

日立 ルーツメータ

緒方 剛*

Hitachi Roots Meters

By Kowashi Ogata

Kawasaki Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Perhaps the most important duty in modern gas plants is the accurate measuring and proportioning of gases.

The flow of any fluid may be measured by direct or inferential method. Today, head meters, one of the inferential means, are most widely used in the process industries.

In this article, the writer describes the construction plus important features of Hitachi Roots Meters, which affords a direct flow measuring. They are especially suitable for use in industrial plants because of permanent accuracy and dependability.

〔I〕 緒 言

都市ガス製造工場化学工場などにおいて気体の流量を常時正確に計量把握することは品質管理上、経済上あるいはまた安全上からいつて必要欠くべからざることとなつてきている。

流量を測定する方法は一般には直接計量法と流率測定法とに2大別されているが、本稿においては直接計量法で、多量の流量を計測積算するに適した日立ルーツメータについて簡単に紹介する。

〔II〕 構 造 作 用

第1図に20,000 m³/h ルーツメータの外観図を、第2図に大型ルーツメータの構造を示す。

作動原理はきわめて簡単で、上部入口より送入されたガスは僅少な差圧で回転する2箇のロータとケーシング間の半月形定容積空間を満して下部出口より排出されるので、ロータ軸の回転速度により瞬間流量を、またロータ軸回転数の積算によつて通過ガス流量を積算することができるわけである。

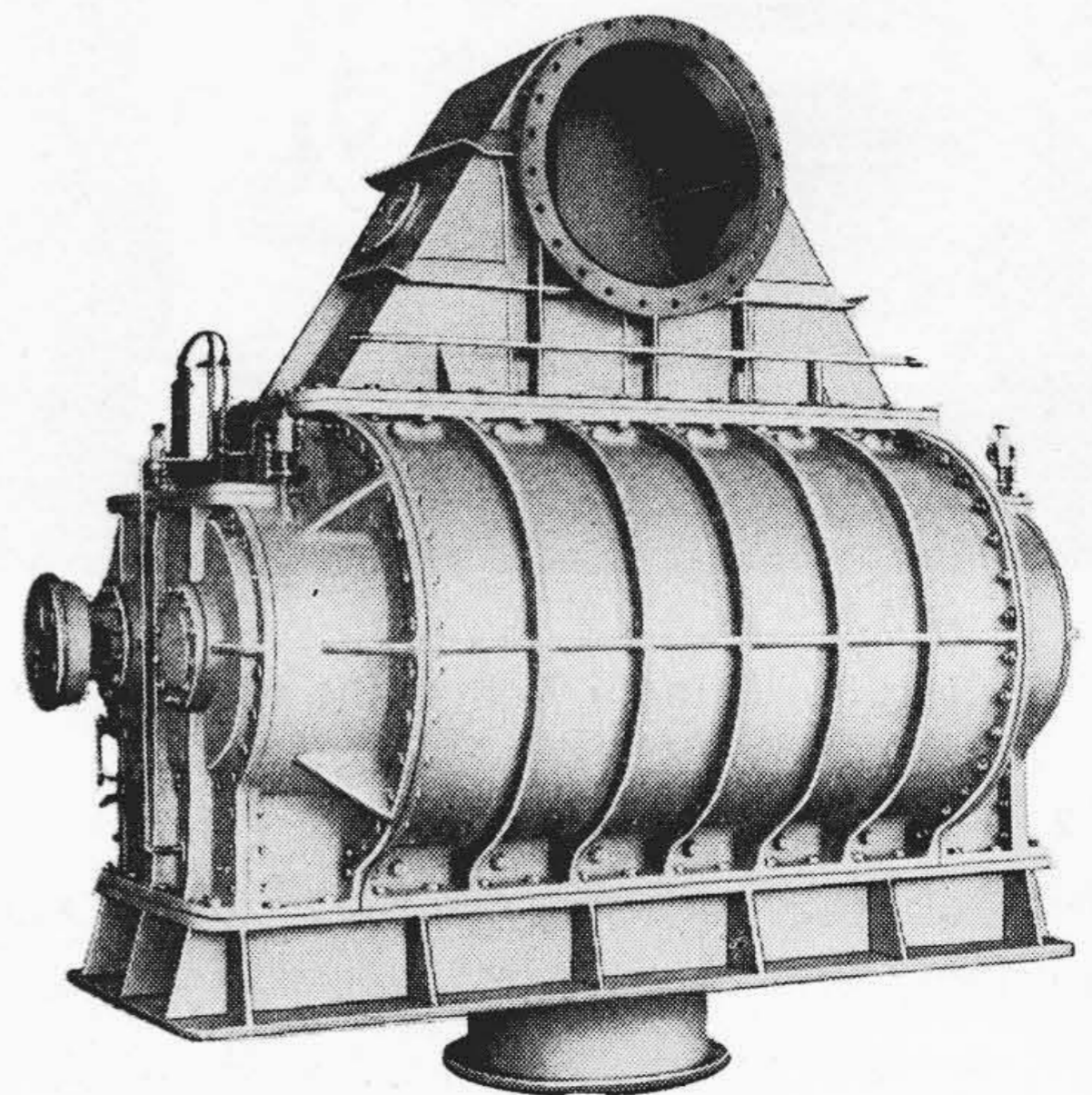
2箇のロータは軸端のタイミングギヤにより相互間とケーシングおよびサイドカバー間とに微少な間隙を保ちつつ相接触することなく回転するが、その回転抵抗すなわちメータ入出口間のガスの差圧と間隙の大小がメータの精度を左右するので、設計製作上最も注意が払われている。

