

マイクロ波導波モードと光ファイバ無線を用いた パイプライン診断・検査技術

Pipe-line diagnosis and inspection technology utilizing microwave guided-mode and radio-over-fiber technique

村田 博司

Hiroshi MURATA

三重大学 大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Mie University

概要

FRPM (Fiberglass-reinforced plastic mortar) は、機械的に堅牢かつ化学的に安定である優れた複合材料であり、農業用水や下水道などのパイプライン等に多用されている。特に、地中埋設パイプラインに使用される FRPM 管は、通常の埋設環境および既定の施工条件であれば、数十年以上の使用に耐えるよう設計されている。しかしながら、施工時のトラブル等で FRPM 管の管底に異物（転石、枕木等）が接触する状況が生じてしまうと、接触部分への応力集中が生じて劣化・破損が生じる恐れがある。それゆえ、埋設されたパイプラインの管壁外表面の状態を、管路内から非破壊・非掘削で検査するリモートセンシング技術が求められている。

著者は、FRPM がマイクロ波に対して誘電損失が小さい誘電体材料 ($\epsilon_r = 4\sim 10$, $\tan\delta \sim 0.01$) であることに着目した新しいパイプライン非破壊検査技術を提案している。地中埋設 FRPM パイプラインにおいて、内部が空洞の場合、FRPM 管壁部分が管内・管外よりも誘電率が高い状況となる。したがって、埋設 FRPM 管は、マイクロ波に対する「円筒形状誘電体導波路」を形成することになる。この円筒形状誘電体導波路を伝搬する導波モードを用いると、埋設パイプラインの管壁外表面及び管壁内部の非破壊診断が可能である。特に、光電界センサを併用することで、管壁部分の異物等に起因する導波モードの反射・散乱信号成分を高精度に検出することができる。このユニークなマイクロ波伝搬・制御技術（Radio-over-Pipewall (RoP) 技術と呼んでいる）を利用した、パイプライン非破壊診断・イメージングについて紹介する。FRPM 管壁部分に局在して伝搬するマイクロ波（周波数 2~6 GHz）の反射信号を測定することで、パイプラインの状態を検査して異常箇所を可視化することが可能である。

Abstract

A new non-destructive inspection method for fiberglass-reinforced plastic mortar (FRPM) pipelines underground has been proposed and developed by utilizing microwave guided-modes propagating along the FRPM pipe-wall. This method utilizes reflection and/or scattering of the guided modes. By using an electro-optic (EO) sensor as a detector of microwave signals by an unwanted object or crack on the outer surface of the pipe, the identification of the unwanted object is possible for non-destructive inspection of FRPM pipeline.

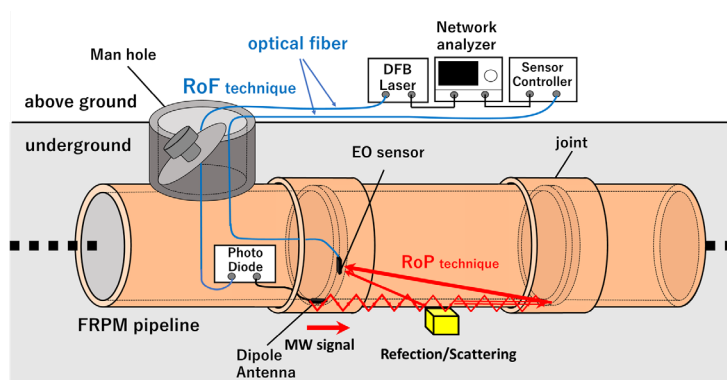


図1 RoP 技術を用いたパイプライン非破壊診断

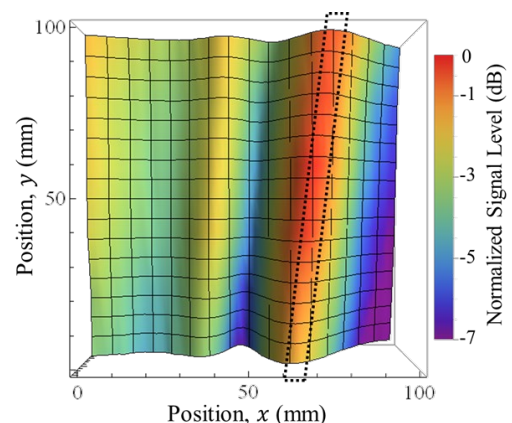


図2 FRPM 管壁外表面診断画像の例