

目次

1. 概要	2
2. 標準仕様	2
3. インテグラルフローオリフィスの形名およびコード一覧	3
4. オリフィス口径の選択方法	3
5. レイノルズ数による差圧の補正	4
6. 圧力損失	4

1. 概要

DPharp微少流量伝送器は微少の流量（大略0.016～33 l/min水換算液体流量，0.45～910 NI/min空気換算気体流量）を測定し，それに応じた4～20 mA DCの電流信号を伝送するように設計された差圧伝送器です。

本器はオリフィス内蔵マニホールドと差圧伝送器から構成されており，オリフィスはマニホールドを取りはずすだけで簡単に取り換えることができます。

マニホールドは流量ライン（1/2B）に直接取り付けられます。したがって別個に検出器を設置したり接続配管を行なう等の必要がありません。

オリフィス両端の差圧は，差圧伝送器の高圧側および低圧側に直接導かれ，4～20 mA DCの電流信号に変換されます。

オリフィスには，0.508 mmから6.530 mmの穴径まで6種類あります。これらオリフィスの選択と差圧伝送器の差圧測定スパンの組み合わせにより，広範囲な微少流量の測定が可能です。

オリフィス両端の差圧（ $P_1 - P_2$ ）と流量 Q は次式の関係にあります。したがって差圧伝送器は，流量 Q の2乗に比例した信号を伝送することになります。

$$Q = kd^2 \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$$

K ：比例定数 $P_1 - P_2$ ：差圧

ρ ：流体の密度 d ：絞り穴の直径

インテグラルオリフィスの使用に当っては流体はきれいでオリフィスをつまらせる懸濁物の混入していないことが要求されます。また流体温度は120℃以下である必要があります。

2. 標準仕様

測定可能範囲：

空気換算流量0.45～910 NI/min. (0～1 atm)

水換算流量0.016～33 l/min. (4～1 atm)

オリフィス穴径および部品番号：

	穴径 (mmφ)	部品番号*	
		EJ115 (S1, S2) EJ135 (S1, S2) EJA115 (S1, S2) EJB115 (S1, S2)	EJ115 (S3) EJ135 (S3) EJA115 (S3) EJB115 (S3) EJX115J (S1)
A	0.508	D0117BW	F9340NL
B	0.864	D0117BX	F9340NM
C	1.511	D0117BY	F9340NN
D	2.527	D0117BZ	F9340NP
E	4.039	D0117CA	F9340NQ
F	6.350	D0117CB	F9340NR

T001.EPS

*：オリフィスの部品番号は組合せ伝送器のスタイルコードにより異なります。表中のS は組合せ伝送器のスタイルコードを示しています。

組合せ伝送器：EJ115，EJ135，EJA115，EJB115，EJX115J

オリフィス材質：SUS316

マニホールド材質：SUS316

スペーサー材質：SUS316

オリフィス用ガスケット材質：PTFE

伝送器周囲温度：

- 40～85 （一般形）

- 30～80 （内蔵指示計付）

- 20～60 （TIIS耐圧防爆形）

- 20～60 （TIIS本質安全防爆形）*

*：EJシリーズは - 10～60

最大使用圧力（インテグラルフローオリフィス単体）

適用機種コード	最大使用圧力
-V, -X	16 MPa
-W, -Y	42 MPa

T006.EPS

伝送器差圧測定スパン：

EJ115

Lカプセル 1～10 kPa

Mカプセル 1.3～130 kPa

Hカプセル 14～210 kPa

EJA115，EJB115，EJX115J

Lカプセル 1～10 kPa

Mカプセル 2～100 kPa

Hカプセル 20～210 kPa

EJ135

Mカプセル 3.3～130 kPa

Hカプセル 18～210 kPa

プロセス接続口（伝送器と同じであること）：

Rc1/2めねじ

1/2NPTめねじ

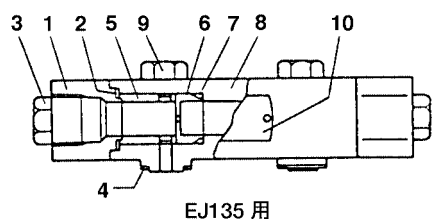
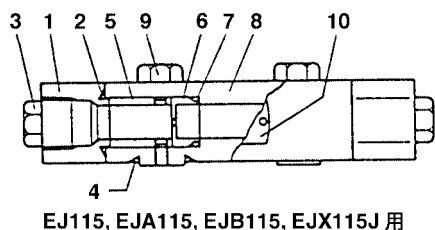
精度：スパンの±5%（伝送器を含む）

