

免震建物に設置してあるけがき式変位計の経時(時間)特性を補充する 加速度センサーマイコンボードの開発

企画概要

地震発生時の免震建物の挙動を観測するためには、地震計や加速度計を設置することが一般的である。しかし、地震計は設置費やメンテナンス費と多くのコストがかかる。そのため、設置するだけのけがき式変位計を採用している免震建物が多い傾向にある。このけがき式変位計には変位記録を取得することができても、いつ地震が発生したかの時間記録が不足している。そのため、私たちは、けがき式変位計の不足している時間特性を補充する加速度センサーマイコンボードを開発・実装し、けがき式変位計の有用性を高めたいと考えている。

取り組み内容

検証内容

加速度センサーマイコンボードを開発した(図1)。構成は①加速度計②Raspberry Pi, ARMシングルコンピューター③充電電池式電池となっており、構成価格は約1万円と安価である。

また、実際に加速度センサーを免震建物の免震層に設置し実際に稼働できるかを確認する。また、免震層に加速度センサーを設置する際に、湿気対策が必要だと感じたため図2の様に加速度センサーをボックス内に入れ、赤丸の位置に乾燥剤を入れボックス内の湿度が高くないよう対策を行った。

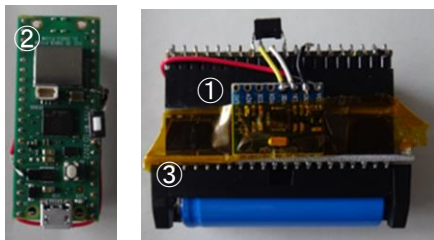


図1 加速度センサーマイコンボード

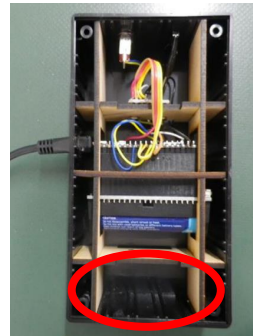


図2 ボックス内の様子

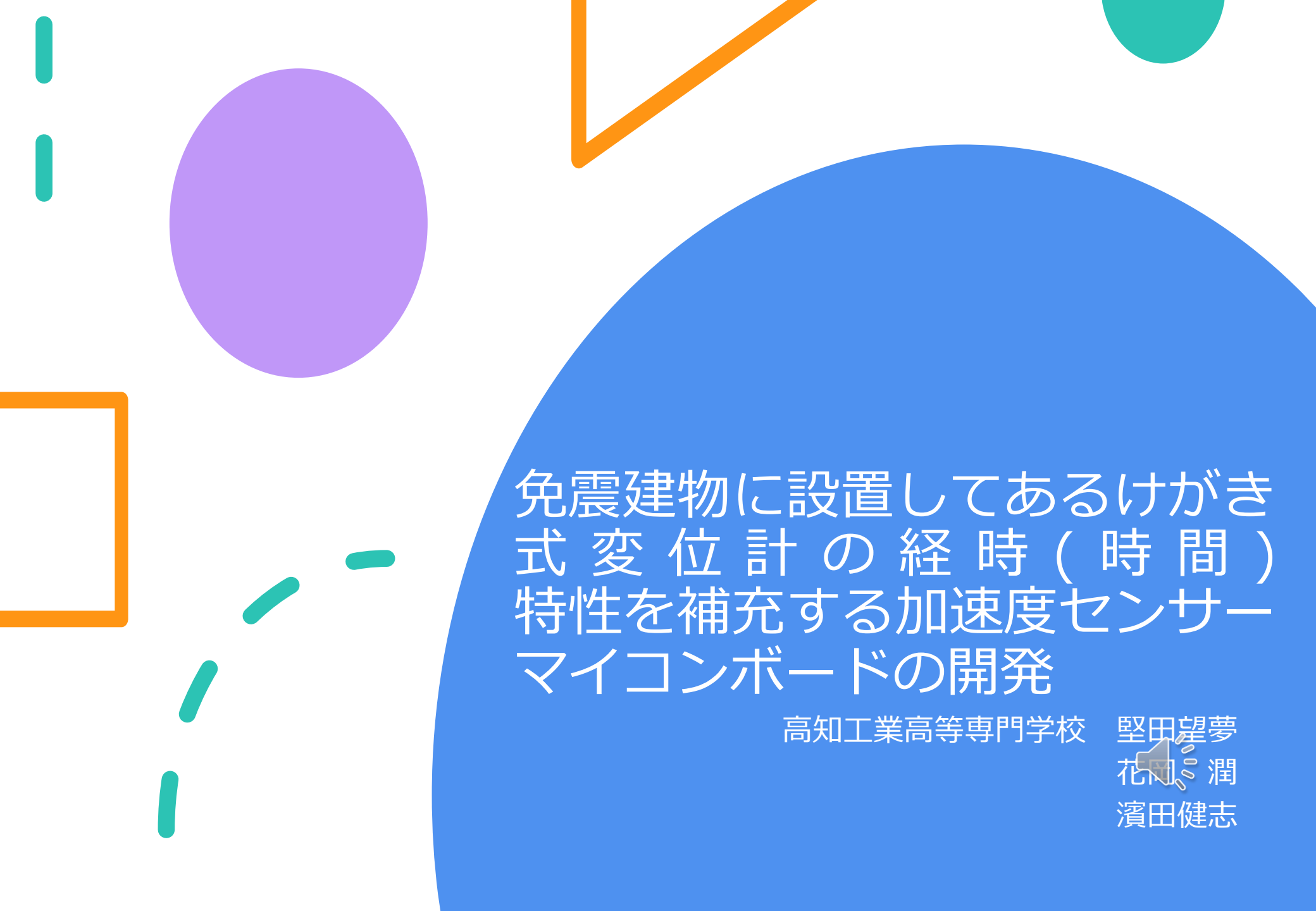
取り組み成果・効果

取り組みを通じて得られた成果

- 加速度センサーの精度確認のため、2024年能登半島地震の強震動を用いて仮実験を行った。仮実験の結果、変位軌跡においてはメーカー製造の変位計と加速度センサーとでは観測記録に大きな差は現れなかった。
- 2023年12月13日に加速度センサーを実際に香南市役所の免震層に実装した。その後、1週間後、1ヶ月間と確認した結果、安定した稼働が確認できた。

ステークホルダーヒアリングで得られた取り組みへの期待

- 免震建物がどのように動くかの検証材料になる。
- 地元の学校、地元の学生が取り組む内容については、ぜひ協力したい。
- 加速度センサーで得た記録は、建物を建てる参考資料となりえるのではないか
- けがき式変位計を設置した、設計会社・施工業者ともに結果がでたら情報は欲しいとのこと。



