

特別記事

# 生産した建築物の 品質・性能を計測し、 保証する努力

大久保孝昭

広島大学工学研究科建築材料科学研究室教授

## はじめに

建築物の品質向上に寄与する合理的な建築生産、維持管理を実施するためには、建築物および建築部材の性能・品質を竣工時や維持管理段階で定期的に点検することが重要である。そのためには、建築物にセンサを設置したり、点検時に装置を持ち込んで計測や検査することが必須である。この点検に関する現段階の最大の問題は、センサと計測装置との間の配線を代表とする計測業務の煩雑さである。建築物の規模が大きくなるほどこの問題は顕在化し、建築物を使用しながら計測することが非常に困難となる。

したがって、実際の建築物において、計測の制約が少ない無線情報技術を用いて、建築物、建築部材の健全度(劣化度)を簡便に計測・モニタリングする技術開発が必要となる。

この稿では、筆者が開発した無線加速度センサシステムを活用した実験事例を中心に紹介する。これは上記研究室が医療分野のセンシング技術者とともに、開発した建築用のMEMS加速度センサ計測システム、データ解析システムであり、「医工連携」ならぬ「工工連携」の成果である。

## カナダツガを用いた

### 3階建モデル住宅の振動実験での計測

開発した無線加速度計測システムを最初に適用した強震計測実験は、2008年9月、カナダツガ・パートナー協会と(独)建築研究所がジョイントプロジェクトで行った震動実験であった。これは、カナダツガを構造部材に用いた3階建住宅の振動実験であり、(独)建築研究所の中島史郎首席研究員に実験のチャンスをいただいたものである。

大型振動台を用いた実大規模の木造住宅の実験に適用し、入力振動に対する建物の応答振動を測定した。実験では、木造住宅に小さな正弦波から告示波や阪神淡路大震災における神戸波の2倍までの加振を行った。写①に、

実験住宅の外観を示す。いずれの加振でも、住宅は破壊されることなく、計測も順調に行うことができた。実験の結果や計測結果は、横谷栄次博士(関東学院大学名誉教授)が本誌2010年6月号(No.725号, pp.174-177)に紹介されているので、計測結果などはここでは割愛するが、センサの設置は1台当たり5分程度であり、有線式センサと比較して遙かに短時間で計測ができた。

## 実建築物における計測

前節で示した室内実験後に、広島大学では木造、RC造および鉄骨造の建築物で種々計測、診断を行ってきた。以下には、戸建住宅での計測事例(3例)の概要を紹介する。

### 戸建住宅などの維持管理段階における加速度/常時微動計測

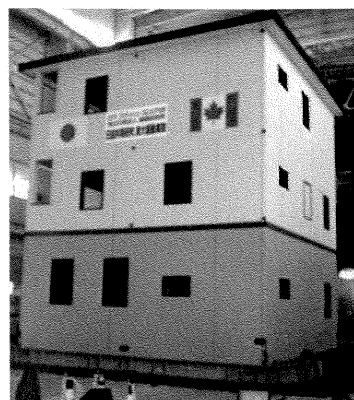
供用段階の戸建住宅に関し、無線センサでの計測を行い、計測対象の建築物の振動特性、例えば振動モードや偏心率の実測法の検証を行うことができた。図1に、計測結果から求めた振動モードを示す。供用段階の建築物においては、簡便で短時間の計測が要求されるが、この点に関し、本無線センサの優位性も併せて確認できた。

### 軽量鉄骨住宅の耐震補強工事の前後での振動計測

建築後20年経過した、軽量鉄骨造の住宅の壁面補強工事における、工事前後の建築物の振動実験を行った。2階の鴨居を大人3名で人力加振し、そのときの振動性状を図2(a), (b)で比較しており、補強による振動の低減が確認できる。

### 木造戸建住宅における非構造部材における振動計測

住宅のサイディング材の品質に関する定期点検において、外壁サイディング材にセンサを貼り付け、サイディング材を軽く打撃することにより、部材の加速度と周波数特性を計測した。打撃による計測結果において、典型的な計測結果の例として、強固に取り付けられている部材とそうではない部材の波形をそれぞれ、図3(a), (b)に示す。なお同図は、開発した解析システムの画面を示したものである。



①カナダツガを用いた実験住宅の振動実験の様子

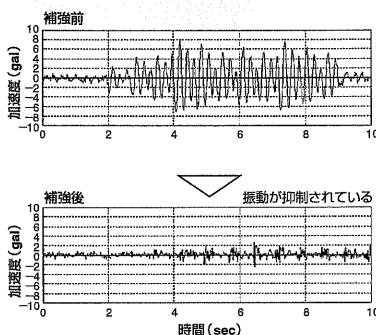


図2 戸建住宅の耐震補強前後の振動性状(例)

