

5-2) 室内空間における機能維持

林 和宏（豊橋技術科学大学助教）

1.簡易地震計を用いた室内空間被害モニタリング

私は「室内空間における機能維持」というテーマの中で、モニタリングに特化して研究しています（図表1）。非構造部材等と、什器、家具のモニタリングに関しては、地震計の記録からその被害を同定するのが最も基本的なものです。それ以外にも最近では、画像判定から持ってくるということも、チャレンジングではありますが、技術としてはあります。今年度は初年度ということで、まず基本的な、地震計の記録から被害をモニタリングすることを目指します。

地震の揺れを感知する、記録する安価なセンサーとしては、最近流行りの簡易地震計（MEMS 型の加速度計）の他に、スマートフォン、感震ブレーカーなども

1

首都圏レジリエンスプロジェクト
Tokyo Metropolitan Resilience Project

Subject 101
Tokyo Metropolitan Resilience Project - 2017
平成29(2017)年度 成果報告書 「データ活用が促す新たな防災の創造」 2916_003 計

地震による室内空間被害のモニタリング

モニタリング対象

- ・家具、什器
- ・間仕切壁
- ・パーティション
- ・天井
- ・空調設備
- ・・・など

モニタリング手法

- ・地震計の記録から被害を推定する手法
→既存の構造モニタリングの延長
- ・室内の防犯カメラの画像などで
評価する方法
→画像認識を用いるチャレンジングな技術



室内空間被害の例（E-ディフェンス実験より）

非常に有力です（図表2）。ただ初年度ということで、簡易地震計のみを対象にして研究を進めました。

過去の研究から、室内空間の主要な被害は、建物の床の応答加速度・応答速度、建物の変形に依存するということがある程度分かっています（図表3）。この加速度、速度、変形という値は、いずれも地震計の記録から計算することができるも

首都圏レジリエンスプロジェクト
Tokyo Metropolitan Resilience Project

Subject ID
Tokyo Metropolitan Resilience Project - 2017

平成29年度 成果報告書 ～データ活用が拓く新たな価値の創造～ 2018.03.31

地震の揺れを感知・記録する安価なセンサ



簡易地震計

- MEMS加速度センサ
- LANによる通信（給電）
- インターネットへの接続

平成29年度の研究対象



スマートフォン

- MEMSセンサ内蔵
- CPU, メモリ, バッテリー



感震ブレーカー

- 広域で普及展開中
- 近年はセンサ部が高度化

各種のセンサとその特色 <https://support.apple.com/ja-jp/iphone>

2

首都圏レジリエンスプロジェクト
Tokyo Metropolitan Resilience Project

Subject ID
Tokyo Metropolitan Resilience Project - 2017

平成29年度 成果報告書 ～データ活用が拓く新たな価値の創造～ 2018.03.31

地震による室内空間の主要な被害評価指標



家具の転倒

- 床応答**加速度**
- 床応答**速度**



天井の損傷

- 天井部の応答**加速度**



パーティションの損傷

- 床応答**加速度**
- 部屋の**層間変形**



空調設備の損傷

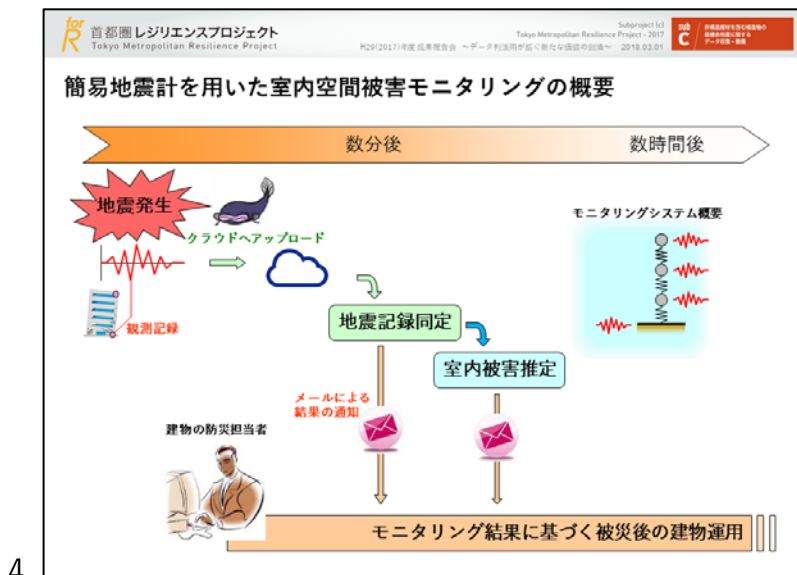
- 天井部の応答**加速度**
- 部屋の**層間変形**

加速度・速度・変形 いずれも地震計の記録から評価できる

3

のなので、私は図表4のようなシステムを簡易に開発してみました。建物に地震計が仕掛けられていて、それがインターネットにつながっています。地震が発生するとその記録がインターネットのクラウドに上がります。クラウドから記録を同定するシステムが別のところで動いています。地震波の記録が同定されると、地震が発生したことをまず建物の防災管理者にメールします。さらにその同定した記録から各部屋の応答を推定して、どのぐらいの被害が出ている可能性があるということも併せてメールするというシステムです。

図表5が考えているシステムのメールの概要です。まず左側、地震が発生すると、何時にどのぐらいの大きさの地震がどこで発生したかがメールされます。さらにその記録を基に建物の応答を簡易に計算して、最大の加速度、速度、変形がどの程度入ったかを次にメールするということを考えています。



5

2. 試験運用結果

図表6が今年度組み上げたシステムの仮運用の結果です。2月13日に長野県で小さい地震が発生して、私が所属している豊橋技術科学大学の建物もわずかですが揺れました。その結果、2時39分に地震が発生し、約2分後に地震発生のお知らせが来て、その6秒後に建物の応答の簡易評価の結果が来たというのが現状です。

今年度はここまでのシステム構築をしたので、次年度はこれのブラッシュアップ、さらにスマートフォンや感震ブレーカーといった他の地震の揺れを取ることができるセンサーにシステムをさらに展開していくことを考えています。



6