

第一次日本南極地域観測隊・居住棟の性能試験について

Performance study on a building panel of the prefabricated hut
in Japanese Antarctic Base

木方洋二 (Yoji KIKATA) ・ 佐々木康寿 (Yasutoshi SASAKI)

名古屋大学農学部林産学科

Wood Physics Laboratory and Wood Technology Laboratory,
School of Agriculture, Nagoya University

Abstract

The first Japanese Antarctic Research Expedition build 3 prefabricated huts at Showa Station in January 1957. They were the first prefabricated huts of Japan. One hut was dismantled in January 1981 and brought to Japan. And some tests on the deterioration of building materials were practiced in Department of Architecture, Nihon University and some other places. The results indicated no appreciable deterioration of building materials.

This time, a racking test of a building panel and a discussion on thermal conductivity from dewing point of view are practiced. Test result indicate, the panel has good shear resistance and very good efficiency in reconstruction process. But to prevent of dewing, in or surface of a panel, more effective or thick thermal insulator is recommend for future use.

1. はじめに

第一次日本南極地域観測隊により居住棟が昭和基地に建設されたのは昭和32年1月のことであった。その時3棟建てられたプレハブの居住棟のうち、旧地学棟と称される1棟が昭和56年1月解体され、南極観測船ふじによって日本に持ち帰られた。翌年日本大学理工学部建築学科、平山研究室等で性能変化に関する種々の試験が行われ、結果が報告されている(佐藤ら、1983)。その後第22次越冬隊員であった名古屋大学農学部林学科の末田達彦助手、国立極地研究所吉田栄夫教授の紹介により今回上記性能試験に追加する試験を行うことが出来た。その結果について報告する。

2. 試験項目

以前行われた試験はパネルの曲げ試験、パネルの接着力試験、パネル芯材の強度試験、断熱材の熱伝導率試験と物性測定であった。

この建物は日本における本格的な木質プレファブ構造の魁とも言えるべき建物であって、日本においてプレファブ構法が一般に登場したのは昭和37年のことであった。その後パネル構法に対するJISも整備され新しい試験項目が実施されるようになってきている。すなわち、建築用構成材（木質壁パネル）A6504-1975においては断熱性、しゃ音性、防水性、面内せん断強さ、軸方向圧縮強さ、衝撃強さ、分布圧強さ、防火性試験が、建築用構成材（木質床パネル）A6506-1975では断熱性、しゃ音性、衝撃しゃ断性、耐分布圧性、耐局部荷重曲げ試験が、また建築用構成材（木質屋根パネル）A6509-1975では断熱性、衝撃しゃ断性、防火性、耐分布圧性試験が規定されている。

これらの諸試験項目は日本における居住条件を考え制定されたものであり、今回の試験項目としては必ずしもふさわしいものとは思われない。そこで今回は直接建物強さに関係のあると思われる面内せん断試験を行うこととした。

面内せん断試験に先立ち、傷みの一番ひどかった床パネル1枚を解体し、種々部材の傷み具合を観察した。また傷みの比較的少なかった壁パネル1枚を切断し、内部の部材の変化を観察し、その後断面展示標本として仕上げた。

3. 試験パネル

当時名古屋大学にあったパネルは次の通りである。

壁パネル11枚（W3, 4, 5, 6 ; E3, 5, 6, 7 ; S4, 3, 2）、床パネル9枚（No.なし）、天井パネル9枚（No.上2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14）である。これらテスト用パネルの他に壁パネル8枚（No.N1, 2, 3, 4 ; E1, 2 ; W1, 2）、床パネル4枚（No.なし）、天井パネル4枚（No.上1, 3, 8, 12）計16枚がありこれらパネルは昭和基地の復元モデルとして組み立てられ、船の科学館で行われた宗谷誕生50年展（昭和63年2月～5月）に展示が行われた。展示の終わった後、この復元モデルは名古屋海洋博物館南極観測船ふじ、ポートハウスに保存展示されることとなっている。

