

ROSEリポジトリいばらき（茨城大学学術情報リポジトリ）

Title	ラビリンス・パッキングに関する研究(第一報)
Author(s)	徳江, 徳 / 千早, 正 / 長畑, 康夫 / 渡辺, 彦
Citation	茨城大学工学部研究集報(2(1)): 73-78
Issue Date	1949-09
URL	http://hdl.handle.net/10109/7242
Rights	

このリポジトリに収録されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作権者に帰属します。引用、転載、複製等される場合は、著作権法を遵守してください。

お問合せ先

茨城大学学術企画部学術情報課（図書館） 情報支援係
<http://www.lib.ibaraki.ac.jp/toiawase/toiawase.html>

ラビリンス・パッキングに関する研究 (第一報)

On the Labyrinth Packing (1)

徳	江	徳 (Toku Tokue)
千	早	正 (Tadashi Chihaya)
長	畑 康	夫 (Yasuo Nagahata)
渡	辺	彦 (Gen Watanabe)

ABSTRACT — To design the Labyrinth Packings, it seems to be the data concerning to these packings are not always sufficient enough especially for air compressors. The authors made some experiments on the labyrinth packings and the following results was brought to the light.

1. The mean pressure in each recess of labyrinth packing stays practically the same, if the shaft is rotating or not.

2. When the initial higher pressure changes, the pressure drop ratios in the stages (in the recesses of labyrinths) stay approximately the same.

3. The volume of leakage air through labyrinth packings is nearly coincides to the value computed by the formula of Stodola.

4. Photographically caught the sight of air flow and vortex in the recesses of labyrinth packings.

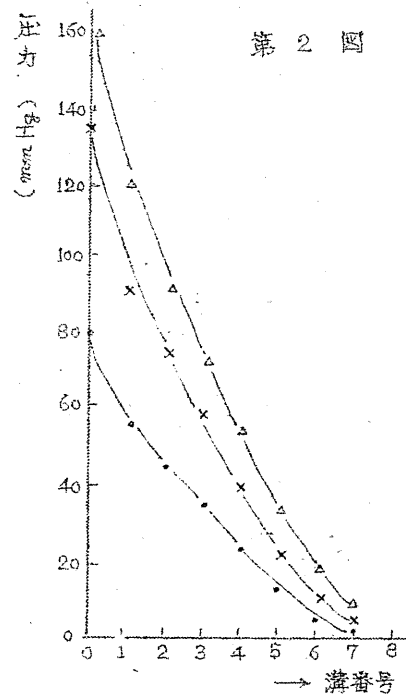
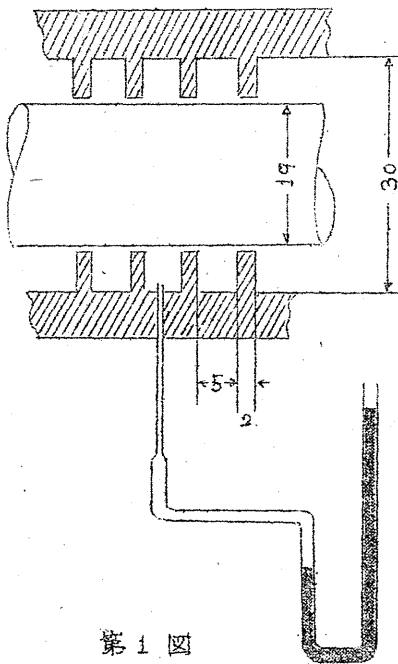
I. 緒言

Labyrinth Packing は回転軸の周囲に環状の多数の室を軸方向に並べ、各室の間の隔壁が鋭利な尖端を有し、回転軸との間隙を極めて小さくしてある。高圧流体は隔壁の尖端の間隙で絞られ、環状室内で膨脹してその速度を減じ、これが繰返されて減圧されるものとし Stodola 其他の理論もこの考えで取扱はれてゐる。然し狭部と拡大部が交互に並んでゐる通路を流体が通過するときには、流速の変

化、流体の隔壁への衝突等により環状室内に渦流を生じ、これが流体の通過の障害に大きな役割を占めてゐることが予想される。これらの事を考慮し、*Labyrinth Packing* の諸性能を研究するのが本論文の目的である。

