T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	空気加圧法による漏れ検査に関する基礎研究
Title(English)	Basic study for leak test using compressed air
著者(和文)	土屋順裕
Author(English)	Nobuhiro Tsuchiya
出典(和文)	学位:博士（工学）, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10005号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:香川　利春,川嶋　健嗣,北條　春夫,松村　茂樹,只野　耕太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10005号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	メカノマイクロ工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	土屋　順裕	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	香川　利春　教授
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	川嶋　健嗣　教授

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

本論文は，「空気加圧法による漏れ検査に関する基礎研究」と題し、全 6 章から構成されている．

第 1 章「序論」では，この研究を開始するに至った背景と解決しようとする課題を述べた．背景としては，温水の容器や熱交換器の漏れ検査において，最も広く用いられているヘリウムを用いた検査法が，ヘリウムの需給の不安定という問題を抱えるようになったことを述べ，生産ラインにおける製品の漏れ検査を，空気加圧法により代替する必要性があることを述べた．そこで，空気加圧法による漏れ検査を，ヘリウム検査法や手間のかかる水没漏れ試験法に代替すれば，工業的価値が大きいと考えた．そして，空気加圧法の実用性を検討することを目的とした．

第 2 章「漏れ計測」では，漏れ計測方法の現状調査を行い，特に漏れの表示量すなわち次元に関する考察を行った．また現状における規格および様々な漏れ試験方法の整理を行った．そこで本研究が取扱う漏れ計測方法を空気加圧法とし，なかでも空気加圧の後に圧力の変化を観察して漏れを求める方法に限定している．

第 3 章「空気加圧法」では，空気加圧法には，いろいろな種類があるので，それらの技術的特徴を調べ，空気加圧法が，現実の作業性に優れていることを，論証している．また空気を用いる方法と，ヘリウムを用いる方法を比較すれば，感度，精度ではヘリウムを用いた方が優れていることは論を待たない．しかし漏れについての多くの検査対象にヘリウムを用いることは，しばしば性能過剰であり，空気加圧法により要求される漏れ検出水準での検査が可能であることを実証した．

第 4 章「大容量タンクに対する漏れ計測」では，150 L 程度の大形容器の漏れ検出について，漏れの無い場合と人工漏れを付加した場合の比較実験を行い，この容量クラスの容器に対する空気加圧法適用の可能性を調べた．

まず供給圧力をゲージ圧 30 kPa から，ゲージ圧 500 kPa の範囲で変化させて，充填後の内部圧力，及び温度が変化する様子を調べた．容器の圧力変化は実際の漏れによる質量変化に加えて，温度変化による圧力変化で生じる見かけの質量変化を仮想漏れと定義して検討を加えた．仮想漏れ量は低圧ほど相対的（仮想漏れ/真の漏れ）に小さくなるという特徴がある．しかし，低圧にすることにより数値が小さくなって，精度が悪くなることや，実際の加圧試験は耐圧試験を兼ねるので，低圧試験を実用することは有利でないことを明らかにした．

この実験に続き，容器内の空気の温度分布を知るために，多数の熱電対を容器に取り付けて，その温度分布が時間的に変化する様子を調べた．このようにして求めた平均の温度を用いて，漏れ流量と温度，圧力の関係を求めることができることを示した．漏れの大きさは容器内気体の状態量や環境温度の影響を受けるが，漏れ通路の大きさを表示する幾何学的定数 K_Rを定義し，これを実験データから推定する手順を示した．ここで定義した K_Rを求めておけば，任意に与えられたガス種，及び実験条件のもとでの漏れ量を推定することができる．そしてこの方法を適用する場合の課題を整理した．

第 5 章「熱交換器に対する漏れ検査」では，比較的容量の小さい容器の場合に，空気加圧法の試験時間を短縮することを目的として，新しいデータ処理法を考案し，それを実験的に検証して実用性を検討した．新しい方法は，一定時間ごとの圧力測定値の数列から，その差分数列を求め，差分数列の極限値が漏れに比例した差圧を与えることに着目したものである．これは，漏れによる質量減少が生み出す圧力差分は定数であるのに対し，温度変化によって生じる圧力差分は，時間の指数関数に類似した変化を示し，時間増加に伴い急速に減少するという特性に着眼したものである．ここでは，工場の製造ラインを想定して測定時間 5 分程度にを設定して，実験を行った．実験環境として，断熱空間，通常防風，強制送風の 3 種類での実験を行い，それぞれで漏れ流量の推定値と実測値が許容できる誤差範囲で一致することを確認した．以上により実際に工場現場で採用されている水準の漏れ判定が可能であるとした．

第 6 章「結論」では，本論文により得られた結果を総括するとともに今後の課題について述べた．

本論文は容器の漏れ検査法として，空気加圧法を適用する場合の制約及び問題点を明らかにし，問題点のいくつかを解決したものである．漏れの大きさを表す方法として，漏れ抵抗の係数 K_Rを定義した．圧力測定値の数列から，その差分数列を求め，差分数列の極限値が漏れに比例した差圧を与えるという原理に基づく漏れ判定を実証し，課題であった時間短縮が可能であることを確認した．

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	メカノマイクロ工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	土屋　順裕 Nobuhiro Tsuchiya	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	香川　利春　教授
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	川嶋　健嗣　教授

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

Basic study for leak test using compressed air; abstract

This thesis is composed of six chapters.

The first chapter summarises background and motivation of the study, and explains the problem that the author intending to give a solution.

The second chapter considers the foundation of the leak, research of present state of leak test methods, and its expression methods; it also summarises presently distributed leak testing standards and methods.

The third chapter explains technological features of various leak test methods and advantages of air pressure methods. Although the helium test method is better than air pressure methods in sensitivity and in accuracy, this chapter proves that some applications are often substitutable by the air pressure method.

The fourth chapter examines applicability of an air pressure method to a water tank of 150 litters, thereupon experiments are carried out for a tank of with and without artificial leak. While the state variables of the gas in the vessel and the environmental temperature influence the leak, the cause of the leak is a geometric parameter K_R that represents the magnitude of passage of leakage flow. A procedure for determination of K_R using experimental data is described. Once thus defined K_R is found, leak by any experimental condition and any gas kind can be evaluated.

The fifth chapter proposes a new data processing method to shorten the leak test time and verifies its validity by experiments on heat exchangers. The new method is built on the fact that the difference sequence, which is created from the periodically measured values of pressure, converges to a differential pressure proportional to the leak. The evaluated leak magnitude coincides with a calibrated flow rate. Thus, the proposed method is useful in production lines.

The sixth chapter states the conclusions from this study and mentions relating future issues.

As concluding remarks, this study detected problems and restrictions around application of the air-pressure leak test methods and gave solutions for some of them.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).
注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).