

目 次

1. 目的.....	1
2. 導圧管つまり検出の機能と特徴.....	1
3. EJX によるつまり検出の手順.....	3
4. つまり検出の適用範囲	6
5. 注意事項	7

本書に登場する機能（パラメータ）の名称は、FOUNDATION Fieldbus™ 通信形に基づいて記載されております。HART 通信形の場合は、対応する下記名称に読みかえてください。

FOUNDATION Fieldbus 通信形でのパラメータ名 (本文中に使用)	HART 通信形でのパラメータ名
VALUE_X	fDP
REFERENCE_X	Ref_fDP
VALUE_F	BlkF

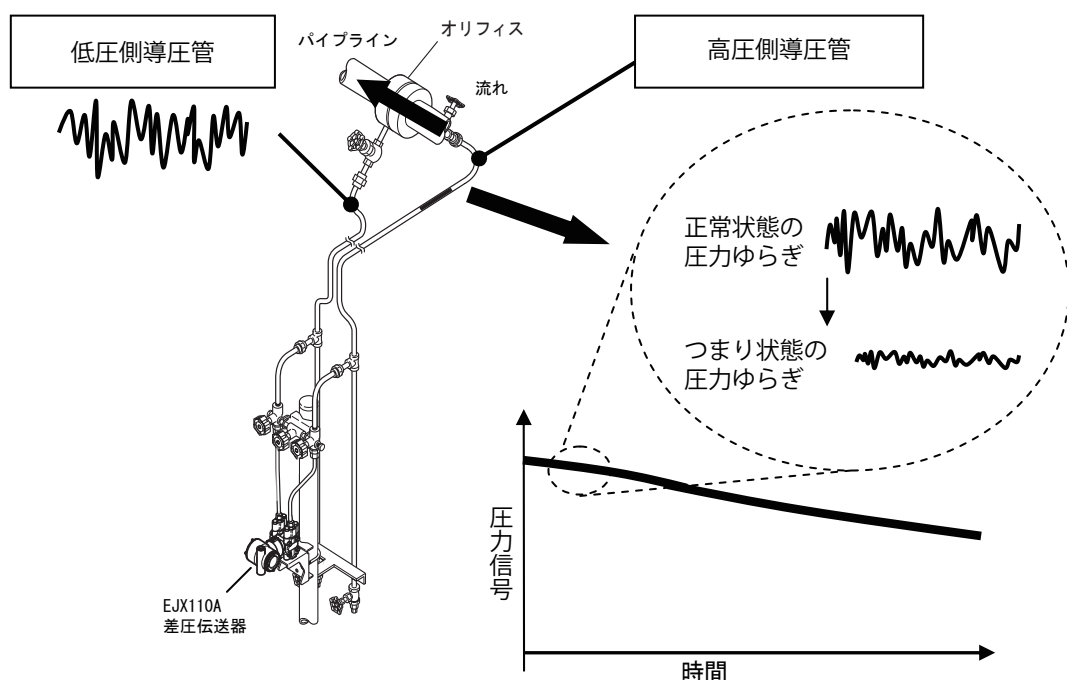
1. 目的

オリフィス差圧式流量計測では、導圧管内につまりが発生することにより測定や制御の異常の原因になることがあります。導圧管つまり検出機能付 EJV では、新たに開発した圧力ゆらぎ検出機能により導圧管のつまり状態を推定し、一定のつまり度に達したときに警報通知を行うことができます。導圧管つまり検出は、流体中に存在する圧力ゆらぎの計測値に統計的な処理を行って得られた値によって行います。プロセスの状況によって圧力ゆらぎの性質が異なるため、つまり検出の確実性はプロセスに依存します。本 TI ではつまり検出の機能と特徴について概要を説明し、導圧管つまり検出機能付 EJV 差圧・圧力伝送器ではどのようにそれが実現されているかについて説明します。次につまり検出に適したプロセス条件について説明し、つまり検出機能付 EJV 差圧・圧力伝送器を選定する際のガイドラインを提供します。

