



TH-3000 シリーズ

サーマルフローメータ検出器

IM-F2147-J00

取扱説明書



本書は TH-3000 シリーズサーマルフローメータ検出器の設置、運転、保守などについて記述したものです。
設置時、運転時に必ずご一読くださいますようお願いいたします。尚、本書では検出器について記述してあります。
組み合わせ変換器については下記取扱説明書をご参照ください。

変換器形式	該当取扱説明書番号
TRX-600	IM-F2125

TH-3000 シリーズ

サーマルフローメータ検出器

目 次

はじめにお読みください

■ 本書で使用しているマークについて	I
■ 一般的な注意事項	I
■ 電氣的接続について	II
■ 材質について	II
■ 製品の一部にガラス、樹脂を使用している製品について	II
■ ガラス管・樹脂管面積流量計の使用について	III
■ 防爆仕様で納入された製品について	III
■ 保守、点検について	III

1. 取り扱い上の注意事項	1	3. 設置	5
1.1 形式と仕様確認	1	3.1 配管	5
1.2 運搬についての注意事項	1	3.2 必要直管長さについて	5
1.3 保管についての注意事項	1	3.3 検出器の設置	6
1.4 設置場所	2	4. 配線	7
1.5 安全上のご注意	2	4.1 標準付属ケーブル	7
2. 概要	3	4.2 配線について	7
2.1 概要	3	5. 運転	9
2.2 特長	3	6. 保守	9
2.3 標準仕様	3	6.1 保守用機器	9
2.4 形式コード	4	6.2 検出器抵抗チェック	9
2.5 外形寸法	4	6.3 検出器抵抗異常時の故障内容について	10
2.6 流量レンジ表	4	6.4 検出器洗浄	10
		7. 測定原理	11
		8. 流速・流量精度について	12

はじめにお読みください

このたびは弊社製品をご採用いただき、誠にありがとうございます。

この取扱説明書には本製品の設置方法、取扱い上の注意事項等が記載されていますので、ご使用前に必ずご一読ください。

■ 本書で使用しているマークについて

本書は、弊社製品のご使用に際しお客様にご注意いただきたい内容について記載しています。

この記載内容は弊社全製品に共通する事項となります。

次の表示の区分は、表示内容を守らず、誤った使用をした場合に生じる危害や損害の程度を説明しています。



この表示は、取り扱いを誤った場合、「死亡または重傷を負う可能性が想定される」内容です。



この表示は、取り扱いを誤った場合、「軽傷を負う可能性が想定される場合、および、物的損害の発生が想定される」内容です。



弊社製品を安全かつ正しくご使用いただくための内容です。

■ 一般的な注意事項



- 弊社製品は工業計器としての用途にのみ使用し、その他の用途には使用しないでください。
- 弊社製品は工業計器として最善の品質管理のもとに製造、調整、検査を行い納入いたしております。みだりに改造や変更を行うと本来の性能を発揮できないばかりか、不具合や事故の原因となりますので改造や変更は行わないでください。改造や変更の必要がある場合は弊社営業までご連絡ください。
- 仕様書に記載された仕様範囲内でのご使用を厳守してください。この範囲を超えた条件でのご使用は故障、破損の原因となります。
- 設置作業の際は必ず安全靴、手袋、保護メガネなどの防護手段を講じてください。
- 重量の大きな製品の設置時に、落下による人体・器物などへの損傷または過大な衝撃、破損などが生じないように吊下方法を含めた安全措置を行ってください。弊社製品設置時にはプラントあるいは装置の停止などの安全を充分確認して、製品設置箇所では配管サポート等の処置を行って設置作業を行なってください。



- 運搬の際には弊社出荷時の梱包状態で行ってください。
運搬作業時は製品の落下による人体・器物などへの損傷または過大な衝撃による破損などが生じないように安全措置を行ってください。
- 開梱後、製品の中には、水、埃、砂などを入れないでください。
- プロセスへの設置・接続に必要な締結部品のボルト、ナット、ガスケット（パッキン）は、原則としてお客様がご用意ください。
その場合、圧力、温度および耐食性などの仕様をご確認のうえ選定・ご使用してください。
- プロセスへの設置・接続に際しては、接続配管との偏芯、フランジの倒れがないように設置し、接続継手の規格・寸法合わせを正しく行ない接続してください。正しく行われない場合、製品の故障、誤動作、破損などの原因となります。



注記

- 保管の際には弊社出荷時の梱包状態で保管ください。保管の環境につきましては本書を参照ください。
- 設置後、製品を「足場」として使用したり、荷重を掛けた場合は故障、破損の原因となりますので、絶対に行わないでください。
- 製品に貼付されているラベルに表示されている注意事項は、必ず守ってください。
- 弊社製品は最善の品質管理のもとに製造、調整、検査を行い納入いたしておりますが、各種の要因で不測の故障が発生する可能性もあります。運転・安全上の重大な問題が発生する可能性のあるプロセスなどにおいて弊社製品を使用する場合は、万一に備えて弊社製品に加えて同様な機能を果たす機器を併設、二重化を行うなど、より一層の安全性の確保を推奨いたします。

