$$\begin{aligned}\frac{1}{2s} \int_{x-s}^{x+s} u(x, t) dx &= \frac{1}{2s} \int_{-s}^s u(x+\xi, t) d\xi \\ &= \frac{1}{2s} \int_{-s}^s \left\{ u(x, t) + \xi \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} + \frac{\xi^2}{2} \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} + \dots \right\} d\xi \\ &= u(x, t) + \frac{s^2}{6} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \dots \\ u(x, t+\tau) &= u(x, t) + \tau \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} + \dots\end{aligned}$$

故に τ 及び s^2 以上の項を無視すれば,

$$\tau \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{s^2}{6} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

又は $\kappa = \frac{s^2}{6\tau}$, 即ち $s = \sqrt{6\kappa\tau}$ と置けば,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

となり, 同時に基本式 (2) も出る. 且つ常数 α は $\sqrt{6} = 2.45$ となり, 私の求めた結果と略等しいことが分る.

要 報

スタトスコープの性質に就て*

松 本 茂

緒 言

スタトスコープの空盒は逆空盒として作用してゐるのであるが, 之を他の目的で順空盒として使用する場合に, 既に逆空盒として倍率の調整されてゐるものを其儘使用し得るか否か. 之を確かめる目的で理論上の計算と実験を行つて次の様な結果を得た.

スタトスコープの作用

此處で述べるのは普通を使用する場合即逆空盒としての作用であつて先づ器械の構造を簡単に示すと, 第1圖の如く箱の中に圓筒形の罐があり其罐内に空盒があつて其空盒内部は常に大氣と通じてゐる. 罐壁と空盒との間の空間を占める空氣は罐の側面に設けた口か

ら大氣と通ずる様になつてゐる. 此口にあるコックを閉ぢると罐内の空氣は大氣との連絡を斷たれて孤立する譯である. 使用する場合は先づコックが開いてゐる時ペン先が自記紙上の零を示す様に注意して後コックを閉ぢる. 此時の氣壓を P_0 とし以後變化して行く外氣の壓力を P とすると其氣壓變化 $P - P_0$ が自記紙上のペン先の示度として現れる様

第 1 圖

* S. Matumoto: Etude sur la Statoscope.

に倍率が調整されてゐる。

然るに此所に考慮すべき事柄がある。それは空盒は其内外の氣壓差即外氣の壓力と罐内の空氣の壓力との差に比例して膨脹或は收縮するのであるから、罐内の氣壓が一定（最初閉ぢ込めた時の氣壓 P_0 ）なら外氣の壓力の變化と空盒の内外の氣壓差は同じ値 $(P-P_0)$ である。然るに實際は外氣の壓力の増加に應じて空盒が膨脹し新しく占めた容積丈罐内の空氣は壓迫されて其容積が減るから

$$PV = \text{constant}$$

の關係から當然其壓力が増す事になる。此時の壓力を P' とすると次の様な關係がある。

- (1) 外氣の壓力變化が $P-P_0$ の時、空盒の内外壓力差は $P-P'$ である。
- (2) 空盒は其内外壓力差 $(P-P')$ に比例して膨脹（或は收縮）する。
- (3) 自記紙上のペン先は空盒の動きに比例して動き、しかも其示度は外氣の壓力變化 $(P-P_0)$ を示す。

次に外氣の壓力 P と罐内の氣壓 P' と最初の氣壓 P_0 との間の關係は氣壓増加の場合には

- (イ) $P > P' > P_0$ スタトスコープが作用するのは此範囲内である。
- (ロ) $P' = P_0$ 之は理想的な場合であつて、此場合には逆空盒として調整されたものを其儘順空盒として使用し得る譯だが空盒の容積に比して圓筒の容積を非常に大きくするか、又は倍率を非常に大きくして空盒の容積變化を小さくせねばならぬから實際上いづれも不便と不都合を伴ふ。

罐内の氣壓増加の計算

罐内の空氣に就て

$$P_0 V_0 = (P_0 + dP)(V_0 - dv)$$

の關係から

$$dP = P_0 \times \frac{dv}{V_0 - dv}$$

$$\approx \frac{P_0}{V_0} dv$$

罐内の氣壓増加 $P'-P_0$ を求める爲に現在使用されてゐるスタトスコープの各部分の寸法から計算すると自記紙上の示度 5 mm Hg の變化に對する空盒の厚さ

の變化は第 2 圖から

$$50 \times \frac{16 \times 20}{185 \times 54} = 1.6 \text{ mm}$$

圓筒形の罐の容積は其長さ = 26 cm 直徑 = 15 cm であるから

$$26 \times \pi \left(\frac{15}{2} \right)^2 = 4590 \text{ cc}$$

第 2 圖

空盒の容積は其 1 箇の厚さ = 1 cm 直徑 = 12.5 cm. 又空盒間の圓柱部分は高さ = 0.4 cm 直徑 = 4.1 cm であるから

$$5 \times 1 \times \pi \left(\frac{12.5}{2} \right)^2 + 5 \times 0.4 \times \pi \left(\frac{4.1}{2} \right)^2 = 640 \text{ cc}$$

従つて罐内の空氣の占める容積は 3950 cc.

