

# 外張断熱工法用外装下地の構造設計規準(案)

2009年3月

社団法人 北海道建築技術協会

# 外張断熱工法用外装下地の構造設計規準(案)

## 目 次

	頁
第 1 条 適用範囲	3
第 2 条 外装材仕上げ材を含む自重・地震力・風圧力に対する検討	4
第 3 条 躯体の変形追従性に対する検討	7

# 発泡プラスチック外張断熱協会 外張断熱工法用外装下地の構造設計規準(案)

## 第1条 適用範囲

1. 本規準は、木造の建築物又は木造とその他の構造とを併用する建築物における外張断熱工法用外装下地の地震・強風時の脱落防止設計に適用する。
2. 本規準は、外張断熱工法において、外装仕上げ材の下地を構成する縦胴縁材を、所要の性能を有するファスナーによって軸組材へ固定する工法を対象としている。

本規準は、次の条で構成されている。

第1条 適用範囲

第2条 外装仕上げ材を含む自重・地震力・風圧力に対する検討

第3条 躯体の変形追従性に対する検討

第1条では、本規準の適用範囲を示している。

第2条では、自重及び外力に対する設計方法を示している。

第3条では、地震時に躯体に生じる変形に対する設計方法を示している。

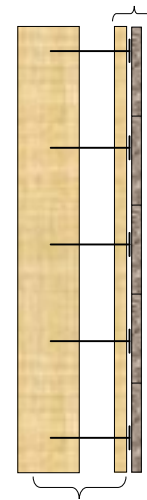
なお、本規準に基づく設計例を「外張断熱工法用外装下地の構造設計例」として、別途添付している。

本規準で対象としている外張断熱工法は、躯体軸組材の屋外側にプラスチック系断熱材を施工し、縦胴縁材と留め付け用ファスナーにより躯体に留め付ける工法である。ここでは、外装材を支持するための縦胴縁材と留め付け用ファスナーを「外張断熱工法用外装下地」と呼ぶ(写真1.1、図1.1参照)。なお、外装仕上げ材を胴縁へ固定する留め付け方法については、本規準では取り扱っていない。

外装下地と外装材の留め付け工法は本規準では扱わない。



写真 1.1 標準的な外張断熱工法



外張断熱工法用外装下地  
図 1.1 外張断熱工法と本規準の対象

本規準は、木造軸組工法（在来工法住宅）、枠組壁工法（ツーバイフォー住宅）、プレハブ工法（工業化住宅）などの地階を除く階数が3以下の建築物に適用する。具体的には、建築基準法第6条第1項第4号に掲げられている小規模木造住宅（4号建築物）と、同2号に分類される木造3階建て住宅（2号建築物）に適用できる。また、2階及び3階が木造である3階建て混構造の建築物に適用することも可能である。なお、3階建て混構造の1階は、建築基準法あるいは(社)日本建築学会、(社)北海道建築技術協会などの学術・技術団体の知見などに基づく適切な構造的検討が行われていれば、組積造、補強コンクリートブロック造、鉄筋コンクリート造、鉄筋コンクリート組積造（旧型枠コンクリートブロック造を含む）、鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造などの構造とできる。

いずれの構造形式・規模の建築物においても、想定した地震力及び風圧力などに対して、所要の構造耐力・変形性能が構造躯体に確保されている必要がある。これまで、建築基準法を遵守している建築物において、施工不良の場合を除き、外装材の地震時の剥落や垂れ下がりなどの外張断熱工法用外装下地に関する大きな苦情・事故は生じていない<sup>1)</sup>。

なお、過度な変形が構造躯体に生じる可能性がある場合には、実状に応じて外張断熱工法用外装下地の構造強度と変形追従性を検討しなければならないが、その場合も本規準で示す設計方法を参考にすることができる。

地震力、風圧力、及び外装材と断熱材の自重に対する外装下地の構造性能は、構造躯体の材料、縦胴縁材の材料、縦胴縁材留め付け用のファスナー、ファスナーの留め付け深さや間隔によって制御する。

本規準では、躯体軸組材と縦胴縁材は、建材として用いられている一般の木質材料を対象としているが、縦胴縁材留め付け用のファスナーについては、現在、ファスナーの仕様と構造性能に関する標準規格が無いため、本規準に準じた配慮が必要となる。

## 第2条 外装仕上げ材を含む自重、地震力、風圧力に対する検討

外装仕上げ材重量を支持している状態において、以下の検討を行う。

1. 外装仕上げ材の自重により、外装材の美観を損なう垂れ下がり変形が生じないこと。
2. 地震力に対して、外断熱用外装下地に鉛直方向0.5G、水平方向1.0Gの加速度が作用しても外装下地の脱落がないこと。
3. 建築基準法に定める風圧力に対して、外装下地の脱落や外装材の美観を損なう変形が生じないこと。