■ 電氣的接続について



警告

- 電気配線（結線）に際しては仕様書、本書などに記載されている内容を確認のうえ、正しく配線（結線）してください。誤配線（結線）は機器の故障の原因となるばかりでなく、事故の原因となることがあります。また、配線（結線）作業の際は電源が遮断されていることを確認し感電にご注意ください。
- 電源を接続する製品の場合は、仕様書、本書を参照して電圧および消費電力を確認して適合する電源を接続してください。適合する電源以外の電圧の電源に接続した場合、機器の破損や作動の不具合、事故につながる恐れがあります。
- 通電中は、感電事故防止のため内部の機器には絶対に触れないでください。



注意

- 設置工事から電気配線作業完了にいたる間、雨水などが製品内に入らないようご注意ください。また、配線完了後は遅滞なく正しく防水措置を実施してください。

■ 材質について



注意

- 製品の材質については仕様書に記載されています。弊社ではお客様よりご指示いただいたご仕様、ご指定またはお打合せにより最適な材質選定に努めておりますが、実際のプロセスにおけるご使用条件・運転条件につきましては知見できないこともあります。最終的な耐食性、適合性のご確認はお客様の責任でお願いいたします。

■ 製品の一部にガラス、樹脂を使用している製品について



警告

- 流量計の接液部または測定部、表示部の材質にガラス、樹脂を使用している製品の場合、過度の加圧、温度衝撃、急激な流体の流入の衝撃圧などにより流量計のガラス、樹脂が破損する場合があります。万が一破損した場合、ガラス、樹脂などの破片が飛散するなどして二次災害および作業者に危険が及ぶ恐れがあります。破損の原因となるような運転条件にならないようご注意ください。また、飛散防止の措置をお願いいたします。

■ ガラス管・樹脂管面積流量計の使用について

ガラス管・樹脂管面積流量計は以下の事項に配慮して使用してください。



- 以下の流体条件および使用環境では、ガラス管・樹脂管面積流量計は不適ですので使用しないでください。
 - ・衝撃圧力がある、あるいは衝撃圧力が予想される流体ライン
 - ・万が一ガラス管/樹脂管が破損した場合、二次的な災害が予想されるライン
 - －毒性（刺激性、麻酔性などを含む）のある流体
 - －引火性のある流体
 - －爆発性のある流体
 - ・ガラスが破損した時にガラス片が飛散し、人身事故などが考えられる場合
 - ・設置場所が、外部からの飛散してきた異物などでガラスの破損が考えられる場合
 - ・運転が ON/OFF 運転で、フロートが急上昇し、その衝撃でガラスが破損すると考えられる場合
 - ・流量計に温度衝撃（急冷/急騰）が加わる、あるいは温度衝撃が予想されるライン



- 運搬、保管および運転に際しては、機械的衝撃をガラス部、樹脂部に与えないようご注意ください。
- 接液部または測定部にガラスおよび樹脂を使用している製品において、運転停止に伴い流れが停止した場合、測定液体が測定管内に残留して周囲温度が氷点下になると（一般的には冬期に運転停止して液抜きをしないなど）液体が凍結してガラス、樹脂を破損する恐れがあります。運転停止中に測定液体が凍結する恐れがある場合は、液体を完全に抜き取ってください。
- 樹脂は一般的に金属に比較して機械強度が低く、取扱いには注意が必要です。設置に際しては接続配管・継手の寸法違い、偏芯、過大な締結トルクでねじ込むことなどによる機械的応力が加わらないようご注意ください。
- ガラスはアルカリ系溶剤で侵食されます。アルカリ系溶剤は使用しないでください。
- 樹脂は溶剤系の液体で破損することがあります。仕様書、本書などに記載されている流体以外には使用しないでください。
- 樹脂は使用環境により劣化が早まることがあります。設置ならびに運転にあたっては、樹脂の耐食性、紫外線耐性などの耐環境性に考慮してください。

■ 防爆仕様で納入された製品について



- 該当する法規・規則・指針に適合した配線、接地工事を確実に実施してください。また、構造の改造、電気回路の変更などは法令違反および規則・指針に適合しなくなりますので、絶対に行わないでください。
- 保守・点検につきましては法令・規則・指針に従い、作業を実施してください。



- 製品の防爆等級は、仕様書、製品の銘板に記載してあります。設置場所は防爆関連法規・規則・指針に従い、お客様にて対象ガスに応じて選定してください。

■ 保守、点検について



- 製品を保守、点検などでプロセスから取外す際は、測定対象の危険性・毒性に留意して関連する配管・機器類からの漏れおよび残留などにより人体・機器類への損傷が生じないように、安全を確認して作業を行ってください。



- 製品の保守、点検については使用条件などによりその周期、内容が異なります。本書を参照するか、お客様が実際の運転状況を確認してご判断をお願いいたします。

1. 取り扱い上の注意事項



注意

サーマルフローメータは、熱伝達現象に基づく独創的な測定原理により配管またはダクト内を流れる気体の流量を高精度で測定する弊社オリジナルの熱式質量流量計です。本機は工場にて十分な検査を実施した後出荷しておりますが、念のため本機がお手元に届きましたら、まず始めに外観チェックを行い有害な損傷がないことをご確認ください。本書は、サーマルフローメータの正しい取り扱い方法および使用上の注意事項について説明しております。実際にご使用になる前に必ずご一読のうえ、本流量計を正しく取り扱ってください。また、本書はお読み頂いた後も大切に保管してください。尚、お問い合わせ事項等がありましたら、お買い求め先あるいは本書最終頁に記載の最寄り弊社営業所までご連絡願います。