免震建物に設置してあるけがき 式変位計の経時（時間） 特性を補充する加速度センサー マイコンボードの開発

高知工業高等専門学校

堅田望夢
花岡潤
濱田健志

免震建物について

免震装置（地震の揺れを低減するために装置・部材）を使用して建築された建物のこと

例：病院 庁舎 マンション ビル etc…

香南市役所



建っている

揺れの伝

る

れは伝わる

地表

揺れ方

大きく揺れる

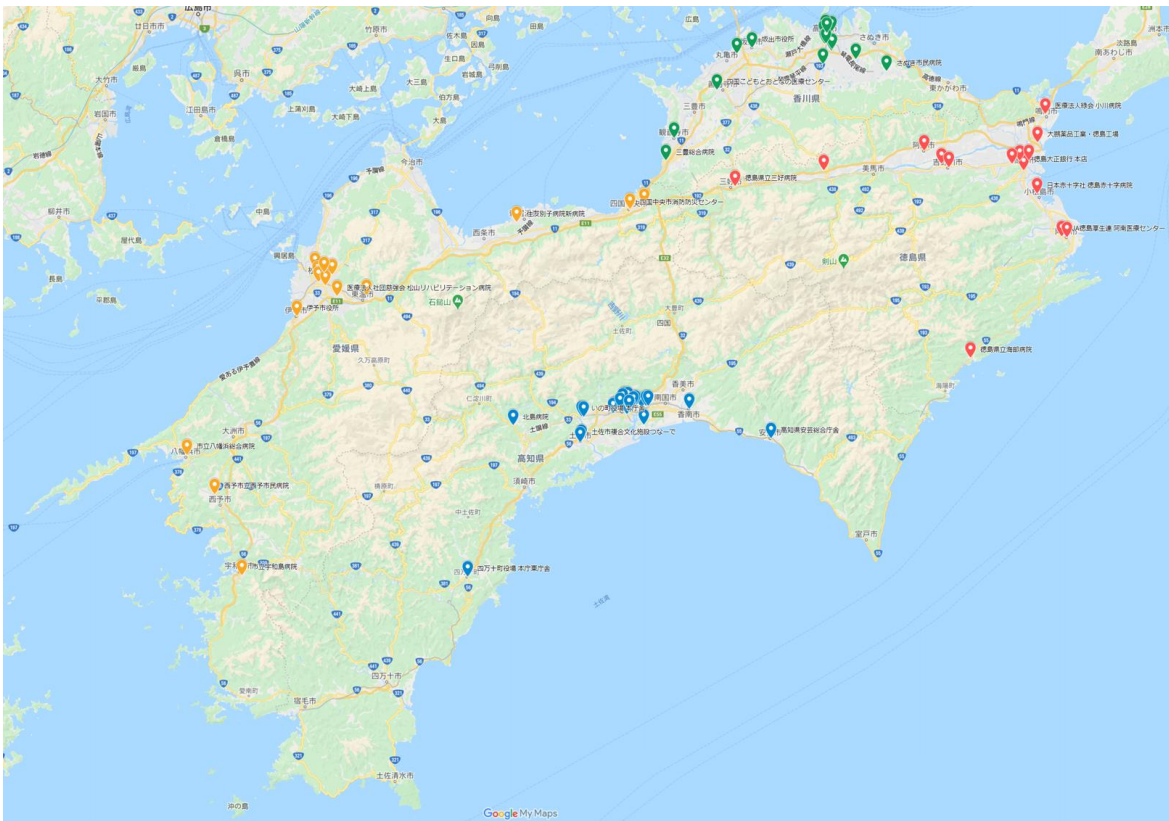
ゆっくり揺れる

四国の免震建物の分布

四国地方には免震建物が
96棟建てられている

公共施設を中心に設計・
建設されている

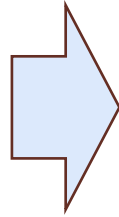
地域の基幹病院に採用
されているケースが多く、
人々を守るために活用
されている



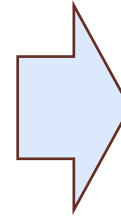
用途	棟数	割合
医療施設	35	36%
公共事務所	20	21%
民間分譲マンション	17	18%
民間事務所	11	11%
公共施設	7	7%
工場	2	2%
学校	2	2%
宿泊施設	1	1%
老人施設	1	1%
全棟数	96	—