3. インテグラルフローオリフィスの形名およびコード一覧

形名	基本仕様コード	仕様
IFO	インテグラルフローオリフィス
	-S	マニホールド材質：SUS316
	2	プロセス接続口：Rc1/2めねじ
	4	プロセス接続口：1/2NPTめねじ
	1	オリフィス1枚付き
	6	オリフィス6枚付き
	S	オリフィス材質：SUS316
	-V ...	EJ115(S1, 2), EJA115(S1, 2), EJB115(S1, 2)用
	-W ...	EJ135(S1, 2)用
	-X ...	EJ115(S3), EJA115(S3), EJB115(S3), EJX115J(S1)用
	-Y ...	EJ135(S3)用

例：IFO-S21S-X

T002.EPS



1. プロセスコネクタ (2個)
2. プロセスコネクタ用ガスケット (2個)
3. プロセスコネクタ取付用ボルト (4本)
4. 伝送器側ガスケット (2個)
5. スペーサー (1個)
6. オリフィス (1個)
7. オリフィス用ガスケット (1個)
8. マニホールド (1個)
9. マニホールド取付用ボルト (4本)
10. 銘板 (1枚)

4. オリフィス口径の選択方法

各種気体、および液体流量に対し、オリフィス穴径の選択および差圧の決定にあたっては気体は0.1 atmにおける空気換算流量、液体は4.1 atmにおける水換算流量に換算する必要があります。これらは表1、表2、表3の公式によって求めることができます。

なお、ガス（蒸気）の場合、設定差圧は次式に従っている必要があります。

$$\frac{P_2}{P_1} > 0.75 \quad (P_1, P_2 \text{は絶対圧})$$

次に図1、図2を使用して、換算流量、オリフィス穴径、伝送器差圧の関係から最も適当なものを選定します。その手順は例題を参考に行なって下さい。また、流体のレイノルズ数Redを求めて図3または図4の流量係数比Kaf/Kaが一定である範囲に入らない場合は求められた差圧を補正する必要があります。

例題1.

流体：N₂ガス
 流量：20 m³/h
 温度：30
 圧力：100 kPa
 湿度：0%

F001.EPS

- 1) 0.1 atmにおけるN₂ガスの密度を求める。

N₂ガスの0.1 atmにおける密度は
 $\rho_{Ng} = 1.251 \text{ kg/Nm}^3$ から、温度30、圧力100 kPaにおける密度 ρ_{fg} を計算する。

$$\rho_{fg} = 1.251 \times \frac{273.15}{273.15 + 30} \times \frac{101.325 + 100}{101.325} = 2.240 \text{ kg/m}^3$$

- 2) 表1の公式を用いて、0.1 atmにおける空気換算流量値を計算する。

$$Q_{0a} = 0.8794 Q_{fg} \sqrt{\rho_{fg}} = 0.8794 \times 20 \times \sqrt{2.240} = 26.3 \text{ Nm}^3/\text{h} = 438.7 \text{ NI}/\text{min}$$

- 3) 図2から、オリフィスを選択し差圧を求める。

オリフィス穴径：6.350 mm
 差圧：45 kPa (注1)

となります。

(注1) 実際の差圧設定は、当社の計算結果をご使用ください。

例題2.

流体：液体 流量：0.3 m ³ /h (40 において) 温度：40 圧力：300 kPa 使用状態での密度：980 kg/m ³
--

F002.EPS

- 1) 表3の公式を用いて、4 , 1 atmにおける水換算流量値を計算する。

$$\begin{aligned}
 Q_{4w} &= 0.03162 Q_{fg} \sqrt{\rho_{ft}} \\
 &= 0.03162 \times 0.3 \times \sqrt{980} \\
 &= 0.297 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= 4.95 \text{ l/min}
 \end{aligned}$$

- 2) 図1から、オリフィスを選択し差圧を求める
 オリフィス穴径：4.039 mm
 差圧：28 kPa

または

オリフィス穴径：6.350 mm
 差圧：4.7 kPa

5. レイノルズ数による差圧の補正

一般のオリフィスと同じようにレイノルズ数が一定限界内にあるかどうかを判断し、そうでなければ差圧を補正します。

$$\text{Red} = 354 \frac{W}{\mu \times d}$$

W：常用重量流量[kg/h]
 d：オリフィス口径[mm]
 μ：粘度[mPa·s]

