

埋設管から漏出した水素の地中および大気中の拡散挙動と保安検証に関する研究

山崎, 修一

<https://hdl.handle.net/2324/6787686>

出版情報：九州大学, 2022, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏 名	山崎 修一		
論 文 名	埋設管から漏出した水素の地中および大気中の拡散挙動と保安検証に関する研究		
論文調査委員	主 査	九州大学	教授 石原 達己
	副 査	九州大学	教授 田中 敬二
	副 査	九州大学	准教授 渡邊 源規

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

2050年のカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に向けて、CO₂削減の有望なエネルギーキャリアである水素が世界的に注目されている。その効率的な輸送方法として、パイプラインを用いた水素導管供給システムが広く普及することが予想される。しかし、輸送導管からの水素漏出に対する保安確保に関する検討は、未だ世界的に十分とは言えず、具体的な検討が強く求められている。とくに水素導管供給システムの大部分を占める埋設管からの水素漏出に対する保安確保の検討例は、従来の研究において少なく、早急に検討する必要がある。本論文は埋設管からの水素漏出に関して、現行の都市ガス事業の保安対策の知見を基に、地中・大気中の水素の拡散特性を明らかにし、実運用を想定した際の保安対策（都市ガス事業の漏出調査方法等）の適用性を検討したもので、5章より構成される。

第1章では、パイプラインを用いた水素導管供給システムの必要な背景を説明するとともに、現在の都市ガスなどの地中埋設導管でのガス漏洩の検知の手法を示し、水素導管の保安対策の重要性を明らかにし、本研究の背景や目的を明確にしている。また従来の都市ガスの漏洩挙動に関する調査の結果をまとめて、本研究の位置づけを明確にしている。

第2章では、埋設管からの漏出を想定した実規模の実験検証を行い、舗装の有無や供給圧力が水素の拡散挙動に与える影響を検討している。実験により水素の地中および大気中の基本的な拡散特性（移流拡散）を明らかにしている。また、数値解析手法を提案し、実験結果との整合性の検討を行っている。当数値解析手法を用いることで、今後、効率的に保安検討が実施できることを明確にしている。

第3章では応用的な検討として、現場状況を想定した防護鉄板や建物基礎等の地中構造体を考慮した実験検証を行い、これらが水素の拡散挙動に与える影響を確認している。水平構造体（防護板）がある場合は、水平構造体と漏出孔の間で漏出水素は高濃度となることを示し、水平構造体がある場合は、その上部にも拡散した水素が回り込む現象があることを明らかにしている。一方、垂直構造体（建物基礎）がある場合は、垂直構造体に沿って拡散が進むので、圧力、経過時間に関わらず地表の垂直構造体付近で水素濃度はピーク値をとり、カート式検知器で漏出位置が特定できることを明確にしている。

第4章では実践的な検討として、将来の水素導管供給システムで想定される保安リスクと対策について、数値解析を用いたケーススタディを行っている。具体的な実運用の例として、水素ステー

ションへの水素供給を想定し、埋設管から水素が漏出した際の漏出調査（法定調査）の適用性、近隣住宅への安全性の影響等を検証し、水素ステーションの床面に水素ディスペンサーから 2.0 m ごとに検知器を設置することで、早期に水素漏出の検知、位置特定が可能であることを示し、総合的に保安が担保できることを明確にしている

第 5 章では本論文での結果を総括するとともに、今後、水素導管供給システムの安全性に対する、本研究成果の有用性を展望している。とくに、水素導管の普及により、本研究で示した基礎知見が保安確保に関するリスクアセスメント手法の構築や、個別の状況での保安検討を行う際に、寄与できることを展望し、本研究成果の有用性を示している。

以上、要するに本研究は、今後の水素ステーション等への水素供給に期待される水素導管供給システムの大部分を占める埋設管からの水素漏出に対する保安確保の観点から新たな知見を与えたものであり、オートモーティブサイエンス分野に寄与するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文に値すると認める。

最終試験の結果の要旨

本論文に関して、調査委員から 1) 水素導管の破損する想定される場面、2) 開発した数値シミュレーション法の妥当性、3) 水素用付臭剤の現状、4) 現状の都市ガスなどとの違いと水素ガス特有の課題の有無、5) 用いた土壌の詳細なデータなどについて質問があったが、いずれも著者の説明により、理解が得られた。また、公聴会においても、付臭剤などに関して種々の質問がなされたが、著者の回答により質問者の理解が得られた。

以上の結果により、著者は最終試験に合格したものと認める。