空盒が膨脹して其中央部の厚さが 1.6 mm 丈變化した時に生ずる其容積の變化は

$$\frac{1}{3} \times 0.16 \times \pi \left(\frac{12.5}{2} \right)^2 = 6.5 \text{ cc}$$

故に空盒の膨脹の爲に生じた罐内の空氣の壓力の増加は

$$760 \times \frac{6.5}{3950} = 1.3 \text{ mm Hg}$$

上の計算では空盒の膨脹を圓錐體と看做したが、之を截頭圓錐體と看做すと結果は更に大きくなる。實驗から得た最も確からしい値は 1.4 mm Hg であつた。

實 驗

以上は理論的に考察した結果であるが以下實驗の結果を示す。先づ逆空盒としての作用を調べるにはスタトスコープの檢定法を其儘適用した。即器械を排氣罐内に入れ空氣ポンプによつて罐内の氣壓を變化させて鐘に連結したサイフォン式水銀晴雨計で此氣壓變化を讀取り、之とスタトスコープの自記紙上の示度とを比較して倍率が正しく調整されてゐるか否かを確めた。之を圖示すると第 3 圖の A の様になつた。

次に罐内の氣壓の變化を知る爲に順空盒として作用させて順逆兩者の差を求めた。此爲の實驗にはスタトスコープの罐の内部とマノメーターの一方の口とをゴム管で空氣ポンプに通じ罐内の氣壓を順次に變化させて之をマノメーターで讀取り自記紙上の示度と比較した。此場合空盒の内部とマノメーターの他方の口は共に大氣に通じてゐた。此結果を圖示すると第 3 圖の B の如くなつた。約 20 箇のスタトスコープに就て實驗したが、いづれも略同様の結果を示した。

即逆空盒の場合にスタトスコープの示度 5 耗と實

第 3 圖

實際の氣壓差 5 耗とが相對應してゐたものが順空盒としての實驗ではスタトスコープの示度 5 耗の時實際の氣壓差は 3.6 耗であつた。即逆空盒の場合の方が 1.4 耗丈大きいのは前述の様に空盒の膨脹による罐内の氣壓増加が在る爲で實驗値と計算値とが略一致するのを知つた。箇々の實驗に於て極端なものは 2.0 耗の差を示したのもあつたが多くのものは約 1.4 耗であつた。

高山等て使用する場合

今迄述べた 1.4 耗は 760 耗の氣壓の許に於ける値であつて其半分の氣壓の場所では罐内の氣壓の變化は自記紙上の示度 5 耗の變化に對して 1.4 耗では無く其半分の 0.7 耗となる。従つて 1 氣壓の許で外氣の壓力變化を正しく示す様に調整された器械を 1/2 氣壓の許で使用する

$$5 \times \frac{4.3}{3.6} = 6$$

實際の氣壓變化が 6 耗の時ペン先は自記紙上の 5 耗を示す事になる。之を一般的に言へば 760 耗の氣壓の許で調整された器械を a 耗の氣壓の許で使用する場

第 4 圖

合には自記紙上の示度が x 耗であれば實際の氣壓變化 (y 耗) は

$$y = \frac{5 - 1.4 \times \frac{a}{760}}{5 - 1.4} x \quad (1)$$

である。従つて常壓の許で調整されたスタトスコープを高山或は航空機等て使用する場合は (1) による補正が必要である。尙此關係を圖示すると第 4 圖の如くなる。縦軸はスタトスコープの示度を示し、横軸の A の目盛は空盒の内外の氣壓差を示し B の目盛は實際の氣壓差を示す。

順空盒として使用する場合

例へば或種の氣壓變化を測定せんとする様な場合にはそれをスタトスコープの罐内に通じ、大氣壓との差を自記させる様にする。此場合は空盒の容積變化による氣壓の増減は無いから測定せんとする氣壓差と空盒内外の氣壓差とは一致する譯である。従つて逆空盒として調整されたものを其儘用ひると上に述べた様な理由から氣壓差が 3.6 耗の時スタトスコープの示度は 5 耗となる。故に自記紙上の示度を x 耗とすれば求める氣壓變化 (y 耗) は

$$y = \frac{3.6}{5} x \div 0.7 x \quad (2)$$

となる。倍率の修正を行わずに其儘逆空盒として使用する場合は (2) による補正が必要である。之を圖示すると第 4 圖の如くなり、A の目盛が此場合の實際の氣壓差を示す。更に氣壓 a 耗の許で順空盒として使用する場合を考へると (1) の補正を行つて得た値に對し更に (2) の補正を行へば良い事になる。勿論此順序は逆にしても良い。之を圖示すると第 4 圖に於て氣壓が a 耗の時の關係を示す直線を用ひて A の目盛を讀めば良い譯である。

結 語

1.4 耗なる値は勿論器械の大きさによつて異なり且出來工合によつても影響されるものである。溫度影響を始めとしスタトスコープの性質として考慮すべき諸點の中で、此論文では其空盒の作用が他の空盒晴雨計と逆になつてゐる點に着目して述べた。しかして逆空盒としての特徴に就ても更に考究すべき點が多い様に思われるが他日を期する事にしたい。

終りに臨み御懇切なる御指導を賜つた倉石六郎先生に衷心から御禮申上げると共に御援助を頂いた檢定課諸兄に深謝する次第である。