

平成23年度

「戸建住宅下に設置する地震計の開発及び 評価・運用方法に関する研究開発」

- ・株式会社ミサワホーム総合研究所(構造振動研究室 梶川久光)
- ・学校法人明治大学(理工学部建築学科 教授 野口弘行)
- ・ミサワホーム株式会社(技術部構造技術課 鶴田修)

1.背景・目的

背景

- ・**入力地震波**は表層地盤の影響が非常に大きい。そのため、地震による建物被害は建物(土地)ごとに異なる。
- ・一般地震計は非常に高額(約**40万円**/個)であり、ほとんど普及していない。また現在、住宅用の地震計はない。

目的

- ・住宅用地震計の開発(ハード)
安価(目標額 **5万円***/セット以下)な住宅用地震計を開発し、広く普及させる。
- ・建物被害評価方法の開発(ソフト)
計測した入力地震波より建物**被害評価**をし、わかりやすく表示する。

※加速度センサーと表示機セットの価格

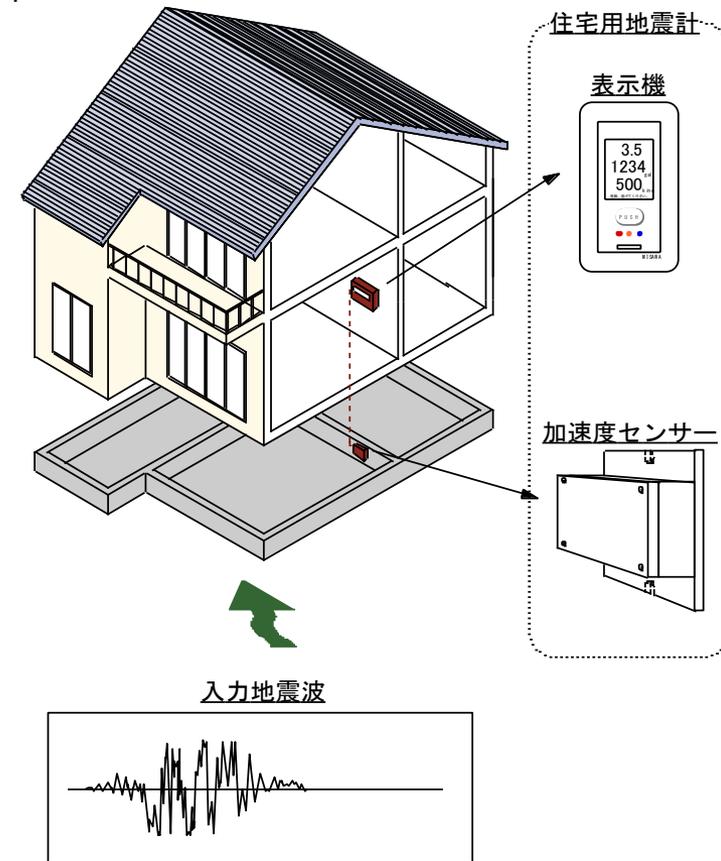


図1:住宅用地震計概要

2.技術開発の内容

(1)住宅用地震計の技術開発(ハード)

- ・極めて安価(目標額 **5万円**※/セット以下)な住宅用地震計の開発。
- ・基礎に**加速度センサー**を設置(1個)し、入力地震波を計測。
- ・室内に**表示機**を設置し、計測震度、最大応答加速度、簡易建物被害評価結果をわかりやすく表示する。

※加速度センサーと表示機セットの価格

(2)建物被害評価方法の技術開発(ソフト)