* 日立製作所川崎工場

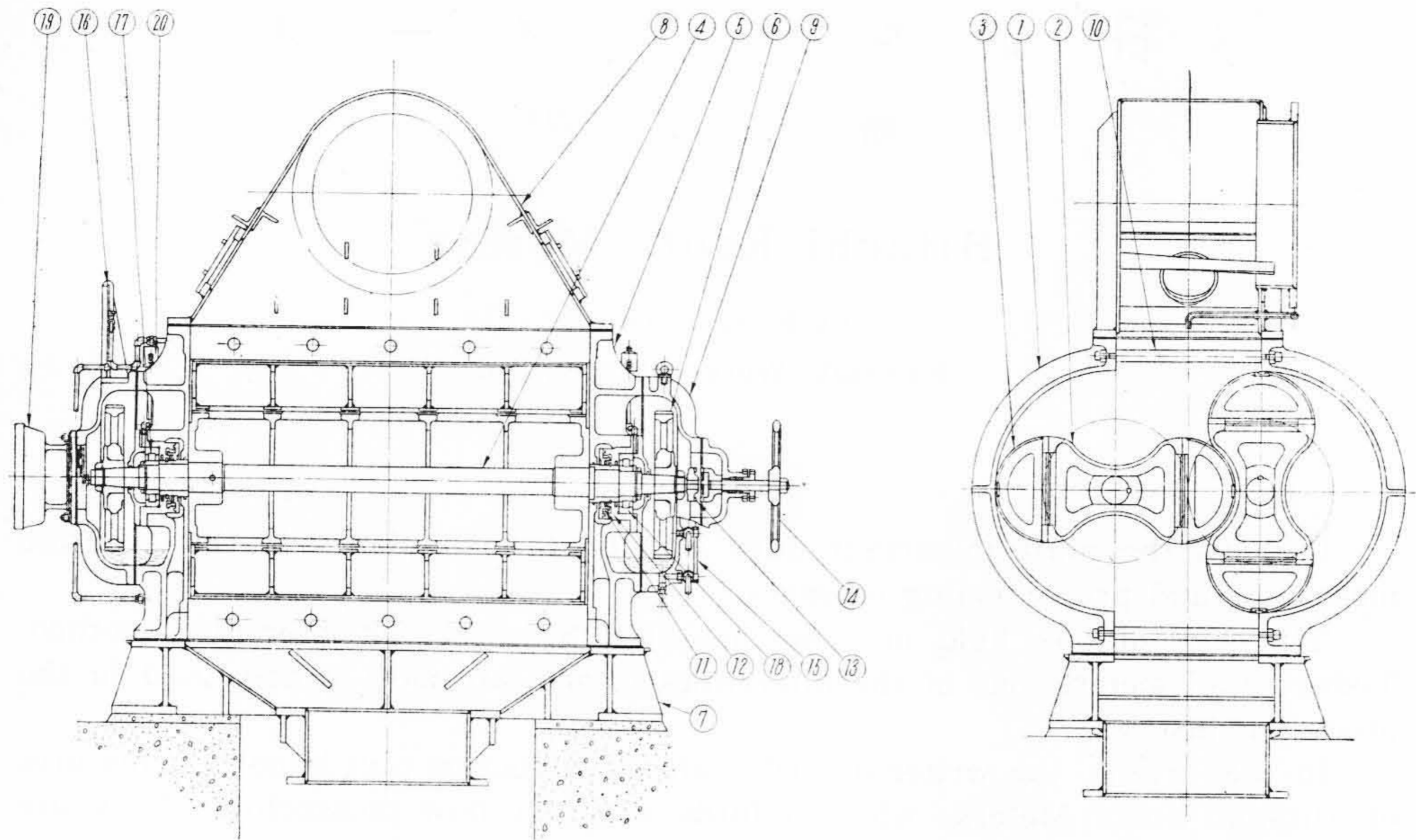
(1) ロータ

重量の軽減を計つて大型においては先端半円形部分は不銹鋼板製とし、鑄鉄製の胴体に組立てる構造となつている。

ロータプロフィールの精度は最も重要であるが、倣い切削と研磨により大型機においても、工作精度は公差⁵/₁₀₀ mm以下である。