図3または図4より流量係数比Kaf/Kaを求めます。

この値が一定でない場合には、伝送器の差圧を補正する必要があります。

$$\Delta P = \left(\frac{1}{K_{af}/K_a} \right)^2 \times \Delta P_0$$

Ka：各オリフィス固有の一定流量係数
 Kaf：使用状態における流量係数
 ΔP₀：図より求めた差圧
 ΔP：補正後の差圧

上記式より得られた補正後の差圧ΔPを伝送器に設定します。

6. 圧力損失

流体がオリフィスを通過すると流れは噴流と管壁の間に多数の渦ができます。この渦は噴流がオリフィス下流まで伸び管内径と同じになるまで広がっていきます。この渦に消費されるエネルギーが流体の永久圧力損失となります。

水のように比較的低粘度の液体や気体の圧力損失は次の実験式を用いて計算することができます。

$$\Delta P = (P_1 - P_2) (1 - \beta^2)$$

但し ΔP：永久圧力損失

P₁ - P₂：差圧

β：絞り径比

オリフィスの開口比を計算するとβ²≒0.00143～0.25となります。したがってインテグラルフローオリフィスでは、エッジオリフィスに相当する圧力損失を発生します。この圧力損失は、設定差圧の約75～100%となります。

表1. 空気換算流量の公式（乾燥気体の場合）

条件	0 , 1 atmにおける空気換算流量	単位
目盛基準が使用状態 (t , p kPa) で与えられた場合	$Q_{0a} = 0.8794Q_{fg} \sqrt{\rho_{fg}}$ $\rho_{fg} = \rho_{Ng} \times \frac{273.15}{273.15+t} \times \frac{101.325+p}{101.325} \times \frac{Z_{Ng}}{Z_{fg}}$	Q _{0a} : 空気0 , 1 atmの容積流量 Nm ³ /h Q _{fg} : 使用状態 (t , p kPa) における気体の容積流量 m ³ /h Q _{Ng} : 標準状態 (0 , 1 atm) における気体の容積流量 Nm ³ /h ρ _{fg} : 使用状態 (t , p kPa) における気体の密度 kg/m ³ ρ _{Ng} : 標準状態 (0 , 1 atm) における気体の密度 kg/Nm ³
目盛基準が標準状態 (0 , 1 atm) で与えられた場合	$Q_{0a} = 0.5356Q_{Ng} \sqrt{\rho_{Ng} \times \frac{273.15+t}{101.325+p} \times \frac{Z_{fg}}{Z_{Ng}}}$	Z _{Ng} : 0 , 1 atmにおける気体の圧縮係数 Z _{fg} : 使用状態 (t , p kPa) における気体の圧縮係数

T003.EPS

表2. 空気換算流量の公式（湿り気体の場合）

条件	0 , 1 atmにおける空気換算流量	単位
目盛基準が使用状態 (t , p kPa) で与えられた場合	$Q_{0a} = 0.8794Q_{fg} \sqrt{\rho_{fg}}$ $\rho_{fg} = \rho_{Ng} \times \frac{273.15}{273.15+t} \times \frac{(101.325+p) - \varphi P_{fs}}{101.325} \times \frac{Z_{Ng}}{Z_{fg}} + \varphi \rho_{fs}$	Q _{0a} : 空気0 , 1 atmの容積流量 Nm ³ /h Q _{fg} : 使用状態 (t , 1 atm) における気体の容積流量 m ³ /h Q _{Ng} : 標準状態 (0 , 1 atm) における気体の容積流量 Nm ³ /h ρ _{fg} : 使用状態 (t , p kPa) における気体の密度 kg/m ³ ρ _{Ng} : 標準状態 (0 , 1 atm) における乾燥気体の密度 kg/Nm ³
目盛基準が標準状態 (0 , 1 atm) で与えられた場合	$Q_{0a} = 0.3262Q_{Ng} \times \frac{(273.15+t)}{(101.325+p) - \varphi P_{fs}} \times \frac{Z_{fg}}{Z_{Ng}} \sqrt{\rho_{fg}}$ $\rho_{fg} = \rho_{Ng} \times \frac{273.15}{273.15+t} \times \frac{(101.325+p) - \varphi P_{fs}}{101.325} \times \frac{Z_{Ng}}{Z_{fg}} + \varphi \rho_{fs}$	ϕ : 相対湿度 ρ _{fs} : 使用状態 (t , p kPa) における飽和水蒸気の密度 kg/m ³ P _{fs} : 使用状態 (t , p kPa) における飽和水蒸気圧 kPa abs Z _{Ng} : 0 , 1 atmにおける気体の圧縮係数 Z _{fg} : 使用状態 (t , p kPa) における気体の圧縮係数

