

# インフラ点検の自動化を目指した 自律打音ロボットのセンサフュージョンと制御手法

杉本葵\*, 李根浩\*, 嘉月啓人\*\*, 川津駿斗\*\*

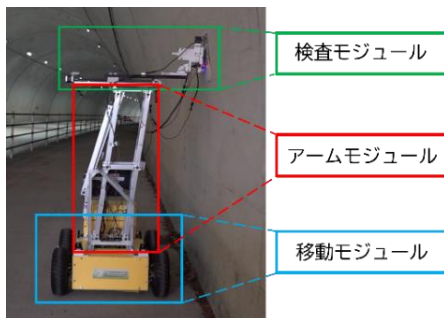
(\*宮崎大学工学部, \*\*宮崎大学大学院工学研究科)

## 1. 緒言

日本では、高度経済成長期に建設された道路、トンネル、橋梁などの多くのインフラが半世紀以上を経過し、老朽化が深刻な問題となっている。2012年の笹子トンネル崩落事故を受け、国は近接目視や打音による点検を5年ごとに実施するよう定めたが、その実施は地方自治体に委ねられている。[1]しかし、多くの自治体では、人口減少や財政難により点検や補修に必要な人員・資金の確保が困難となっている。さらに、専門的な技術を持つ検査員の不足も問題である。このような背景から、人的・財政的制約の中でも持続的かつ効率的にインフラ点検を行うことが求められている。そこで本論文では、点検作業の省力化と効率化を目的とした自律打音ロボットを提案する。

## 2. 自律打音ロボットの開発

本研究で開発するロボットは、自律走行によって検査対象位置まで移動し、所定の検査点に到達した時点で一時停止して検査を実施する。ロボットは移動モジュール、アームモジュール、検査モジュールの3つで構成されている。



(図1) 自律打音ロボット

### 2.1 検査モジュール

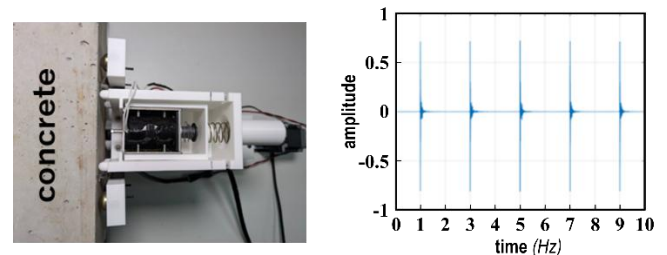
本節では、検査モジュール及び検査の詳細について述べる。検査モジュールは打撃と取音を同時に行うことができる打音ユニットとリニアアクチュエータで構成される。また、打音ユニットの左側には二次元コードを認識するためのカメラが搭載されている。図2にその概観を示す。本ロボットによる検査では、検査位置で停止するためにトンネル壁面に二次元コードを配置する。ロボットが壁面に沿って移動しながら二次元コード認識すると停止し、検査を開始する。アームモジュールにより検査モジュールが壁面付近まで傾斜された後、リニアアクチュエータにより打音ユニットが壁面へと押し付けられる。ボールローラーとフリージョイントが受動的に回転することでトンネル壁面に直行するように押し付けられる。そして、マイクロスイッチによって壁面への密着が完了する。打音ユニット中央にはハンマーとしてのソレノイドを配置し、その直下にピエゾマイクを配置している。ソレノイドは専用ホルダーに格納されており、ホルダー下部にはキャスターを備え、後部にはスプリングを設けている。打撃時の反動を緩和し、解析に支障を及ぼすノイズを抑制することができる。



(図2) 検査モジュールの概観

## 3. 評価実験

トンネル壁面に見立てたコンクリートブロックを対象に、打音ユニットを用いた信号入力および取音実験を実施した。検査モジュールを対象に密着させて固定し、ソレノイドを用いた打撃によってインパルス信号を入力する。打撃は記録開始1秒後から2秒間隔で計5回行った。実験環境及び取得した音声波形を図3に示す。実験結果より、解析するために十分ノイズが抑制された波形が得られた。



(図3) 取音実験環境及び取音結果

## 4. 結言

本論文では、現在財政面や検査員の減少からインフラの維持が困難である問題に対して専門的な知識を要せずに運用可能なインフラ点検自律打音検査ロボットの提案を行った。今後はアームの伸長による高い位置への検査範囲拡大や取得した検査データの解析手法の開発などに取り組む。

## 謝辞

本研究は、「公益財団法人 宮崎県建設技術推進機構」から研究資金の支援を一部受けたものである。

## 参考文献

- [1] 国土交通省 道路局 国道技術科 道路トンネル点検要領 (2019).
- [2] Lee, G., Togami, N., Hayakawa, Y., & Tamura, H. (2023). Two functional wheel mechanism capable of step ascending for personal mobility aids. *Electronics*, 12(6), pp.1-18.
- [3] Habib Ahmed, Hung Manh La, Nenad Gucunski, Review of Non-Destructive Civil Infrastructure Evaluation for Bridges: State-of-the-Art Robotic Platforms, Sensors and Algorithms. *Sensors* 2020, 20, 3954.