ロータ胴、先端半円部ともに歪取り焼鈍とバランス取りが行わをている。またガス中の塵埃がロータ胴内に堆積してアンバランスが生ずるのを防ぐためにロータの端面は密閉されている。



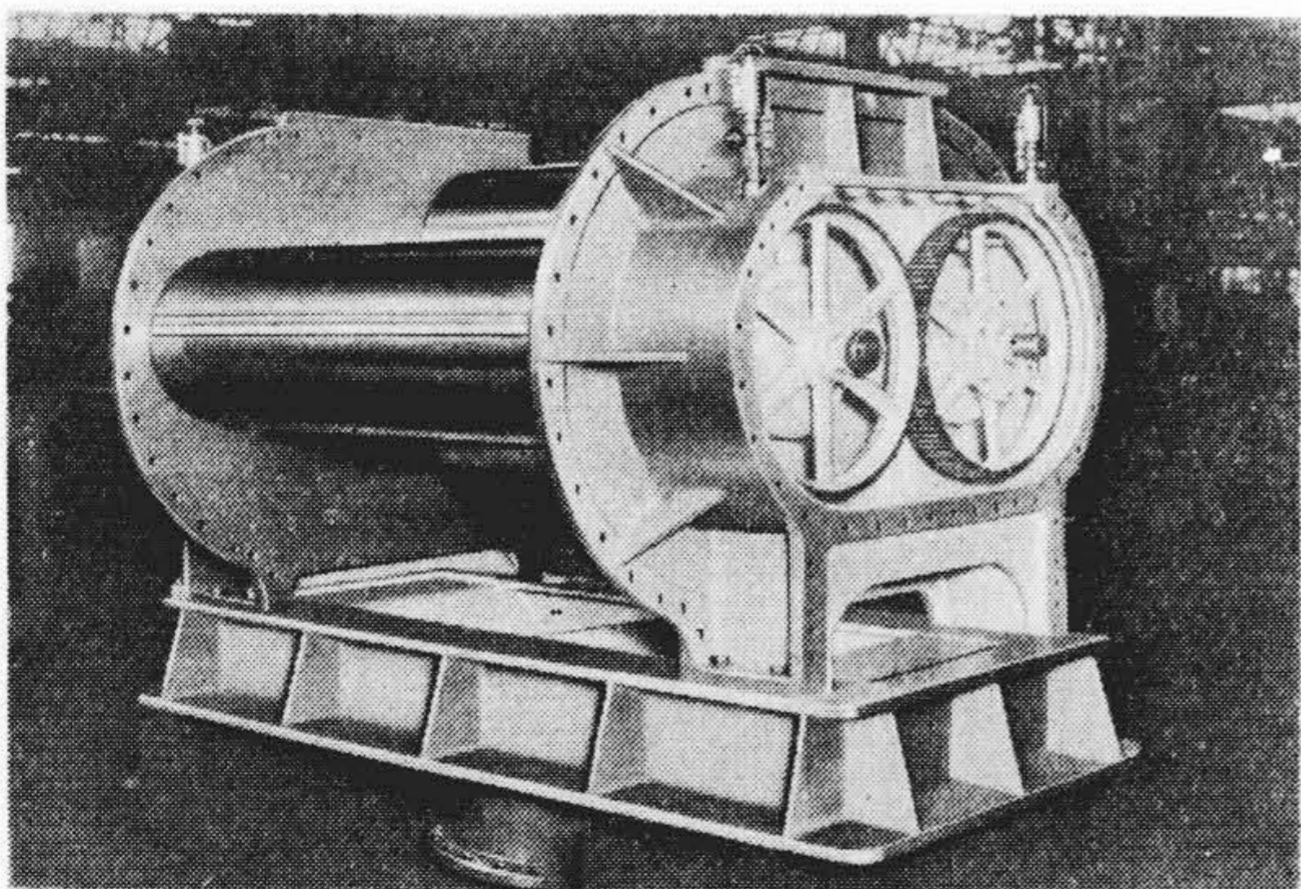
第1図 20,000 m³/h ルーツメータ
Fig.1. 20,000 m³/h Roots Meter