免震建物の地震観測

免震建物の地震時の動きを観測するためには、地震計を設置するが一般的



地震計は設置費、設置後も定期的なメンテナンス費と多くのコストがかかる



設置するだけで、建物の動きがわかる“けがき式変位計”を設置している建物が多い

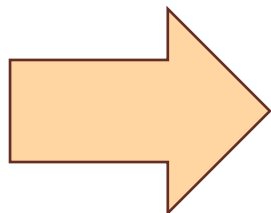


地震計



けがき式変位計とは？

鉄板に傷をつけることで地震発生時に免震建物がどのように動いたかを記録する装置



安いには訳がある…

- 地震が発生した時間が分からない（時間特性が不足）
- 本震の記録を余震記録が上書きする

けがき式変位計に加速度センサーを設置し、けがき式変位計の不足している時間情報(時間特性)を追加しよう

2016/10/03 16:49

加速度センサーマイコンボード

構成

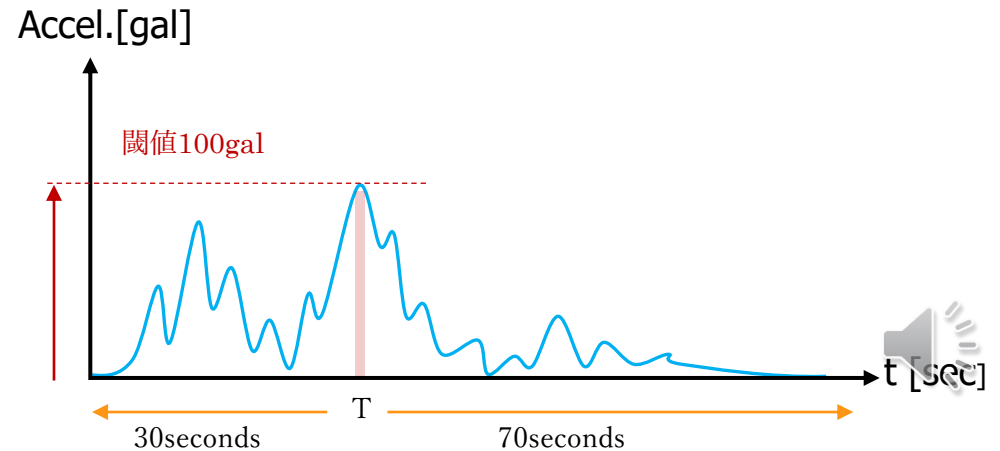
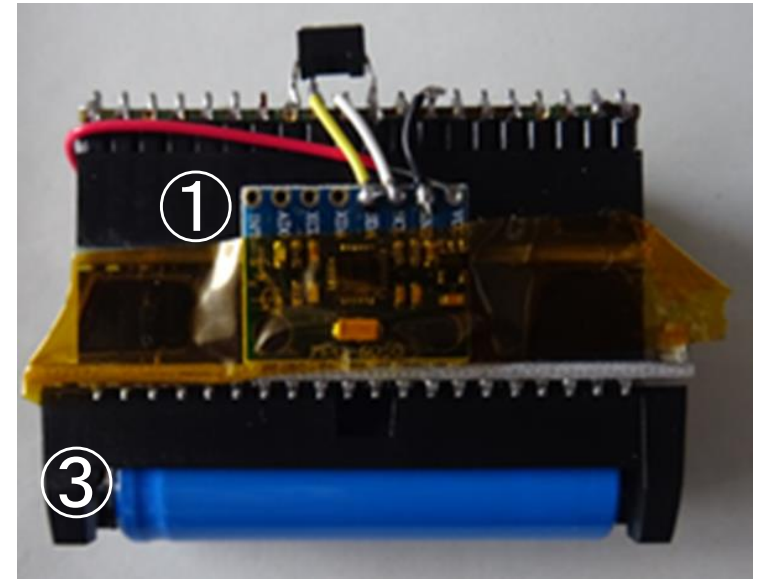
- ① 加速度センサー
- ② Raspberry, Pi ARM シングルマイコンボード
- ③ 充電池式電池

