

低層鉄骨造住宅の被災度判定指標に関する検討  
その2 実大振動実験による検証

正会員 皆川 隆之\*<sup>1</sup> 同 鷲津 篤夫\*<sup>2</sup>  
同 小山 高夫\*<sup>2</sup> 同 小山 雅人\*<sup>3</sup>  
同 花井 勉\*<sup>4</sup>

地震被害判定 疲労寿命 累積損傷値  
低層鉄骨造住宅 損傷状態 実大振動実験

1. はじめに

本報(その2)ではその1で構築した被災度判定指標に関する適応性について、対象の耐力パネルを配置した2階建て住宅の実大振動実験により検証する。

2. 実大振動実験

2.1 実験概要

実大振動実験は文献<sup>1)</sup>に示す大林組技術研究所3次元振動台にて行った。実験は免震実験用に計画されており、本検証の為に1階柱近傍に固定治具を配置して基礎固定状態を模擬した(図1)。また、耐力パネルはベースシア係数 $C_0=0.2$ で設計されている。実験は免震実験後に本検証実験を行っているが、免震実験では上部架構に顕著な損傷はみられなかった。本検討で対象とする加振は、表1に示す4加振である。

損傷評価に用いる耐力パネルは1階X0通り、Y0通りに配置された耐力パネルとし(以下、X0耐力パネル、Y0耐力パネル)、近傍にはレーザー変位計が配置されている(図2)。

表1 加振波一覧

入力波(加振順)	加振方向	備考
1. El Centro 1940 NS(100gal)	X	最大加速度を基準化
2. El Centro 1940 NS(160gal)		
3. Kobe(JMA)(100%)	XYZ	原波
4. Kobe(JMA)(150%)		原波×1.5

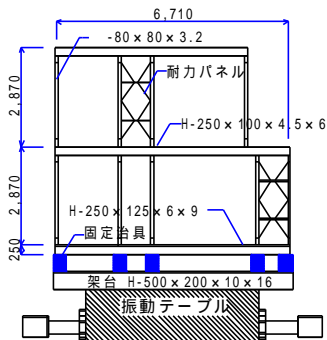


図1 実験概要図

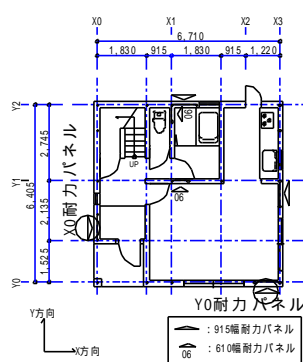


図2 1階平面図

2.2 損傷評価

各加振における1階層間変位より、X0,Y0耐力パネルにおける累積損傷値をその1の式1を用いて算定する。なお、本加振のようなランダム応答に対する半サイクルごとの塑性変形 $d_{pi}$ はレインフロー法<sup>4)</sup>(以下RF法)により計数する。RF法ではその1(図3)のように変位の折返し点を始点・終点