番号	部品名	番号	部品名	番号	部品名	番号	部品名
1	ケーシング	6	タイミングギヤ	11	ラビリンスリング	16	差圧計
2	ロータ胴	7	ベース	12	メタルボツクス	17	ローラベアリング
3	ロータ先	8	サクシヨンケース	13	クラツチ	18	ローラベアリング (スラストカラ付)
4	ロータ軸	9	外カバ	14	手動ハンドル	19	流量積算計
5	サイドカバー	10	ステーボルト	15	油面計	20	軸受注油器

第2図 大型ルーツメータ断面図

Fig.2. Sectional View of Large Roots Meter



第3図 ルーツ式ガスメータ

Fig.3. Hitachi Roots Gas Meter

(2) ケーシング・サイドカバー

内径の真円度，フランジ面の直角度などの加工精度は勿論大切であるが，内部の間隙が微少であるから運搬据付ならびに使用間の変形防止に十分な対策が必要である。

ケーシング・サイドカバーはともに鋳鉄製で，ステー

ボルトと多数のリップで剛性を増している。なお歪取焼鈍と水圧試験が行つてある。

(3) タイミングギヤ

工作精度は回転抵抗に大きな影響を与えるし，また微少なロータ間隙を正しく保つためには背隙量が問題となる。

耐摩耗性に富んだ鋳鉄製で熱処理後精密な歯切とラッピングが行つてある。

構造的には2箇のロータのタイミングを正確に合わせるために特別の工夫が施してある。

(4) ロータ軸，軸受

ロータの接触を防ぐためにもタイミングギヤの咬合を円滑にするためにも軸の撓みと軸芯の狂いは小さくせねばならない。

したがつてロータ軸はロータの端面近くを軸受で支える構造としている。

軸受は工作精度の高いシリンダリカル・ローラベヤリングで片側の2箇はスラストカラー付としてロータとサイドカバの接触を防いでいる。

タイミングギヤとベヤリングが唯一の機械的接触部分であるからこれらはきわめて余裕のある設計として分解、点検、交換などの補修の手間が掛らないように考慮してある。

(5) ラビリンス

計測するガス中には若干の塵埃やタールなどを含むことが多く、またロータ・ケーシング内面の洗滌を行う場合も多い。

したがってこれらの塵埃や洗滌油がギヤボックスや軸受箱に侵入するのを防ぐために、ロータ軸がサイドカバーを貫通した直後にバイパス室と入念なラビリンスおよび軸封を設けて、これらの塵埃や洗滌油はサイドカバー下部のバイパス開孔部よりケーシングの吐出側に自然に流出するようにしている。

(6) 手動回転装置、ロータ洗滌装置

ロータの間隙調査や内部清掃のための手働回転用に手働回転装置を附属している。

また大形機にはロータ洗滌装置も附属せしめている。

[III] 性 能 特 長

今ルーツメータ特性の傾向を知るためにつぎのように取扱つてみる。

絞りを通過する流体の流量は次式で計算される。すなわち

$$Q = \alpha \varepsilon A \sqrt{\frac{2g(p_1 - p_2)}{\gamma_1}} \dots\dots\dots (1)$$

Q = 流量 (m³/s)

α = 絞り機構の流量係数

ε = 流体の膨脹に対する修正係数

A = 絞り機構の面積 (m²)

p₁ = 絞り機構前の絶対圧力(kg/m²)又は(mmAq)

p₂ = 絞り機構後の絶対圧力(kg/m²)又は(mmAq)

γ₁ = 絞り機構前の単位体積重量 (kg/m³)

いまメータ内部の隙間よりの漏れ量を Q m³/h, ロータとケーシング間で計量されるガス量を Q₀ m³/h とすればメータ補正係数は

$$f = -\frac{Q}{Q_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

となる。

ロータプロフィールが同一種類の曲線で形成され、ロータ直径とピッチ円半径が一定比率のルーツメータについて考えると

R = ピッチ円半径 (m)

D = ロータ直径 (m)