一般に外張断熱工法は、外装材の下地となる通気胴縁を、躯体から断熱材の厚さ分だけ持ち出す構造形式となることから、住宅の高断熱化による断熱厚さの増加に伴い、長期荷重（自重など）に対しては外装材の垂れ下がりの発生、短期荷重（地震荷重、風荷重）に対しては外張断熱工法用外装下地の留め付け耐力の低下や脱落の可能性が懸念される。

常時荷重として作用する断熱材及び外装仕上げ材重量によって生じる外張断熱工法用外装下地の垂れ下がり量は、外装仕上げ材の美観などの性能を損ねない範囲となるように配慮しなければならないが、外装仕上げ材の種類は、窯業系外装材、金属系外装材、湿式系外装材など多岐に亘り、それぞれにおいて多様な張り方があるため、全ての外装仕上げ材の美観を確保できる外張断熱工法用外装下地の変形量を設定するための技術資料は整備されていない。また、外張断熱工法用外装下地のクリープなどの長期変形に関する実験資料は皆無であり、ユーザーへの性能説明に対応できるデータの蓄積が望まれる。これまでの関連調査では、外張断熱厚さ25～100mmとして慣習的な留め付け間隔で外張断熱施工

された外壁において、施工不良の場合等を除き、仕上げ外装材の自重に起因する垂れ下がりに関する苦情・事故の報告は、今現在見あたらない<sup>1)</sup>。

既往の実験結果<sup>2)</sup>によると、慣習的な留め付け間隔で施工された外張断熱厚さ 50mm の外張断熱工法用外装下地の強度は、外装材の自重に対して十分な安全率を有していることが確認できている。また、外張断熱工法用外装下地に作用する地震力あるいは風圧力は、外装仕上げ材自重による常時荷重を上回っている。従って、本規準では、この規準による地震力及び風圧力に対する適切な検討が行われれば、外装仕上げ材の重量による外張断熱工法用外装下地材に外装材の美観を損ねる大きな変形は生じないものとする。

地震力に対しては、鉛直方向と水平方向のそれぞれについて、また、水平方向においては、面内方向と面外方向のそれぞれについて検討する必要がある。本規準では、既往の設計指針類を参照し<sup>4)5)</sup>、検討を簡便にするため、地震時に外張断熱工法用外装下地の鉛直方向へ作用する加速度を 0.5G(4.9 m/sec<sup>2</sup>)、水平方向へ作用する加速度を 1.0G(9.8m/sec<sup>2</sup>)としている。

一般的な外装仕上げ材の自重と地震荷重の目安を表 2.1 に掲げる。また、高耐力ファスナーを使用した外張断熱厚さが 50mm の外張断熱工法用外装下地について、既往の実験<sup>2)</sup>で得られている荷重 - 変位曲線を図 2.1 に示す。

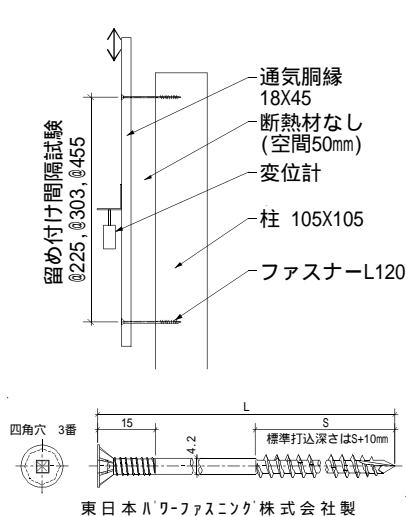
これら資料に基づき、地震時に 380N/m<sup>2</sup>の鉛直方向の負荷がファスナーに生じる窯業系外装サイディングを使用する場合を考える。柱・間柱間隔を@455、縦胴縁を柱・間柱へ留め付けるファスナーの間隔を慣習的な寸法である 455mm とした場合、外壁 1 m<sup>2</sup>当たりのファスナーの留め付け本数は、(1000/455) × (1000/455) 4.8 本となる。従って、ファスナー 1 本が負担する荷重は 380N/m<sup>2</sup> / 4.8 本 79.2 N/m<sup>2</sup>/本となり、実験結果と照合すると、鉛直方向へ 1mm 程度の変形が生じることになるが、支持力を失うまでには至らないのは明白である。外装材の脱落に関しては、外張断熱工法用外装下地だけでなく、外装材の下地（縦胴縁など）への留め付け方法が大きく関係することから、この場合、外張断熱工法用外装下地に 1mm の変形量が生じても、外張断熱工法用外装下地に留め付けてある外装仕上げ材に脱落の危険性の無いことが確認されている必要がある。

表2.1 外装仕上げ材の種類と地震時に作用する荷重の目安 (単位：N/m<sup>2</sup>、( )内はkg/m<sup>2</sup>)

