

駅天井裏配管における漏水箇所特定方法の検証

その1：非接触機器による検証

正会員 ○頭川 美穂* 同 東 大功** 同 池辺 健志**
同 池田 佳樹** 同 中原 悠智**
同 青山 浩之*** 同 山口 大裕***

駅 天井裏 配管
漏水 サーモグラフィー 近赤外線

1.はじめに

駅の給排水管は老朽化したものも多いため、日常的に検査を行い配管の劣化状況を確認し、検査結果から取替箇所の優先度をつけ、計画的な取替工事に努めている。しかし、配管の取替に至る前に漏水事象が発生している現状がみられる。現状の検査では図1に示す通り、全体の何か所かをピックアップして一部の配管肉厚を確認しているが、局所的な劣化箇所を特定する検査方法を取り入れることが望ましい。ただし、現状の検査手法では配管の保温材を剥さ

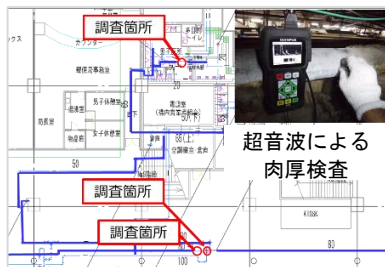


図1 駅給排水管調査箇所

ないと検査しにくい点と目視では漏水の有無が判断しにくい点から労力と時間が多くかかっている課題がある。

以上のように、現状検査の課題から本研究の目的を配管劣化箇所を簡易に特定できる検査手法の検証とする。

なお、築30年～40年の給排水管の直管は配管内部をコーティングしているため腐食しにくい。しかし、図2に示す通り、継手部分のエルボやバルブ等はコーティングされておらず、ねじ部が

直管外面部：鋼管
継手内面部：鋳鉄

図2 漏水が発生しやすい箇所

腐食し、じわじわと水が漏れてくる。その漏水初期段階の発見が遅れると、大規模な漏水事象が発生してしまう。そこで、検査対象を給排水管継手部の漏水初期段階とした。

2.検知手法の検討

配管がある天井裏にはケーブル等の障害物があり空間が狭いため非破壊で漏水を検知可能な検査手法はないか既往研究を調査した。白旗ら¹⁾の研究では屋外でサーモグラフィーカメラにより排水管(硬質ポリ塩化ビニル管)の漏水を検知している。また小倉²⁾の報告では近赤外線カメラにて炊いた白米の水分量の違いから生米を特定している。これらの既往研究から非接触で配管表面水滴と保温材内滞水の

検知方法としてサーモグラフィーカメラと近赤外線カメラが有効と考えた。

3.模擬環境におけるモックアップ検証

前章で選定した検査機器で配管表面水滴と保温材内滞水を検知が可能か模擬環境にてモックアップ検証を行った。

3-1 配管表面水滴検知の検証

配管表面水滴の検知が可能か検証を行った。なお、使用した配管は塩化ビニルライニング鋼管とした。

(1) サーモグラフィーカメラ

検証項目は漏水量を7段階(スポイトで1, 2, 3, 5, 10, 15, 20滴)、距離を7段階(30, 60, 90, 120, 150, 180, 210cm)とした。また、周辺の温度環境によって検知温度範囲が影響されるか確認するため、温度環境の条件を4種類(夏:室温27.6℃, 水温15.9℃or水温25.8℃, 冬:室温17.1℃, 水温15.4℃or水温18.1℃)とした。なお、機器は性能の違う3種類(①InfRecR550, ②InfRecサーモギアG100EX, ③FLIR ONE PRO)を用意した。検証イメージを図3に示す。

検証結果として、図4に示す通り検知可能な最小限の水量はスポイトで1滴の約0.03gであった。環境条件は夏・冬のどちらの温度環境でも明確に確認ができ室温と水温が約1度と微小な温度差でも検知することが可能であった。検知可能距離はカメラ①, ②で最大で210cm先, カメラ③で最大120cm先であった。

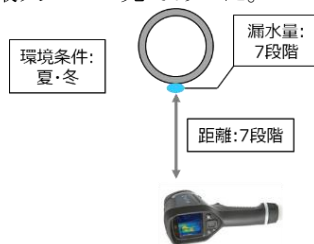


図3 検証イメージ



図4 検知可能な最小限の水量

(2) 近赤外線カメラ

近赤外線カメラは主に食品の水分量の差を検知する品質検査として使用されているが、配管など設備検査としては使用されていないことから配管表面水滴の検知が可能か検証を行った。検証項目として角度は配管表面に対して垂直とし漏水量は約0.2mlとした。また、配管から水滴の距離は

7段階(30, 60, 90, 120, 150, 180, 210cm)とし、近赤外線レンズを4種類(焦点距離12mm×1, 25mm×2, 50mm×1)と照明は4種類(ハロゲン2種類, LED2種類)を用意した。検証イメージを図5に示す。