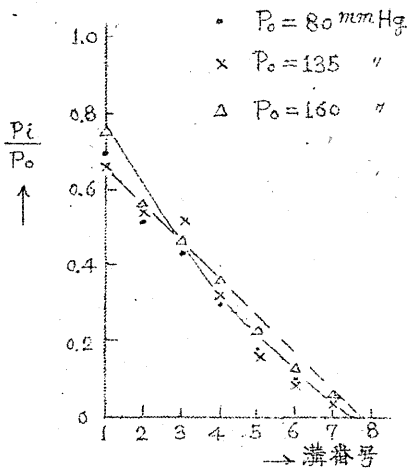
II. 実験及び結果

i. 圧力の変化について。 *Labyrinth Packing* の各溝に於ける静圧力の変化を求めた。*Labyrinth Packing* の形態は最も簡単なものを採用し、隔壁の数は8、間隙は約0.2 mm、使用ガスは空気である。これの各溝に注射針を差込み、その他端をU字管に連結して圧力を求めた。(第1図) その結果は第2図の如くである。横軸に溝の番号を取り、0番は原圧、8番は大気圧である。縦軸の圧力値は水銀柱の高さである。



これでおかる事は、使用する *Labyrinth Packing* はその形態が極めて簡単で、間隙も実用の場合より遙かに大であるが極めて有効に減圧してゐることである。而してその減圧の傾向は極めて規則的である。この傾向は軸を回転させても大差ない。軸を約 800 r.p.m で回転させたが軸の振動により軸と隔壁の接触が変化するため、各溝の圧力に小なる差

動が起つたが、その平均値は軸を静止させておいた場合と大差なかった。



第3図

ばを計算であるが、この形態の *Labyrinth Packing* を使用する際の一つの目安にならうかと思ふ。

2. 空気の漏洩量について。

Labyrinth Packing に於けるガスの漏洩量はタービン、圧縮機等の効率に關係する重要な問題であるが、その実験的結果は未だ明瞭なものとなつてゐない。

Stodolaによれば

- f : 間隙の面積 m^2
- K : $\frac{1}{\rho v}$ ガス常数
- p_0 : 原圧力 Kg/m^2
- p_n : 終圧力 Kg/m^2
- Z : 間隙数
- γ : ガスの比重量 Kg/m^3

とすれば漏洩空気の体積 $V (m^3)$ は

$$V = \frac{f}{\gamma} \sqrt{\frac{gK(p_0^2 - p_n^2)}{Z}} = f \sqrt{\frac{g(p_0^2 - p_n^2)}{Z \cdot \rho \cdot v}} \quad [m^3/sec] \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる。この式は気流の隔壁への衝突、溝内に於ける渦流等による気流のエネルギー損失を考慮せず、気体の階段的膨脹のみを考慮した式である。形態複雑なる *Labyrinth Packing* に於いては勿論この式に補正を加えねばならぬが、形態簡單なる *Labyrinth Packing* に於いては或る程度までこの式と合致するものと思はれる。

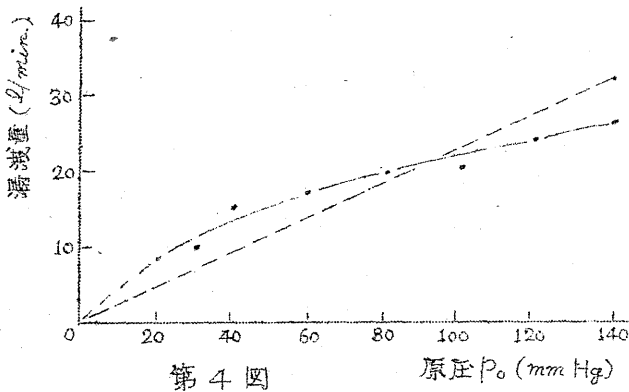
形態簡單なるこの *Labyrinth Packing* に於ける隔壁、渦流等の影響を見るために、原圧 P_0 を変化せしめてそれによる漏洩量の変化を

才2図を変化して縦軸に各溝の圧力 P_i を原圧 P_0 で除した値をとり、横軸に室番号をとってグラフを書くと才3図の如くなり、各点は殆んど一曲線上にあることがわかる。これは原圧が変化しても各溝に於ける減圧率はさほど変化しない、即ち *Labyrinth Packing* の減圧作用の安定性を示すものである。この曲線は大体に於いて直線と見做し得る故(才3図実線)、この形態の *Labyrinth Packing* の減圧率は大体 P_0/n (n は溝の数)となる。これは極めて大き

求めると第4図実線の如くなる。原圧が高くなるに従ひ、漏洩量の増加率は小になる。これを Stodola の式による値と比較して見るに当り第2図又は第3図より判る如く $p_n \ll p_0$ であるから $p_0^2 - p_n^2 \approx p_0^2$ とすれば、(1)式は

$$V \approx \frac{f}{\gamma} \sqrt{\frac{gK}{\delta}} p_0 \quad [\text{Kg/sec}] \quad \text{----- (2)}$$