2. 導圧管つまり検出の機能と特徴

■ 導圧管つまり検出の原理

パイプラインに流れる液体・ガスの流量計測を行う場合に、周囲温度の変化や経年変化により導圧管がつまることがあります。流体はポンプ等による圧力ゆらぎを持ちながら配管内を流れているため、差圧伝送器は圧力ゆらぎを含んだ差圧を計測しています。導圧管がつまると圧力ゆらぎが差圧伝送器に伝わりにくくなるという性質を利用して、差圧伝送器の差圧・圧力信号からゆらぎ成分を抽出して導圧管のつまりを検出します。導圧管つまり検出機能によって、プラントの流量・圧力の制御に支障をきたす前につきまりを検出する機能を提供いたします。差圧伝送器の本来の目的は差圧値から流量を正確に計測することですが、同時に導圧管つまり検出を差圧伝送器が行う場合には、差圧・圧力のゆらぎがつまり検出のための重要な情報として扱われます。図1は高圧側導圧管でつまりが発生したことにより、伝播する圧力のゆらぎが減衰することを表しています。レベル計、圧力計についても同様の原理に基づいてつまり検出を行ないます。



F01.ai

図1 導圧管つまり検出の原理図

■ 導圧管つまりの分類

導圧管つまりの無い正常状態に対して、両側つまり・高圧側つまり・低圧側つまりの3つの異常状態があります。表1に導圧管つまりの状態ごとに分類した圧力ゆらぎの波形の例を示します。つまり検出機能付 EIX 差圧伝送器では、シリコンレゾナントセンサが差圧と高圧側静圧と低圧側静圧を同時に計測できる機能を活かして、全てのつまり状態を独立に検出できることを大きな特長としています¹。

表1 導圧管つまりのモードと圧力ゆらぎの波形例

信号 \ つまり状態	正常	高圧側つまり	低圧側つまり	両側つまり
差圧 (DP)				
高圧側静圧 (SP_H)				
低圧側静圧 (SP_L)				
圧力ゆらぎの大きさ	差圧：大 高圧側静圧：大 低圧側静圧：大	差圧：大 高圧側静圧：小 低圧側静圧：大	差圧：大 高圧側静圧：大 低圧側静圧：小	差圧：小 高圧側静圧：小 低圧側静圧：小

■ 導圧管つまり検出に必要な条件

100msec 毎に差圧と高圧側静圧と低圧側静圧それぞれの圧力ゆらぎを計算します。圧力ゆらぎが小さい場合は圧力ゆらぎが小さくなるためつまり検出を行うことができません場合があります。つまり検出の確実性を増すためにはプロセスの圧力ゆらぎが大きいたる必要になります。つまり検出が可能なることを確認するためには、導圧管に取付けてある3岐弁(または元弁)を操作して導圧管つまりを模擬的に発生させ、つまりアラームが正常に発生することを確認する必要があります²。

■ 導圧管つまり検出に使用する変数

EIX 内部で次に示す VALUE_X と VALUE_F を演算してつまり検出を実行します。

● 揺動の2乗和の平均値

数百個の圧力揺動の計算値から差圧揺動の2乗和の平均値 VALUE_X を求めます。つまりが進行することによって差圧の圧力ゆらぎが小さくなるため VALUE_X も小さくなります。

● 揺動の2乗和の基準値

プロセスによって圧力ゆらぎの大きさが一定ではないため、つまり検出を実行する前にプロセス固有の圧力ゆらぎの大きさを測定し、正常な状態での差圧揺動の2乗和の平均値をつまり検出のための基準値として取得します。この基準値を REFERENCE_X と呼びます。