- ・入力地震波を用いた弾塑性応答解析による地震最大応答変位(**層間変位**)を算出する。
- ・層間変位と建物被害の相関関係を明らかにする。

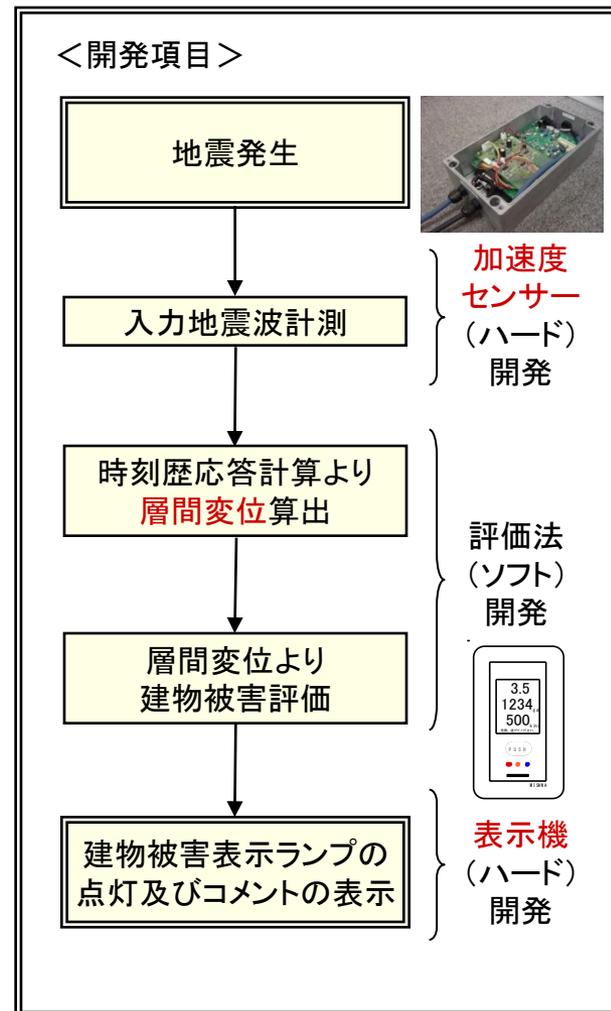


図2:計測から評価のフローにおける開発項目

3.技術開発・実用化のプロセス等

表1:技術開発の計画・経費の見込み

百万円

技術開発項目	(平成22年度)	平成23年度	平成24年度
直接技術開発経費	10.16	16.86	18.05
(1)住宅用地震計の技術開発(ハード)	<p>加速度センサー性能確認実験 ← 5.355 →</p> <p>試作機仕様検討 ← 3.58 →</p>	<p>試作機設置及び検証 ← 3.3 →</p> <p>地震計量産機製作 ← 8.1 →</p>	<p>量産機設置及び検証 ← 12.75 →</p>
(2)建物被害評価方法の技術開発(ソフト)	<p>地震記録の運用方法に関する検討 (建物被害評価方法に関する検討) ← 1.225 →</p>	<p>地震応答解析手法の構築 ← 0.3 →</p> <p>振動台実験による検証 ← 4.18 →</p> <p>応答変位と建物被害との相関関係の構築 ← 0.98 →</p>	<p>建物被害評価方法の検証 ← 5.3 →</p>
間接経費	0.11	0.1	0.1
合計	10.27	16.96	18.15
(うち補助金の額)	(5.13)	(8.48)	(9.07)

1.技術開発の必要性、緊急性

必要性

建物被害評価には、入力地震波を**正確に把握**することが必要不可欠。

緊急性

東北地方太平洋沖地震のような巨大地震時には、建物の被害状況を正確に把握し、建物補修対応の**優先順位**を効率よく決めることが必要不可欠。



東海地震や首都圏直下型地震は更に被害建物が増加すると想定されるため**早急**な開発が必要である。



写真1: 外壁ひび割れ



写真2: クロス切れ

表2: 東北地方太平洋沖地震主な被災地6県の被害棟数

	岩手	宮城	福島	茨城	栃木	千葉
総数[千棟]※	550	1014	808	1224	840	2718
全壊[棟]	20,998	65,462	15,885	2,179	257	771
半壊[棟]	3,274	48,684	29,125	14,873	2,074	8,056
一部破損[棟]	2,668	76,785	92,455	132,921	56,799	27,714
床上浸水[棟]	1,763	6,959	57	1,491	-	814
床下浸水[棟]	338	9,053	334	677	-	709