L = ロータ長さ (m)

n = ロータ回転数 (rpm)

v = ロータ周速度 (m/s)

g₁ = サイドギャップ (m)

g₂ = ロータ間およびロータと

ケーシング間の隙間(m)

$$\frac{g_1}{L} = \frac{g_2}{D} = \text{一定}$$

とすれば、k₁ = 常数として

$$Q_0 = k_1 \cdot D^2 \cdot L \cdot n \dots\dots\dots (3)$$

またメータ内部の隙間面積は k₂ = 常数として

$$F = k_2 \cdot L \cdot D \dots\dots\dots (4)$$

したがって (1)(2)(3)(4) 式より k = 常数として

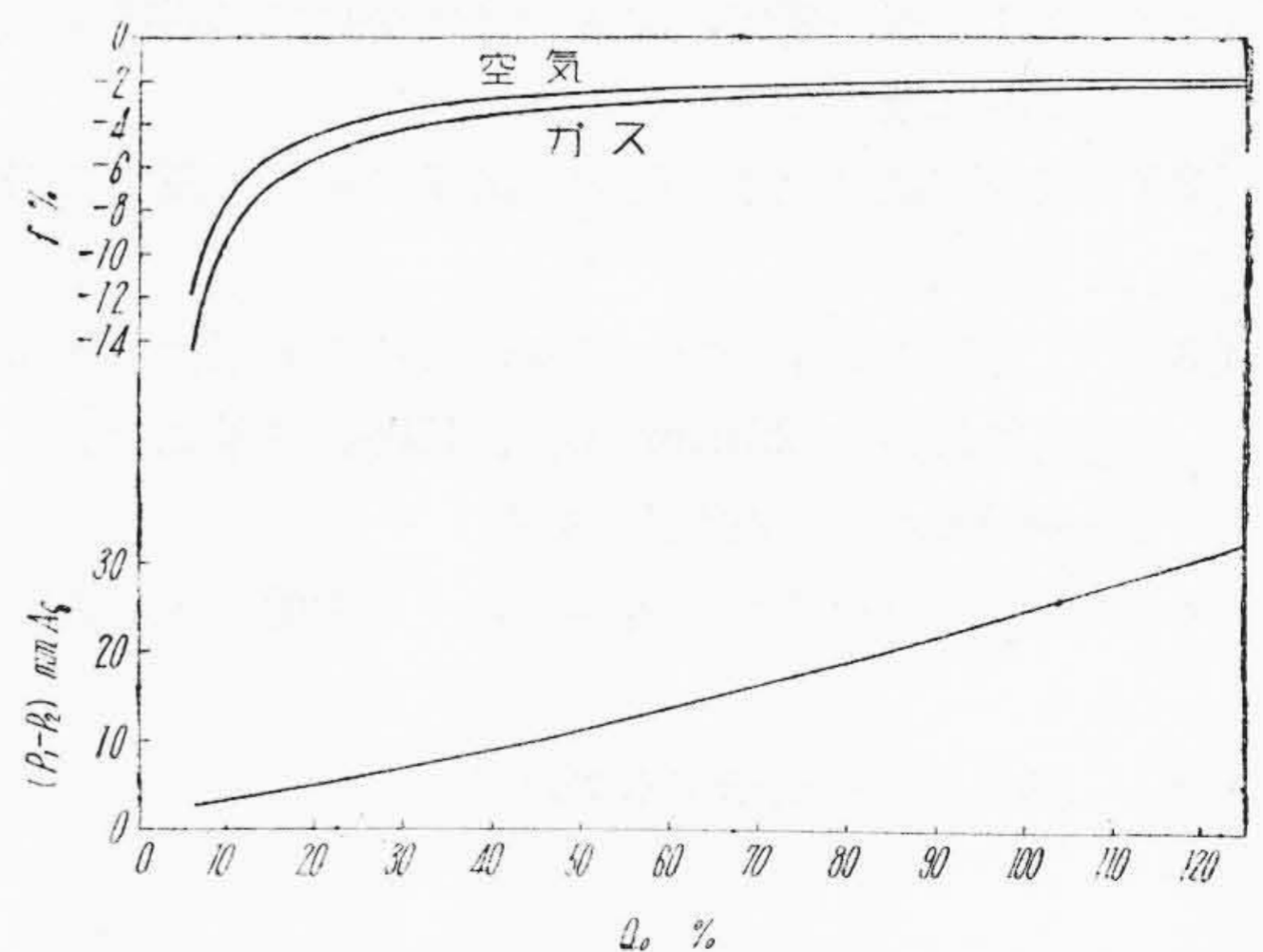
$$f = -k \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \cdot \frac{\sqrt{p_1 - p_2}}{v} \dots\dots\dots (2)'$$

となり、γ₁, α, ε および差圧(p₁-p₂) とロータ周速度 v の関係がわかれば Q₀ と v は比例するから流量が任意に変化した場合も含めてのルーツメータの補正係数が求められる。

