

◇技術紹介 Technical Report

地震後の建物安全性判定支援システム 「ポケレポ™」

Building Safety Determination Support System after Earthquake “Pocket Repo”

三輪田 吾郎
青山 優也
(本社設計本部)

Goro Miwada
Yuya Aoyama

1. はじめに

地震直後に建物管理者が避難要否を判断する場合、建物の安全性を判断する必要があるが、一般に建物構造は内外装材に覆われており外観から安全性を判定することは困難である。目視確認できない建物の構造安全性を可視化する技術として、加速度計等のセンサを用いて建物の安全性判定を支援するシステムの開発が進みつつある。

従来のシステムは、建物各階に設置した加速度計のデータを建物内の PC に集約し、建物安全性を判定する形式が多数を占める(Fig. 1(a))。これに対し、開発した建物安全性判定支援システム「ポケレポ™」は無線加速度計を採用することでケーブル敷設を不要とし、導入コストの削減および省力化を図っている。また、観測データを PC を介さずに無線通信機器から直接クラウドサーバに集約することで、複数建物のデータ管理を容易にしている(Fig. 1(b))。従来システムよりさらに利便性を高めたポケレポを利用することで、多くの建物で地震後の建物安全性を可視化することが可能となる。本技術紹介では以下にポケレポのシステムと実証実験の概要を示す。

2. システムの概要

2.1 システムの基本構成

ポケレポは建物内に設置する無線加速度計、ゲートウェイと建物外に設けるクラウドサーバで構成される(Fig. 2)。地震が発生すると、各グループの無線加速度計で計測された加速度データがグループにつき 1 台のゲートウェイに集約された後、外部のクラウドサーバに送られる。クラウド内では加速度データから最大層間変形角を算出し、層間変形角と建物ごとに定めた判定閾値との比較から安全性の判定支援情報が作成される。情報はクラウドサーバ内に保存され、保存先 URL の記載されたメールが建物管理者等のあらかじめ設定した送付先に送られる。建物管理者がクラウドサーバにアクセスすると、安全性の判定支援情報、計測震度、最大層間変形角を確認することができる(Fig. 3)。ポケレポに採用した無線加速度計の仕様を Table 1 に示す。無線加速度計とゲートウェイ間は 2.4GHz の周波数帯で通信をおこない、ゲートウェイからは LTE 通信によりクラウドサーバにデータを送信する。無線加速度計は電池駆動のため停電後も稼働可能であり、常時電源に接続されたゲートウェイは電池を搭載しているため、停電後も一定時間稼働可能である。

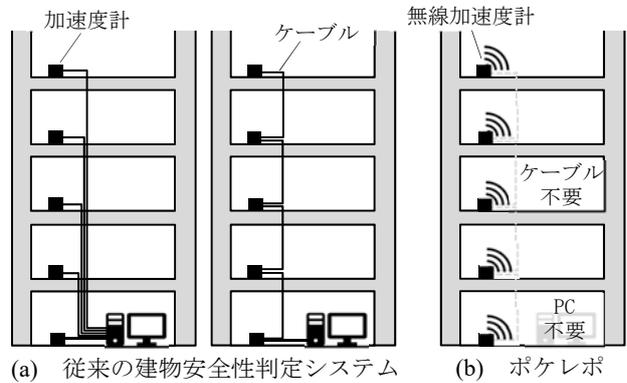


Fig. 1 従来システムとポケレポの建物内の機器構成
Apparatus Configuration of Conventional System and “Pocket Repo”

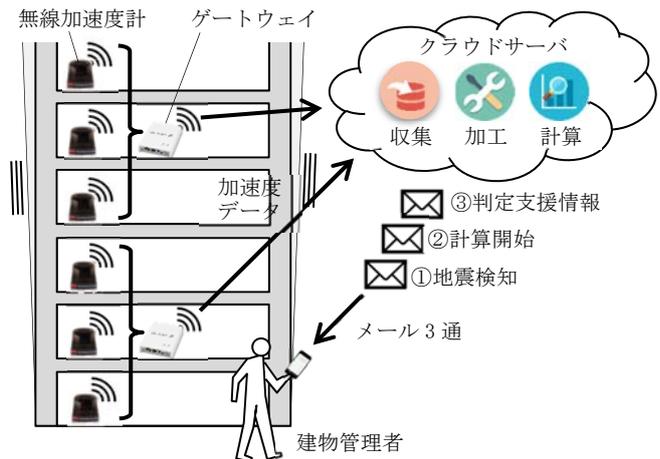


Fig. 2 ポケレポのシステム構成
System Configuration of “Pocket Repo”

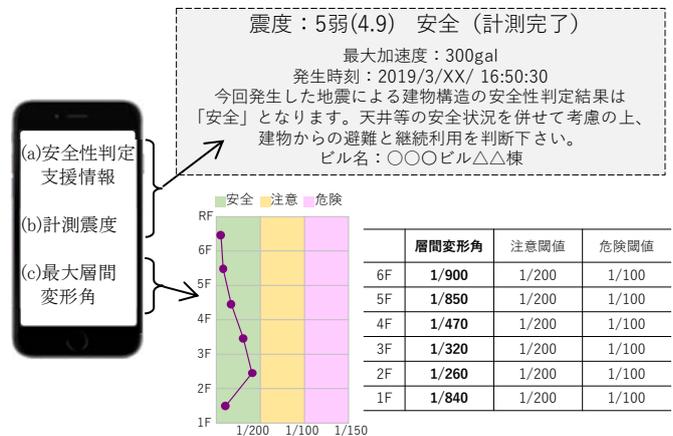


Fig. 3 安全性判定支援情報の表示画面例
Display Example of Safety Determination Support Information