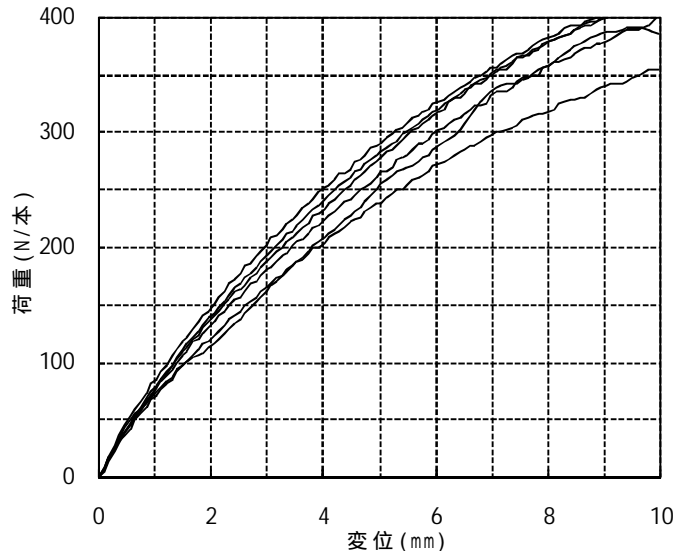
外装材種類	外装材等の自重 <sup>1)</sup>	地震時に作用する荷重			
		鉛直方向		水平方向	
		加速度0.5G	外装材等の自重との合計	加速度1.0G	躯体の動的応答を考慮した場合 <sup>2)</sup>
一般的な乾式タイル	480 (48)	240 (24)	720 (72)	480 (48)	770 (77)
モルタル塗り厚30mm	630 (63)	320 (32)	950 (95)	630 (63)	1010 (101)
金属サイディング	90 (9)	50 (5)	140 (14)	90 (9)	150 (15)
窯業サイディング	250 (25)	130 (13)	380 (38)	250 (25)	400 (40)
レンガ積み	143 (143)	720 (72)	2150 (215)	143 (143)	2290 (229)
ブリック積み	213 (213)	1070 (107)	3200 (320)	213 (213)	3410 (341)

[備考]

- 1：参考文献3)参照。断熱材重量(通気胴縁及びファスナー重量含む)は30N/m<sup>2</sup>(3kg/m<sup>2</sup>)(発泡プラスチック系断熱材相当)。
- 2：木造住宅3階建ての3階部分を想定(標準地震層せん断力係数:1.0、地震層せん断力係数の分布係数:1.6)



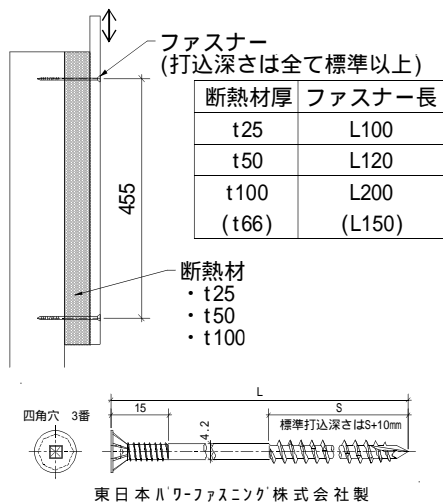
(a) 試験体の概要



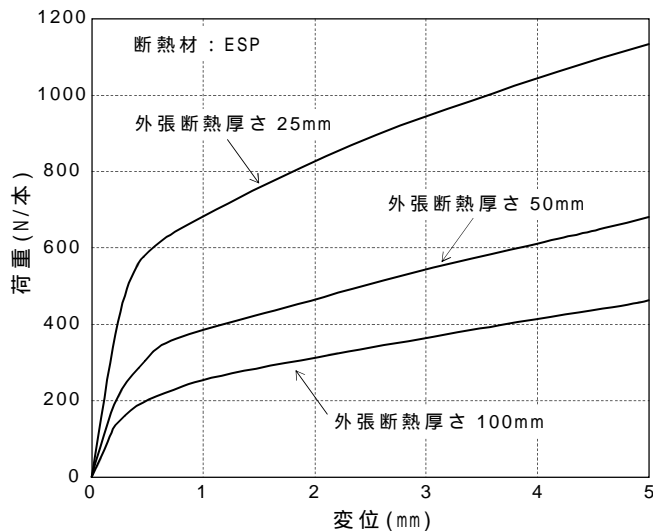
(b) 荷重 - 変位曲線

図 2.1 外張断熱工法用外装下地の荷重 - 変位曲線 (断熱厚さ 50mm の場合)<sup>2)</sup>

図 2.2 は、断熱材 (ビーズ法ポリスチレンフォーム) を躯体と縦胴縁間に充填した試験体の加力実験から得られた荷重 - 変位曲線である<sup>2)</sup>。同図によると、前述と同じ仕様の外張断熱外装仕上げであっても、断熱材などで躯体と縦胴縁間の距離を一定に確保する工夫を施すことで、外張断熱厚さを 100mm としても外張断熱工法用外装下地の鉛直方向の変形量を 0.2mm 以内の微小な範囲にとどめることが可能であることがわかる。



