

## 積雪地域の木造住宅における

### 外張り断熱耐力壁の耐震補強効果に関する研究

渡部大地, 千葉隆弘, 苫米地司 (北海道工業大学),  
植松武是 (北海道立総合研究機構北方建築総合研究所)

#### 1. はじめに

木造住宅の断熱性能の確保・向上を図る手段の一つに、外壁の外側へ断熱材を施工する外張り断熱工法（付加断熱を含む）がある。図1に示すように、発泡系断熱材を、通気（縦）胴縁を介して外張り断熱用の高耐力ファスナーで躯体へ留め付ける工法である。筆者らは、発泡系断熱材が構造用面材の面外変形を拘束し、釘の引き抜けや頭抜けを防ぐことにより、壁体の構造耐力が格段に向上することを実験的に明らかにした<sup>1)</sup>。

本研究では、このような耐力発現機構に基づき構造耐力の向上を図る外張り断熱壁（付加断熱を含む）を「外張り断熱耐力壁」と呼ぶこととし、同壁構法を耐震改修時に適用した際の住宅の耐震性能へ及ぼす影響を定量的に把握することを目的に、築16年～築54年の在来軸組工法の既存住宅を対象として耐震診断を行った。

#### 2. 診断の対象とした住宅の仕様

耐震診断の対象とした住宅における耐力壁の仕様を図2に示す。対象とした住宅は27棟であり、建設地は、北海道、東北、京都などである。築年数は16年～54年であり、不明な住宅が3棟あった。設計用積雪深は建設地の行政指導値に従い設定した。屋根葺材をみると、90%の住宅において鉄板葺が用いられており、本州における一部の住宅は瓦葺屋根であった。改修前の仕様においては、筋かいには、2つ割り、3つ割り、15mm程度のものが使用されており、筋かいの無い住宅も存在した。柱頭・柱脚の接合部は、金物の取り付けが義務化された2000年以前に全ての住宅が建築されており、その仕様は、かすがい+釘留め程度であった。外壁の仕上げは、85%の住宅において、ラスモルタルもしくはサイディングが用いられており、しっくいやALC板のケースもあった。外壁下地は、シーリングボード、木ずり、杉板張りが多く用いられており、外壁下地の無い住宅もあった。内壁は、石膏ボードが中心であった。これらの住宅では、耐震改修が行われており、改修後の仕様をみると、筋かいには、90%の住宅で2つ割り、3つ割りのものが使用されており、筋かいの無い住宅が10%存在した。柱脚・柱頭の接合部は、建設省告示1460号に適合した金物が用いられていた。外壁の仕上げは、80%の住宅においてサイディングが多く用いられており、ガルバリウム鋼板やモルタル塗り壁のケースもあった。外壁下地は構造用合板9mmやOSB9mmを用いている住宅が85%を占めており、木ずりやラスモルタルを用いている住宅もあった。内壁は、石膏ボードが中心であった。

