

博士論文

ガスメーター部品の耐久性評価に関する研究

小澤由規

要旨

日本の家庭用都市ガスメーターの設置台数は約 2900 万台に及んでおり、その計量に基づいてガス料金が支払われている。近年では、ガスメーターは保安機能を具備しており、ガス供給における保安の要ともされている。また、家庭用を主とする 16 号以下のガスメーターの場合、ガスメーターは設置後 10 年以内に全数回収され、地球環境保全と資源有効利用の観点から、一部部品の交換・修理された後にリユースされるが、個々の部品の使用期限の判断は各ガス事業者およびメーター製造業者に任せられてきた。しかし、ガスメーターの耐久性に関する論文や文献は少なく、個々部品の使用期限の判断根拠となる十分な実験事実により証明されたものはほとんど見当たらないのが現状であり、ガスメーターの部品リユースによる資源有効利用促進の大きな課題となっていた。ガスメーターはガス料金と保安に密接に関わるものであり、リユース品でも新品と同等の品質が要求されるため、ガスメーター部品の製品寿命を適切に見極め可能な評価手法が必要とされてきた。最適な評価手法の検討は、学術的にも工業的にも重要だと考えられる。

本研究の目的は、ガスメーターの部品リユースによる資源有効利用促進や、ガスメーターの検定有効期限の延長といった将来的なニーズも見据え、計量機能や保安機能を担う主要部品に対して、実環境での劣化機構を解明し、市場での経年劣化を短期間で再現可能な評価手法やリユース後 10 年間の性能担保が可能なリユース時の検査手法を確立することである。

第 1 章では緒論として、本件の背景、目的と意義、そして研究に至った経緯を述べた。

第 2 章では、第 3 章以降に議論を展開するために、本研究の焦点としてのガスメーターの耐久性に関する従来知見を述べた。ガスメーターの関連法規、計量原理、構造などの既知の知見を調査、整理するとともに、主要部品の耐久性評価に必須となるガスメーターの要求性能を明確化した。

第 3 章では、ガスメーターの計量機能を担う主要部品として、ダイヤフラムの耐久性評価を行った。ガスメーターの市場回収品（10 年使用品、20 年使用品）の分解調査から、ガスメーターのプラス側の器差変化の主要因はダイヤフラムの熱劣化であることを見出した。また、ダイヤフラムの 20 年相当の熱加速試験条件は、70 °C で 2000 時間もしくは 60 °C で 6000 時間であることを明らかにした。

第4章では、ガスメーターの計量機能を担う主要部品として、バルブシート用シール剤の耐久性評価を行った。ガスメーターの市場回収品（10年使用品、20年使用品、30年使用品）の分解調査から、バルブシート用シール剤の経年劣化の主要因は、シール剤材料の組成変化（分解や酸化劣化）でなく、その形状変化であることを見出した。また、熱加速試験の結果から、実環境でのバルブシート用シール剤の形状変化は、市場設置後数年で収束することを明らかにした。

第5章では、保安機能の1つを担う圧力スイッチに対して、リユース後10年間の性能担保のため、リユース時に実施する選別検査の合格基準を策定した。統計的手法による検証の結果、選別検査時の部品の要求性能値として、圧力スイッチの作動オン圧を新品より0.03 kPa高く設定することで、リユース後10年間の性能担保が可能であることを定量的に明らかにした。

第6章では、保安機能の1つを担う遮断弁に対して、リユース後10年間の性能担保のため、リユース時に実施する選別検査の合格基準を策定した。統計的手法による検証の結果、選別検査時の部品の要求性能値として、遮断弁の作動電圧を新品より0.1 V低く設定することで、リユース後10年間の性能担保が可能であることを定量的に明らかにした。

これらの一連の研究により、ガスメーターの計量機能や保安機能を担う主要部品に対して、夫々の部品の製品寿命を適切に見極め可能な評価手法を確立できた。本研究成果の応用により、ガスメーターの高信頼性維持と部品リユースによる資源有効利用促進の両立が可能になるものと考えられる。