

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04566

研究課題名(和文) 農業用パイプラインの非破壊損傷度診断法の開発

研究課題名(英文) Development of Non-Destructive Damage Evaluation Method in Service Agricultural Pipeline

研究代表者

鈴木 哲也 (Suzuki, Tetsuya)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：30434103

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,800,000円

研究成果の概要(和文)：農業用パイプラインの効果的な維持管理には管材損傷に加えて、リスク同定が不可欠である。本研究では、非破壊検査による農業用パイプラインの損傷度評価法を開発することを目的としている。研究開発の結果、既存施設において提案手法により構造損傷を同定できることが確認された。リスク評価指標は構造損傷の影響を受け、それらの推定には非破壊評価パラメータが有効であることが明らかになった。実証的検討成果を踏まえたリスク評価の結果、既存の農業用パイプラインの安全度を提案手法により非破壊的に評価できることが確認された。

研究成果の概要(英文)：For effective maintenance and management of an agricultural pipeline system, it is necessary to evaluate not only the damage of pipe materials but also the detection of risk. In this research, development of damage evaluation method are proposed by applying NDT methods. Thus, material damages were detected in service pipeline system, based on NDT surveying and risk analysis. The risk indexes were dependent on the degree of material damage and could be evaluated applying NDT parameters. By evaluating the risk in service pipeline based on these results, estimation of safety status was successfully detected by non-destructive inspection methods.

研究分野：非破壊検査工学

キーワード：農業用パイプライン 非破壊検査 弾性波 リスク評価

1. 研究開始当初の背景

農業用パイプラインに代表される大規模配管施設では、地震災害や経年劣化に伴い漏水事故が頻発し、農村地域の生活・生産活動に多大な影響を及ぼしている。しかし、既存施設に適用できる非破壊検査法やそれに基づくリスク評価法は、いまだ十分に開発されていない。2011年3月11日に発生した東日本大震災では上下水道施設に加えて、多くの産業用水を対象とした配管施設が被災した。被災後の復旧過程において既存施設の安全性照査技術に関する社会的ニーズは非常に高く、非破壊検査に基づく損傷度評価法や災害リスク評価法の開発は急務な技術的課題となっている。

2. 研究の目的

農業用パイプラインに代表される大規模配管施設では、地震災害や経年劣化に伴い漏水事故が頻発し、農村地域の生活・生産活動に多大な影響を及ぼす。しかし、既存施設に適用できる非破壊検査法やそれに基づく損傷診断法は、いまだ十分に開発されていない。本研究では、非破壊検査技術の開発に基づく災害リスクを考慮した損傷度診断法の構築を目的としている。研究対象は農業用パイプラインであり、既往研究により研究蓄積のある弾性波法と電磁波法を用いた非破壊検査法を研究期間である平成27年度から29年度の3カ年間に構築し、それらの結果を踏まえた損傷度診断法を提案する。

3. 研究の方法

本研究では、具体的研究課題を以下の3項目に区分し、研究開発を試みた。【1】突発災害を対象とした農業用パイプラインのリスク評価法の開発、【2】損傷力学理論に基づく配管材の非破壊損傷度評価法の開発、【3】配管内流体の高精度・非破壊モニタリング法の開発である。研究課題【1】から【3】の関係は、災害リスク評価の観点から事故リスクを研究課題【1】において分析し、研究課題【2】において損傷力学理論に基づく配管材損傷の非破壊による定量評価法を開発した。研究課題【3】では、損傷度評価の際に同時に計測される水理現象起源の弾性波を高精度で検出し、材料損傷と配管内の流動形態を同時かつ非破壊での計測技術を開発した。これらの成果を統合し、農業用パイプラインに適応した非破壊検査法の開発に基づく災害リスク評価法を提案し、実構造物において検証試験を実施した。

4. 研究成果

本研究では、3カ年の研究の結果、災害リスク評価法を構築するとともに、モデル配管試験と既存施設において非破壊・非接触計測技術を援用した安全性照査を試み、その有用性を確認した。主な研究業績は、極度に損傷が進行した構造材料の物性値をAE (Acoustic

Emission) と X線 CT により可視化・定量化するための方法論を開発し、蓄積された損傷と物性との関係からリスク評価パラメータを提案した。そのことを前提に災害発生時および発生後の損傷度の定量評価方法を提案し、災害リスク評価における指標値とした。研究実績は、閲読付論文 37 報、報文 14 報、口頭発表 (国内) 88 報および口頭発表 (国際) 20 報であり、国内外への研究成果の発信を実施した。研究成果の一例を図1~5に示す。