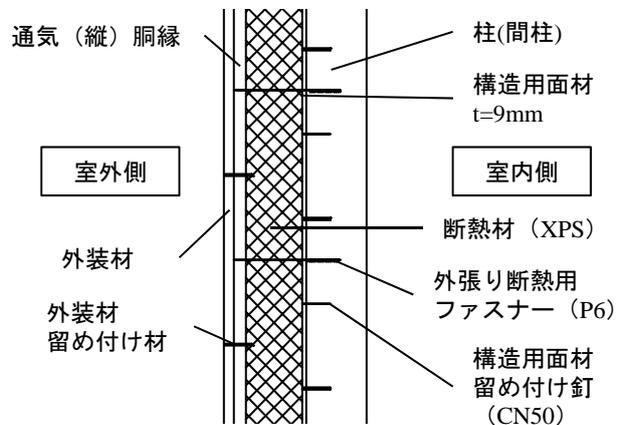


図1 外張り断熱工法の概要

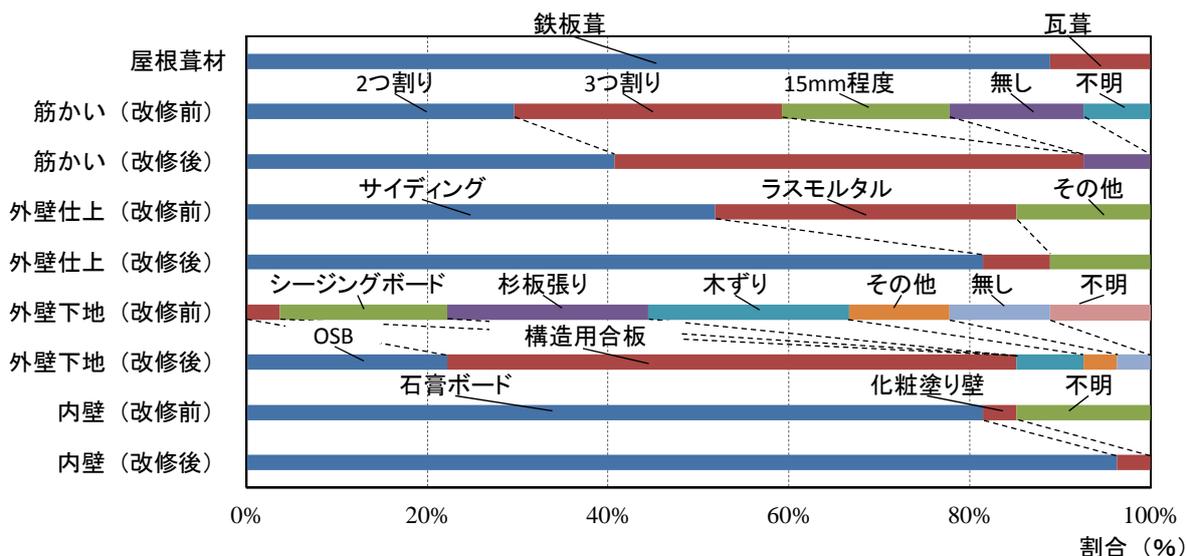


図2 耐震診断を行った住宅の仕様

### 3. 診断方法

本研究では、改修前、改修後および外張り断熱耐力壁で改修した場合を対象に、耐震診断を行った。診断の種類は一般診断<sup>2)</sup>とし、必要耐力の算定は、床面積当たりの必要耐力表から求めた。外張り断熱耐力壁については、既往の実験<sup>1)</sup>から得られた壁強さ倍率の平均値 9.52kN/m を用い、各階における外周部の耐力壁（開口部以外）に適用させた。木造住宅における耐力壁は、柱頭・柱脚の接合部の仕様で発揮される構造性能に違いが生じる。このため、一般診断では、表1に示す接合部の仕様に応じて評点に変化する。本研究では、外張り断熱耐力壁で改修した場合に、表に示すそれぞれの接合部を想定した診断を行い、接合部の仕様と評点との関係を検討した。なお、改修前後における接合部の仕様においても表1に従った。耐震診断の評点は、各階におけるX、Y方向の最小値を対象とした。

### 4. 耐震診断結果

築年数と改修前の評点との関係を図3に、築年数と改修後の評点との関係を図4に示す。図のように、改修前では築20~30年の

住宅でばらつきがあるものの、築年数の増加に伴い概ね評点が増加する関係がみられる。また、築年数にかかわらず評点1.0を上回る住宅はなく、評点0.7を下回った住宅は全体の84%を占める。これは、本研究で対象とした全ての住宅が、金物取り付けが義務化される以前に建築されたため、柱頭・柱脚部が低強度となり、評点が小さく評価されたためである。改修後をみる

表1 接合部仕様別の金物

仕様	使用している金物
仕様I	建設省告示1460号に適合する仕様
仕様II	羽子板ボルト、山形プレートVP、かど金物CP-L、込み柱
仕様IV	ほぞ差し、釘打ち、かすがい等