1.1 形式と仕様確認

変換器上面または側面の FLOWMETER 銘板および検出器本体側面の PICKUP 銘板に記載されております形式および工番(MFG No.)と別送の納入仕様書仕様欄を対応させ、ご注文通りであることをご確認ください。尚、お問い合わせの際は、この FLOWMETER/PICKUP 銘板または納入仕様書に記載されております工番(MFG NO.)および形式(TYPE)をご連絡願います。
(*工番は弊社受注製品の管理番号です)

FLOWMETER	
TAG NO.	
MODEL	
MFG. NO.	
DATE	
TOKYO KEISO CO., LTD	
MADE IN JAPAN	

PICKUP	
TAG NO.	
MODEL	
MFG. NO.	
TOKYO KEISO CO., LTD	
MADE IN JAPAN	

銘板の例

1.2 運搬についての注意事項



注記

本製品は精密機器につき、運搬時における取り扱いには十分注意願います。運搬中の事故による損傷および検出器の汚れ防止のため、なるべく弊社出荷時梱包状態のまま設置場所まで運搬願います。

1.3 保管についての注意事項



注記

本機のような精密機器の場合、お手元に届いてから設置するまでの期間が長くなると、思いがけないことから腐食や電気系統の絶縁劣化等の不具合が発生することが考えられます。あらかじめ長期の保管が予測される場合には、下記項目に配慮願います。

- 1) 流量計および付属ケーブル類はなるべく弊社出荷時の梱包状態にて保管してください。
- 2) 保管場所は、下記条件を満足するような場所を選定してください。
 - ・雨や水のかからない場所
 - ・振動や衝撃の少ない場所
 - ・周囲温度：0～60℃(急激な温度変化のない場所)
 - ・湿度：80%RH 以下
 尚、保管場所の温度・湿度は、できるだけ常温・常湿度(25℃、65%RH 程度)にて保管願います。
- 3) 一度使用した流量計を保管する場合下記事項にご注意願います。
 - ・センサー部に汚れがある場合は、汚れを除去してください。
 - ・センサー部の損傷を防ぐため、保護管または盲キャップ等でセンサー部を保護した後梱包等を行ってください。尚、検出器外周部は損傷を防ぐためエアーキャップ等の梱包材で保護願います。(弊社出荷時の梱包状態に近い状態で保管願います。)

1.4 設置場所



注記

サーマルフローメータ TH シリーズは、厳しい環境においても正常動作するように設計され条件下ておりますが日常点検および保守作業の容易な場所を選定して設置してください。また、高精度かつ長期間安定してご使用頂くために下記事項を考慮して設置場所を決めてください。

- 1) 周囲温度(周囲温度範囲：0℃～60℃)
温度勾配や温度変化の大きい場所に設置することはできるだけ避けてください。プラントから放射熱や輻射熱などを受ける場合は、断熱処理を施したり風通しのよい場所を選んで設置してください。
- 2) 雰囲気条件
腐食性雰囲気を設置することはできるだけ避けてください。尚、腐食性雰囲気中にて使用する場合は、風通しの良い場所やパージ環境の中でご使用ください。また、腐食性ガスが滞留するような場所においてご使用になる場合は、長時間のご使用を避け、計測完了後速やかに腐食性雰囲気外の場所に移動させてください。
- 3) 衝撃・振動
検出器は、衝撃や振動に対して強い構造に設計されていますが、できるだけ衝撃や振動の少ない場所に設置してください。
- 4) ノイズ
本機をコンプレッサー、高圧電線、インバータ等のノイズ発生源の近くに設置することはできるだけ避けてください。サーマルフローメータ専用検出器・変換器間ケーブルは二重シールド線を使用するなどノイズ対策を十分行っておりますがケーブルが長いとノイズの侵入する恐れがあります。
- 5) その他
本機の上に乗ったり、重量物を乗せたりしないでください。また、不安定な場所に設置しないでください。

1.5 安全上のご注意



警告

- 1) サーマルフローメータのご使用中に煙が出たり、変なにおいや音がするなどの異常状態となった場合、直ちに AC 電源を切り最寄りの弊社営業所にご連絡願います。異常状態のままご使用になりますと火災や感電の危険があります。また、お客様による修理は危険ですので絶対にお止めください。
- 2) 検出器の分解および改造は、検出器の故障原因になりますので絶対しないでください。
- 3) 検出器の電気配線部に雨水が浸入しないように注意願います。感電や故障の原因になります。
- ※ 検出器端子ボックスは防水構造となっておりますが、ケーブル挿入口については防水用ケーブルクランプ等による防水処理が必要となります。従って、検出器屋外設置の場合、検出器に専用ケーブルを接続しないまま放置しないでください。万一、端子ボックス内部に雨水などが浸入いたしますとケーブルまたは検出器内部配線の腐食原因となります。もし、検出器設置後配線までに時間がかかるようでしたら、盲キャップ(G 1/2)またはビニール袋などで雨水などから検出器を保護願います。
- 4) サーマルフローメータのご使用中(電源 ON 状態)にセンサーパイプを手で触れたり、金物で触れたりしないでください。感電や故障の原因になります。

2. 概要

2.1 概要

TH-3000 シリーズ検出器は従来の流量計では計測が困難な高、低温域をカバーする高、低温タイプが用意されています。低温用は-196℃まで、高温用は+550℃までの気体流量を計測することができます。