¹ レベル、圧力計測ではプロセス圧力計測側の導圧管つまり検出となります。本 TI はつまり検出機能オプションを選定する際のガイドラインとしていただくことを目的としていますので、記述を分かりやすくするために特に断らない限り、差圧伝送器のつまり検出についてのみ説明いたします。レベル計と圧力計については必要な場合についてのみ触れることにします。

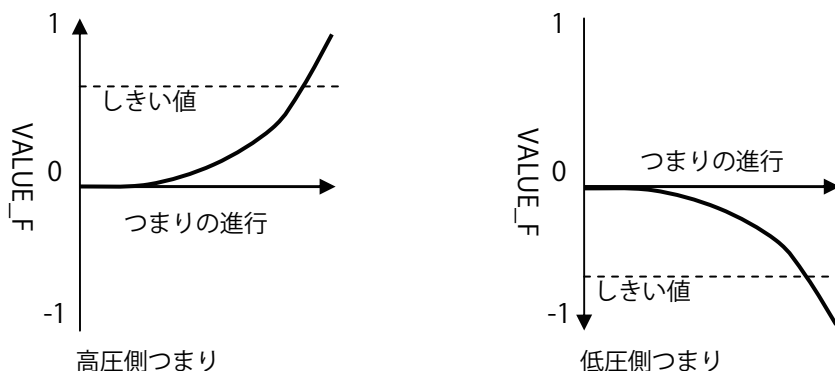
² 実際には低圧側静圧揺動の2乗和の平均値 VALUE_Y、高圧側静圧揺動の2乗和の平均値 VALUE_YH、それぞれに対応した基準値 REFERENCE_Y、REFERENCE_YH も同時に求めています。これらの値を VALUE_F と併用することにより、高圧側つまり検出と低圧側つまり検出の確度を上げています。本 TI では原理説明のために高圧側つまり検出と低圧側つまり検出は VALUE_F によってのみ行われるものと仮定しています。VALUE_Y、VALUE_YH については必要な場合についてのみ触れることにします。

● 揺動平均値による両側つまり検出

高圧側と低圧側でつまりが同時に進行した場合は VALUE_X が小さくなります。SQRT(VALUE_X / REFERENCE_X) によって両側つまりの有無を検出することができます。

● つまり度 VALUE_F による高圧側と低圧側つまり検出

つまり度 VALUE_F は差圧，高圧側静圧，低圧側静圧それぞれのゆらぎに基づいて計算されます。VALUE_F 高圧側つまりで +1，低圧側つまりで -1 に近づきます。つまりの進行と VALUE_F の関係を図 2 に模式的に示します。VALUE_F によって，高圧側つまりと低圧側つまりを検出することができます。



F02.ai

図2 つまりの進行とVALUE_Fの関係

3. EJXによるつまり検出の手順

■ EJXつまり検出の特長

EJX 差圧伝送器はシリコンレゾナントセンサにより差圧，高圧側静圧，低圧側静圧を高速に測定することができます。新たに考案した差圧，高圧側静圧，低圧側静圧を組み合わせた変数により，差圧伝送器では高圧側と低圧側のつまりを独立に検出することが可能になるとともに，流量に影響されにくいつまり検出を実現しました。EJX つまり検出の特長を次に示します。

- 高圧側が完全につまったときに +1，低圧側が完全につまったときに -1 を示すつまり度 VALUE_F によって，高圧側と低圧側のつまりを独立に検出することができます。
- つまり度 VALUE_F は流体密度，粘度，流量の影響を受けにくい変数です。
- 圧力ゆらぎに基づく VALUE_X から，高圧側と低圧側が同時につまった両側つまりを検出することができます。
- EJX 差圧・圧力伝送器単独でつまり状態の監視，検出，表示を行うことができます。