今回は上記テスト用パネルの中より壁パネル2枚（No.W5, S3）、床パネル1枚（No.なし）を用いて試験を行った。その他の壁パネル2枚（E4, S1）、床パネル1枚は前回行われた日本大学理工学部での試験に供された。また残り2枚のパネルは極地研究所にサンプルとして残されている。

4. 試験結果ならびに考察

試験結果に対する全体的な所見は、前回昭和57年日本大学理工学部平山研究室で行われた際のもので全く一致しているといつてよい。

(1) 床パネルの状況

かなり傷んでおり特に表面リノリュームの直下に使用されていたスプリント・ボードはほとんど原形を止めていない。当時の越冬隊員に越冬生活の状況をうかがったところ、この建物は使用時に結露がひどく、天井、壁の結露水が床に落ち床の表面は凍りつき、滑り易く、危険でさえあったようである。スプリント・ボードは当時新しく開発の行われ、製品化が始まりつつあったパーティクルボードの範中に入れて良いと思われる製品である。パーティクル・ボードは現在でも他材料にない性能のため床材の一部として多用されている。しかし、現在での使用状況は畳下と称する床の下張り材料であり、水のこぼれる状況の考えられる風呂、洗面所、台所等には使用しないことが建材における常識となってきた。パーティクル・ボードの水による膨潤率は合板に比し、1桁も大きく、膨潤の結果はパーティクル相互の結合力の劣化をもたらす。パーティクル・ボードのこの種の試験結果は現在では数多く報告されており、南極越冬隊居住棟にパーティクル・ボードを床に用いたことには、その耐水性よりみてやはり無理があったという結果を示しているものと思われる。

このように床パネルの傷みがひどかったことは、やはり南極における気象条件が当時予想された以上に厳しかったこと、当時まだパーティクル・ボードの材質に対する知見が不十分であったこと、そして機密性を極限にまで高めたプレハブ住居の居住性、特に壁体における結露対策の知識が不足していたためであろうと思われる。現在の住宅における断熱の傾向としては、アメリカ東部海岸においては普通住宅の枠組み壁構法の枠材が2"×4"のものから2"×6"のものへと変化し、壁が厚くなりつつある。結果として断熱材の厚さは6"となってきた。このようなことは省エネルギーが叫ばれるようになって以来のことであるが、より厳しい気象条件下の南極越冬棟の断熱層が4"であったことはやはり薄すぎたということがいえるものと思われる。

また解体試験において見られた結果によると枠材と合板、合板内部の単板層間の接着は完全な状態を保ち続けており、BS（イギリス規格）NF（フランス規格）による木破率の評価に従うと8以上の値を示している。

傷みの著しかった床材においては合板の一部が破れ腐朽していた。またそれに接着した枠材にも腐朽がみられたが、これはパネルの構造が枠材に対し両面とも合板を太鼓貼りしたものであり、息抜き穴のない構造になっていたため生じたものであると考えられるが、気温の低い南

極の気象条件では壁体内部の水は氷結しており、腐朽は進行せず、日本に持ち帰った後促進された二次的な腐朽であろうと考えられる。このようなパネル構造では一度壁体内に侵入した水分は乾燥することがないと思ってよい。壁体内部への水の侵入は傷穴よりの浸水、結露等原因に色々の場合があったものと思われる。パネルの高温、多湿側にもうけられる湿気バリアーと共に壁体に息抜き穴を設ける必要があるものと思われる。しかしこれらは日本の気象条件での知見に基づく推測であり、南極での条件は不明であることが多い。より快適な生活を保証するために、南極越冬隊居住棟での居住性に関する種々のデーターの調査が必要とされよう。