2.2 特長

- 1) 高精度
独自の計測理論で各種ガスの流量を高精度で計測いたします。
- 2) ワイドレンジアビリティ
従来のオリフィス式やカルマン渦式流量計などにおける流量計測上の問題点をクリア致しました。
- 3) 高耐久性
可動部のないセンサー構造であるため長期安定性に優れています。
- 4) 質量流量計測
東京計装(株)のオリジナルな熱伝達理論に基づくガス用熱式質量流量計です。また、計測理論が確立した計測理論であるため、ほとんどの一般ガスに対して計測可能です。
- 5) 低圧力損失
圧力損失はほとんどありません。

2.3 標準仕様

標準仕様以外については、納入仕様書を参照願います。

《検出器仕様》

- ・対象測定ガス Air、N₂、O₂、Ar、He、その他非腐食性ガス*¹
*1) ダスト、ミストや腐食成分（塩素、酸、硫黄等）を含まない乾燥気体であること
- ・ガス別流量レンジ ガス別流量レンジは『2.6 流量レンジ表』を参照ください。*²
*2) その他記載のないガスについては弊社営業にお問い合わせください。
- ・流量精度 ±2.0% F.S.
- ・製作口径 標準：65A～1500A
- ・流体温度 TH-3200
0～550℃
- ・流体圧力 真空(20kPa(abs))～0.1 MPa
- ・材質
センサー部 SUS316／Al₂O₃
本体 SUS304／SUS316／SUS316L
端子ボックス ADC12
- ・構造 防水密閉構造(IP65 相当)
- ・塗装 ステンレス部塗装無し
端子ボックス メタリックシルバー
- ・細管加熱電力 Max. 3W
- ・電気接続 ネジ端子
(付属品：検出器～変換器間特殊専用ケーブル)

2.4 形式コード

選択項目 TH-3	形式コード						内 容
	①	②	③	—	0	④	
②プロセス 配管口径	2						高温用 0.1MPa まで
	6						65 A(2-1/2B)
	7						80A(3B)
	8						100 A(4B)
	9						125 A(5B)
	A						150 A(6B)
	B						200 A(8B)
	C						250 A(10B)
	D						300 A(12B)
	E						350 A(14B)
③検出器材質	F						その他
	1						SUS304
	2						SUS316
	3						SUS316L
④接続規格	F						特殊
	1						標準
⑤ L 寸法	F						特殊
	1						標準

2.5 外形寸法

配管設計などに際しては、本器の外形寸法、接続規格などは当該製品の納入仕様書を参照して確認してください。

2.6 流量レンジ表

TH-3200

単位 : L/min(nor)