■ 導圧管つまり検出の手順

EJX 差圧・圧力伝送器の内部では，SQRT(VALUE_X / REFERENCE_X) と VALUE_F という二種類の変数を組み合わせて検出を行います。図 3 につまり検出の主な手順を示します。つまり検出は基準値取得，動作確認，つまり検出動作の 3 つの部分からなります。EJX のつまり検出に関する設定は PRM™ や FieldMate™ などの機能設定ツールによって行います。基準値取得は EJX 差圧・圧力伝送器が単独で行うので，特別な測定器は不要です。基準値取得時に差圧と圧力のゆらぎが小さい場合には基準値不正となってつまり検出ができない場合があります。動作確認時には，3 岐弁または元弁によってつまり検出の動作確認を行っていただく必要があります。

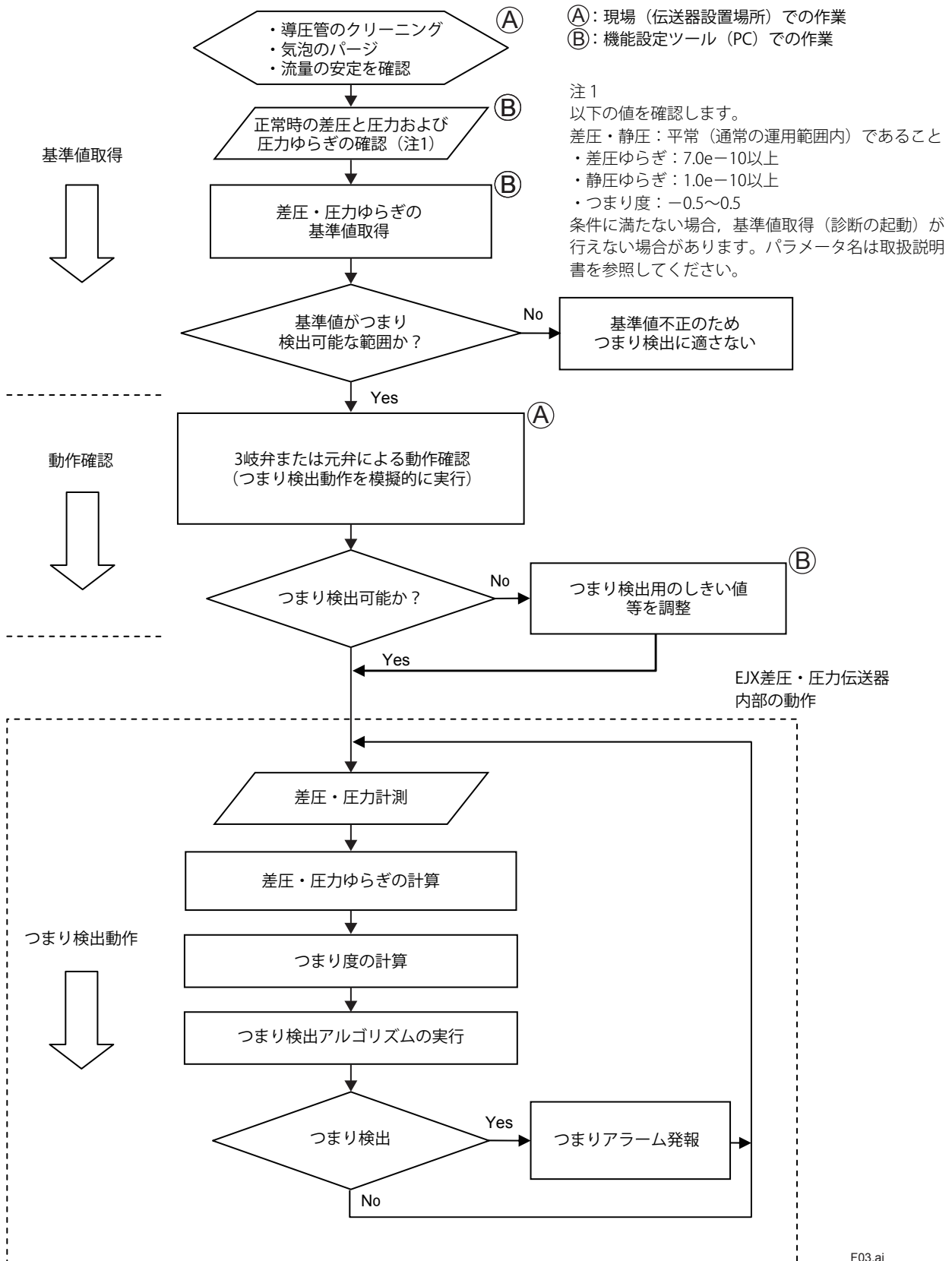


図3 つまり検出機能の開始手順³

³ 図3はつまり検出の基本的な流れを理解していただくことを目的として単純化しているため、EJX 差圧・圧力伝送器の内部で実際に行われている処理とは異なります。

● 基準値取得

つまり検出を実行する前にプロセスに固有の圧力ゆらぎの大きさを測定して、VALUE_XとVALUE_Fを確認します。すべてのつまり検出が可能になるためには、VALUE_X、VALUE_Fは一定の範囲内である必要があります。