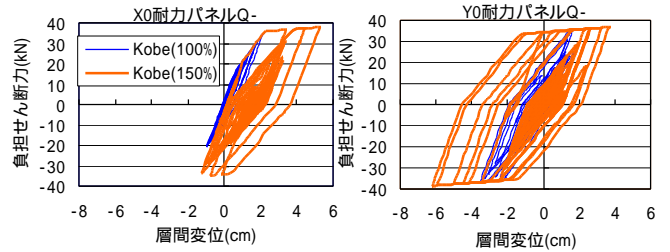


図3 負担せん断力 - 層間変位関係

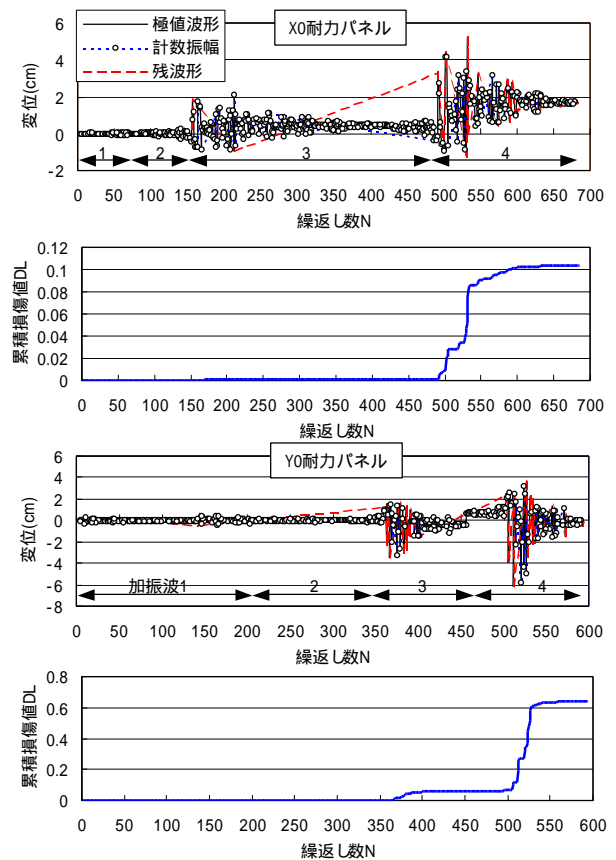


図4 耐力パネルの損傷評価

とした全振幅が計数されるので、除荷勾配 $k_D$ を用いて $d_{pi}$ を求める。また、各耐力パネルの負担水平力は、文献<sup>2)3)</sup>で示される復元力特性と計測層間変位を用いて算定した。図3に耐力パネルの負担水平力と層間変位の関係を、図4に変位極値波形、RF法による計数振幅・残波形および累積損傷値を示した。加振波1,2(El Centro)では、塑性変形には至っていない。また、Kobe(100%)ではY0耐力パネルに累積損傷がみられ、Kobe(150%)では加振強軸方向のY0耐力パネルの最大変形は約6cmで、累積損傷値は約0.6に達している。表

2には最終加振後の損傷状態と被災度判定指標による累積損傷値の推定値を示した。



	X0 耐力パネル	Y0 耐力パネル
損傷状態		
判定指標	剥離 推定 $D_L$ : 0.1	剥離 推定 $D_L$ : 0.3 以上

表 2 加振後の損傷状態

### 3. 残存損傷値の確認

地震被害を受けた後の損傷状態から、終局限界状態とみなす累積損傷値  $D_L=1.0$  になるまでの損傷値を残存損傷値と定義する。実大振動実験後のX0,Y0耐力パネルに対して、 $\pm 1/50\text{rad}$  の定振幅載荷試験により残存損傷値の確認を行う。図5に各耐力パネルの荷重変形関係を、図6に累積変形曲線・累積損傷値を示した。Y0耐力パネルは指標上累積損傷値に幅をもつ剥離の状態である。X0耐力パネルは剥離の状態であり、図4のRF法計算値をとらえている。

図6には変位折返し点における荷重の絶対値が以前の最大荷重の75%になったときを破断点とみなし×印で示し、破断点での累積損傷値(残存損傷値)を数値で示した。表3に各評価における累積損傷値一覧を示した。振動実験と残存損傷値を足すとほぼ1となり、振動実験での累積損傷値が正しいことが確認された。

表 3 累積損傷値 結果一覧

	X0 耐力パネル	Y0 耐力パネル
被災度判定指標	0.1	0.3 以上
振動実験 RF 法	0.10	0.64
残存損傷値	0.78	0.40

### 4. まとめ

実大振動実験結果を用いて、その1で構築した被災度判定指標の適応性について確認した。判定指標では剥離(全面剥離)から初期亀裂まで細かな分類がされてない為、Y0耐力パネルのように剥離と判定されるものは安全側の判断が必要であるが、X0耐力パネルでは判定指標とRF法の評価とはよく一致した。例えば、剥離状態までなら'交換の必要なし'など、被災度判定の指標として有効と思われる。また、振動実験後の定振幅載荷試験により累積損傷値算定法の妥当性を確認した。