ガス 口径	AIR 空気	N ₂ 窒素	CO ₂ 二酸化炭素	O ₂ 酸素	Ar アルゴン	13A 都市ガス	CH ₄ メタン	C ₃ H ₈ プロパン	C ₄ H ₁₀ ブタン	NH ₃ アンモニア	He ヘリウム	H ₂ 水素
65A	60~ 820	60~ 820	75~ 1105	60~ 800	110~ 1630	55~ 530	65~ 535	35~ 525	30~ 430	55~ 780	7~ 45	7~ 39
80A	80~ 1140	80~ 1140	105~ 1540	75~ 1110	155~ 2270	60~ 740	75~ 750	50~ 730	40~ 600	75~ 1085	10~ 53	10~ 47
100A	135~ 1960	135~ 1955	180~ 2645	130~ 1910	260~ 3900	85~ 1270	100~ 1285	85~ 1255	70~ 1030	125~ 1865	17~ 69	17~ 62
125A	200~ 2980	200~ 2975	270~ 4020	195~ 2900	395~ 5925	130~ 1930	130~ 1955	130~ 1910	105~ 1570	190~ 2835	26~ 85	26~ 78
150A	285~ 4250	285~ 4245	385~ 5740	280~ 4140	565~ 8460	185~ 2755	190~ 2790	185~ 2730	150~ 2240	270~ 4050	37~ 98	37~ 89
200A	485~ 7245	485~ 7230	655~ 9780	470~ 7055	965~ 14405	315~ 4695	320~ 4750	310~ 4645	255~ 3815	460~ 6900	1200~ 1584	65~ 109
250A	745~ 11140	745~ 11120	1005~ 15040	725~ 10850	1480~ 22155	485~ 7225	490~ 7310	480~ 7145	395~ 5870	710~ 10610	1460~ 2457	1330~ 1537
300A	1060~ 15855	1060~ 15825	1430~ 21400	1030~ 15445	2105~ 31535	690~ 10280	695~ 10400	680~ 10175	560~ 8355	1010~ 15100	1780~ 3498	1620~ 2189
350A	1320~ 19800	1320~ 19765	1785~ 26735	1290~ 19290	2630~ 39385	860~ 12845	870~ 12995	850~ 12705	700~ 10440	1260~ 18860	2170~ 4058	1930~ 2539
400A	1745~ 26135	1740~ 26090	2355~ 35285	1700~ 25460	3470~ 51985	1130~16950	1145~17150	1120~16770	920~ 13780	1660~ 24895		
450A	2230~ 33385	2225~ 33320	3005~ 45070	2170~ 32520	4430~ 66400	1445~ 21650	1460~ 21905	1430~ 21420	1175~17600	2120~ 31800		
500A	2760~ 41375	2755~ 41295	3725~ 55860	2690~ 40305	5490~ 82290	1790~ 26835	1810~ 27150	1770~ 26550	1455~ 21810	2630~ 39410		
550A	3365~ 50430	3360~ 50335	4540~ 68080	3275~ 49125	6690~100300	2185~ 32705	2210~ 33090	2160~ 32360	1775~ 26585	3205~ 48035		
600A	4000~ 59985	3995~ 59870	5400~ 80985	3900~ 58435	7955~119305	2595~ 38905	2625~ 39360	2570~ 38490	2110~31620	3810~ 57135		
650A	4680~ 70160	4670~ 70030	6315~ 94720	4560~ 68345	9305~139545	3035~ 45505	3070~ 46035	3005~ 45020	2470~ 36985	4455~ 66830		
700A	5460~ 81860	5450~ 81710	7370~110515	5320~ 79745	10855~162815	3540~ 53095	3585~ 53715	3505~ 52530	2880~ 43155	5200~ 77975		
750A	6300~ 94470	6290~ 94295	8505~127545	6135~ 92030	12530~187900	4085~ 61275	4135~ 61990	4045~ 60620	3320~ 49805	6000~ 89985		
800A	7200~107995	7190~107795	9720~145805	7015~105205	14320~214800	4670~ 70045	4725~ 70865	4620~ 69300	3800~ 56935	6860~102870		
850A	8165~122430	8150~122205	11020~165290	7955~119265	16235~243510	5295~ 79410	5360~ 80335	5240~ 78565	4305~ 64545	7775~116620		
900A	9185~137780	9170~137525	12405~186015	8950~134220	18270~274035	5960~ 89365	6030~ 90410	5895~ 88410	4845~ 72635	8750~131240		
1000A	11345~170175	11325~169860	15320~229745	11055~165775	22565~338465	7360~110375	7445~111665	7280~109200	5985~ 89715	10810~162095		
1100A	13850~207680	13820~207295	18695~280385	13490~202315	27540~413065	8980~134700	9085~136275	8885~133270	7300~109485	13190~197820		
1200A	16515~247685	16480~247225	22295~334390	16090~241280	32845~492630	10710~160645	10835~162525	10600~158940	8705~130575	15730~235925		
1300A	19415~291220	19380~290685	26215~393170	18915~283695	38615~579225	12595~188885	12740~191095	12460~186875	10235~153530	18495~277395		
1400A	22555~338295	22515~337665	30450~456720	21970~329550	44860~672845	14630~219415	14800~221980	14475~217080	11890~178345	21485~322235		
1500A	25930~388900	25880~388180	35005~525040	25260~378845	51570~773495	16820~252240	17015~255185	16640~249555	13670~205025	24700~370435		



注記

- 上記流量は20℃、1atm で使用した場合の値を0℃、1atm に換算した値です。
各口径の流量範囲において使用条件が0.1MPa 以上かつ最大流量が表の最大流量の40%以下の場合弊社までお問い合わせください。
- 使用流体が混合ガスの場合の物性値は Vol% でご指示ください。

3. 設置



注記

- サーマルフローメータにダストやミストが混入した場合は正常に動作しないことがあります。混入が避けられない場合は、直管長を確保して上流側にミストセパレータやフィルターを設置してください。

3.1 配管



注記

- サーマルフローメータは、上下流直管長が必要です。
- 管路の上流側にバルブを設置することはできるだけ避けてください。やむを得ずバルブを設置する場合はボールバルブやゲートバルブ等全開状態においてご使用願います。
- 外気と配管内流体との温度差が大きい場合、配管内のガス自然対流の影響を受けやすくなるため、なるべく水平配管に設置してください。

3.2 必要直管長さについて

配管にエルボ・バルブ・レジューサ等が取り付けられていると、管内の流れは管軸に対して非対称な流速分布になったり、二次流れが生じたりします。一般的な流量計の精度保証条件は、管路内の流速分布が完全に発達した乱流流速分布または層流流速分布を前提にしております。従って、管内の流速分布が完全に発達した乱流流速分布または層流流速分布と異なる場合、精度の良い流量計を用いても大きな流量誤差を生ずる可能性があります。一般に配管形状によって生じた流れの変化は、配管の直径に換算して 50~100 倍の長さを経てもまだ完全に除去されないといわれています。尚、サーマルフローメータでは、流量校正時に上下流配管の影響を受けないよう上流側に整流器+直管 20D 以上、下流側直管 5D 以上の直管部を設けて校正・検定を行っております。従って、サーマルフローメータを精度良くお使いいただくために必要な最小上下流直管は、次の表に示すとおりです。

必要直管長

90°ベント又は ティー 一つ	同一平面上に ある二つ以上 の 90°ベント	同一平面上に ない二つ以上 の 90°ベント	収縮管 拡大管	玉形弁 全開	切弁 全開
20D	25D	40D	15D	22D	14D

