

低層鉄骨造住宅の実大振動実験

その4 非構造部材の損傷状態

正会員 ○花井 勉^{*1}
同 小山 雅人^{*2}
同 馬場 三千雄^{*2}
同 三宅 辰哉^{*3}

1 はじめに

本実験では各模擬地震波による加振終了後、目視観察により試験体各部の損傷状態を記録した。本報(その4)では当記録に基づいて非構造部材の損傷状態の整理・評価を行う。

2 損傷度の定義

図1に本試験体の非構造部材の構成を示した。模擬地震波加振によりこれらの非構造部材に生じた各種の損傷を表1のように分類し、損傷度を付与した。損傷度は復

旧費用を尺度として損傷を評価することを意図して設定されており、損傷度が大きいほど復旧費用が高くなる。損傷の程度は損傷状態に加え発生箇所数によるが、補修方法を考慮して分類することで、ある程度発生箇所数によらず復旧費用を反映した損傷度設定ができると考える。そのような観点から、次の1~3の損傷度を定義した。

損傷度1: 補修を要しない軽微な損傷状態

損傷度2: 何らかの補修が必要な状態

損傷度3: 部材の交換が必要な状態

表1 損傷状態・損傷度の定義

部位	損傷名	定義・現象	補修方法	損傷度
外壁 パネル	部分亀裂	◇パネル全幅にわたらない亀裂 ◇剥がれ、欠落を伴わない亀裂	エポキシ材注入後、補修材擦り込み	2
	表層剥離	◇鉄筋に達しない表層剥がれ	補修材詰め込み	2
	砕け・欠落	◇無筋部における角部・周辺部の砕け ◇無筋部における部分的な欠落(写真1)	補修材詰め込み	2
	全体亀裂	◇パネル全幅を貫通する亀裂 ◇鉄筋が露出する剥がれ・欠落(写真2)	内装材取り外し、パネル交換、シーリング	3
シーリ ング	しわ・膨れ	◇切れを伴わないしわ・膨れ	補修無し	1
	表層切断	◇シーリングとALC界面での表層切れ	シーリングの増し打ち	2
	ALC破損	◇基材(ALC)の表面破損	エポキシ材注入後、補修材擦り込み	2
クロス	しわ	◇貼換えを要しないしわなどの傷	補修無し	1
	切れ	◇貼換えを要する切れなどの傷(写真3)	クロス貼換え	2
石膏 ボード	部分損傷	◇ボード交換を要しない部分的な傷 ◇ビス回りの膨れ、ビス頭の浮き、欠け、紙めくれ	ビス打ち直し、パテ補修	2
	全体変位	◇ボード交換を要しないボードの変位 ◇面外はらみ、隣接ボードとの面外段差・面内ずれ	ビス打ち直し、パテ補修	2
	全体損傷	◇ボード交換を要する大きな傷 ◇ボード全体破損、脱落(写真4)	ボード交換、パテ補修	3
造作	巾木の浮き	◇巾木のボードからの浮き、はずれ	ボンド釘併用で再固定	2
	廻縁の浮き	◇廻縁のボードからの浮き、はずれ	ボンド釘併用で再固定	2
	木枠変形	◇変形、ゆがみ	ゆがみ直し、建入調整	
	木枠損傷	◇はずれ、破損	木枠交換	3
サッシ	ゆがみ	◇サッシ枠のゆがみ、ビスの浮き、建入不良	ゆがみ直し、ビス打ち直し、建入調整	2
	サッシ損傷	◇クレセント変形	サッシ交換	3
	枠損傷	◇サッシ枠の損傷	サッシ枠交換	3

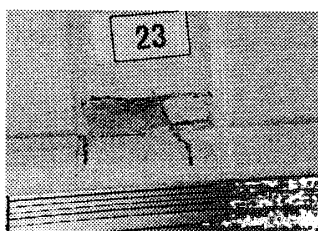


写真1

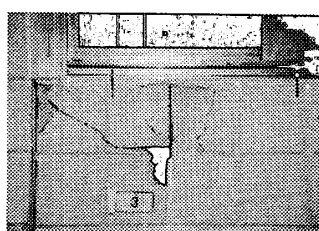


写真2

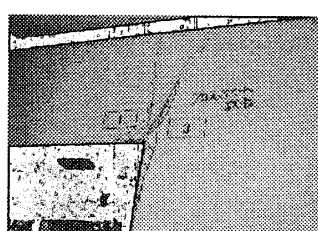


写真3

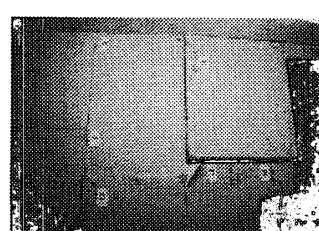


写真4

A full scale vibration test of low-rise steel-frame housing

Part4: Estimation on damage of nonstructural member

Tutomu HANAI et al.