今後は、内外装被害など他の判断指標と合わせて被災度判定の更なる精度向上を目指していきたい。

### 参考文献

- 1) 桐山伸一、中田信治、花井 勉、福和伸夫：実大振動実験による免震住宅の装置別応答性状比較，構造工学論文集，日本建築学会，Vol.50B，pp.561～574，2004.3
- 2) 小山雅人，青木博文：繰返し変形を受ける鋼部材の累積損傷

評価指標に関する研究，- 極低降伏点鋼を用いた損傷集中評価および実用的損傷評価法の提案 -，日本建築学会構造系論文集，No562，pp.159～166，2002.12

- 3) 小山雅人，山本徳人，三宅辰哉，青木博文：低層鉄骨建築物における非構造壁の耐震効果，真の保有耐力性能を知るために，構造工学論文集，日本建築学会，Vol.49B，pp.539～548，2003.3
- 4) 日本鋼構造協会：鋼構造部の疲労設計指針・同解説，1993.4

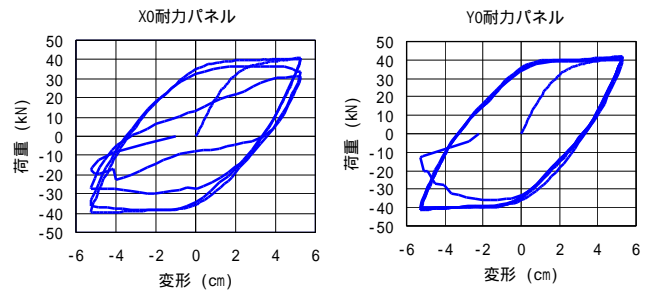


図 5 荷重 - 変形関係

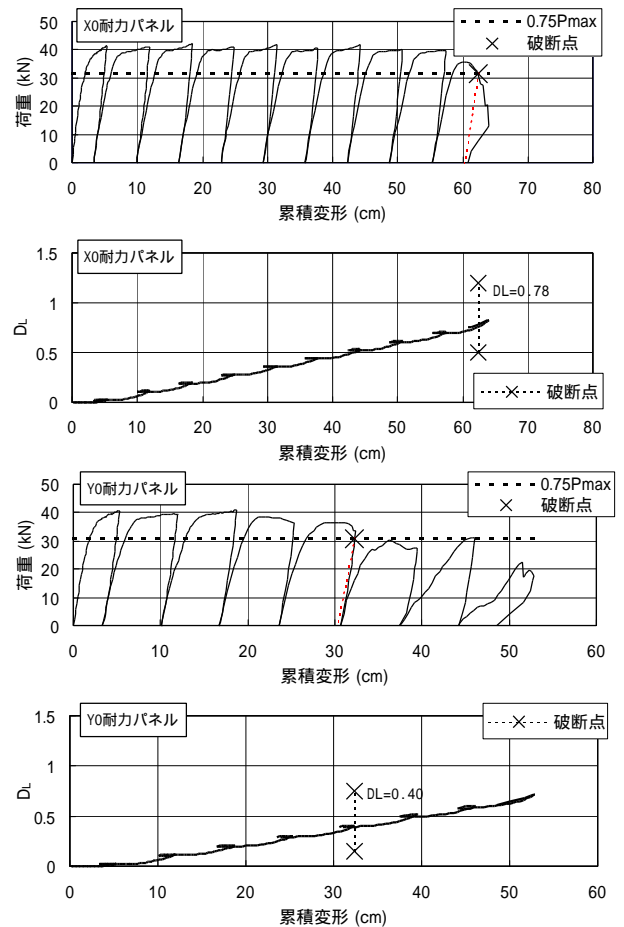


図 6 累積変形曲線・累積損傷値

\*1 ㈱日本システム設計 \*3 旭化成ホームズ(株)・博士(工学)  
\*2 旭化成ホームズ(株) \*4 ㈱日本システム設計・博士(工学)

\*1 Nihon System Sekkei Co., \*3 Asahi Kasei Homes Co., Dr.Eng  
\*2 Asahi Kasei Homes Co., \*4 Nihon System Sekkei Co., Dr.Eng