(2) 断熱条件－結露についての試算

南極越冬棟における生活条件等が不明のため次の条件を想定した計算を行ってみた。

温度	屋外	-20℃
	室内	20℃
湿度	屋外	80%
	室内	70%
合板	厚さ	6 mm
	熱伝導率	0.11 (Kcal/mh℃)
	熱伝導抵抗	0.055 (m ² h℃/Kcal)
	湿気伝導率	0.0015 (g/mhmmHg)
	湿気伝導抵抗	4.0 (m ² hmmHg/g)
	断熱材 (スチロポールP) 厚さ	88mm
	熱伝導率	0.0290 + 0.00015 θ
		(Kcal/mh℃)
		θ : 周囲平均温度

結果は図1に見られる通りであるが、この条件では断熱材中で結露を生ずることになる。断熱材として使用されていたスチロポールPはセル形成をしており、これ自体は湿気を通さないものと思われるが、スチロポールPは壁面等パネル内部には厚さ方向に2層をなしてつめこまれており、また平面的にも1枚ではなく多少なりとも間隙をもってつなげられて押し込められている。これら間隙には何らかの原因ではいりこんだ湿気があり、これが結露を生ずることは十分考えられる状況である。

また室内側壁体表面の温度がもう5度低下しているとするとパネル内壁面にも結露を生ずる。これらの結露は長期に及ぶときには合板の吸湿、吸水能力をこえ水滴化し表面をつたって床に

