

高床式の雪国建物の耐震性に関する実態調査

深澤 大輔*

(平成14年10月31日受理)

Actual Condition Survey Regarding the Earthquake Resistance on a High Foundation Style Snowy Country Building

Daisuke FUKAZAWA*

It is only 1 ridge of the house which mark is 1.0 on a high foundation part that tried to determine this time and besides are 0.43~0.77 which became a little bit dangerous or the result with the danger of serious damage. Accordingly, passing expectation it understood this high foundation part have problems very much. It is conceivable as necessity that the performance of the house on a high foundation part is gone improving so that the comprehensive evaluation of "1.0" over is obtained at least in the light of this result from now on.

Key words: snowy country building, high foundation style, earthquake resistance, actual condition

1. はじめに

1.1. 経緯

【第1期：発生⇒物置として利用】基礎を高くし、急勾配屋根として屋根雪を自然落下させる形式は、昭和7(1922)年に新潟県南魚沼郡大和町大崎に出現した。

【第2期：普及⇒布基礎を立ち上げ、その一部を車1台の車庫として利用】昭和40(1965)年頃に長尺カラー鉄板が市販されるようになり、普及し始めた。

【第3期：拡大⇒複数台の車庫として区画を活用】昭和62(1987)年に当時の建設省住宅局によって、積極的な利用をしない高床部分の面積不算入の通達^[1]が発せられるに及び、こぞって県や市町村が克雪住宅の補助金や融資制度を整備する等に伴い、新設住宅の70~80%が高床式で建てられるようになった。

【第4期：変質⇒車数台の車庫用の大空間として整備】このような状況の中で、平成7(1995)年に阪神淡路大震災(M7.2)が発生し、高床式住宅の安全性に関して疑問が唱えられるようになった。しかしながら、マイカーの更なる普及に伴い、そのような警鐘とは裏腹に鉄骨梁を架けて車庫専用大空間とされるようになった。

* 建築学科 教授(Department of Architecture and Engineering, Professor)

【第5期：転換⇒梁下で1.5mを超える建物は構造計算書を添付することが義務化】平成10(1998)年に建築基準法が改正されて、これまでの仕様規定が性能規定に変更され、高床式建物に対する特例基準^[2]が示さるに至り、それを取り巻く状況が一変しつつある。

1.2. 目的と方法

本報では、第4期から第5期にかけて高床式住宅を取り巻く状況について概観し、手元にある高床式住宅の図面を基に、高床部分の簡易耐震診断を行い、今後の高床式住宅の安全性の確保の仕方について考察を行ってみる。尚、雪と地震に強い高床式住宅の設計マニュアル^[3]などがこれまでに雪工学会の委員会活動報告としてまとめられている。

2. 第4期における高床部分の建築的な実態

2.1. 現地観察調査^[3]

平成10年2月21日午前9時55分過ぎに、小千谷市真人地区大平を震源とするM5.0の小千谷地震が発生した。幸い高床式住宅に被害は見られなかったが、これを機会に1階床組を中心に、栃尾市8棟、山古志村10棟、長岡市15棟について、雪と地震対策の観点から点検してみた。車で悠久山断層沿い等の幹線道路を移動し、見つかった高床式住宅をほぼ悉皆調査の形でその高床部分を22軒見せて貰ったところ、殆どの家で欠陥と言うべき問題点が見つかった。

特に自家用車の数が複数台、多い家では4~5台にもなる中で、鉄骨梁を使った大スパンの地階が増えており、木造の土台とRC造の基礎壁の納まりに大きな問題点があることが観察された。尚、新潟県が推奨しているRC造の梁を3.6m程度毎に架け、コーナーに火打ちスラブを打った高床基礎は、調査事例の中には見られなかった。

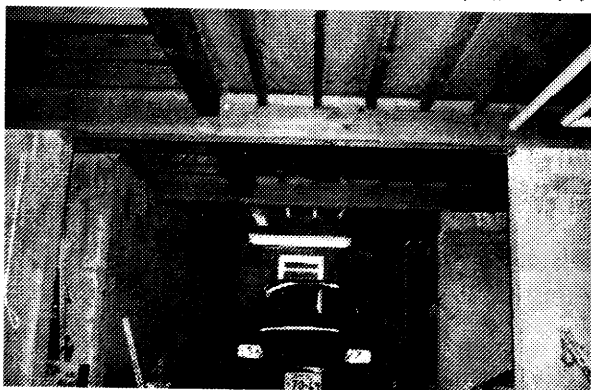


Fig.1 Cloth foundation of RC is cut and the example that is as a garage



Fig.2 Iron frame H style steel beam that supports the garage of a long span

Change of the structure of the house on a high foundation part from 3rd to 4th period