図-1 開発システムの現地実証

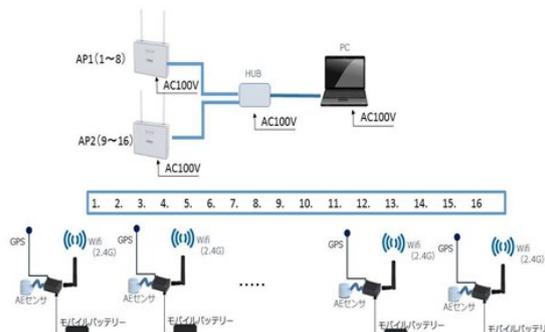


図-2 開発 AE 計測システムの概念図

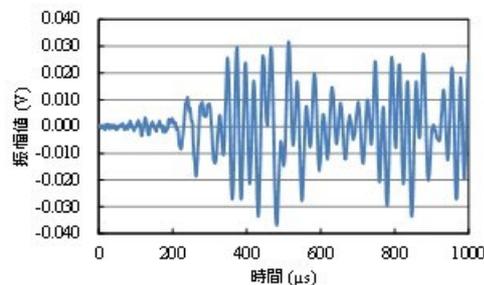


図-3 検出波特性 (検出 AE 波)

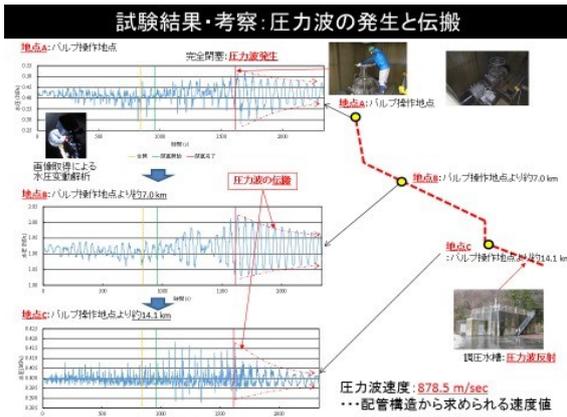


図-4 水撃圧検出状況 (実構造物)

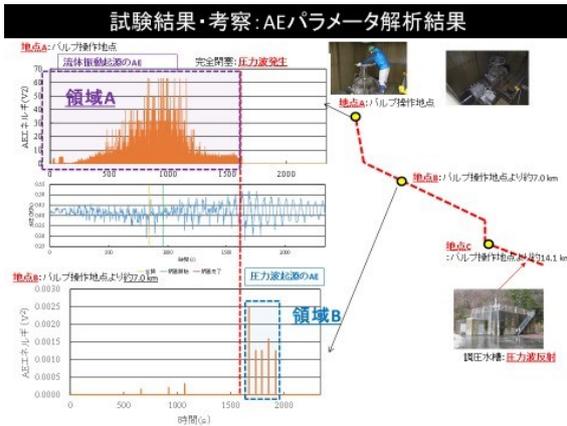


図-5 AE パラメータ解析結果 (実構造物)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 9 件)

- 1) 鈴木哲也, 塩谷智基: AE 計測に基づく送配水パイプラインの非破壊モニタリング法の開発, 農業農村工学会誌, 86 (4), pp. 277-280, 2018, 査読有.
- 2) Suzuki, T., Shiotani, T. and Ohtsu, M.: Evaluation of Cracking Damage in Freeze-Thawed Concrete using Acoustic Emission and X-ray CT Image, Constructions and Building Materials, 136, pp. 619-626, 2017, 査読有.
- 3) 鈴木哲也, 島本由麻, 山岸俊太郎, 稲葉一成: 赤池情報量規準を用いた環境ノイズ除去に基づく非破壊弾性波検出精度の改善, 農業農村工学会誌, 83 (10), pp. 35-38, 2015, 査読有.
- 4) 鈴木哲也, 樽屋啓之, 粟生田忠雄, 中田達, 藤山宗, 中達雄: 現地踏査による農業水利システムの水利性能実態の調査診断, 農業農村工学会誌, 83 (4), pp. 11-14, 2015, 査読有.
- 5) Ishibashi, A., Matsuyama, K., Alver, N., Suzuki, T. and Ohtsu, M.: Round-robin tests on damage evaluation of concrete based on the concept of acoustic emission rates, Materials and Structures, Publish online, pp.

1-9, 01 August 2015, 査読有.