VALUE_Xのみが条件を満たす場合は、差圧のみを用いた両側つまりと片側つまりの検出が可能になります。VALUE_XとVALUE_Fが条件を満たす場合は両側つまり、高圧側つまり、低圧側つまりの検出が可能になります⁴。

● 動作確認

差圧伝送器の場合は基準値取得に続いて動作確認を行い、導圧管に取り付けてある3岐弁(または元弁)を操作して導圧管つまりを模擬的に発生させてつまりアラームが正常に発生することを確認する必要があります。レベル計、圧力計の場合は、元弁を閉じるなどにより動作確認をおこないます。つまりアラームが発生しない場合はつまり判定用のしきい値等を調整する必要があります。図4に差圧伝送器による動作確認の実施例を示します。高圧側の3岐弁を閉めていき高圧側つまりを模擬すると、VALUE_Fが+1に近づいて高圧側つまりが検出されます(図中A)。次に高圧側の3岐弁を開けてから低圧側の3岐弁を閉めていくと、VALUE_Fが-1に近づいて今度は低圧側つまりが検出されます(図中B)。最後に両方の3岐弁を閉めていくと、 $\sqrt{\text{VALUE_X} / \text{REFERENCE_X}}$ の値が小さくなり両側つまりを検出することができます(図中C)。この場合は3種類の導圧管つまりが正常に検出されています。