注 1) 上記 L を流量計上流側必要直管長とし、管径 D の倍数で表す。

注 2) 流量計下流側必要直管長は、上記すべての継手類に対して、5D とする。

注 3) 整流器付の場合には上・下流ともに 3D 以上の直管部を設けることを推奨致します。

但し、上流側にレジューサやバルブがある場合には上流側 5D、下流側 3D 以上の直管部を設けてください。

3.3 検出器の設置



注記

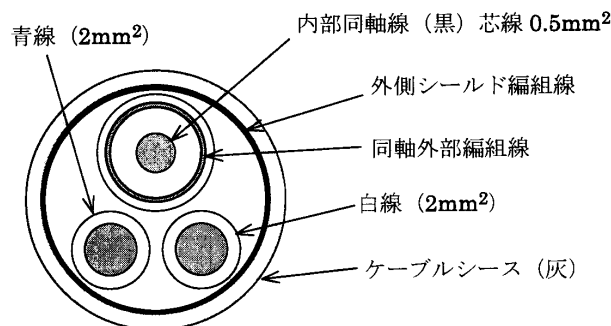
検出器を配管に接続する場合、設置場所の説明文を参照願います。

- 1) 検出器取付に必要なガスケット・ボルト・ナット類は付属しておりませんので、検出器取付前に予めご準備願います。
- 2) 検出器設置時センサー部に衝撃を与えないように注意してください。
- 3) 測定流体の流れ方向と検出器に表示されている検出器流れ方向矢印の向きが一致するように取り付けてください。
- 4) フランジタイプ検出器と配管ラインを取り付けるボルトが十分締め付けられていることをご確認ください。(ネジ込みタイプ検出器の場合は十分に配管テーパネジが締め付けられていることをご確認ください。)尚、フランジタイプ検出器の場合、検出器フランジと取付フランジが同心となるように固定してください。検出器が偏心状態で設置されますと測定誤差が大きくなることがありますのでご注意願います。
- 5) 検出器設置完了後、ライン内圧を徐々に上げ配管にリークが無いことをご確認ください。
- 6) 検出器には、規定値以上の圧力を印加しないでください。

4. 配線

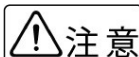
4.1 標準付属ケーブル

変換器・検出器間に使用しておりますケーブルは、弊社所掌の特殊専用ケーブルです。ご注文のケーブル長さにつきましては納入仕様書を参照願います。尚、ケーブル構造については下図に示します。



4.2 配線について

- 1) 検出器の配線は端子ボックス内のネジ端子との接続となります。サーマルフローメータ付属の専用ケーブルは端末処理(M3.5 端子付)済みです。尚、変換器側配線につきましては、組み合わせ変換器の取扱説明書を参照願います。



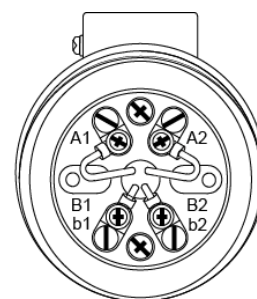
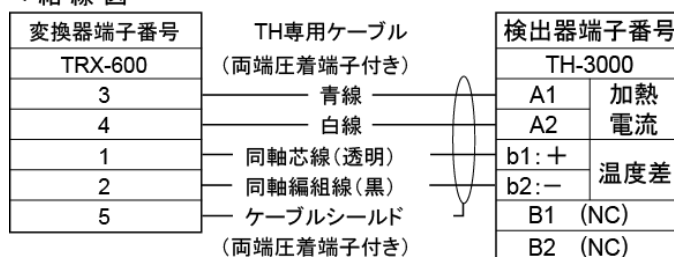
注意

変換器・検出器間電気信号が微小信号であるため、この専用ケーブルの端末処理方法によってはノイズ等の影響により不具合が生じる可能性があります。ご使用上支障がない限り納入時のケーブル長さにてご使用願います。尚、やむを得ずケーブルを切断して使用する場合は、下記の「ケーブル端末処理方法」を参照願います。

- 2) ケーブル端末処理方法

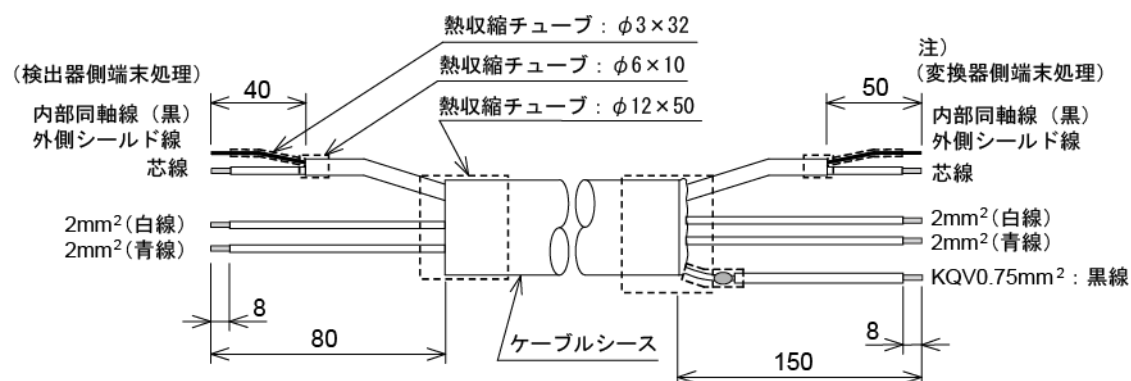
付属の専用ケーブルはなるべく納入時のケーブル長さにてご使用願います。尚、やむを得ずケーブルを切断して使用する場合は、次頁の要領を参照の上、端末処理してください。尚、組み合わせてご使用頂く変換器はケーブル長さを大幅に変更しますと加熱電流用電源電圧を再調整または設定変更する必要がありますので、4m 以上は切断しないでください。詳しくは弊社営業までお問い合わせください。