サイズ

幅2cm×奥行5cm×高さ4cm

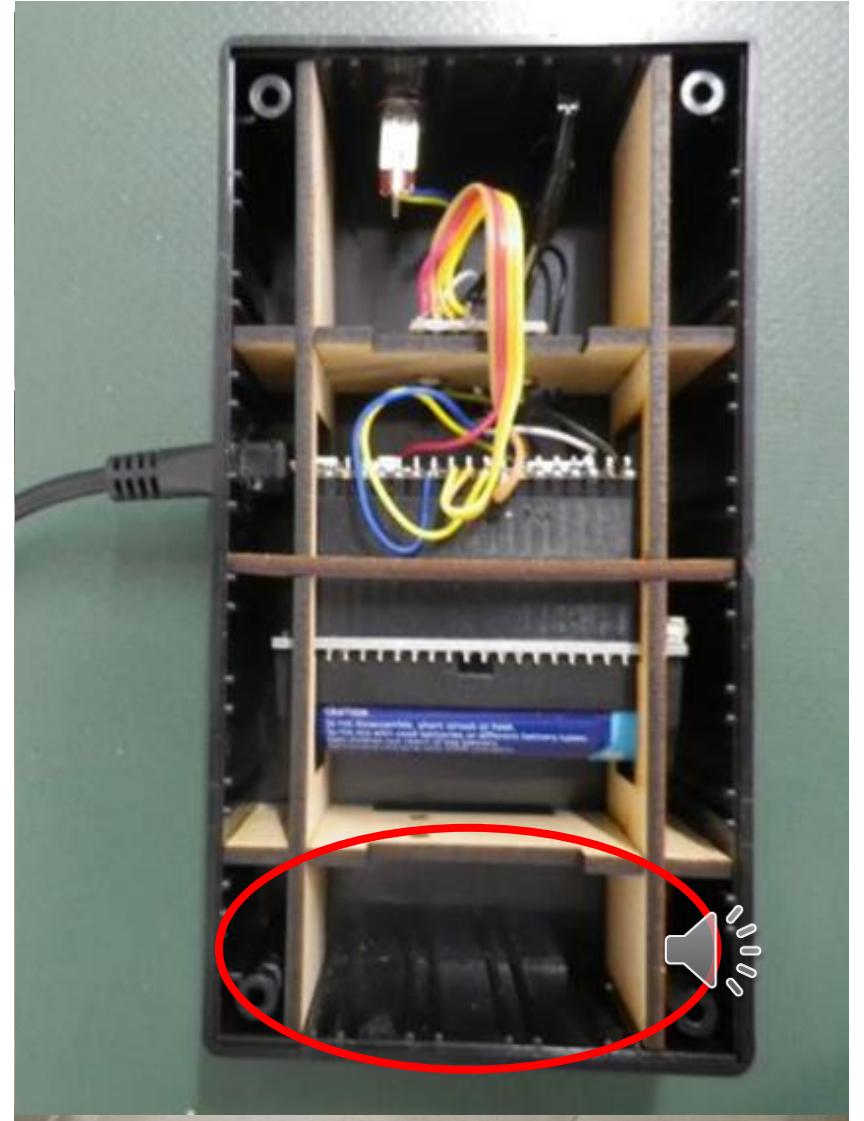
観測範囲

100gal以上の揺れを感知した時から30秒前と70秒後まで



加速度センサーの実装

2023年12月13日に高知県の。香南市役所免震層にて加速度センサーを実装した

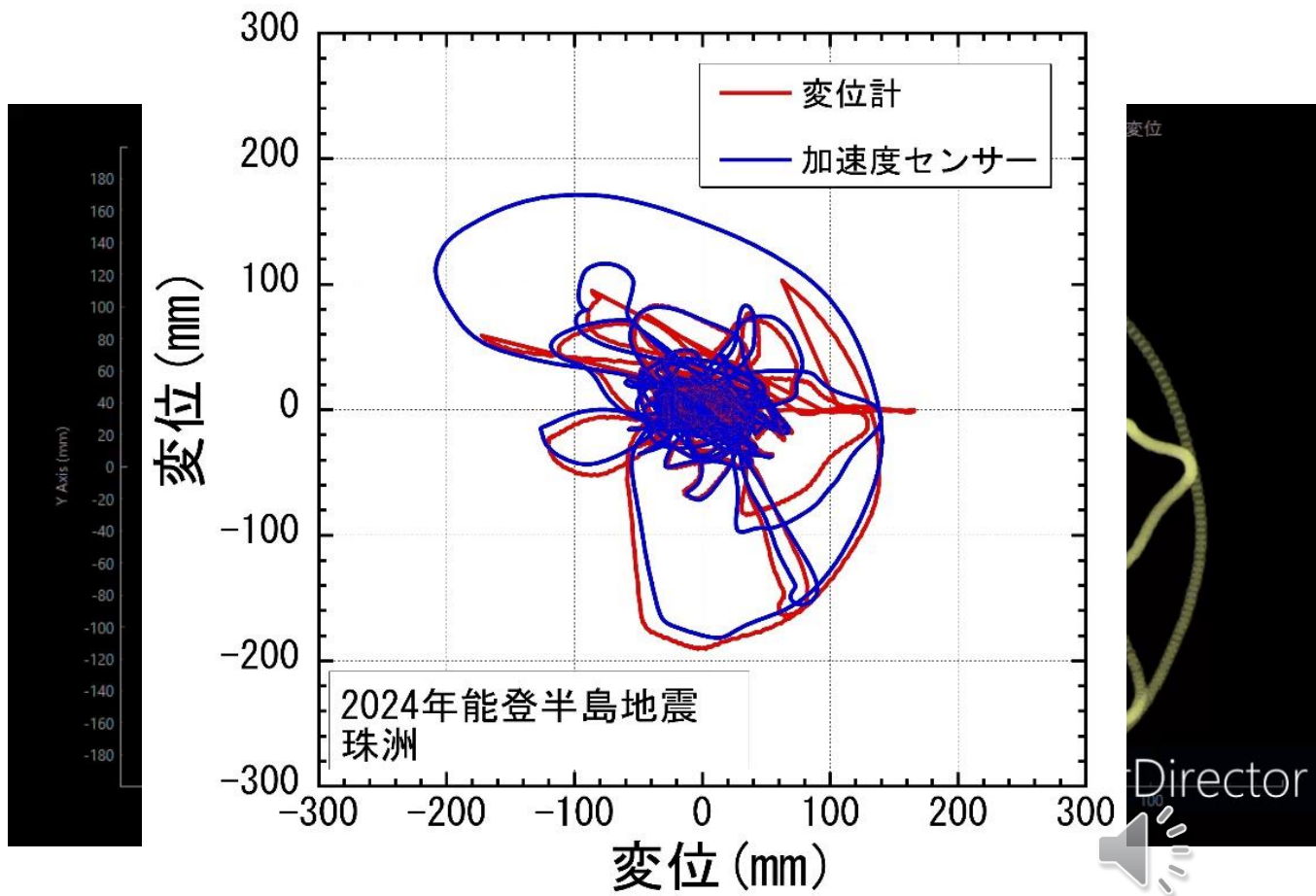


2024年能登半島地震の強震動を用いた精度確認

高知高専所有の3次元振動台にて、メーカー製造の変位計と試作した加速度センサーの両方で記録を取得し、比較することで精度確認を行った

概要

発生日時 2024/01/01
震源 石川県能登半島地方
規模 マグニチュード(M)7.6
兵庫県南部地震M7.3
熊本地震M7.3
震源の深さ 16km
最大震度 7



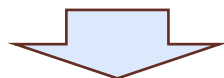
珠洲の変位軌跡

加速度センサー

取り組みを行うことでできること

研究分野

熊本地震では免震層クリアランス50 cmに対して約46cmの強震動応答変位が観測された



免震建物の擁壁への衝突が現実味を帯びてきている



取得した観測記録が免震建物の設計・建築する際に役立つ情報の一つとなりえる

地震計はコストが多くかかってしまうため、けがき式変位計を設置している



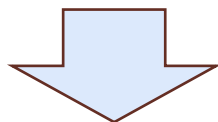
能登半島地震において、けがき式変位計が跳ねて正確に記録が取れない免震建物があった



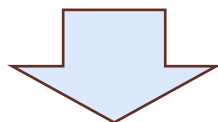
けがき式変位計で取れなかった記録も補完でき、けがき式変位計の有用性を高めることができる

オーナー様向けのメリット