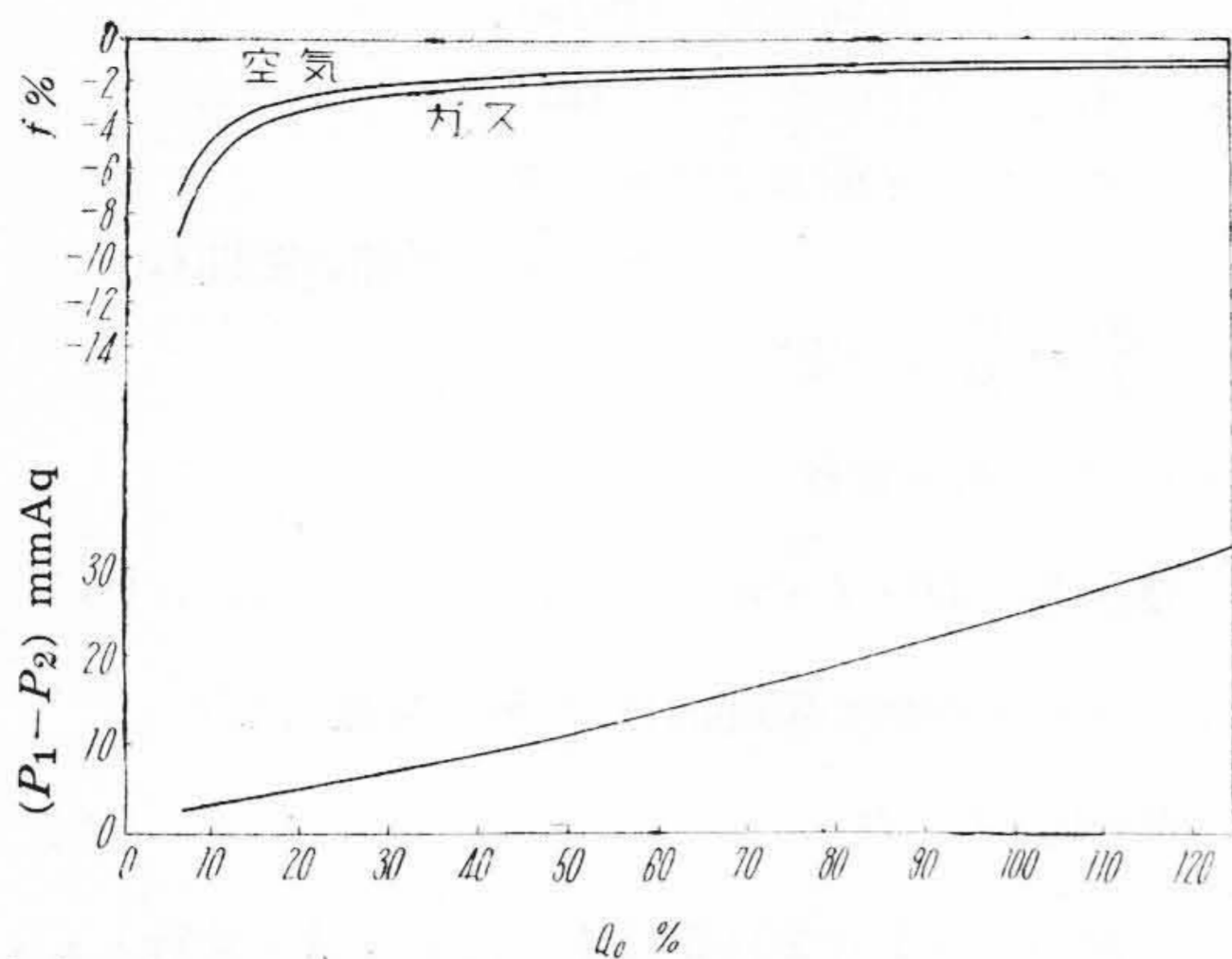
この差圧とロータ周速度(そのメータの回転数 n) が一定の関係にあるとき補正係数が一定値となるということは、使用中の精度確認にも応用される重要な事柄でもある。

第4図および第5図(次頁参照)はロータプロフィールが円フランクで $\frac{D}{R} = 3, \frac{g_1}{L} = \frac{g_2}{D} = \frac{4}{10,000}$ なるルーツメータで 20°C, 760 mmHg の空気と、同温度圧力で空気に対する比重が 0.65 なるガスを計量する場合の補正係数計算値の例である。