T004.EPS

表3. 水換算流量の公式（液体の場合）

条件	4 , 1 atmにおける水換算流量	単位
目盛基準が使用状態 (t , p kPa) で与えられた場合	$Q_{4w} = 0.03162Q_{ft} \sqrt{\rho_{ft}}$	Q _{4w} : 4 , 1 atmにおける水の容積流量 m ³ /h Q _{ft} : 使用状態 (t , p kPa) における液体の容積流量 m ³ /h ρ _{ft} : 使用状態 (t , p kPa) における液体の密度 kg/m ³
目盛基準が (0 , 1 atm) で与えられた場合	$Q_{4w} = 0.03162Q_{Nt} \times \rho_{Nt} \sqrt{\frac{1}{\rho_{ft}}}$	Q _{Nt} : 0 , 1 atmにおける液体の容積流量 Nm ³ /h ρ _{Nt} : 0 , 1 atmにおける液体の密度 kg/Nm ³

T005.EPS

図1. 流量-差圧換算グラフ (液体用)

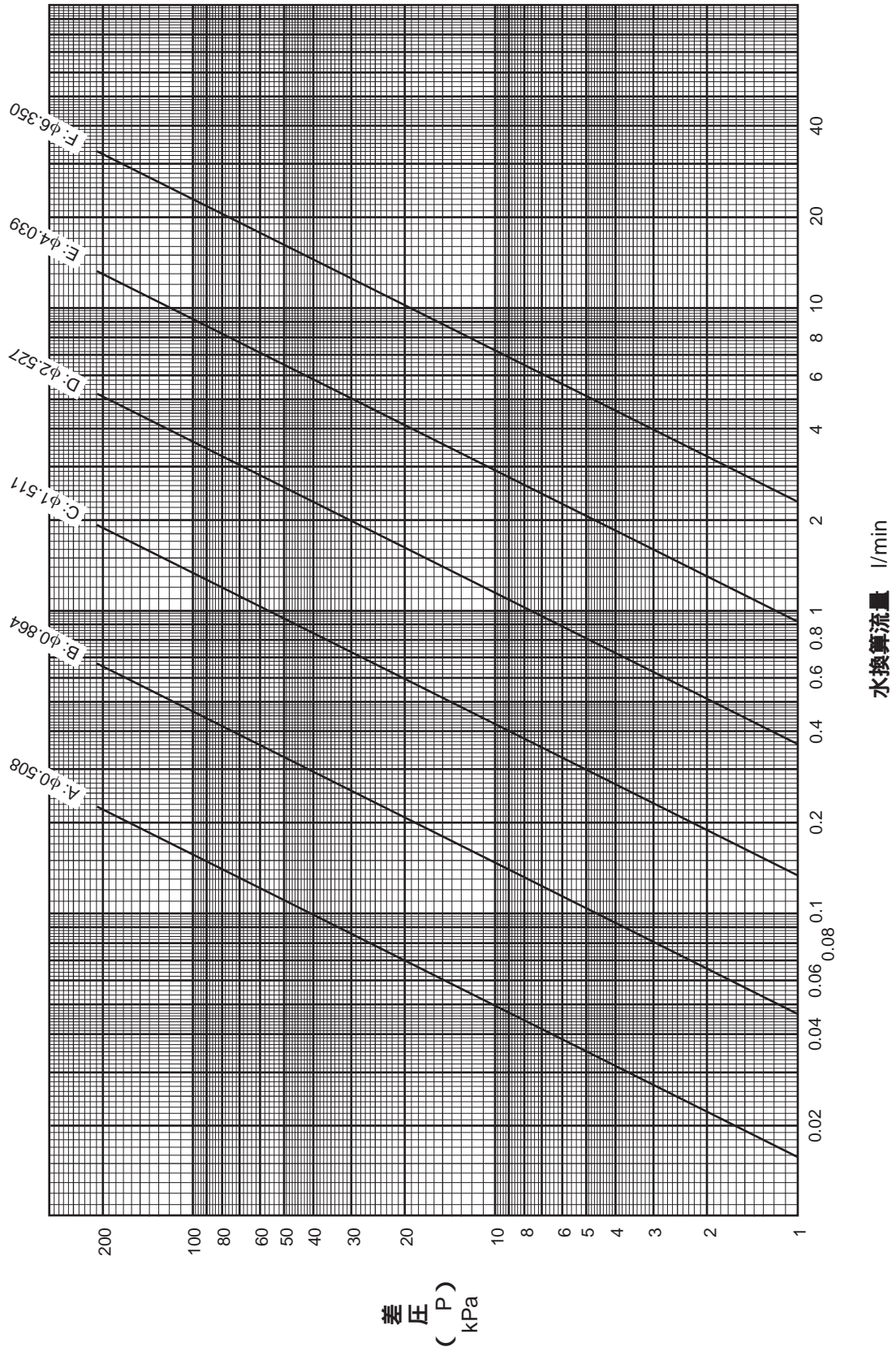


図2. 流量-差圧換算グラフ (気体用)