2.2. 高床部分の簡易耐震診断結果

長岡市建築設計共同組合では、高床式住宅の鉄筋コンクリート部分に対して下記のような簡易耐震表を作成している。

Table 1 Simple earthquake resistance diagnosis [3]

部位	項目	諸係数	判定値		
壁	① 壁厚と高さの比	$\frac{h}{t} = \frac{\quad}{\quad}$	18 未満	1.1	<input type="text"/>
			18 ~ 22	1.0	
			22 超	0.9	
壁	② 壁量	X方向・・・ <input type="text"/> cm/m ²	13.5 超	1.2	<input type="text"/>
		Y方向・・・ <input type="text"/> cm/m ²	13.5 ~ 12.0	1.0	
		12.0 ~ 10.5	0.8		
		10.5 ~ 9.0	0.6		
		9.0 未満	適用外		
配置バランス	床版無しの場合		各ゾーンの壁配置	<input type="text"/>	
			良い		1.2
			普通	1.0	
			悪い	0.8	
	床版有りの場合	X方向偏心率・・・ <input type="text"/>	Re (偏心率)	<input type="text"/>	
			Y方向偏心率・・・ <input type="text"/>		
			0.05 未満	1.2	
			0.05 ~ 0.1	1.1	
			0.1 ~ 0.15	1.0	
			0.15 ~ 0.2	0.9	
			0.2 超	0.8	
対隣壁長さ	X方向最大長さ <input type="text"/> m	Y方向最大長さ <input type="text"/> m	3.0 未満	1.1	<input type="text"/>
			3.0 ~ 4.0	1.0	
			4.0 超	0.9	
梁・柱	⑤ 外周開口廻りのフレーム補強	開口最大スパン <input type="text"/> m	有効なRC梁・柱	1.0	<input type="text"/>
		上部の梁部材 <input type="text"/>			
		下部の梁部材 <input type="text"/>	上記以外	0.8	
梁・柱	⑥ 内部主要構面の開口廻りフレーム	開口最大スパン <input type="text"/> m	有効なRC梁・柱	1.0	<input type="text"/>
		上部の梁部材 <input type="text"/>			
		下部の梁部材 <input type="text"/>	上記以外	0.8	
床	⑦ 高床1階部分の床剛性材	床組の仕様 <input type="text"/>	RC床版	1.2	<input type="text"/>
			有効な梁構	1.0	
			木造床組	0.8	
地盤	⑧ 基礎形式	地盤	良い・普通	やや悪い	非常に悪い
		布基礎	1.0	0.9	0.8
		独立基礎	1.0	0.8	0.7

高床部分の評点 ① x ② x ③ x ④ x ⑤ x ⑥ x ⑦ x ⑧ =

この簡易耐震表は、「1」を基準として8項目についてチェックを行い、それぞれの判定値を掛け算して、「1.0以上」であれば安全、「0.7~1.0」の場合はやや危険、「0.7未満」の場合は倒壊または大破壊の危険があると診断するもので、一応の目安として「1.0未満」の評点となった場合には専門家と補強について相談すべきとしている。

尚、壁の③配置バランスについては、Fig. 3の点数に従い、90~100点は良いで「1.2」、80~90点未満は普通で「1.0」、70~80点未満は悪いで「0.8」、70点未満は大変悪いで「0.6」とした。また、⑦の高床1階部分の床剛性材については、鉄筋コンクリートラーメン造でかつ鉄筋コンクリート床板のものと鉄骨ラーメン造で壁の下に小梁が配され土台と緊結されているもの「1.2」、鉄筋コンクリートラーメン造のものと間仕切り壁の下に木造の梁が100%配されているもの「1.0」、鉄筋コンクリート造壁式で80~100%未満が木造の土台又は梁と重なっているもの「0.9」、同じく60~80%未満のもの「0.8」、40~60%未満のもの「0.7」、40%未満のもの「0.6」とした。

