った。マイコンメータ内において計測された圧力や流量等のデータを通信機能により取得し、時系列に保存することによりLPガス配管設備の安全性を検証することが可能な機器を試作・検討を行った。

- ① 現行の配管内圧力測定に関する法令等を整理すると共に、システムに要求される機能を検討した。
- ② 自動点検記録システムに搭載するプログラムを試作して機能確認を行った。
- ③ 市販されている超音波式マイコンメータにより計測されたデータ（日時、配管内圧力、ガス流量）を保存が可能であることを確認した。
- ④ マイコンメータに搭載されている通信インターフェースであるUバスが使用できたことを確認した。
- ⑤ データ記録周期が5秒で記録可能であることを確認した。
- ⑥ マイコンメータで計測されている配管内圧力がメータ入口圧力とほぼ一致していることを確認した。
- ⑦ 記録されたデータから調整圧力及び閉そく圧力の判定が行えることを確認すると共に燃焼器入口圧力の判定の可能性について検討した。

8. 2 配管内圧力の調査

8.2.1 配管内圧力等計測調査

LPガス配管内の圧力データ等を収集し、配管長、配管径、ガス流量、圧力損失等の条件による影響について調査・検討を行った。LPガス配管設備における燃焼器の入口圧力や調整器の出口圧力等の計測を行い、配管長やガス流量等の様々な条件による影響について調査・検討を行った。

- ① モデル配管設備を構築して、LPガス配管設備内の圧力、流量を計測し自動点検システムを検討する上での基礎データを取得した。
- ② 圧力損失が配管、ガスメータ等の各部位の圧力損失の和であることを計測して確認した。
- ③ 配管長、ガス流量に応じて圧力損失が増加することを確認した。逆に配管の管径が大きくなると圧力損失が減少することを確認した。特に25A以上になると小さくなることを確認した。
- ④ マイコンメータの圧力損失は流量が2000L/h程度で、膜式で約0.105kPa、超音波式で約0.04kPaであることを確認した。(空気の場合)
- ⑤ 調整器の種類により、圧力の調整能力が違うことを確認した。流量が大きくなっても単段式に比べ自動切替式一体型が調整圧力が下がらないことを確認した。
- ⑥ ガス種が空気とLPガスの場合の圧力損失に関するデータを収集した。管径が小さいほどLPガスの方が圧力損失が大きくなることを確認した。例えば20Aではほぼ同じだが15Aの場合は圧力損失が大きくなる。
- ⑦ 現在流通しているマイコンメータの圧力損失に関するデータを取得した。一般家庭用膜式は0.144kPa、超音波式は0.038kPaであり、業務用膜式は0.208kPa、業務用超音波式は0.146kPaであった。

8.2.2 圧力損失解析調査

LPガス配管内における圧力計測箇所の違いによる影響について調査・検討を行った。LPガス配管設備は定められた圧力値を満足するために燃焼器のガス消費量及び設備の圧力損失等を考慮して設計されている。圧力損失は計算により算出することができるが、配管の圧力計測箇所の違いによる影響と計算による圧力損失との関係について検討を行った。

- ① 燃焼器入口圧力測定に関してはマイコンメータから燃焼器までの配管設備状況により圧力損失が異なるため、マイコンメータによる測定値に補正等を加えて判定する必要があるが、補正のための計算方法について検討した。
- ② 補正方法に関しては、LPガス設備設置基準及び取扱要領（KHKS0738）に示されている圧力損失計算式とモデル配管設備における計測値を比較した結果、ほぼ一致していることが確認された。
- ③ 直管における計算式と実測値の比較を行った結果、計算式の方がやや高めの値を示すことを確認した。
- ④ 管径別による圧力損失を考慮した時に 25A 以上の配管については、一般的な長さの配管設備において圧力損失はほぼ無いと見て良いと考えられる。

8. 3 今後の課題

本事業は規則に定められた圧力測定・記録等の点検作業を、消費者が不在であっても行えることを可能とするためのシステムを検討するものである。そのためには既に設置しているマイコンメータの機能を有効活用することでLPガスの点検作業の効率化を図り、点検作業者の負担を減らすと共に消費者の保安を維持するものである。

本年度はマイコンメータの圧力測定機能が活用できることが確認された。配管内圧力等の測定を行いLPガス配管設備におけるガスの挙動に関するデータを収集した。また、収集したデータと理論式による解析を行い圧力損失に関する算出方法について検討した。

今年度の結果に基づき、次年度以降については以下の検討項目が挙げられる。

- ① 自動点検システムの試作・評価を行い、消費者や点検作業者が立会って行う作業の代替を可能とする機器の検討を行う。機器に求められている各種の性能確認や実使用上の問題点等を抽出する必要がある。
- ② 新たな自動点検システムの評価・検証を行うと共に、LPガス配管設備に関する圧力や流量データの充実をすすめる必要がある。全国のLPガス設備において使用が可能とするために様々な条件におけるデータを計測・蓄積する必要がある。
- ③ マイコンメータで計測し自動点検システムに記録された圧力値が現行の基準で求められている計測方法と同等であると満足できるための補正方法等についての検討を行う。自動点検システムに記録されたデータと配管設備状況から、燃焼器入口圧力の状態を推定し判定を行うことが可能であるプログラムに関して検討を進めることが必要である。