地震発生後、建物が使用できるかどうかを確認したい



専門家による被災建築物応急危険度判定(建物のトリアージ)



- 加速度センサーが取得した記録が遠隔で取得できる場合、建物のトリアージが迅速に行うことができる
- 簡単なトリアージを建物の担当者が行うことができる



ステークホルダーへのインタビュー



Q.建設会社にこのことを伝えた際、こういった反応をされたか

Interview Director

ステークホルダーが考える「強みと課題」

強み

市役所のメリット

- 担当者が免震層を確認する際のチェックリストの作成
- 免震装置交換の目安になる
- 免震装置交換に説得力を持たせることができる



- **業務の円滑化**
- **コスト削減**

地域のメリット

- 土地の特性を知ることによって、住宅を建てる際の参考資料になる
- 土地の特性にあった免震装置の設置



- **地域の防災力up**
- **震災復興に役立つ**



課題

□ 遠隔でデータを取得したい

➡ 平時、有事に限らず免震層におりることはほぼない

□ 寿命がどれぐらいになるのか？

➡ 毎年交換が必要な場合、おそらく設置することはない

□ 小動物や虫からの攻撃があった場合は大丈夫なのか

□ 取得したデータをどういう風に市民にフィードバックをするのか



1. 免震建物には、地震発生時の建物の挙動を観測するために、地震計または、けがき式変位計が設置されている
2. けがき式変位計にはいつ地震が発生したかの時間特性が不足しているため、加速度センサーを開発・設置することで時間特性を補充する
3. 加速度センサーを開発・設置することで免震層の点検を行う際のチェックリストの作成や、建物の簡単なトリアージを行うことに役立てることができる

課題

- データを遠隔で取得
- 加速度センサーの時間の同期
- 装置の長寿命化