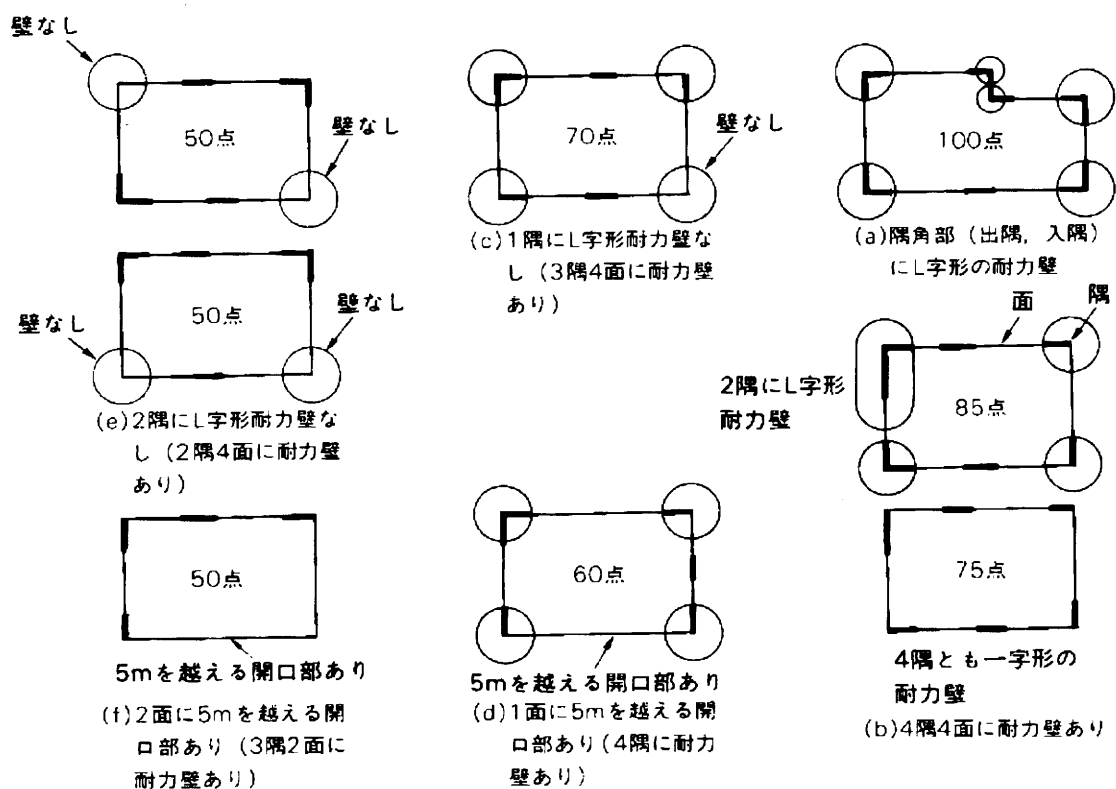
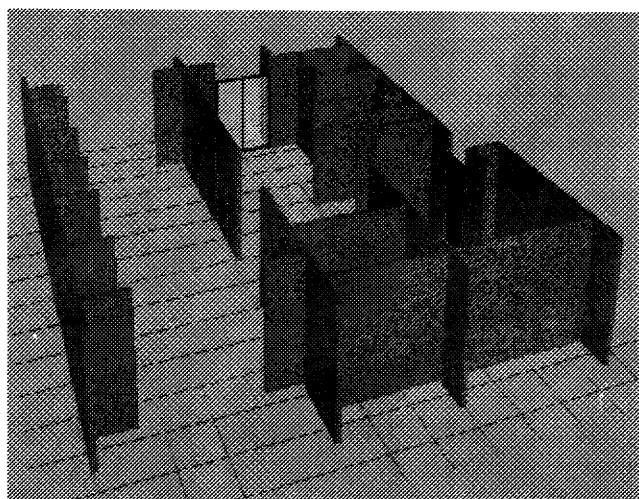


Fig.3 Superiority or inferiority grading of the proof stress wall arrangement [4]

高床式住宅の基礎部分と1階の床組みとの整合性の1例について示すと Fig.4 の如くである。鉄筋コンクリートの壁とその上に載る木造2階建ての床組みとは緊結されている必要があるが、その間にはかなりのズレが認められるなどのため、総合判定は「倒壊又は大破壊の危険あり」という結果となった。



