

AI を活用した劣化予測の農業用パイプラインへの適用性の評価 Applicability of AI-based degradation prediction to agricultural pipelines.

○藤原 鉄朗^{*1}, 樺山 大輔^{*2}, 百瀬 開智^{*3}, 松田 貞則^{*1}

FUJIWARA Tetsuro, KABAYAMA Daisuke, MOMOSE Kaichi, MATSUDA Sadanori

1. 背景・目的および適用した技術

農業用パイプラインは、昭和 40 年代から本格的に整備が始まり、基幹的な施設のストックは約 12,000km に上っている。近年、これらの農業用パイプラインでは、破裂等による漏水事故が増加傾向にあるが、地中埋設物の変状を事前に把握することは困難であり保全管理に苦慮している。

そこで、筆者らは、モデル地区において漏水事故履歴等の限られた施設情報をもとにした農業用パイプラインの劣化シミュレーションを試行し、ストックマネジメントの効率化の可能性を評価した。なお、シミュレーション技術には、米国の累計 11 万 km の水道管で AI 学習を行い、高い予測精度と実用性が立証されている Fracta 社の「AI 劣化状態診断技術」を適用した。

2. AI 劣化シミュレーションのためのデータの構築の概要

本検討では、農業用パイプラインへの AI 劣化シミュレーションの適用性を評価するために、農業用パイプラインの既存データの蓄積状況およびデータの質の評価から行った。まず、劣化予測の基本となる過年度パイプラインの事故情報については、突発事故の実績データ約 1,300 件を分析した上で、事故の回数が多く、かつ、事故情報の詳細が確認できる地区として 3 地区を選定し、機械学習データとしての有用性を評価した。この結果、農業用パイプラインは管路セグメント（施設単位）の延長が長すぎること、漏水情報の位置情報の精度が低いことなどの課題が明らかとなった。しかし、便宜上セグメントを仮想分割して漏水位置と紐づけることで対応可能と判断した。劣化シミュレーションでは、各モデル地区の固有の施設情報のほか、Fracta 社が所有する地形や土壌などの 9 項目の環境データも組み入れ、漏水事故と敷設条件の関連性を AI 機械学習で学習させ、今後の漏水リスクを評価した（図-1）。

表-1 AI 劣化予測のモデル地区の概要

	A地区	B地区	C地区
パイプライン延長	13km	33km	56km
事故発生件数(過去20年)	61	36	18
口径	中大口径管	中大口径管	中大口径管
管種	PC・DCIP	PC・DCIP	FRPM・PVC



図-1 Fracta 社の AI シミュレーションの手順

*1 日本工営株式会社, *2 農研機構 農村工学研究部門, *3 Fracta Japan

キーワード: AI, 土地改良区, パイプライン, 劣化予測, 漏水,

3. 学習データの準備、検証の方法

モデル地区に選定した3地区の概要を表-1に示す。また、今回の機械学習ではデータ量が限られており、データの偏りも予見されたことから、学習データとテストデータ（機械学習の適切性を評価）から複数の異なるデータセットを作成し、相互に検証する交差検証法により評価した。

4. 農業用パイプラインのAI劣化予測の結果

今回実施した農業用パイプラインのAI劣化予測結果をROC曲線として図-2に示す。ROC曲線は管路セグメントを左から順に劣化リスクが高い順に並べ、実際の漏水箇所との適合の程度を示すグラフであり、垂直に立上げているほど、学習モデルの予測精度が高いことを示している。図-2に示すとおり、今回の学習モデルは、劣化リスクが高いと予測された管路セグメントに、実際の漏水発生した位置の92%を含んでおり、極めて高い精度で漏水発生箇所を予測することができた。

5. AIを活用した劣化予測による経済効果の検討

水道管を対象として開発されたAIであっても、高い精度で管路の劣化範囲を推定し、漏水箇所を限定できることが確認できた。そこで、これらの劣化リスクが高い箇所で予防保全を行うことを想定し、AI劣化シミュレーションが保安全管理の効率化に与える影響を評価した。なお、本検討では、選定した3地区のうち、最も劣化リスクが高いと判断されたA地区を対象に、「AI予測を行い、劣化リスクの高い管路3%を部分更新」、「AI予測を行わず、漏水後事後保全にて対応」等のシナリオ比較を行い、AI劣化予測の効果を分析した。この結果、本シミュレーションにより対策箇所を絞り込んだ上で予防保全を実施するときに要する機能保全コストは、事後保全に比べ最大47%の縮減が可能であり、事故が多発し、事故の影響が大きな地区ではAIによる絞り込みが有効であることを確認した。

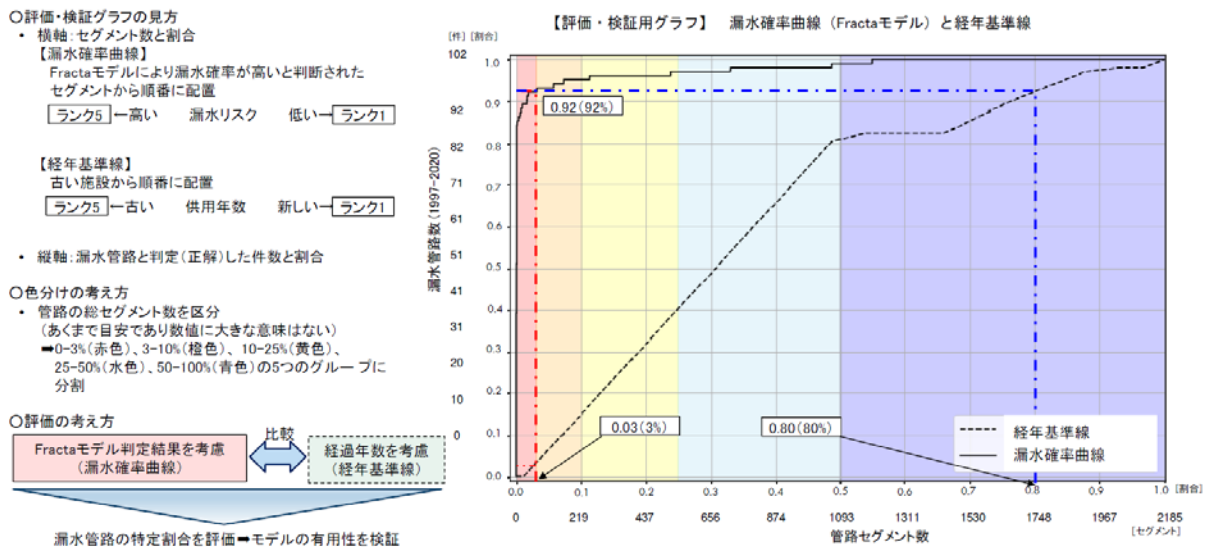


図-2 農業用パイプラインのAI劣化シミュレーションの評価結果

6. 課題と今後の展開

今後 AI 劣化シミュレーションの精度向上と農業用パイプラインへの適用拡大を図るためには、全国における漏水事故データの効率的かつ適切な収集と分析、漏水原因と事故データの関連づけ、さらにはモデル地区における現場条件に応じた更なる検証が必要と考えられる。