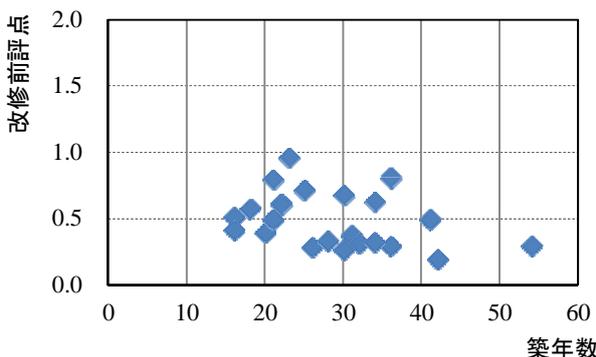


図3 築年数と改修前の耐震診断評点との関係

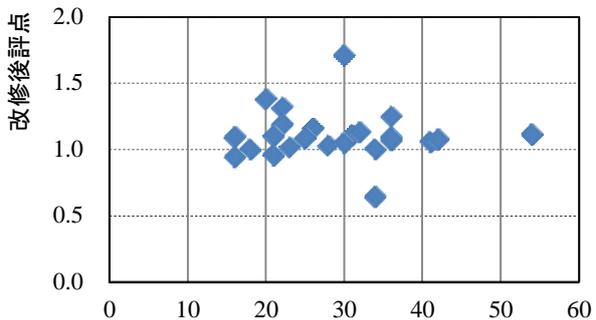


図4 築年数と改修後の耐震診断評点との関係

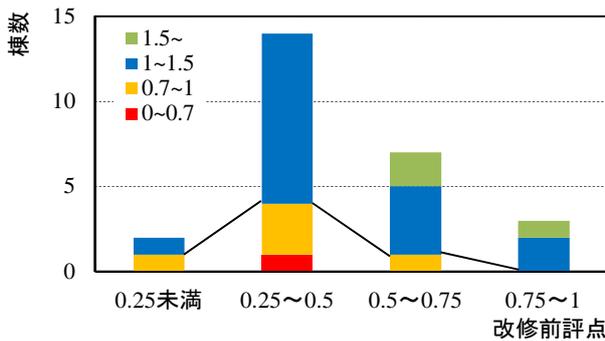


図5 改修前評点と改修後評点との関係

と、築年数にかかわらず概ね評点 1.1 前後であり、築年数の増加による評点の変化は見られなかった。評点 1.5 を上回る住宅は 1 棟であり、評点 1.0 を下回った住宅は全体の 18% を占めている。

次に、改修前の評点別に示した改修後の評点を図 5 に示す。図のように、改修後の評点をみると 1.0 以上の住宅が 85% を占めているものの、改修前の評点が 0.25~0.5 の場合に 1.0 未満となるケースがあり、改修しても評点 0.7 未満になるケースも存在した。次に、改修前の評点別に示した各接合部における外張り断熱耐力壁を適用した場合の評点を図 6 に示す。接合部仕様Ⅳの場合をみると、外張り断熱耐力壁を適用した場合においても評点 1.0 を上回る住宅は 3 棟ほどであり、大半の住宅で評点 1.0 未満となる。改修前の評点が 0.5 以下の場合では、外張り断熱耐力壁を適用しても約半数が評点 0.7 を下回っており、耐震補強の効果がみられない状況である。これに対し、接合部仕様Ⅱの場合をみると、改修前の評点が 0.75 以下の場合においても、外張り断熱耐力壁を適用すると評点が 1.0 を上回る住宅が増加し、改修前の評点が 0.25 以下の場合においても評点 1.0 以上になるケースも確認できる。接合部仕様Ⅰにおいては、評点 1.0 を上回る住宅が全体の 97% を占め、評点 1.5 以上に達する住宅も増加している。