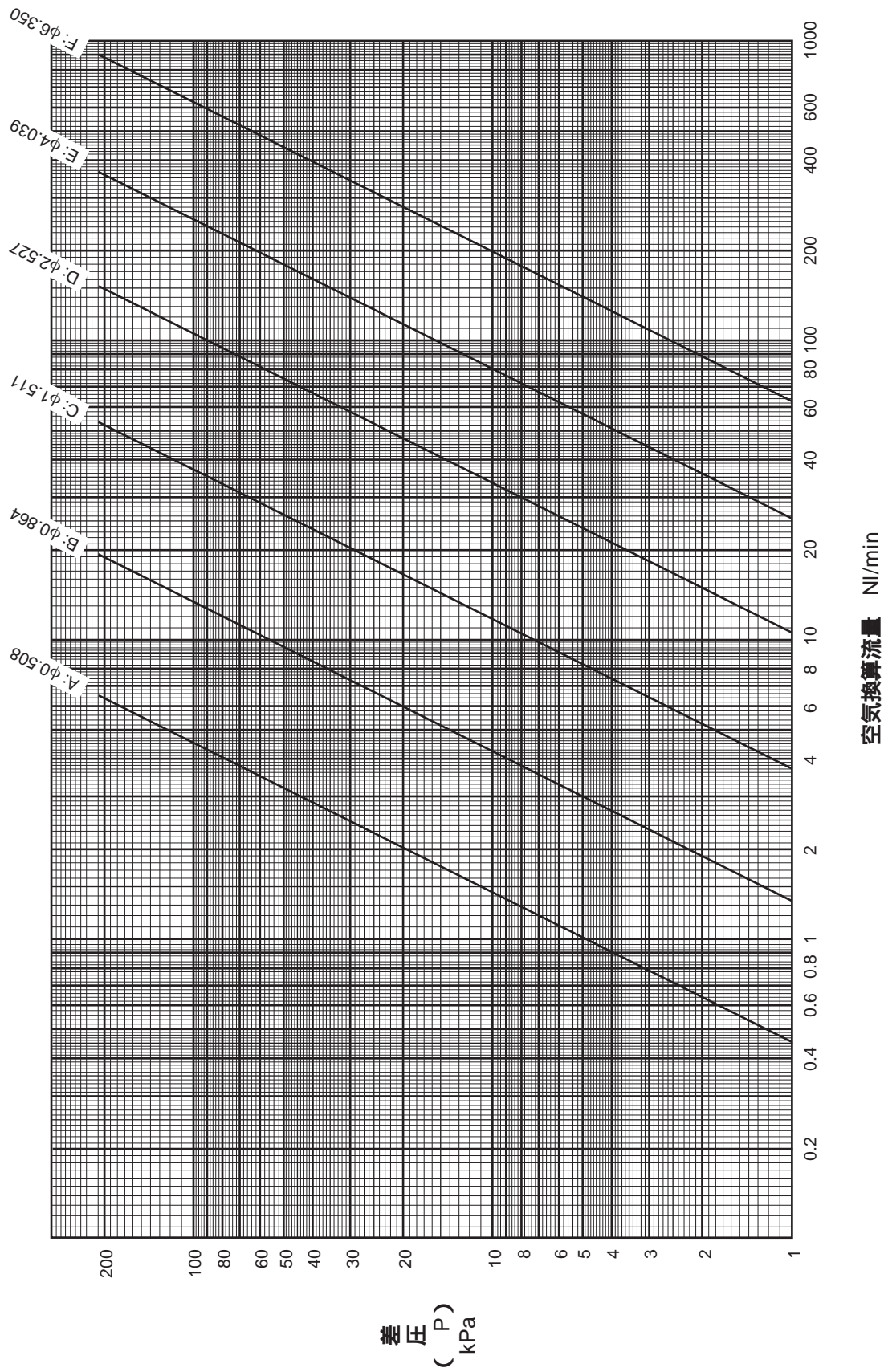


図 3. レイノルズ数-流量係数補正グラフ
 適用形名: EJ115 (S1, S2), EJ135 (S1, S2), EJA115 (S1, S2), EJB115 (S1, S2)