- 6) 鈴木哲也, 稲葉一成, 山岸俊太郎, 森井俊広: コンクリート水路橋において顕在化したひび割れの動態評価, 農業農村工学会論文集, 298, pp. IV13-IV14, 2015, 査読有.
- 7) 鈴木哲也, 山岸俊太郎: AE 指標に基づくひび割れ損傷の進行したコンクリートの圧縮破壊特性, 土木学会論文集 A2 (応用力学), 71 (2), pp. I.109-I.115, 2015, 査読有.
- 8) 島本由麻, 鈴木哲也, 山岸俊太郎, 森井俊広: 水利施設のひび割れ損傷から発生する AE のノイズ除去手法の検討, 土木学会論文集 A2 (応用力学), 71 (2), pp. I.91-I.98, 2015, 査読有.
- 9) 鈴木哲也: AE 法を援用したひび割れコンクリートの損傷度評価, 非破壊検査, 64 (6), pp. 267-273, 2015, 査読有.

〔学会発表〕(計 10 件)

- 1) Suzuki, T. and Shmamoto, Y.: Detection of Cracking Damage in-Service Concrete by AE Energy Parameter, EAC2 2nd International RILEM/COST Conference on Early Age Cracking and Serviceability in Cement-based Materials and Structures, pp. 753-758, 2017.
- 2) Suzuki, T.: Detection of Pressure Waves in Water Pipeline using Elastic Wave Method, INDTC 2017, 2017.
- 3) 鈴木哲也, 島本由麻, 高橋健一: 送配水パイプラインに発生させた圧力波の AE パラメータによる検出, 第 21 回 AE 総合コンファレンス論文集, pp. 17-20, 2017.
- 4) Honda, Y., Suzuki, T., Taruya, H. and Naka, T.: Evaluation of Flow Field in Model Pipeline by AE Parameter Analysis, PAWEES 2016 international Conference "the 15th Conference of Sustainable Paddy Water - Energy - Food NEXUS", p. 55, 2016.
- 5) Suzuki, T., Honda, Y., Taruya, H. and Naka, T.: Evaluation of Improved Water Flow Performance in Pipeline using AE Parameter Analysis, Progress in Acoustic Emission XVIII, p. 581, 2016.
- 6) Suzuki, T., M. Forde and M. Ohtsu: Detection of Local Cracking Damage of in-Service Concrete by AE and X-ray CT, the 16th Structural Faults and Repair-2016, CD-R, 2016.
- 7) Honda, Y., Suzuki, T., Taruya, H. and Naka, T.: Non-Destructive Evaluation of Water Flow Conditions in Deteriorated Pipeline using Acoustic Emission Method, NDT-CE 2015.
- 8) 鈴木哲也, 樽屋啓之, 中達雄: 農業用パイプラインに発生する弾性波による非破壊安全性診断 - 気液二相流を事例に -, 平成 27 年度農業農村工学会講演会講演

要旨集, CD-R, 2015, 招待講演.

- 9) Suzuki, T. and Shiotani, T.: Evaluation of X-ray CT Image Properties of Cracked Concrete by Spatial Parameter Analysis, ETNDT6, Emerging Technologies in Non-Destructive Testing, 6, 2015, 招待講演.
- 10) 鈴木哲也: AE 波特性に基づく送配水パイプラインの水理特性の検出の定量評価, 平成 26 年度日本非破壊検査協会 AE 特別委員会講演会資料, pp. 1-6, 2015, 招待講演.

[図書] (計 4 件)

- 1) 鈴木哲也 他 (共著): Innovative AE and NDE Techniques for On-Site Measurement of Concrete and Masonry Structures (ISBN 978-94-017-7605-9), Springer, 2016.
- 2) 鈴木哲也 他 (共著): Acoustic Emission and Related Non-Destructive Evaluation Techniques in the Fracture Mechanics of Concrete (ISBN 978-1-78242-327-0), Woodhead Publishing, 2015.
- 3) 鈴木哲也 他 (共著): コンクリート診断士研修テキスト'15, 日本コンクリート工学会, 2015.
- 4) 鈴木哲也 他 (共著): コンクリート構造物のインフラドック構築フェージビリティ調査研究委員会報告書 (ISBN978-4-86384-063-8-C3050), 日本コンクリート工学会, 2015.

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 低水圧通水施設の異常箇所検出方法
発明者: 鈴木哲也, 伊藤久也, 千代田淳, 本間辰之介
権利者: 株式会社日本水工コンサルタント,
新潟大学
番号: 特許第 5688058 号
出願年月日: 2015. 01. 30 登録
国内外の別: 国内

[その他]

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 哲也 (SUZUKI, TETSUYA)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号: 30434103