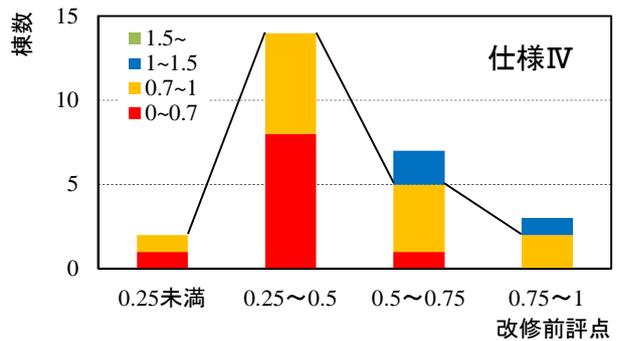


図6 改修前評点と外張り断熱評点との関係

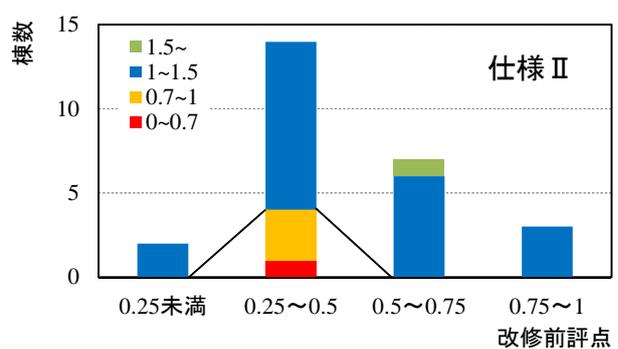


図6 改修前評点と外張り断熱評点との関係

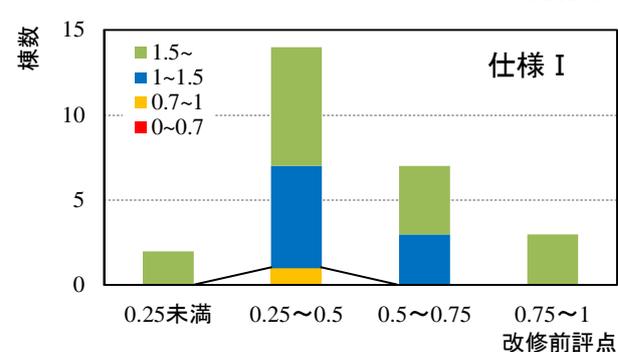


図6 改修前評点と外張り断熱評点との関係

改修後の評点と各接合部における外張り断熱耐力壁を適用した場合の評点の関係を図 7 に示す。接合部仕様Ⅳの場合をみると、89%の住宅において外張り断熱耐力壁を適用した場合の評点が、改修後の評点を下回っており、現況の耐震改修に比べ耐震補強の効果が得られないことがわかる。これに対し、接合部仕様Ⅱの場合をみると、改修後の評点とほぼ同等の評点となっており、現況の耐震改修とほぼ同等の耐震補強の効果が得られることがわかる。接合部仕様Ⅰの場合では、全住宅で改修後の評点を上回っていることから、現況の耐震改修より高い耐震補強の効果が得られることがわかる。

積雪深と外張り断熱耐力壁の各接合部仕様において耐震診断評点が 1.0 を超える棟数との関係を図 8 に示す。接合部仕様Ⅳの場合を見ると、積雪がない場合においては 12 棟の住宅で評点 1.0 を上回っているものの、積雪深が 1.25m を超えるとすべての住宅において評点 1 未満となっ

ている。接合部仕様Ⅱの場合を見ると、積雪がない場合においては、22棟の住宅で評点1.0を上回っており、積雪深が2mの場合でも、10棟の住宅で評点1.0を上回っている。接合部仕様Ⅰの場合を見ると、積雪がない場合には26棟の住宅で評点1を上回っており、積雪深が、2mの場合においても、20棟の住宅において評点1を上回っている。これらのことから、接合部仕様Ⅳの場合には、設計用積雪深以下の場合においても、雪荷重に応じた耐震性の確保が困難であるが、接合部仕様Ⅱの金物を設けることにより、雪荷重に応じた耐震性能を確保できることがわかる。接合部仕様Ⅰの金物を設けた場合には、設計用積雪深以上の雪荷重においても、耐震性能を確保できることがわかる。

このような結果をみると、外張り断熱耐力壁で改修した場合においても、耐震診断の評点は、柱頭・柱脚の接合部の仕様に大きく依存し、耐力壁の改修に加えて金物による補強を行い、耐力壁が有している構造性能を発揮させる必要がある。接合部は、仕様Ⅰとすることが望ましいものの、羽子板ボルト、山形プレート、コーナプレート等の仕様Ⅱにおいても評点1.0を上回る住宅が多いことが明らかとなった。