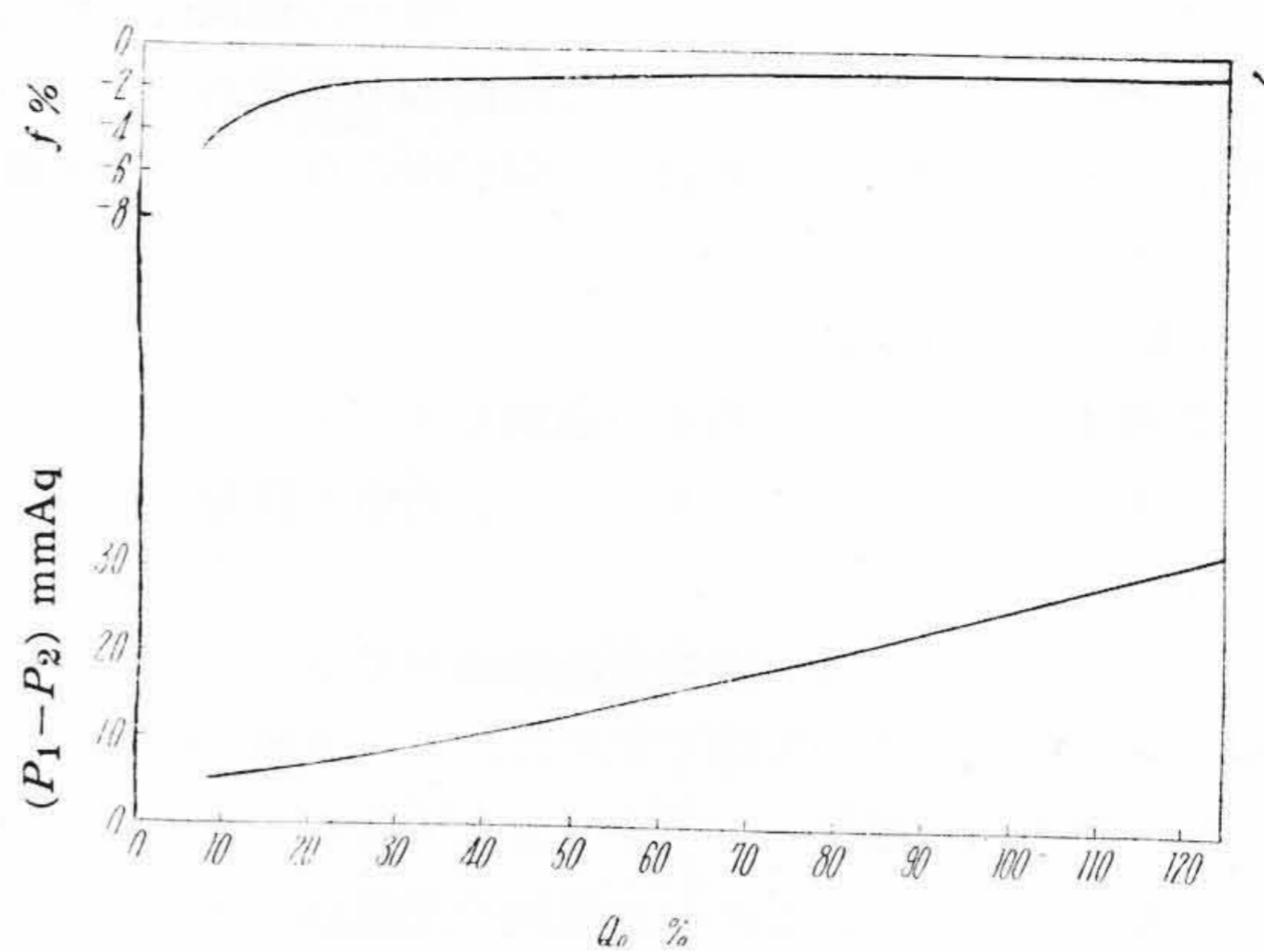
第4図は α=1, ε=1 また第5図は α=0.6, ε=1 とした場合である。勿論ルーツメータ内部の漏れは複雑で、このように簡単なものではないが、これらの二図からルーツメータのすぐれた特性の傾向はうかがわれる。