検証結果は、図6に示す通り、水滴を確認でき、約180cm先の配管表面の水滴を検知することが可能であった。

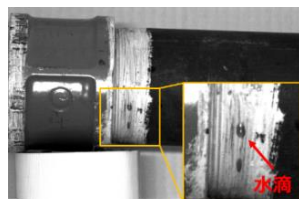
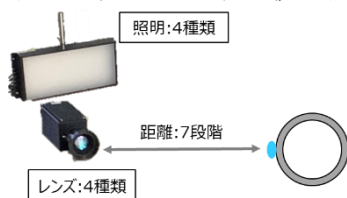


図5 検証イメージ 図6 焦点距離50mmレンズにて撮影

3-2 保温材内滞水検知の検証

保温材の内側から水を滴下させ漏水を再現し、保温材内の滞水をサーモグラフィーカメラが検知可能か検証を行った。使用した配管の材質は ALGC(アルミガラスクロス)と ALK(アルミクラフト紙)とした。

検証結果として、図7に示す通り、漏水箇所が明確に判断しにくい状態であった。ただし、図8に示す通り、結露し保温材の表面に水滴ができると検知が可能であった。これは、保温材表面のアルミ箔の放射率が低いことが要因であり、サーモグラフィーカメラだけでは検知が困難である。そこで、放射率を補正するニトフロンテープを巻き付けると図9に示す通り保温材内の滞水箇所を明確に検知することが可能であった。なお、放射率を補正する黒体スプレーも同様に保温材内の滞水箇所を明確に検知することが可能であった。

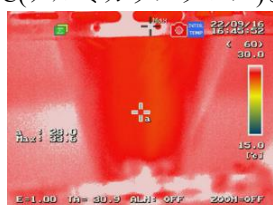


図7 通常通り撮影したサーモグラフィー画像

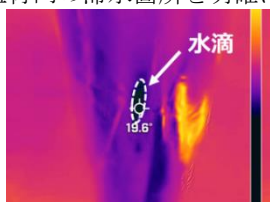


図8 結露時のサーモグラフィー画像

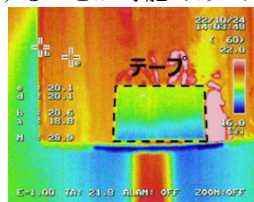


図9 ニトフロンテープを貼ったサーモグラフィー画像

4. 実地検証

実地検証はモックアップで検証した内容が実際の駅の配管でも検知が可能か検証を行った。検証箇所はS駅で3か所、近赤外線カメラは社内施設で検証を行った。実際に漏水が確認されている配管を測定した結果を機器ごとに示す。

4-1 配管表面水滴検知の検証

(1) サーモグラフィーカメラ

図10に示す通り、目視では水滴が判断しにくい。一方、図11に示す通り、サーモグラフィーカメラでは配管表面の

水滴を簡易に検知することが可能であった。



図10 可視画像

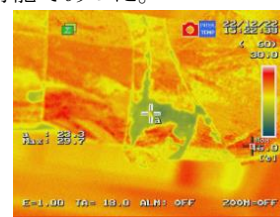


図11 サーモグラフィー画像

(2) 近赤外線カメラ

図12、図13に示す通り近赤外線カメラから配管までの距離が約30cm離れた個所でも約180cm離れた個所でも水滴を検知することが可能であった。ただし、カメラ本体や照明、パソコン、電源と機材が多く設置に時間がかかった。

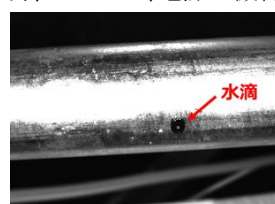


図12 約30cm離れた箇所

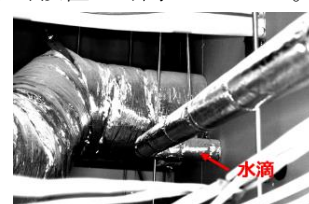


図13 約180cm離れた箇所

4-2 保温材内滞水検知の検証

サーモグラフィーカメラにて保温材内滞水の検知が可能か検証を行った。図14、図15に示す通りモックアップ検証結果と同様に放射率を補正するニトフロンテープと黒体スプレーを吹き付ければ検知することが可能であった。



図14 可視画像



図15 サーモグラフィー画像

5. まとめ

本研究では駅天井裏配管の漏水初期段階を非接触検査機器で検知可能か検証を行った。その結果、配管表面水滴はサーモグラフィーカメラ及び近赤外線カメラで検知が可能であり、保温材内滞水はサーモグラフィーカメラで検知が可能であった。だが、配管全てを検査することは労力と時間がかかる。今後は漏水初期段階の特定の前に検査する範囲を絞っていくスクリーニング検査を検証する必要がある。なお、その2では接触機器の検証について報告する。

【参考文献】

- 1) 白旗弘実,加藤健太,露木勝博 :赤外線カメラによる排水管漏水箇所検知に関する基礎的検討,AI・データサイエンス論文集,pp.392-397,2020年1巻J1号
- 2) ㈱アパールデータ 小倉孝広:新たなInGaAsイメージセンサーの登場による近赤外線カメラ市場の動向と当社のソリューション提案,画像ラボ,pp.56-61,2021年8月

* JR 東日本ビルテック

**東日本旅客鉄道

***環境リサーチ

* JR East Facility Management CO.

** East Japan Railway Company

***Kankyo research Institute Inc.