

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	土屋 順裕	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	香川利春	教授	只野耕太郎	准教授
	審査員	北條春夫	教授		
		川嶋健嗣	教授		
		松村茂樹	准教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

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、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ている。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があるとしている。そこで空気加圧法による漏れ検査がヘリウム検査法や手間のかかる水没漏れ試験法に代替されれば工業的価値が大きいとしている。そこで、空気加圧法の実用性を検討する事を目的とすると述べている。

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ている。また現状における規格および様々な漏れ試験方法を整理している。そこで本研究が取り扱う漏れ計測方法を空気加圧法として、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。この時検査時間を工場内における現実的検査時間に収まることを前提に取り扱うと述べている。

第3章「空気加圧法」では、空気加圧法には、主に単一加圧法と漏れの無い容器を用い、差圧を利用して計測を行う差圧法があるとして、本研究では単一加圧法を対象とするとしている。まずそれらの技術的特徴を述べ空気加圧法では現実の作業性が優れていることを説明している。また空気を用いた検査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検査法が優れていることは論を待たないが、漏れについての多くの検査対象にヘリウム検査法を用いることはしばしば検査方法が性能過剰であり、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ている。

第4章「大容量タンクに対する漏れ計測」では、150L程度の大形タンク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ている。

まず供給圧力ゲージ圧で30kPaから、500kPa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ている。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がもたらす見かけの質量変化を仮想漏れと定義して検討を加えている。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

することにより値が小さくなって、精度が悪くなることや、実際の漏れ試験は耐圧試験を兼ねるので、低圧で試験を行うことは有利でないことを明らかにしている。

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ている。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ている。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求める手順が示されている。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としている。そしてこの方法を適用する場合の課題を示している。

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ができるとして、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ている。新しい方法とは、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、差分数列の漸近値が漏れに比例した差圧を与えるものである。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、時間とともに急速に減少を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を4分程度に設定して、実験を行っている。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ている。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ている。

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ている。

以上要するに、本論文は単一容器加圧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。圧力測定値の数列から、その差分数列を求め、差分数列の極限值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検証したものであり、工学上並びに工業上寄与するところが大きい。よって、本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値があると認める。

以上

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。