

# 北海道の木造住宅における地震被害と耐震性の要点

北海道立北方建築総合研究所 植松 武 是  
生産技術部 生産システム科

## ■近年の北海道の木造住宅の地震被害

1978年の宮城県沖地震を機に、耐震設計基準が大幅に改正され、新耐震設計基準が生まれ、1981年6月に施行されました。その後、北海道の木造住宅は、1982年浦河沖地震(M7.1、北海道で最大震度6)、1993年釧路沖地震(M7.5(旧M7.8)、北海道で最大震度6)、1993年北海道南西沖地震(M7.8、北海道道央で最大震度5)、1994年北海道東方沖地震(M8.2(2001.4.23改訂・旧M8.1)、北海道道東で最大震度6)の地震を経験してきました。そして、比較的最近では、2003年十勝沖地震(本震はM8.0・北海道で最大震度6弱、同日発生の最大余震はM7.1・最大震度6弱)、2004年留萌南部地震(M6.1、最大震度5強)、2005年三陸沖地震(M7.1、北海道～関東にかけて最大震度3)を経験しました。これら地震時の被害調査に基づき、北海道の木造住宅の耐震性を脅かす項目を列挙すると、概ね次のようなものになります。

- ①地すべり
- ②液状化現象
- ③地盤沈下
- ④外装材の剥離・剥落
- ⑤木材(躯体)の腐朽

要するに、地質条件と関連性の高い被害が多数発生しており、木質の上部構造の被害に着目すると、外装下地の劣化や躯体の腐朽などに起因する被害が多いことが明らかになってきています。

## ■外装材の剥離・剥落

北海道の木造住宅の外装構法は、積雪寒冷の環境に対応できるよう開発が重ねられ、現在に至っています。古い木造住宅においては、不適切な断熱・気密処理・雨仕舞いが原因となって外装材の下地や躯体の劣化・腐朽が進行し、地震時に外装材に剥離・剥落などが生じてこれらの不具合が表面化するという事例が後を

絶ちません(写真1～2参照)。幸いにも、兵庫県南部地震級の大地震は北海道を直撃しておらず、近年、劣



写真1 2003年十勝沖地震における木造住宅の被害  
：外装材の下地と躯体の腐朽



写真2 2003年十勝沖地震における木造住宅の被害  
：下地の腐朽に伴う外装材の剥離・剥落



写真3 2003年十勝沖地震における木造住宅の被害  
：外装材の剥落

化などが原因で木造住宅が倒壊に至った事例は見受けられませんが、剥落する外装材に殺傷能力があることは想像に難くありません(写真3参照)。新築住宅を対象として十分な留め付け強度を確保した外装構法であっても、下地の劣化が進行している場合はもちろんのこと、躯体が腐朽していたり、耐力壁が不足あるいは偏っていたり、応力が集中する接合部が十分に補強されていない場合は、地震時に躯体に過大な変形が生じてしまい、剥落してしまう場合があります。写真4、5は、耐力壁が偏っていたり、接合部の補強が不十分な耐力壁で構成した試験体を、当所の震動台にて激しく加震した時の被害の一例です。既存の木造住宅の改修に際しては、美観だけを整える外装材のみの改修を行う場合であっても、まずは、躯体の耐震性能が現行の基準を満たしているか否かの診断を行うべきであることを物語っています。

#### ■木造住宅の躯体の耐震性能

1995年の兵庫県南部地震において阪神間の木造住

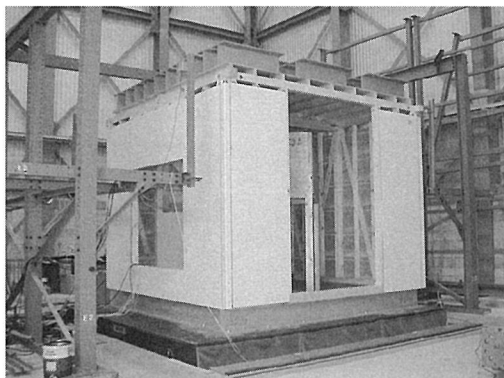
宅に大被害が生じ、耐震設計基準が更に見直されたこと、しかしながら、同地震で倒壊・半壊した家屋は、古い耐震基準のものが大半を占めており、新耐震設計基準の住宅では被害が少なかったことは既に周知のことです。