となる。これは第4図実線の如くなり、原圧が 0~140 mm Hg の範囲に於いては大体合致する。



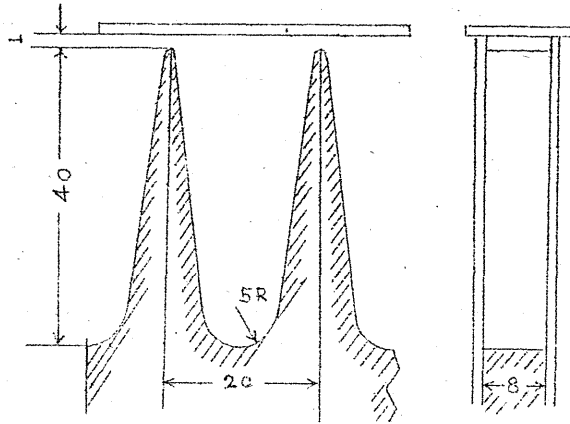
第4図

原圧 p_0 が大になるにしたがひ漏洩量の増加率が減少していることは気流が隔壁に衝突し、溝の中に渦流を生ぜしめること等による。漏洩空気のエネルギー損失の影響が大きいものと思はれるのである。

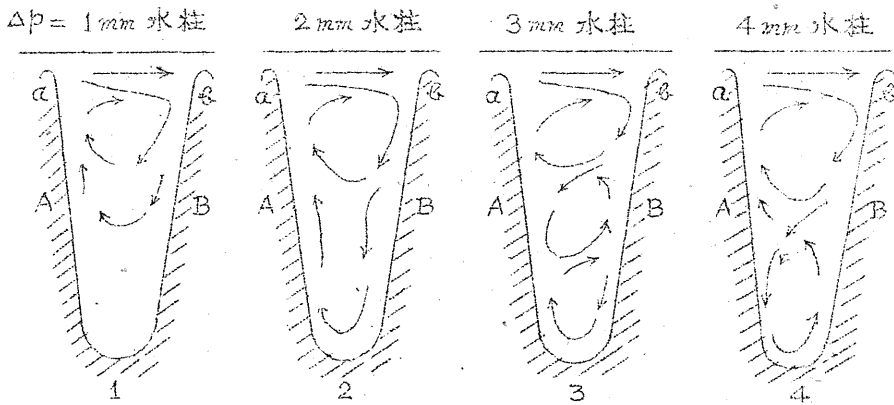
3. 溝の中の渦流について。

Labyrinth Packing の溝の中に於いて渦流が生ずるであらうといふ事は I で述べ、II に於いてこの渦が流出空気のエネルギー損失に大きな影響を及ぼしてゐる事を推察したが、実際にこれがどのような状態にあるかを観測した。これの形が第5図の如き Labyrinth Packing の二次元的模型をつくり、煙を混じた空気を流して溝の中の気流の様を観測する。その結果は第6図の如くなる。

空気は α より β に流れ、矢印は流れの方向を示す。 Δp は前の溝とこの溝との間の静圧力差である。 Δp が小なるときには溝の上部で緩慢なる渦が1個あるのみである(第6図1)が、 Δp が大になり、流速が大になるに従ひ、これが B に衝突し渦は漸次底部にまで及ぶ。(2, 3)。更に Δp が大になると上下2個の渦が生じ、その回転方向は逆となり、渦は溝全体に拡がって居る。 $\Delta p = 4 \text{ mm}$ 水柱以上になると煙が蒸くなるために渦は見難くなるが、渦の存在することは明らかでその様子も規則正しいものと予想される。



第5圖



第6圖

以上よりわかる如く、深い溝の中に於ける滴の発生は規則正しく、滴の発生は間隙より噴出した空気が隣壁に衝突することによることが明らかになった。従って *Labyrinth Packing* の作用は単に空気の膨脹収縮の繰返しによるのみでなく、溝の壁が空気の流動を邪魔し、それが原因となって溝の中に滴を発生せしめ、気体のエネルギーを消耗させることが大きな役割を占めてゐることがわかるのである。

III. 結語

以上最も簡單なる形状の *Labyrinth Packing* に対し、

1. 圧力の変化
2. 流量
3. 溝の中の滴の発生

につき、実験とその結果及びそれに対する考察をなした。而して隔壁の気流に対する障害の効果を強調した。

この実験は小型の空隙も実用に於けるよりも遙かに大なる *Labyrinth Packing* につき原圧と大気圧の差が $1/5$ 気圧程度の低圧に於いて行はれたもので、この結果を直ちに実際に適用することは危険であらう。又実際の場合には軸が高速度で回転してゐる故、溝の中の状況も或程度複雑になるものと思はれる。然し本実験に使用せる如き簡単な形の *Labyrinth Packing* の性能の傾向はこの実験の結果より推察し得るであらう。