①	$225/12=18.75\text{cm}$	1.0
②	$3144.9/110.7=28.4\text{cm/m}^2$	
	$3317.8/110.7=29.9\text{cm/m}^2$	1.2
③	隅角部にL字形の壁⇒良い	1.2
④	X方向の最大長さ 4.6m	
	Y方向の最大長さ 5.4m	0.9
⑤	外周開口周りフレーム⇒木造梁	0.8
⑥	内部開口周りフレーム⇒木造梁	0.8
⑦	1階部分の床剛性材⇒木造床組	0.7
⑧	地盤⇒深い沖積層⇒非常に悪い	0.8
総合判定: ①②③④⑤⑥⑦⑧=0.46		
⇒倒壊又は大破壊の危険あり		

Fig.4 Example of the survey result (J1)

これと同様にして、手元にある長岡市（N）・小千谷市（O）・十日町市（T）・上越市（J）の高床式住宅の内、典型的なものをピックアップし、現地に出向くなどして実態を確認し診断してみると、Table 2の如くとなった。

Table 2 Look as a result of a simple earthquake resistance diagnosis survey

	A氏(O1)	B氏(J1)	C氏(J2)	D氏(N1)	E氏(O2)	F氏(T1)	G氏(N2)
①壁厚と高さの比	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
②壁量	0.6	1.2	1.2	0.6	1.2	0.6	1.0
③壁の配置バランス	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2
④壁の対隣壁長さ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
⑤外周開口廻りフレーム材	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
⑥内部開口廻りフレーム材	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0
⑦高床RC壁と木土台・梁のずれ	1.0	0.7	0.6	1.0	0.7	1.2	1.0
⑧地盤と基礎形式	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8
高床部分の評点	0.43	0.46	0.49	0.59	0.71	0.77	1.06

8項目の内、評点が総じて低かったものは、②の壁量、⑦の高床1階部分の床剛性材、⑧の地盤であった。壁量が不足してしまう原因は、基礎部分に複数台の車庫を確保するためである。床の剛性が保たれないのは、鉄筋コンクリートの壁や梁があってもそれと木造の土台や梁が混在しており、大きな鉄骨の梁が架けられていてもその端部の固定方法に問題があるためである。地盤は、屋根雪を滑落させる方式が多いため郊外の水田を埋め立てた沖積層に宅地を求める例が多い。このため、軟弱な場所に建つ例があるからである。

Table 2を見ると、今回判定してみた高床部分の評点は「1.0」が1棟のみで、他は「0.43～0.77」で、やや危険ないし大破の危険があるという結果となった。従って、予想通りこの構造形式には大変問題が多いことが判った。今後、この結果を参考にして少なくとも「1.0」以上の総合評価が得られるように高床部分の性能を向上させて行く必要がある。

3. 第5期における県・市町村の規制・誘導策

昭和62年4月1日に建設省住宅局建築指導課長による「高床式住宅に係る床面積の算定方法の特例について」と題する通知^[1]の取り扱いは、平成13年10月1日から「特別豪雪地帯等における高床式住宅の特例基準」^[2]が施行されるのに伴い、廃止された。

その主な改正点は、以下の如くである。

- ①特例を受ける高床式住宅は、1戸建ての住宅にほぼ限定された。
- ②住宅部分のすべてを高床化したものとする。とされた。
- ③床下部分に当該部分を利用するための間仕切壁及び建具を設置していないもの。とされた。
- ④床下部分の構造耐力上主要な部分は、原則として一体の鉄筋コンクリート造、鉄骨造（軽量鉄骨造を除く。）とすると、鉄骨造が付加された。
- ⑤床下部分の高さは梁下2.5m又は知事の定める垂直積雪量以下のものとする。但し、1.5m未満の場合は、階に算入しないとされた。
- ⑥床下部分から直上階に通ずる内階段並びに囲われた外階段、ホームエレベーターの昇降

路・ロビーは、建築物の床面積の算定において除くとされた。

4. 考察

4.1. 高床式住宅の建設の後退

高床式住宅の建設は、十日町市ではそれ程の落ち込みは見られていないが、長岡市・栃尾市においては激減しているとのことである。

その原因は、①上述した特例基準に従う必要が生じたこと、②県の克雪住宅補助金制度が廃止されたこと、③住宅金融公庫の存続が議論されており、建設資金の目途が立ちにくくなったこと、などが挙げられる。