警察庁発表 建物被害状況(2011.6.30現在)

※住宅総数:総務省統計局統計調査部国税統計課「住宅・土地統計調査報告」平成20年10月1日

2.技術開発の先導性

- 戸建て**住宅専用**の地震計は製品化されていない。
- 本地震計を設置することにより、入力地震波を用いて**瞬時に**建物の被害評価を行うため、効率的な建物補修対応が可能となる。

表3：構造材と仕上げ材の層間変形と破壊性状の相関関係

		損傷なし	小	中	大	： 損傷度合い				
		1/600~1/450	1/300	1/200	1/150	1/100	1/75	1/50	1/30	破壊
構造材 (木部か いぶ×90 金物仕様)		損傷なし								
		損傷なし				間柱割れ開始	間柱割れ拡大	間柱割れ拡大	間柱完全に割れ	間柱完全に割れ
構造材 (木部か いぶ×90 金物仕様)		損傷なし								
		損傷なし				損傷なし 破壊開始	筋かい・土台の隙間1mm	筋かい・土台隙間の拡大	筋かい・土台の隙間4mm	筋かい抜け
外装材 (サイディング 樹脂モルタル)		損傷なし								
		損傷なし				横目地水平ズレ0.5mm	横目地水平ズレ1mm、 割れ残る	横目地水平ズレ1mm、 割れ残る	横目地水平ズレ1mm、 割れ残る、防水シール露出	
内装材 (モルタル)										
		開口上部の微細なし	切れが閉じしよとなる	切れ残る	クロス切れ、石膏 ボードの割れ残る	クロス切れ、石膏ボードの割れ残る、石膏ボードビスの浮き				

※参考文献：高瀬、梶川久光、大橋好光、松下克也、鶴田修 他：木質住宅の被災度評価及び構造評価用データベース構築に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）P. 349 2009年8月

3.技術開発の実現可能性

住宅用地震計の技術開発(ハード)

試作機製作[H22]

- ・加速度センサー性能確認実験(総研、明大)
- ・試作機基盤仕様検討、設置基準検討(総研)



試作機検証[H23]

- ・実物件への設置による施工性、動作確認、データ計測による検証(総研、ミサワ)



量産機製作[H23]

- ・表示機及び加速度センサー部仕様検討(総研、ミサワ)



量産機検証[H24]

- ・実物件への設置による施工性、動作確認、計測による検証(総研、ミサワ)

建物被害評価方法の技術開発(ソフト)

地震被害及び応答変位に関する検討[H22]

- ・地震被害と建物層間変位との関係調査(総研)
- ・加速度センサー設置数に応じた応答変位算出方法の検討(総研、明大)



被害評価方法の構築[H23]

- ・地震応答解析手法の構築(総研、明大)
- ・振動台による模型実験と地震応答解析との比較検証(総研、明大)
- ・層間変位と建物被害との相関関係の構築(ミサワ、総研)



被害評価方法の検証[H24]

- ・実物件による計測データを用いた被害評価方法の検証(総研、ミサワ、明大)