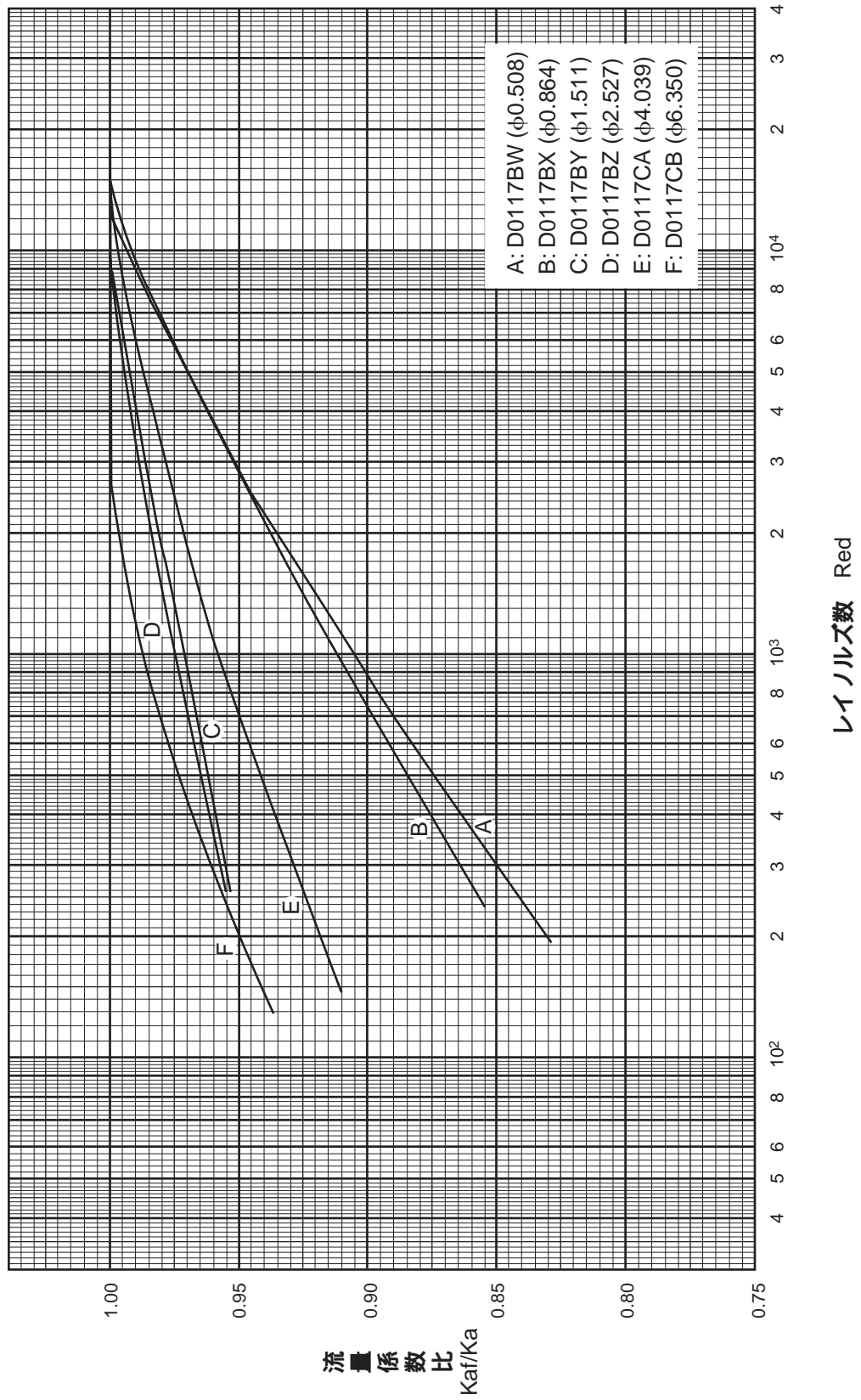
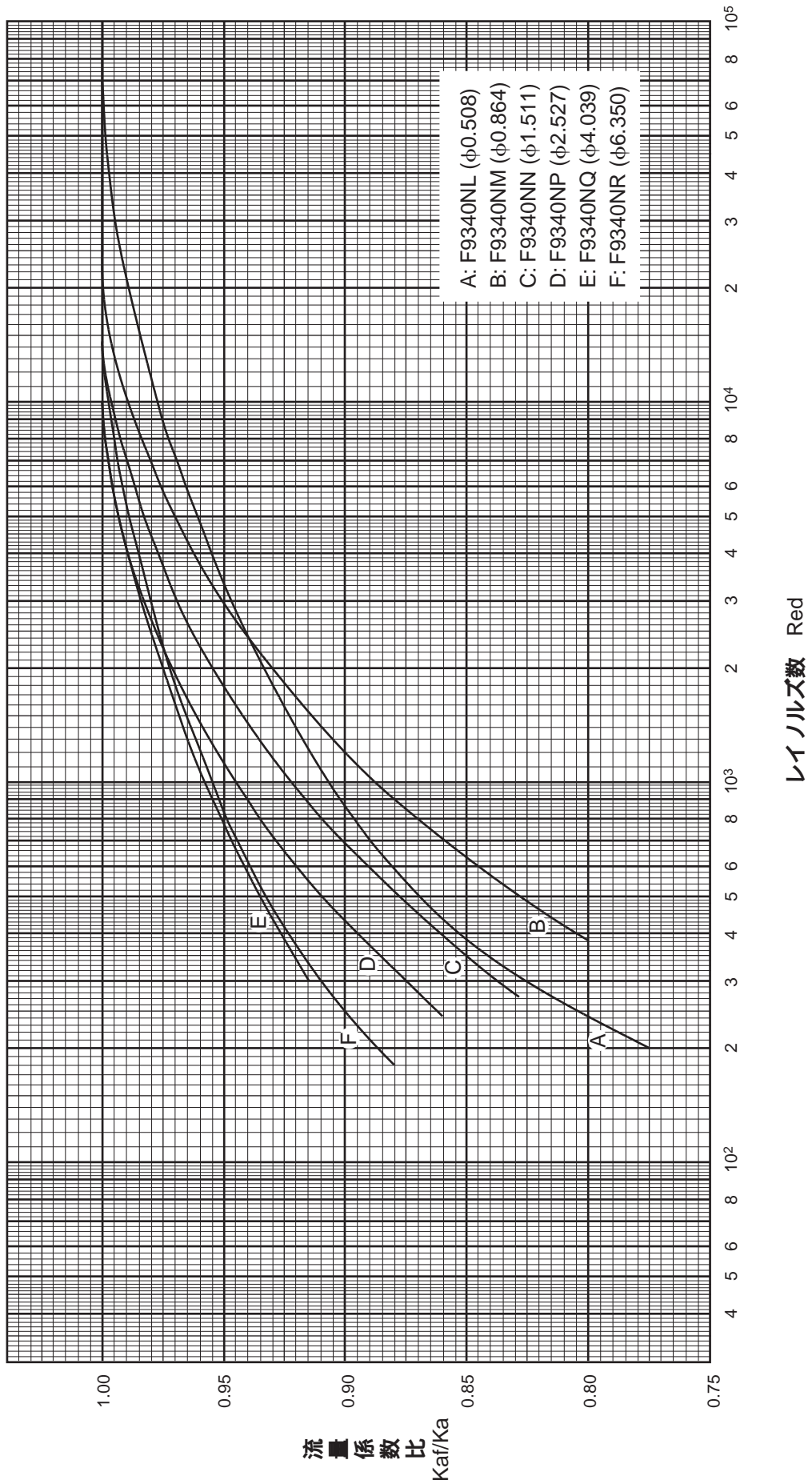


図 4. レイノルズ数-流量係数補正グラフ

適用形名 : EJ115 (S3), EJ135 (S3), EJA115 (S3), EJB115 (S3), EJX115J (S1)



Blank Page