* 結線図



検出器端子台図

ケーブル端末処理説明図



検出器側ケーブル端子処理

注) 変換器側端末処理については、組み合わせ変換器の取扱説明書を参照願います。

- 1) 外側のケーブルシースをカッター等で約 80mm 切り取る。尚、このとき内部ケーブルの被覆に傷を付けないように注意してください。また、外側シールド編組線は 80mm 全て切り取る。
- 2) 上図寸法にて内部ケーブルの被覆を切り取る。
- 3) 内部同軸線の被覆を切り取った後、上図のようにシールド線と芯線を分け熱収縮チューブを被せる。
- 4) ケーブルの先端に圧着端子(M3.5 用丸圧着端子)を圧着する。

使用圧着端子と端子 No.

ケーブル	圧着端子	端子台 No.
内部芯線	1.25mm ² 用	b1
同軸編組線	1.25mm ² 用	b2
青線(2mm ²)	2mm ² 用	A1
白線(2mm ²)	2mm ² 用	A2

※内部同軸芯線および編組線は細いため圧着が不完全となる場合がありますので、必ず圧着後ハンダ付けを行ってください。

5. 運転



注記

サーマルフローメータの運転については、組み合わせる変換器取扱説明書を参照願います。

6. 保守



注記

初期運転ならびに運転再開時における、サーマルフローメータ検出器の簡単なチェック方法について記載いたします。尚、変換器の結線およびチェック方法については、組み合わせ変換器の取扱説明書および納入仕様書を参照願います。また、以下のチェックにおいて異常が発見された場合、御面倒でも最寄りの弊社営業所または代理店までお問い合わせ願います。

6.1 保守用機器

本機の保守には、検出器抵抗測定用デジタルマルチメータなどの測定器が必要となります。尚、保守に用いる測定器については、機器性能を維持管理されたものをご使用ください。

6.2 検出器抵抗チェック

- 1) サーマルフローメータをすでにお使いの場合は、電源を切ってください。



注意

- 電源を入れた状態で結線を取り外しますと変換器の故障原因になる恐れがありますので、結線を取り外す場合は必ず電源を切ってください。

- 2) 検出器より検出器・変換器間専用ケーブルを取り外します。
- 3) 検出器端子間の抵抗(検出器端子間概略抵抗値参照)をデジタルマルチメータまたはテスターにて測定します。



注意

- 検出器の抵抗チェックを行う場合、なるべく検出器単体でチェック願います。(専用ケーブルの抵抗を含まないようにしてください。)

- 4) チェック終了後、専用ケーブルを接続し電源を投入いたします。(チェック完了)



注意

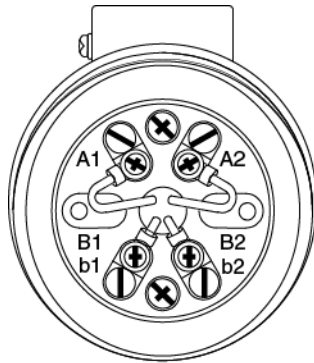
- 屋外で検出器のチェックを行う場合、検出器端子ボックス内部に雨水などがかからないように注意してください。端子ボックス内部に雨水などが浸入いたしますとケーブルまたは検出器内部配線管の腐食原因となります。

・ 検出器端子間概略抵抗値

端子番号	抵抗値(Ω)	備考
b1-b2	$450 \pm 20^{※}$	クロメル/アルメル 熱電対抵抗
A1-A2	0.5 ± 0.2	細管抵抗
A1-b1	10^6 以上	細管-熱電対間絶縁抵抗
b1-検出器本体	10^6 以上	熱電対-検出器本体絶縁抵抗
A1-検出器本体	10^6 以上	細管-検出器本体絶縁抵抗

注) 上記抵抗値は、検出器単体で計測した場合の値です。

※熱電対抵抗は、製品によって誤差があります。



検出器端子台図

6.4 検出器洗浄

サーマルフローメータは測定原理上、検出器センサーパイプ部にダスト・ミストが付着すると指示誤差の原因となるため、センサーパイプ部にダスト・ミストが付着した場合、洗浄する必要があります。センサーパイプ部の洗浄方法は、電源 OFF および管内減圧後、検出器をプロセス配管から取り外しアルコールまたはシンナーなどを浸した柔らかい布で注意深く拭き取ってください。尚、センサーパイプを変形させますと流量特性が変わり、指示誤差が大きくなる可能性がありますのでご注意ください。また、破損の原因となりますので、センサー部は本体よりなるべく取り外さないでください。(洗浄方法は、弊社営業にお問い合わせください)

6.3 検出器抵抗異常時の故障内容について

- 1) 端子番号 A1-A2 間の抵抗が ∞ の場合、センサーパイプ破損または内部配線不良。
- 2) 端子番号 b1-b2 間の抵抗が ∞ の場合、熱電対断線または内部配線不良。
- 3) 端子番号 A1-b2、A1-検出器本体および b1-検出器本体の抵抗値が $1M\Omega$ 以下の場合、熱電対とセンサーパイプ間および内部配線の絶縁不良。