### 5. まとめ

本研究では、外張り断熱耐力壁による住宅の耐震補強効果を定量的に把握することを目的に、築16年~築54年の在来軸組構法の既存住宅を対象として耐震診断を行った。その結果、本研究で対象とした既存木造住宅では、築20~30年の住宅においてばらつきがあるものの、年数の増加に伴い改修前の評点が減少する傾向を示した。外張り断熱耐力壁により断熱・耐震改修を行った場合は、耐震診断の評点が接合部の仕様に大きく依存するため、仕様Ⅰとすることが望ましいものの、羽子板ボルト、山形プレート、コーナプレート等の仕様Ⅱによる接合部の補強を行うことで耐震性能を確保できることが明らかとなった。

#### 【参考文献】

- 1) 植松武是, 平川秀樹, 千葉隆弘, 他6名: 高耐力ファスナーによる外張断熱構法の面材耐力壁の構造耐力へ及ぼす影響, 日本建築学会学北海道支部研究報告集(82), pp.173-176, 2009.7
- 2) 財団法人日本建築防災協会編: 木造住宅の耐震診断と補強方法, 2004.8

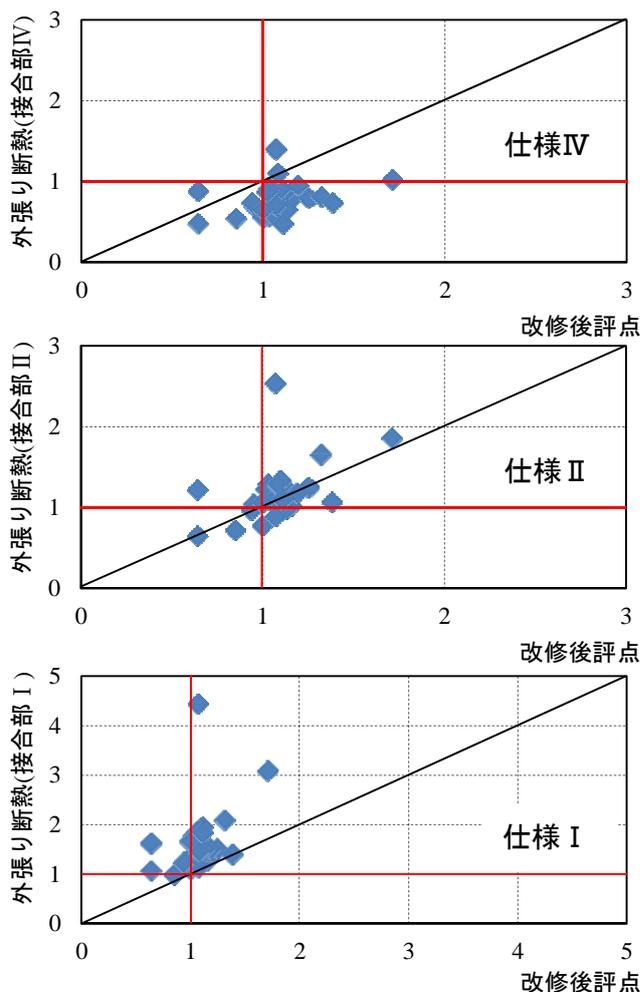


図7 改修後評点と外張り断熱評点との関係

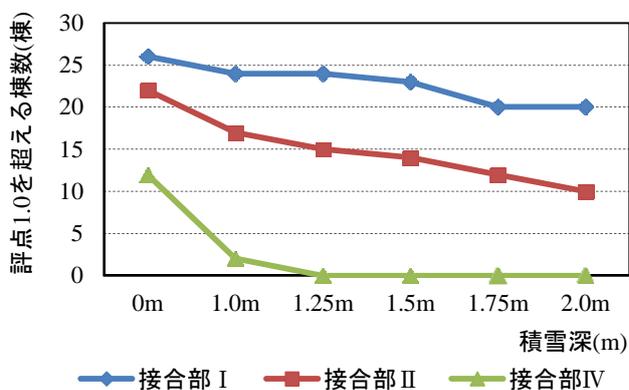


図8 積雪深と評点1を超える棟数との関係