2.2 システムの特長

- (1) 無線加速度計を用いるポケレポは配線工事が不要であるため、初期導入時の配線工事コストを削減可能である。特に既存建物ではケーブル敷設時における既存設備の一時撤去が不要となるため、コストの削減効果が高い。
- (2) 30階建て相当の超高層建物に設置する場合、従来システムと比較して約2割の短工期で設置可能である。
- (3) 観測データを無線通信機器から直接クラウドサーバに集約するため、複数建物の一括管理が容易である。建物管理者はスマートフォン等の通信端末でどこからでも建物安全性判定支援情報にアクセス可能である。

3. 実証実験

3.1 振動台実験による測定精度確認

採用した無線加速度計による層間変位の測定精度を確認するため、2層の鋼材試験体を用いた振動台実験をおこなった(Photo 1)。実験では各階床のレーザ変位計による測定結果を基準値として、各階の無線加速度計から得た加速度データの二階積分値にハイパスフィルタを施し算出した層間変位と比較した。試験体の一次固有周期は1.12秒、入力波は観測波と告示波の縮小波、計4波である。実験結果より、採用した無線加速度計による時刻歴の層間変位波形の測定精度は良好であった(Fig. 4(a))。ポケレポの層間変位の正負最大値は、レーザ変位計による測定結果と単相関係数0.98の高い相関であることを確認した(Fig. 4(b))。また同実験において、無線加速度計からのデータ送信、クラウドサーバでの安全性判定結果の算出およびメール通知の一連のシステム機能も正常に動作することを確認した。

3.2 実建物での機能検証

実建物における機能検証、特に地震時の無線通信性能の確認を目的として、2018年12月から2棟の建物でポケレポの実証実験を開始した。東京都の超高層建物には計9台の無線加速度計を、愛知県の免震建物には免震層を含め計5台を設置した。設置後、2件の中小地震が観測され、安全性判定支援情報のメール通知機能等のシステムが正常に動作することを確認しており(Table 2)、今後も検証のため実証実験を継続する。

4. まとめ

建物安全性判定支援システム「ポケレポ」は無線加速度計を用いることでケーブル敷設を不要とし既存建物への適用を容易にしている。またクラウドサーバを用いることで複数建物の一括管理を容易にし、利便性を高めている。ポケレポは新築既存を問わず簡易に適用可能であるため、多くの建物に適用し地震後の建物安全性を可視化することで、建物管理者が安全性情報に基づいた避難要否判断をこれまでより容易に実施できると考えられる。

Table 1 無線加速度計の仕様
Specification of the Wireless Accelerometer

レンジ	±2G(可変)
分解能	20bit
通信周波数帯	2.4GHz
寸法	φ43.8mm(底面)×H46.6mm

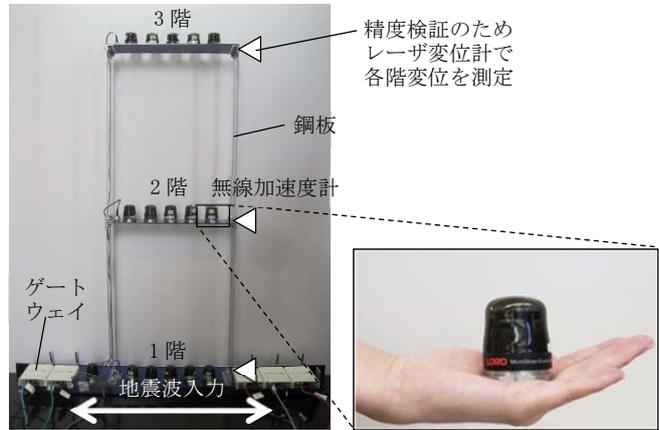
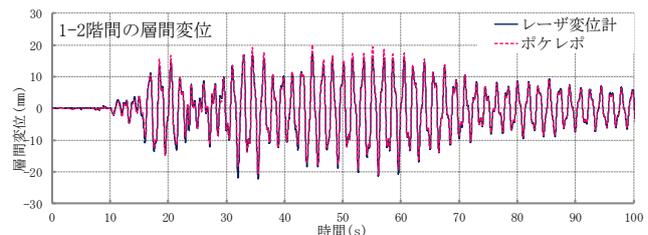
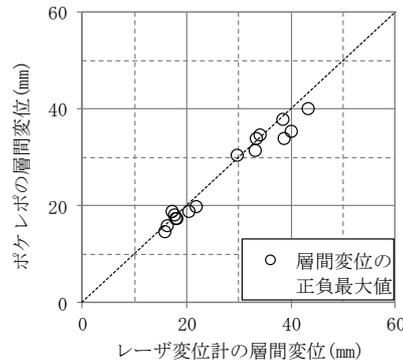


Photo 1 振動台実験の試験体および無線加速度計
Shaking Table Test Specimen and Wireless Accelerometer



(a) 時刻歴層間変位波形の比較(告示波の縮小波)



(b) 層間変位の正負最大値の比較(4 ケース)

Fig. 4 ポケレポとレーザ変位計による層間変位の比較
Comparison of Relative Story Displacement between “Pocket Repo” and Laser Displacement Sensor

Table 2 実証実験建物における観測記録
Observation Record for Actual Building

建物	発生日時	震源	計測震度	最大層間変形角	メール通知所要時間
愛知	2019/3/9 1:08:03	岐阜県美濃中西部(M _j 3.9)	2.1	1/1000 未滿	70秒
東京	2019/5/25 15:20:46	千葉県北東部(M _j 5.1)	2.2	1/1000 未滿	90秒