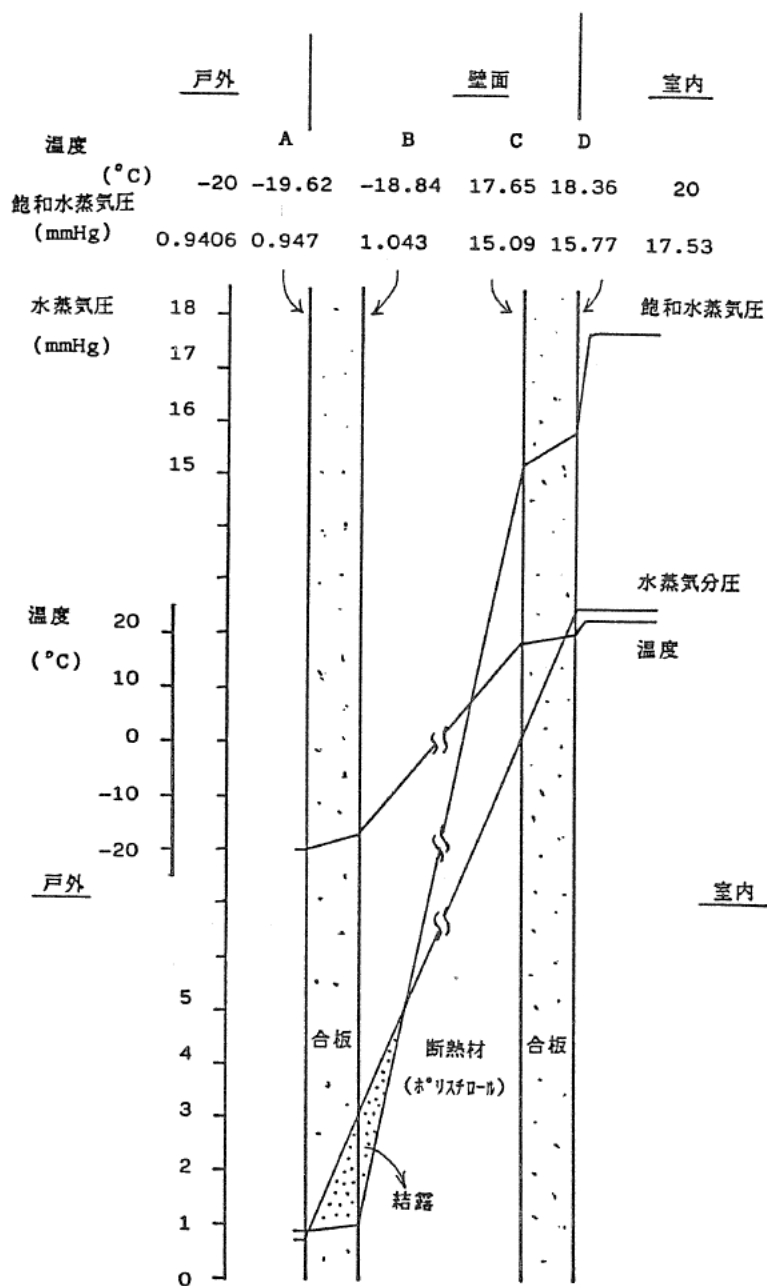


Fig. 1. 断熱条件——結露についての試算

落ちることとなる。当初のパネル仕様によると室内側はビニルペイント3回塗り仕上げであり、さらに湿気のいちぢるしい場合の対策としてアルミ箔を現地で貼布することとなっている。

アルミ箔貼付の跡は見当たらないが、たとえこの様なバリアーが貼付されていたとしてもアルミ箔表面にそのまま結露が生じて水滴が床に落ちていたことが想像されよう。床パネル表面には種々の傷による穴があり水はパネル内部に入る。

前述のように厚い断熱材の使用が検討されるべきであろう。

(3) 面内せん断試験

JIS（日本規格協会、1985）A1414-1973建築用構成材（パネル）およびその構造部分の性能試験方法に準じた面内せん断試験を行った。面内せん断試験は試験体の種類、試験目的に従って6.13.1または6.13.2のいずれかの方法を選ぶことになっている。6.13.1はタイロッドを用いる方法、6.13.2はタイロッドを用いない方法であり、今回の試験は、試験体の状態を考慮に入れて試験装置に固定する方法を検討した結果、6.13.1のタイロッドを用いる方法により行った。

結果は次の図と表に示す。また、通常の家屋の構造計算では、耐力壁のせん断性能は、せん断応力の値よりも壁倍率（杉山、1982）あるいは倍率として表わされるため、これも合わせて記した。

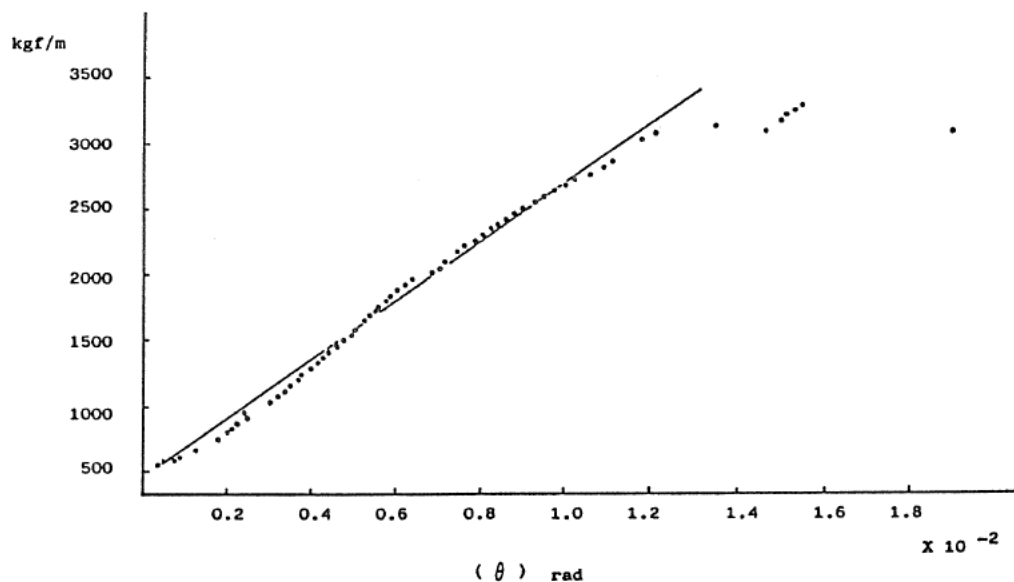


Fig. 2. せん断応力 (kgf / m)、見かけのひずみ (rad) 曲線

Table 1. 面内せん断試験結果

見かけのせん断ひずみ*	1/300 rad	1/120 rad.
面内せん断強さ	708.7 kgf/m	1832.5 kgf/m
壁倍率 **	4.09	10.57
参考：壁倍率		
筋かい入軸組壁	0.30~2.91	
合板貼り軸組壁	0.78~2.72	2.28~7.07
枠組壁構法	0.03~1.52	1.53~4.25