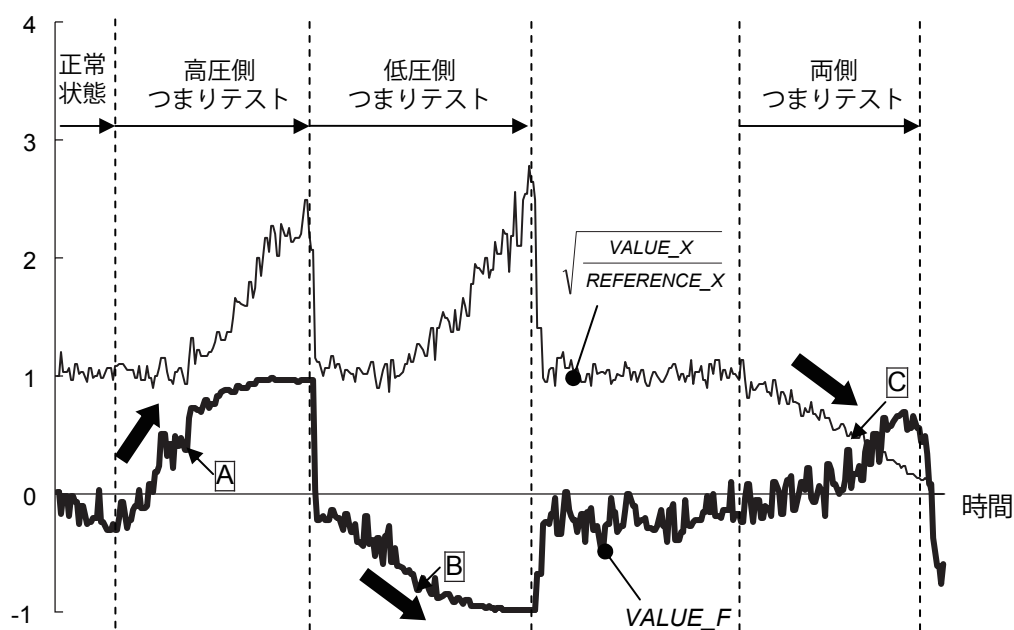


図4 3岐弁によるつまり検出の動作確認の例

● つまり検出動作

差圧と高圧側静圧と低圧側静圧を計測してから、それぞれの圧力ゆらぎを計算し、つまり度を計算します。これらの変数からつまり検出アルゴリズムによりつまりの有無を検出します。つまりを検出した場合は、対応するつまりアラームを発生します。その後最初に戻りつまり検出動作を繰り返します。

⁴ VALUE_Y, VALUE_YHについても一定の範囲内である必要があります。

4. 導圧管つまり検出の適用範囲

■ 適用機種

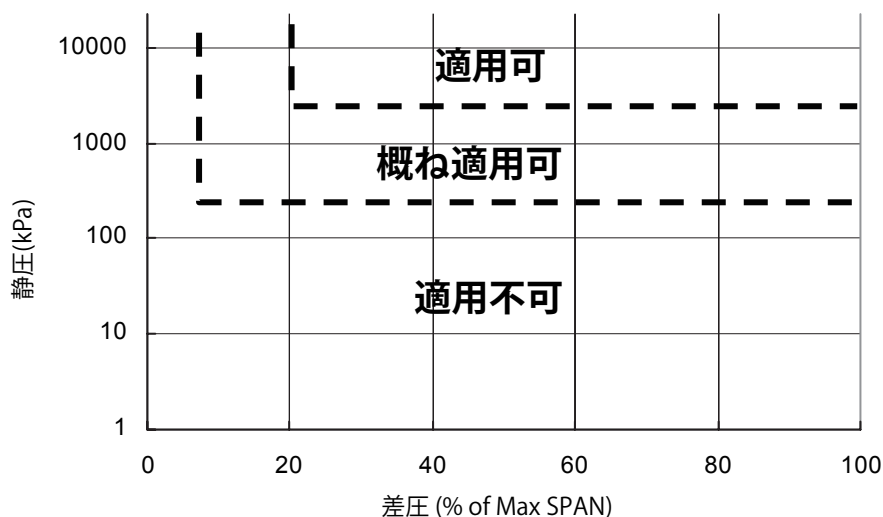
差圧伝送器では高圧側つまり、低圧側つまり、両側つまりがつまり検出機能によって検出されます。レベル、圧力計測の用途ではプロセス圧力計測側の導圧管つまりが検出されます。表2にEJXシリーズの形名ごとのつまり検出項目を示します。

表2 つまり検出項目と適用されるEJXの形名

形名	つまり検出項目	備考
EJX110J	高圧側つまり 低圧側つまり 両側つまり	差圧伝送器
EJX118J		ダイアフラムシール付差圧伝送器
EJX210J		フランジ取付差圧伝送器
EJX115J		微小流量伝送器
EJX120J	プロセス圧力計測側の 導圧管つまり	微差圧伝送器
EJX430J		圧力伝送器
EJX310J		絶対圧力伝送器
EJX438J		ダイアフラムシール付圧力伝送器
EJX530J		圧力伝送器

■ 測定可能静圧・流量範囲

一般的に差圧が大きく静圧が大きい場合には圧力ゆらぎが比較的大きいため安定したつまり検出が可能になります。EJX110Jでのつまり検出の適用可能範囲の一例を図5に示します。プロセスにより圧力ゆらぎの大きさは異なりますので、この例に示したプロセスではつまり検出が可能な領域であっても、別のプロセスではつまり検出が不可能な場合があります。