(a) 試験体の概要



(b) 荷重 - 変位曲線

図 2.2 外張断熱工法用外装下地の荷重 - 変位曲線 (断熱厚さ: 25mm、50mm、100mm)<sup>2)</sup>

水平方向に作用する慣性力に関しても、図 2.1 及び図 2.2 などの実性能データに基づき、鉛直方向と同様に検討を進めることができる。表 2.1 によると、水平方向よりも鉛直方向に作用する外力の方が大きな値となっている。また、仮に、木造 3 階建ての 3 階部分を想定すると、建築物固有周期を  $0.3\text{sec.}$ 、(3 階より上の全重量)/(1 階より上の全重量)である  $\beta_3$  を 0.2 として得られる建築物の地震層せん断力係数の分布係数  $A_i$  は 1.6 であり、建築

物の標準地震層せん断力係数を 1.0 とした時の木造 3 階建ての 3 階部分に作用する加速度は 1.6G (15.7m/sec<sup>2</sup>)となる。この時の外張断熱工法用外装下地が負担する水平荷重は表 2.1 の末尾に掲げる値となるが、それらの値は、鉛直方向に作用する荷重とほぼ同程度の値である。これらのことから、外張断熱工法用外装下地の設計においては、外装仕上げ材重量に対する鉛直方向の地震時の変形に対する検討が重要であることがわかる。

なお、0.8G(7.9m/sec<sup>2</sup>)を超える実地震波や模擬地震動による水平加振実験においても、加振後に外張断熱工法用外装下地の支持耐力が低下しないことや、躯体に対する外張断熱工法用外装下地の地震応答倍率は 1.0 程度であることなどが確認されている<sup>6)</sup>。

面外方向に関しては、ファスナーの引き抜き強度が、地震時の水平方向荷重及び負圧となる風荷重を上回っていることを確認できればよい。なお、縦胴縁の変形に関しては、ファスナーの留め付け間隔が 455mm であれば問題のないことを、発泡プラスチック外張断熱協会は確認している。

### 第 3 条 躯体の変形追従性に対する検討

外装仕上げ材重量を支持している状態に対して、以下の検討を行う。

1. 建築物が倒壊しない範囲内の躯体の層間変形角に対し、外装仕上げ材重量の支持力が確保されること。

躯体が変形した際に仕上げ外装材に脱落が生じるか否かは、外張断熱工法用下地の支持耐力だけでなく、仕上げ外装材の固定方法によって大きく異なってくる。したがって本規準では、建築物の安全性能を確保できる範囲内の躯体の層間変形角に対して、外張断熱工法用下地が仕上げ外装材の重量を支持できる性能を確保することの確認を求めることとした。一般に、限界耐力計算における安全限界変位は 1/30、木造在来工法住宅においては、層間変形角が 1/120 に達しても倒壊しないことを義務が付けられている。対象とする建築物の躯体にこれらの設計時に想定している層間変形角が生じても、外張断熱工法用外装下地が脱落しないことを実験などにより確認しなければならない。なお、高耐力ビスを使用して外張断熱 100mm を施した、構造用面材を構造部材とする在来工法住宅の耐力壁の繰り返し加力実験において、層間変形角が 1/30 に達しても、外張断熱工法用外装下地に脱落の生じないことが確認されている<sup>7)</sup>。

#### 【参考文献】

- 1)長谷川寿夫：外張断熱工法住宅外壁の地震被害調査結果報告書、2004.3
- 2)平川秀樹・植松武是・千葉隆弘：外張断熱工法における外装材支持耐力特性に関する研究（その 1）静的加力試験方法の検討と同試験方法に基づく垂れ下がり量の測定、日本建築学会大会（中国）学術講演集、pp.143-144、2008.9
- 3)各外装材メーカーカタログより
- 4)日本建築学会：建築物荷重指針・同解説(2004)、2004.9
- 5)日本建築学会：非構造部材の耐震設計指針・同解説および耐震設計・施工要領、1985.11
- 6)植松武是・平川秀樹・千葉隆弘：外張断熱工法における外装材支持耐力特性に関する研究（その 2）振動台実験による脱落・垂れ下がりの検証、日本建築学会大会（中国）学術講演集、pp.145-146、2008.9
- 7)例えば、北方建築総合研究所：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、北方建築総合研究所年報、2009.3