

構造物モニタリング向け MEMS 加速度センサ

オムロン株式会社

多田羅 佳孝

yoshitaka_tatara.omron.co.jp

1. 始めに

近年、国内の社会インフラや建物の老朽化に伴い、構造物の維持管理の重要性がますます高まっている。現状、構造物の管理は人による検査が主であり、高所や狭所のような人が直接対応することが難しい場所での検査が必要になったり、点検員の技量や経験の差に起因する検査バラツキや見落としなど課題も多い。これらの課題を解決し、構造物の劣化を正確に把握するために、センサを用いた構造物モニタリングシステムの活用が注目されている。

その一つに構造物の固有振動数の変化から劣化を検知する手法⁽¹⁾がある。多くの構造物の固有振動数は主に $0.1\sim 10\text{Hz}$ ⁽²⁾であり、周波数が小さくなればなるほど信号も微弱になるため、低周波数帯域に対する高分解能なセンシングと平坦な周波数特性が求められることとなる。

本稿では我々が開発した MEMS 加速度センサの低周波数帯域における低ノイズ化および、周波数特性の平坦化に関する取り組みについて報告する。

2. 開発した MEMS 加速度センサ

図 1 に今回開発した MEMS 加速度センサの外観図を示す。右が MEMS チップ、左がアンプや AD コンバータ等周辺回路を含めたセンサ基板である。本開発においては、感度が高い、出力のクリープが小さい、製造上の個体差が少ないなどの理由から、検出方式として piezo 抵抗方式を採用した。検出軸は 1 チップ当たり 1 軸となっている。

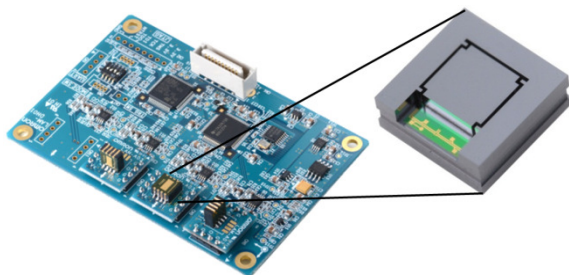


図 1. 開発したセンサの外観図

低周波数帯域の微小な振動を検知するために、おもりの質量が大きく加速度以外の力の影響を最小限に抑えられるバルク型のセンサとした。また、主なノイズ発生源である piezo 抵抗の形状最適化を初めとして、低ノイズアンプの選定や配線の取り回しなどセンサ以外の周辺回路を含めた $1/f$ ノイズ対策を実施した。

図 2 にセンサ出力の周波数特性評価結果を示す。リファレンスとしてサーボ型加速度センサ(JA-40GA:日本航空電子工業(株)社製)を使用した。対象とする $0.1\sim 10\text{Hz}$ の周波数帯域でフラットな特性が得られていることが分かる。

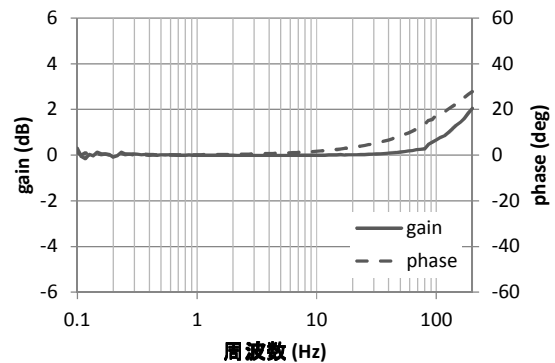


図 2. センサ出力の周波数特性

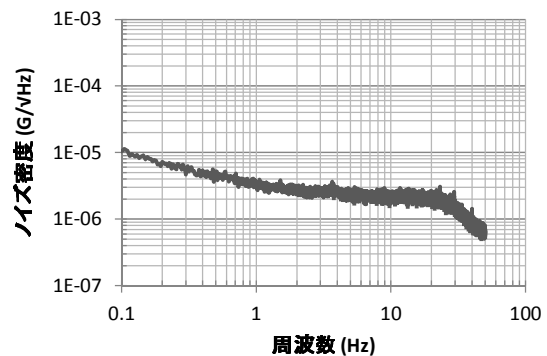


図 3. ノイズの周波数特性

図 3 にノイズの周波数特性評価結果を示す。特に 10Hz 以下の低周波数帯域において問題となる $1/f$ ノイズの低減に成功しており、MEMS 加速度センサとしてはかなり高いレベルのノイズ特性が得られた。

3. まとめ

構造物モニタリング向けに低周波数帯域での特性向上を目指したMEMS加速度センサの開発を行い、バルク型の採用やピエゾ素子形状の最適化によりサーボ型加速度センサに近い特性を実現した。また、今回開発したMEMS加速度センサは従来の高精度な加速度センサに比べて安価であり、コスト面での課題に対しても有効であると考えられる。

4. 参考文献

- (1) 加藤雅史, 島田静雄:「橋梁実測振動特性の統計解析」, 土木学会, 論文報告集第311号, pp.49-58(昭 56-07)
- (2) 玉田和也, 小島善明, 西嶋勝久:「舞鶴市の橋梁を対象とした固有振動数による健全度評価の検討」, 土木学会, 第64回年次学術講演会, I-104, pp.207-208, (平成 21-09)