十日町市であまり後退が目立たないのは、長岡に比べて豪雪地帯であることと、阪神淡路大震災以降に建築士会の住宅研究会が高床式住宅の安全設計に関して勉強会を開催し、鉄骨造とするなど、独自の取組みを行っているためと考えられる。

4.2. 高床式住宅における特例的なメリットの喪失

建築基準法の改正に伴い高床式住宅の耐雪と耐震等の性能を構造計算書を添付して証明すべき事となった。このため以下のような動きが表面化している。

①プレハブメーカーの高床式住宅建設からの撤退が顕著化した。②基礎の高さが 1.8m 未満であれば、構造計算書無しに建築確認が取れていたため、2級建築士事務所などの多くが建設を手掛けていたが、それが 1.5m 未満と厳しくなったため、ハイルーフ車用の車庫が事実上造れなくなった。③梁下の高さを 2.5m 未満等と緩和されても、壁と鉄骨梁の取り合わせ方法、基礎とその上の木造住宅の緊結方法等に問題が生じ、キッチンとした構造計画を立て構造計算をして貰うとコスト高となるため施主に敬遠された。

4.3. 高床式住宅における構造計算の義務化

安全性並びに経済性の確保の観点から高床式住宅の建設に当たり建築確認書提出時に構造計算書を添付することが義務化されたことは、一步前進と評価できる。

しかしながら、その問題点を整理すると以下の如くとなる。

- ①建築構造事務所に構造計算書の作成を依頼すると、その手数量は1件当たり10万円未満から30万円と大きな開きが見られる。このことはその構造計算書の内容にはA社・B社・C社・・・毎に技術的な差があることが伺える。また、どの程度の構造計算書を添付すれば受理されるのかについては不明であるが、一連のチェックをしていると認められる計算書を提出すれば、パスしているものと推察される。
- ②最近、コンピュータ構造計算プログラムの開発が進んだため、その操作技術を修得すれば複雑で詳細な構造計算書が簡単に作成できるようになっている。例えば、NGの箇所が発生したら、若干設計変更してOKが出るまで操作を繰り返せば構造計算知識があまり無くても扱えるため、構造計画に基づく合理的な躯体設計をしないでも建物が建ってしまう問題が残ると言える。
- ③構造計算書の添付の義務化は、これまで多くの高床式住宅の建設を行ってきた大工・工務店、確認申請書の代書屋的な建築設計事務所などを事実上排除する結果を導いている。

- ④高床式住宅についての力学的な合理性を追求した構造計画とそれに基づいた躯体設計を行い、その裏付けとなる構造計算書を作成できる構造デザイナーが不足している。
- ⑤高床式住宅は、鉄筋コンクリート造の基礎部分の上に木造2階建ての住宅が載っている混構造の事実上3階建ての建物である。この建物の屋根に雪が載っている時に地震が起きると甚大な被害を被る恐れがあるとの指摘は阪神淡路大震災を契機として講演会や講習会・勉強会などが開催され指摘されているが、現状はそれ程改善されているとは認められない。
- ⑥建築士会・建築事務所協会・建築設計協同組合が、建築設計に携わる技術者やデザイナーを会員とする主要な建築三団体である。これらの団体が協力して高床式住宅に関する構造設計指針とそれに基づく標準的な構造設計書を作成し提示する必要がある。また、一般的な内容についてはマニュアル化し、その建物独自の項目についてのみ計算書として提示すれば良いなど、簡易な形で安全が確保できる体制の整備が必要である。

5. これからの方向

5.1. RC造基礎からの脱却

県では高床の基礎をRC造とし、3.6m 毎に梁を渡し、コーナーには火打ちスラブを打つようにとの設計指針^[3]を示している。このため、最近、鉄筋コンクリート造の壁を頭繋ぎしている例はかなり見られるが、火打ちスラブを打っている例は少ない。

一方、従来の布基礎は室の壁の下に配置されていた。しかしながら、上記の形式では複雑な間取りに対応して組まれている土台と鉄筋コンクリート製の梁とを緊結することは困難である。水平に働く地震力に対抗するために柱の位置にホールダウン金物を取り付けて緊結させ、浮き上がりを防止して安全性を確保しようとしてもこれでは不可能である。最早、RC造基礎からの脱却が必要な時期に来ている。