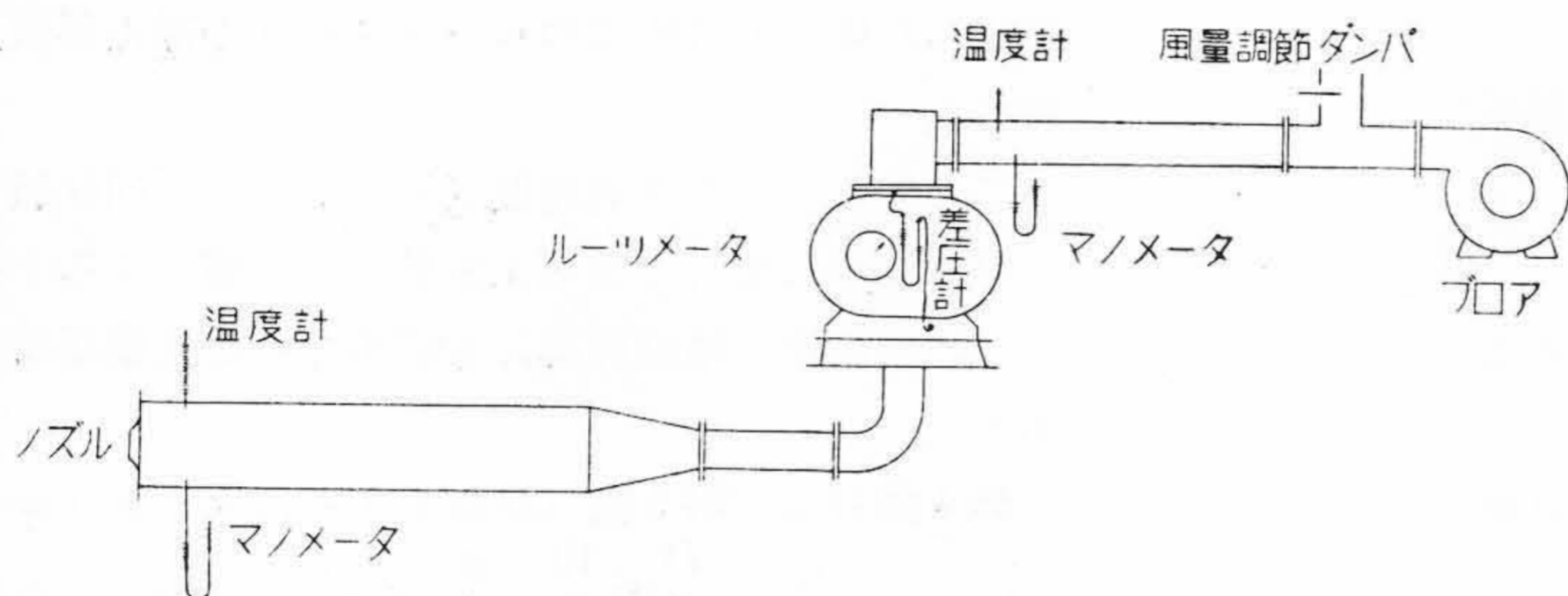
第4図 ルーツメータの補正係数 (α=1, ε=1)
Fig. 4. Correction Factor of Roots Meter (α=1, ε=1)



第5図 ルーツメータの補正係数 ($\alpha=0.6, \epsilon=1$)
Fig.5. Correction Factor of Roots Meter ($\alpha=0.6, \epsilon=1$)



第6図 12,000 m³/h ルーツメータの補正係数
Fig.6. Correction Factor of 12,000 m³/h Roots Meter



第7図
ルーツメータ試験装置の一例
Fig.7.
An Example of Testing Apparatus for Roots Meter

第6図に 12,000 m³/h ルーツメータの空気による実測補正係数を、第7図に試験装置の一例を示す。本装置のごとく差圧法によつて流量測定を行う場合にはメータに接続する連結管の太さ、長さは共振を起さないように慎重に決定せねばならない。

日立ルーツメータの特長を要約すればつぎのようになる。

- (1) ガス比重の変化、流量の変化が精度に影響するところは僅少である。
- (2) 定格流量の上下広範囲の流量に対して僅少な器差で測定できる。
- (3) 圧力損失が小さい。計測のための差圧は 100% 流量において 25 mm 水柱、150% 流量において 35~50 mm 水柱程度である。
- (4) 据付位置や流れの条件に対する考慮が不必要である。
- (5) 逆流しても減算するだけである。

(6) 構造が簡単で故障を起しやすい弁や細隙がなく、計測するガス中に液体、塵埃、タールなどが若干あつても差支えない。また構造的に精度低下の要素が少く永く高精度を保つ。

(7) 直接計量法としては小型であり構造も簡単で保守、監視、補正などの繁雑さがなく寿命がきわめて永く信頼度が高い。

[IV] 結 言

気体の流量測定法としては従来種々の方法が採られてきたが、最近最も広く用いられているものは流率測定法中の差圧法であろう。

しかし本稿で紹介したルーツメータによる直接計量法も前述のように種々のすぐれた特長を持っているのであつて、特に長期間に渉つて工業的に使用する場合にはすぐれた流量計であるといえる。都市ガス製造工場で賞用されるゆえんである。