⚠ 注意

ご使用中のサーマルフローメータにトラブルが発生した場合、上記検出器抵抗チェックおよび組み合わせ変換器の故障探索に従って原因調査願います。

7. 測定原理



1) 測定原理

サーマルフローメータの原理構成を下图に示します。

流速検出部は2本の薄肉細管と熱電対で構成され、熱電対は細管の長さ方向の中心に挿入されています。この流速検出用細管の一方に電流を流しジュール熱で加熱し、他方は加熱せずに流体温度と同じ温度条件にします。この流速検出部を気流中に設置した時、気流の流速は加熱された細管より流体が奪っていく熱量の関数となります。従って、発熱量と放熱量が等しいことから加熱・非加熱細管との温度差を熱電対で計測し、一定の温度差になるよう加熱電力を制御すれば、電力量より気体の流速を求めることができます。(この計測方法は一般に定温度差法と呼ばれております。)尚、理論の詳細につきましては8. (1)サーマルフローメータの理論式を参照願います。

2) 動作原理加熱した金属細管を気流中におくとき、単位時間に金属細管が失う熱量 H は質量流速 ρU と加熱された金属細管と気体の温度差 ΔT の関数となります。

$$H=f(\rho U \cdot \Delta T)$$

一方、金属細管がジュール熱により発生する熱量 W は金属細管電圧 V 、電流 I の積の関数です。

$$W=f(V \cdot I)$$

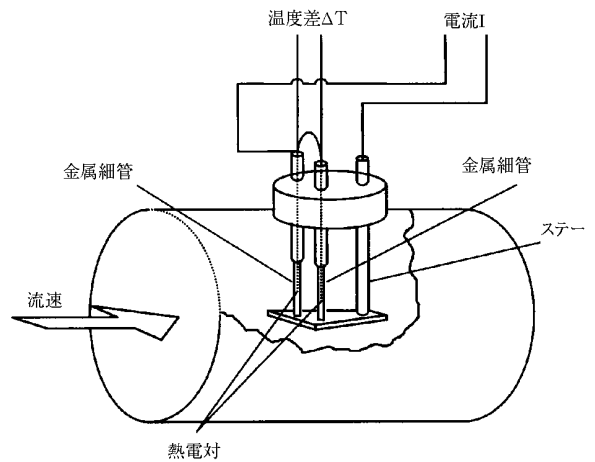
金属細管が熱的に平衡状態にあるとき、発熱量と流体によりもち去られる熱量は等しいので ΔT をサーボアンプにより一定となるようにすれば質量流速 ρU は電圧 V 、電流 I より求められます。

$$\rho U=f(V \cdot I)$$

流量 Q は配管またはダクトの断面積を A とし、平均質量流速を ρU とすれば、

$$Q=\rho U \cdot A$$

となります。



8. 流速・流量精度について

(1) サーマルフローメータ理論式

1) 流速(m/s)の場合

$$U = A \left(\frac{v}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (1)$$

2) 体積流量(m³/h)の場合

$$Q = B \cdot K \cdot \left(\frac{v}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (2)$$

3) 体積流量(m³/h(nor))の場合

$$Q_N = C \cdot K \cdot \left(\frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (3)$$

4) 重量流量(kg/h)の場合

$$Q_p = D \cdot K \cdot \left(\frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (4)$$

ただし、

A, B, C, D	: 定数
K	: $U_M = K \cdot U_c$ すなわち配管中心流速 U_c 管内 平均流速 U_M 間の係数
v	: 動粘性係数
μ	: 粘性係数
ΔT	: 設定温度差
λ	: 熱伝導率
Pr	: プラントル数
R	: 細管抵抗
I	: 加熱電流

(2) 流速・流量精度について

1) 流速(m/s)の場合

流体温度・圧力・成分に依存する物性値影響項は

$\left(\frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right)$ となり、流体温度・圧力・成分変動の際は精度に影響します。また、上記項を流体温度・圧力影響項に分離すると次のようになります。

$$\left[\left\{ \frac{1.033}{1.033 + P} \right\} \cdot \left\{ \frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3} \cdot \rho_0} \cdot \frac{273 + t}{273} \right\} \right]$$

ただし P	: 気体圧力(MPa)
t	: 気体温度(°C)
ρ	: 0°C、1atm 状態の密度

2) 体積流量(m³/h)の場合物性値影響項は前記 1)と同様となります。なお流量指示の場合、サーマルフローメータが配管内部分流速検出形の流量計であるため、流速分布影響項(K)が精度に影響します。上記流速分布影響項(K)は十分直管長がある場合、理論上配管内 Re 数に依存し、直管長が十分ない場合、サーマルフローメータ取付け前後の配管状況に依存します。ただし、サーマルフローメータは流量校正時に上記流速分布影響項(K)を考慮した校正方法を採用しているため十分直管長があれば流速分布影響項(K)を考慮する必要がありません。

3) 体積流量 m³/h(nor)の場合

物性値影響項は $\left(\frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right)$ となり、流体圧力影響は無視でき、流体温度・成分変動の際は精度に影響します。流速分布影響項(K)については上記 2)と同様です。

4) 重量流量 (kg/h) の場合

上記 3)と同様です。

■ サービスネット

製品の不具合などの際は弊社営業担当か、弊社営業所までご連絡ください。

営業所については弊社ホームページをご覧ください。

■ 製品保証

弊社ホームページをご覧ください。