同地震で被害の大きかった木造住宅の主な共通点は次の通りでした。

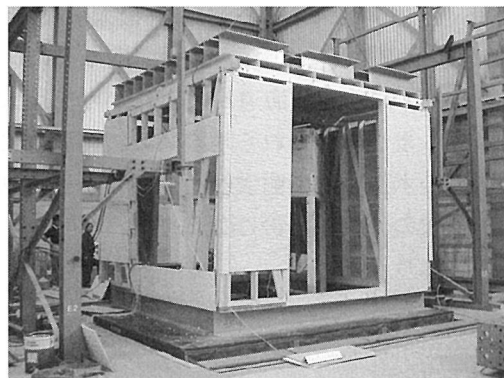
- ①耐力壁が不足していた。
- ②南側に開口部、北側に耐力壁が偏っていた。
- ③接合部に補強金物が無かった。

一方、新耐震設計基準は200～300gal程度の加速度入力に対する健全性を確保するものでしたが、兵庫県南部地震の地震動の加速度は800galを超えていたにも拘らず、当該基準に準じて設計した木造住宅で倒壊したものは無かったという、設計レベルと損傷レベルの不整合性も露見しました。

被害の生じた木造住宅の弱点に対処し、更には、被害の無かった木造住宅の損傷メカニズムを解明するために、木造住宅の耐震性能に関する種々の実験・研究

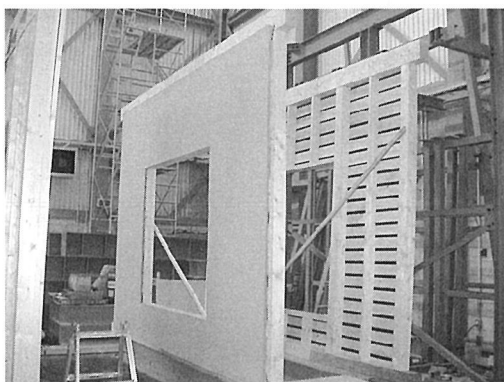


(a) 加震前

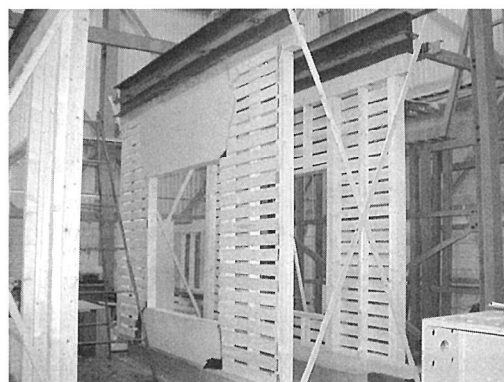


(b) 加震後

写真4 弱い躯体に施工したサイディングの加震実験結果の一例



(a) 加震前



(b) 加震後

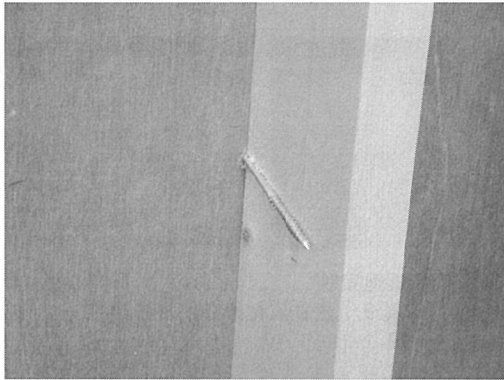
写真5 弱い躯体に施工したモルタル外装材の加震実験結果の一例

が全国で精力的に行なわれるようになりました。特に、それまで希少であった震動台を活用した加震実験が盛んになり、新耐震設計基準の仕様に対する検証が多数実施されました。その結果、仕口の強度が不足していることへの対策や、耐力壁の偏りを設計時に考慮することの義務化などが、2000年の建築基準法改定に盛り込まれましたが、構造計画的に無理がなければそれまでの新耐震設計基準による設計は有効と解釈され、所要壁率はそのまま温存されました。新耐震設計基準における所要壁率は、開口部の腰壁・たれ壁や、内壁の石膏ボード、外壁のサイディングボードなどが、地震力の3分の1程度を負担するとの仮定で導き出されたものですが、実際にはこれらがもっと大きな力を負担していることなどが明らかとなってきたためです。