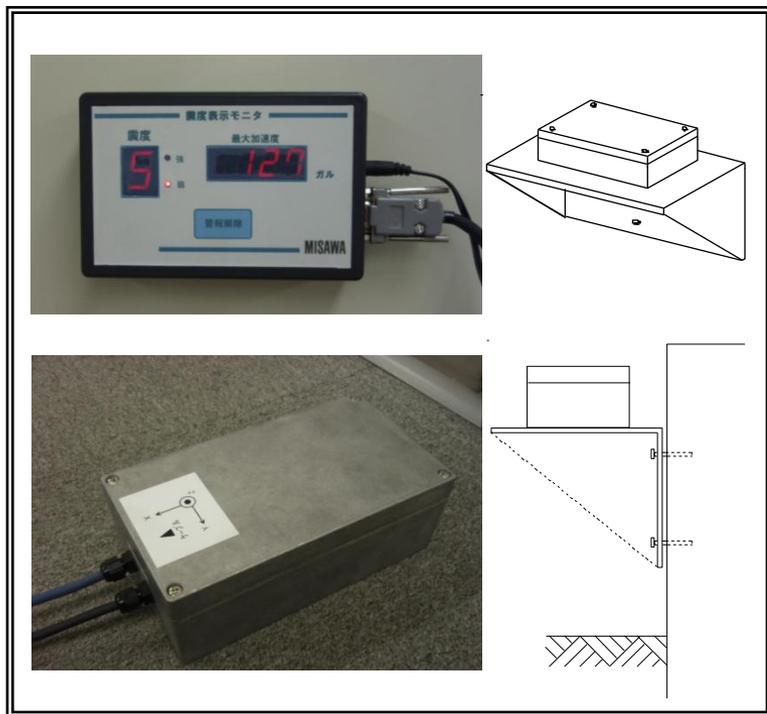
※総研 : (株)ミサワホーム総合研究所
明大 : 明治大学
ミサワ : ミサワホーム(株)

製品化[H25]

- ・step1: ミサワホーム入居者向け販売
- ・step2: 住宅専用地震計として外販

4.実用化・製品化の見通し

試作機



量産機イメージ



価格約5万円

建物被害表示ランプ
[赤]避難、建物調査必要
[黄]注意、家具等転倒の
恐れあり、一部仕上げ
損傷
[青]問題なし

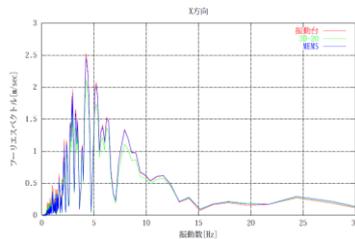
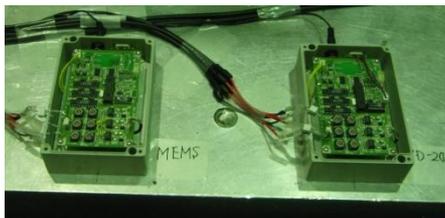
量産機での改良項目

- ・表示機への**被害評価結果**の表示
- ・表示機及び地震計のサイズの**スリム化**
- ・**大量生産**対応
- ・地震計メンテナンスを考慮した**基礎への取付け方法**

昨年度までの技術開発の成果

<住宅用地震計の技術開発(ハード)>

- ・振動台実験による**加速度センサーの性能評価**実施(図3)
- ・地震計の試作機**基盤仕様**検討及び**試作機製作**(図4)
- ・地震計**設置基準**の作成(標準は、住宅の基礎に加速度センサーを1台設置)
- ・**安価**となる仕様を提示(表示機+加速度センサー1台で5万円以下)



(加速度センサー振動台設置状況)

(実験結果:フーリエスペクトル)

図3 実験概要



(表示機)



(加速度センサー及び基盤)

図4 地震計試作機

<建物被害評価方法の技術開発(ソフト)>

- ・**地震被害**と建物層間変位との関係についての調査
- ・**地震応答解析**及び積分による応答変位算出の検証(論文)
- ・地震計**設置台数**による評価方法の検討
 - ①基礎に1台設置する場合(簡易法):建物への入力地震波より時刻歴応答計算を行い、応答変位を算出。
 - ②基礎と建物上屋に各1台設置する場合(詳細法):加速度波形の積分することにより応答変位を算出。

<特許>

『戸建て用地震計、地震計の取付構造、及びこの地震計を有する建物の管理システム』
(特願2010-179106)

<論文>

『スリップ型復元力特性を有する1質点系弾塑性構造における地震最大応答予測に関する研究』、日本建築学会構造系論文集 No.660 P.353 2011年2月