F05.ai

図5 EJX110J (Mカプセル) でオイルを使用した場合のつまり検出が適用可能な範囲の例

■ 測定可能流体

液体では多くの場合つまり検出が適用できます。粘度が10cstより大きい高粘性流体では、圧力ゆらぎは水の半分以下ですが、水に比べると早期につまり検出が可能です。気体ではつまり検出を適用するには圧力ゆらぎが小さすぎる場合があります。表3に差圧伝送器の場合につまり検出が適用可能な流体の例を示します。

表3 つまり検出可能な流体の例

つまり検出	低粘性流体 例：水 (1cst)	高粘性流体 例：オイル (10cst 以下)	気体 例：天然ガスなど
両側つまり	適用可	適用可	場合により適用可 / 適用可
片側つまり	概ね適用可	概ね適用可	適用不可

5. 注意事項

- 基準値取得時に導圧管がつまりかけていると正確につまり検出が行えません。あらかじめ高圧側と低圧側の両方の導圧管をクリーニングする必要があります
- 液体の場合は基準値取得の前に気泡を十分パージする必要があります。
- 基準値取得時は流量が安定していることが必要です。
- EJX 差圧・圧力伝送器のつまり検出に関する設定は PRM™ や FieldMate™ などの機能設定ソフトによって行います。基準値取得は EJX 単独で行うことができるので、特別な測定器は不要です。
- 圧力ゆらぎが小さく基準値の取得が不可能な場合はつまり検出はできません。
- 流量が基準値取得を実行した時点から ± 25% 以上変動した場合は基準値取得を再度実行する必要があります。
- 動作確認時は 3 岐弁または元弁を操作してつまり検出を模擬的に実行するので、差圧伝送器の場合は導圧管に 3 岐弁または元弁が設置されていることが必要です。つまり検出を模擬的に実行するための弁が無い場合は、つまりを検出することができかどうか確認することができません。
- つまり検出動作時には差圧伝送器の高圧側だけまたは低圧側だけのつまりが検出された場合でも、反対側の導圧管のつまりが進行している場合が多くあります。差圧伝送器では高圧側だけまたは低圧側だけのつまりが検出された場合でも必ず両方の導圧管をクリーニングする必要があります。
- つまり検出には流体中に十分大きい圧力ゆらぎが存在することが必要です。レベル計、圧力計の場合、または流体がガスの場合などは圧力ゆらぎが小さく、つまり検出ができないことがあります。
- 圧力計として使用するときは、圧力が LOWCUT の値近くまで低下した場合、圧力が一定だが流量が基準値取得時と比較して小さくなった場合、圧力変動源（ポンプ・コンプレッサー・ブLOWER など）が停止した場合などは、圧力ゆらぎが減少するため導圧管つまりとみなして誤アラームが発生することがあります。つまりアラーム発生時には、プラントの運転状態を考慮して総合的に判断していただくことが必要です。
- レベル計として使用するときは、タンクへの流体の流入流出が止まった場合や、タンク内の攪拌機が止まった場合、密閉タンクの内圧を制御する圧力変動源（コンプレッサーなど）が停止した場合などは、圧力ゆらぎが減少するため導圧管つまりとみなして誤アラームが発生することがあります。つまりアラーム発生時には、プラントの運転状態を考慮して総合的に判断していただくことが必要です。
- つまり検出は、流体中に存在する圧力ゆらぎの計測値を統計的に処理して得られた値によって行います。プロセスの状況によって圧力ゆらぎの性質が異なるため、つまり検出の確実性はプロセスに依存します。EJX 差圧・圧力伝送器のつまり検出機能はどのような場合でも確実につまり検出が行えることを保証するものではありません。