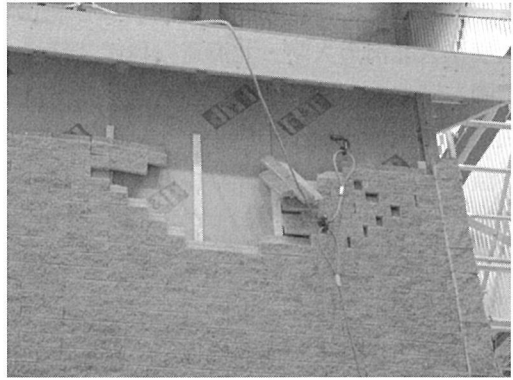
以上の対応により、現行の改定基準法は、それまでの木造住宅の弱点を補い、余力のある耐震性能を実現するルールとなりましたが、積雪寒冷地である北海道においては、やはり守るべき最低ルールを示しているに過ぎないとの認識を持つ必要があります。例えば、

在来構法の所要壁率は、屋根上積雪を「重い屋根(軒の出を考慮して117kg/m<sup>2</sup>)」と見なして算出した値となっています。2004年の新潟県中越地震(本震はM6.8, 新潟県中越地方で最大震度7, 震度6弱以上の余震を4回観測)において、地震時に倒壊を逃れても、積雪時の住宅の損傷が多く犠牲者を出したことに鑑みて、北海道を含む積雪地域の構造技術者は、地域の実状に応じた検証を心がけるべきです。また、道内ではコンクリートブロックやセラミックブロックが外装材として活用されています。これらは地場資源を用いての地域生産が可能で、耐久性も非常に優れていることから今後も積極的な活用が望まれますが、比較的重量が大きいため、留め付けの施工不備に対する配慮はもちろんのこと、壁の重量が、所要壁率算定時の壁の重量60kg/m<sup>2</sup>(床面積)を上回ることに對する配慮・検証が必要となります(写真6, 7参照)。

■北海道の木造住宅の耐震診断と耐震改修のために  
木造住宅が実状に応じた耐震性能を有しているか否



(a) 施工不備

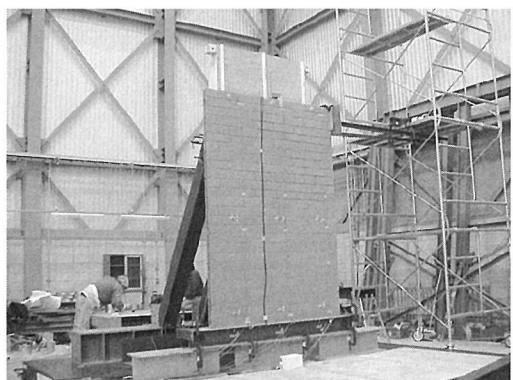


(b) 加震後：施工不備の無い箇所は健全

写真6 施工不備のあるコンクリートブロック外装材の加震実験結果の一例



(a) 木造躯体への留め付け状況



(b) 加震状況：施工不備が無ければ健全

写真7 セラミックブロックの加震実験風景

かを検証するためのツールとして活用できるものに、国土交通省監修の「木造住宅の耐震診断と補強方法（発行：（財）日本建築防災協会）」（以下、「改訂診断法」と略記）や、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」（以下、「品確法」と略記）があります。これらには、雑壁を考慮した壁量や耐力壁間の距離の規定、床倍率や接合部倍率の規定などが盛り込まれています。いずれも基準法に入れて良かった項目であるとの見解を持っている木質構造の研究者は多いのですが、「基準法は最低基準を示す」との立場から、優先度が高く、効果の大きい項目が基準法に追加され、構造計算に基づく性能設計手法を改訂診断法や品確法に盛り込むとの流れになりました。