5.2. 高床部分の複数台の車庫としての利用の容認

面積不算入の条件は、積極的な利用をしないことであったが、最近の実態は複数台の車庫としての利用である。今回の特例基準では、構造計算書を添付すれば床下部分の高さの限度は1.8mを超えても知事が定めた垂直積雪量以下であれば受けられることとなった。

これまで車庫としての利用について特別な規制は設けられていないが、1世帯1台の時代から1人1台の時代に突入する中で、今後その利用がより一層顕著となると推察される。

建築構造上の安全が確保されていれば、布基礎形式から脱却した「大スパン構造でも良い」との道を開くことが、高床式住宅の性能を向上させる上でも必要と考えられる。

5.3. S造基礎の上に木造の土台を緊結

高床の基礎を鉄骨ラーメンとすれば、最大梁行き5間(9.1m)桁行き3間(5.5m)程度の大空間(約50㎡)とすることが可能である。その上の木造住宅の間取りに合わせて大梁と小梁を配置して土台をボルトで緊結する。スパンが1間(1.8m)を超える部分にも鉄骨梁を配し、その上に大引きを載せて、根太が架けられるようにする。水平ブレースは、鉄骨梁に架けるか、従来の如く8畳(13.2㎡)毎の区画のコーナーに火打ちを入れる。鉄筋コンク

リート造の場合に隅の木造通柱の根本にホールダウン金物を使い、上部が基礎から浮き上がるのを防いでいるが、鉄骨ラーメン造とした場合には、木柱の建つ位置毎に鉄骨梁に帯板を溶接し、土台と柱を挟んでボルトで固定し、浮き上がりを防止する。

鉄骨造による単一梁による簡易設計の場合、梁背は柱や壁が載る場合にはスパンの 1/15、特別な荷重が掛からない場合には 1/20 としている。高床部分を複数台の車を入れる大スパン構造とする場合も同様に、上の二階建て木造住宅の柱や壁から集中荷重が掛かる梁は 1/15、床荷重のみの軽微な梁の場合には 1/20 というような簡便な設計マニュアルを示し、2級建築士の有資格者が確認申請できる体制の整備が急務と考えられる。

6. おわりに

今回、新潟県内における幾つかの市町村に建っている高床式住宅の簡易耐震診断を行ってみた。現在、雪のある時に地震が起きたら既に超高齢社会を迎えている豪雪地帯では甚大な被害は免れないが、中でも高床式住宅には予想以上に問題点があることが判明した。

最近、三階建て住宅の建設が盛んであるが、その 70～80%が構造不的確とされている。それは確認申請時には的確なものであっても、施工の段階で不正に変更されるものが多いためである。高床式住宅においても同じような状況となっていないか、今後、その実態を更に沢山調べ、普通の高床式住宅でも安心して住めるものとする必要がある。

本論文は、「超高齢社会に突入した豪雪地域の地震防災まちづくりに関する調査研究」(平成 14 年度科学研究費補助金 基盤研究(C)(1) 代表：北浦勝)の一部である。

謝辞

このような調査研究の機会を与えて戴いた金沢大学大学院自然科学研究科の北浦勝教授をはじめ、貴重な図面と構造計算書の提出をして戴いた高田建築事務所の高田清太郎氏、高床式住宅の構造計算などに貴重なアドバイスをして戴いた内藤構造設計事務所の内藤幹雄氏、新潟県建築士会長岡支部の住宅委員長井戸清一氏、長岡市都市整備部建築住宅課審査係長茨木正春氏、手元にあった上越市・十日町市・小千谷市・長岡市の簡易耐震診断するために現地調査や資料整理をしてくれた新潟工科大学工学部建築学科の深澤研究室所属の卒業研究生白川泰広君に謝意を述べたい。

文献

- [1] 建設省住宅局建築指導課長：高床式住宅に係る床面積の算定方法の特例について(通知)；建設省住指発第 106 号，昭和 62 年 4 月 1 日，建設省住宅局
- [2] 新潟県：新潟県・特別豪雪地帯における高床式住宅の特例基準，平成 13 年 10 月 1 日，新潟県土木部都市局建築住宅課
- [3] 雪国住宅・居住地委員会(委員長：深澤大輔)：雪と地震に強い高床式住宅の設計マニュアルー平成 8・9 年度委員会活動報告書ー；pp.1-67,平成 10 年 3 月
- [4] 杉山英男：デザイナーのための木構造；彰国社, 1980