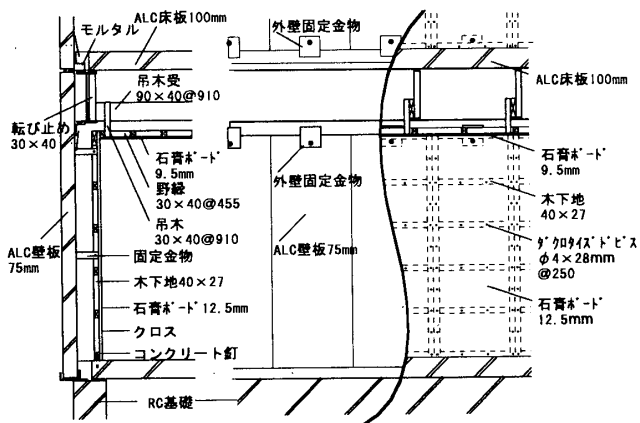


図1 非構造部材の構成

3 損傷度の評価

本実験では再現期間100年以下の模擬地震波加振ではそれぞれ4種類の模擬地震波を用いた。再現期間が同一の模擬地震波加振加振では、その間の損傷の進展はほとんど認められなかった。従って損傷はエネルギーなどの累積量ではなく、最大応答層間変位に依存すると判断して、図2には最大応答層間変位と損傷度の関係を示した。外装材は最大層間変形角 $\gamma_{max} = 1/100$ 程度で損傷度2

となる。損傷度3となるのは $\gamma_{max} = 1/16$ 程度で、十分な変形追随性能を有している。内装材は壁石膏ボードの損傷が先行し、 $\gamma_{max} = 1/300$ 程度で損傷度2、 $\gamma_{max} = 1/60$ 程度で損傷度3となり、外装材に比べ変形追随性能はやや劣る。ただし、最終段階でもボードの脱落などは生じず、必要性能は満足している。

4 まとめ

地震波加振の結果を対象として、非構造部材の損傷を評価した。その結果、建物各部の損傷状態と最大層間変位の関係が明らかになった。非構造部材の初期建設費用および損傷修復費用は躯体と同等以上であり、総費用最小化原理などの概念に基づいて最適耐震設計手法を構築する場合には非構造部材の被害を考慮することは不可欠である。今後、本報(その1~4)の結果、応答変位振幅分布の予測手法¹⁾および最大応答変位の予測手法²⁾を統合して最適耐震設計手法を実現したいと考える。

参考文献

- 1)三宅, 福知: 非構造部材の耐震性能による所要強度の低減効果に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, No.476
- 2)真柄ほか: 枠組壁工法建築物の地震時最大応答変位に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, No.506

再現期間 (年)	A棟					B棟					Eult(約1100)-耐震要素破損前			Eult(約1100)-耐震要素破損後									
	20	50	100	250	500	20	50	100	250	500	0	50	100	150	0	50	150						
層間変位 (mm)	0										50			100			150						
層間変形角	1/200					1/100					1/50			1/25			1/20						
外装	外壁パネル											部分亀裂 (2)			表層剥離 (2)			砕け・欠落 (2)			全体亀裂 (3)		
												しわ・膨れ (1)											
内装・建具	シーリング														表層切断 (2)			ALC破損 (2)					
												しわ (1) - スウィープ加振で発生			切れ (2) - スウィープ加振で発生								
内装・建具	クロス											部分損傷 (2) [ビス廻りの膨れ・ビス頭の浮き]			部分損傷 (2) [欠け・紙めくれ]			全体変位 (2) [面内ずれ]			全体変位 (2) [面外はらみ・段差]		
												全体損傷 (3)			巾木の浮き (2)			廻縁の浮き (2)					
												木枠変形 (2)						木枠損傷 (3)					
												ゆがみ (2) [ビスの浮き・緩み]			ゆがみ (2) [建入れ不良]			ゆがみ (2) [サッシ枠のゆがみ]			サッシ損傷 (3)		
内装・建具	サッシ																	サッシ損傷 (3)					
																		サッシ損傷 (3)					
総合 損傷度	1					2					2			3			3						
	1					2					3			3			3						

図2 損傷と最大応答層間変位の関係

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

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