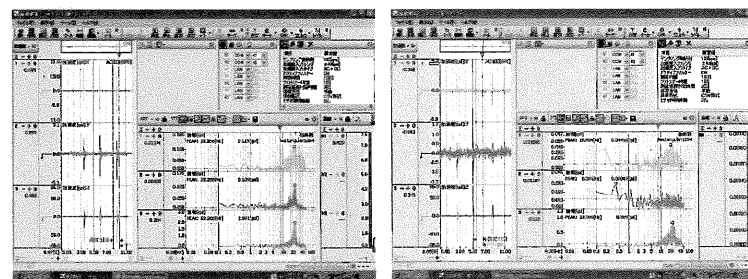


図3 戸建住宅におけるサイディング材の振動性状

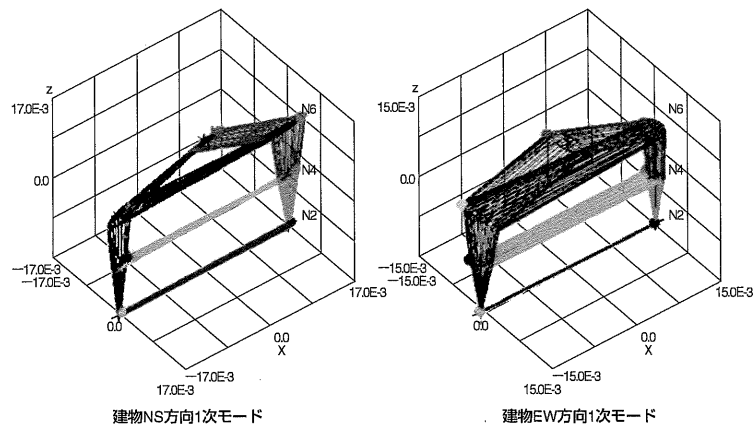
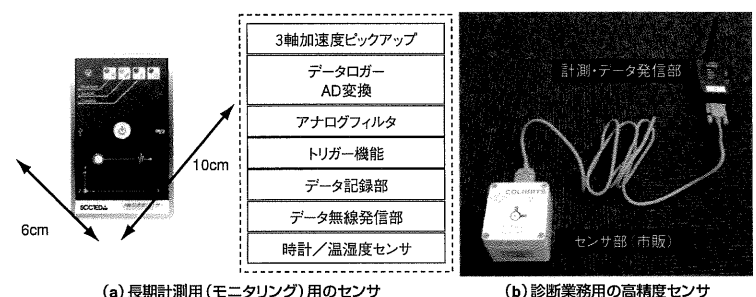


図1 計測した住宅の振動モードの分析結果(例)



②開発された無線加速度センサ

## おわりに

生産された建築物の性能が、設計時に想定した性能を確保していることを確認でき、さらに、供用段階で定期的に健康診断を簡易に行う技術が確立されれば、建築材料供給者としては望外の喜びである。

ここで紹介した技術に関しては、現在では、写②(a)に示す長期モニタリング用の小型・軽量のセンサに加え、写②(b)に示すような建築物の常時微動レベルの振動を計測する無線センサも開発されている。

最後に、本稿の執筆にあたり測定結果と計算値を比較確認するうえで、実験棟の構造設計を担当した(株)MG耐

震技術研究所の代表取締役社長山口啓三郎氏に、建物の構造計画並びに耐震性能について御教示いただいた。本建物は、建築基準法の規定に基づくとともに、さまざまな住宅関連会社の設計者が設計しやすいように、カナダツガの高い曲げ強度、曲げヤング係数と釘の保持力を生かし、住宅性能表示制度の耐震等級1の規準でも十分な耐震性を満足する

ように設計されたものである。耐震等級1の構造耐力でも振動台の上に設置された実験棟(重量約600KN)を、国土交通省独立法人が有する3次元振動台を用いて動的实验が行われた。用いた地震波は、JMA神戸波、BCJ波およびランダム波を用い、ランダム波10%、BCJ波100%および神戸波100%、150%、200%によって加振された。神戸波200%を加えるまで実験棟にはまったく損傷は見られず、神戸波200%加振時の実験終了時での破壊状況は、1階の3か所の圧縮筋かいが座屈破壊し、カーポート側の外壁に接合されたOSB材が隅部部の斜めせん断破壊のみで倒壊することはなかった。以上、氏に深く謝意を表す次第である。

(おおくぼ たかあき)