北海道の木造住宅は、通気層構法や、断熱改修を兼ねた耐震化構法など、積雪寒冷地に適した構法によって改修されることが求められます。外装材を含む壁の構成・分類や、屋根上積雪荷重の分布などの地域要件は改訂診断法などに示されている標準仕様にありません。独自の構法変遷を歩んできた道内の木造住宅の特徴を踏まえた合理的な耐震性能評価法・補強法を整理・検証するために、北海道立北方建築総合研究所が主幹、国立大学法人北海道大学・北海道立林産試験場が共同研究機関、国立大学法人室蘭工業大学・北海道工業大学・武蔵工業大学・（社）日本建築防災協会・NPO法人住宅外装テクニカルセンターが協力機関となり、平成18年度から平成20年度にかけて「北海道の木造住宅の耐震改修促進を目的とした耐震診断・補強効果評価法に関する研究」が始まっています（写真8参照）。

また、また、十分な耐力を確保できる構造仕様としても、住宅構造部材に生物劣化が生じると、新築時に

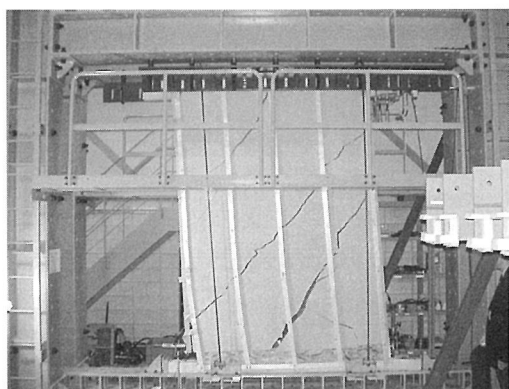


写真8 耐震改修構法の効果の検証  
（北方建築総合研究所・室蘭工業大学・NPO法人住宅外装テクニカルセンター共同開発）

確保した耐震安全性が著しく低下することは明白です。品確法では、木造住宅の維持管理への配慮や生物劣化の軽減が住宅性能評価の重要な項目として盛り込まれ、「既存住宅を対象とした住宅性能表示制度」においても、生物劣化に関する検査項目が加えられるなど、生物劣化の適切な診断と処置の重要性が高まっています。しかしながら、現状の生物劣化の検査・診断は、目視等の主観的評価に依存する部分が大きく、腐朽劣化が発生した場合の改修処置を適切に判断できる、客観的、かつ、信頼性の高い評価手法の開発が求められています。既存木造住宅の長寿命化・構造安全性の確保を図るために、目視以外の客観的で信頼性の高い生物劣化診断技術を開発すると共に、生物劣化を受けた既存住宅に残存する構造性能の推定手法を開発し、生物劣化の状況に応じた処置法を整理・提案するために、北海道立林産試験場が主幹、北海道立北方建築総合研究所と国立大学法人北海道大学が共同研究機関となり、平成17年度から平成19年度にかけてのプロジェクト「既存木造住宅の生物劣化診断手法の開発」が進行しています（写真9参照）。



(a) 腐朽促進実験 (b) 腐朽時の耐力評価  
写真9 生物劣化診断手法の開発

#### 植松武是（うえまつたけよし）氏の略歴

1996年3月北海道大学大学院工学研究科建築工学専攻博士後期課程修了、同年8月道立寒地住宅都市研究所（現在の道立北方建築総合研究所）入所、建築構法、損傷制御設計、耐震性能評価、環境振動等に関する研究に従事。1994年「差分法によるフラットプレートの長期たわみ解析とその適合性」に関する論文で「平成6年度コンクリート工学講演会優秀講演賞」受賞、工学博士

本稿は平成18年4月25日、当協会と社団法人日本木材加工技術協会北海道支部が共同で開催した講演会での講演を著者にとりまとめたものです。