*見かけのせん断ひずみ（壁頂の水平変位を壁高さで割った値）＝せん断変形角（ θ ）

**

見かけのせん断ひずみが1/120rad. に達した時のせん断応力 P/ℓ が130kgf/mのときの倍率を1.0と定める。1/120rad. という大きさは在来構法の木造にとって大修理を必要とする直前の損傷状態にあたる変形とされる。なを今回はこうして求めた値に低減係数3/4を乗じた。

に比べると（竹村、1984）、かなり大きい値を示しており、南極という特殊地域における諸条件を十分考慮に入れた設計がなされていたことがうかがわれる。

5. おわりに

前回、日本大学理工学部・平山研究所で行われた試験に準じ、最小限のパネルを使用した試験をおこなった。すなわち床パネル1枚、壁パネル2枚の試験である。このように限られた試験ですべてを論ずることはできないが、前回の試験結果と合わせてプレハブ・パネル構造による建物としての性能の優秀性は評価できたものと思われる。

一方、試験とは別に一部コーナーを組み立て手順に従って復元したところ、その簡便さと正確な精度は驚くに値するものがあつた。そしてこのコーナーが名古屋港のふじ・海洋博物館間に保存、展示されることになったのは幸である。

試験の結果はそれぞれの章に記述したが、強度性能は十分過ぎるほどであつたが、断熱性能の向上、防湿性能の向上に一工夫必要があり、これらの考察にもとづく材料部材の選定が必要と思われる。

最後にこの試験に協力を賜った丸良安藤株式会社及び名古屋大学農学部林産学科木材物理学教室の4年生諸君に謝意を表すものである。

図2によれば、せん断応力が3000 kgf/m²、変形角が 1.2×10^{-2} radに至るまで、応力とひずみは直線関係を示し、かつ、今回の実験範囲内では試験パネルに明らかな破壊は認められなかった。試験体を何らかの方法で試験装置に緊結することが可能であったなら、せん断応力は更に上昇したであろうと予想される。

また、表に示した壁倍率は、今回の結果では10.57を示している。これは、通常の木造家屋における耐力壁の壁倍率

引用文献

日本規格協会（1985）: JISハンドブッカー建築.

佐藤稔雄他（1983）: 旧地学棟建物の性能変化に関する試験報告. 南極資料、第79号, 55－88.

杉山英男（1982）: デザイナーのための木構造. 彰国社.

竹村富男（1984）: 木質壁体の耐力評価に関する構造力学的研究. 昭和58年度科学研究費補助金（一般研究B）研究成果報告書.

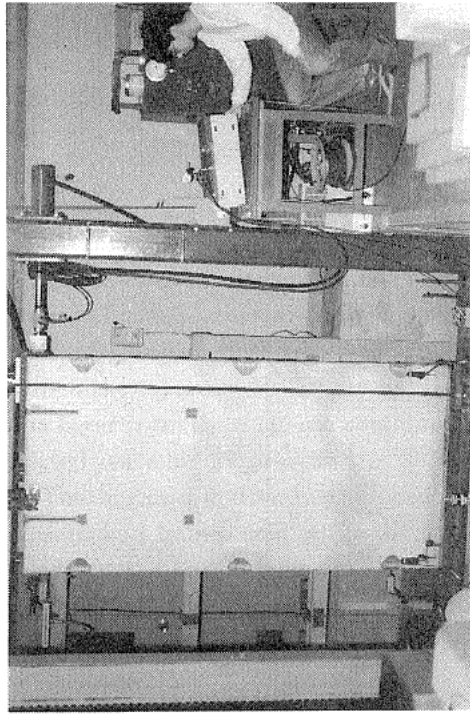


Photo. 1. 面内せん断試験（タイロッドを用いる方法）。

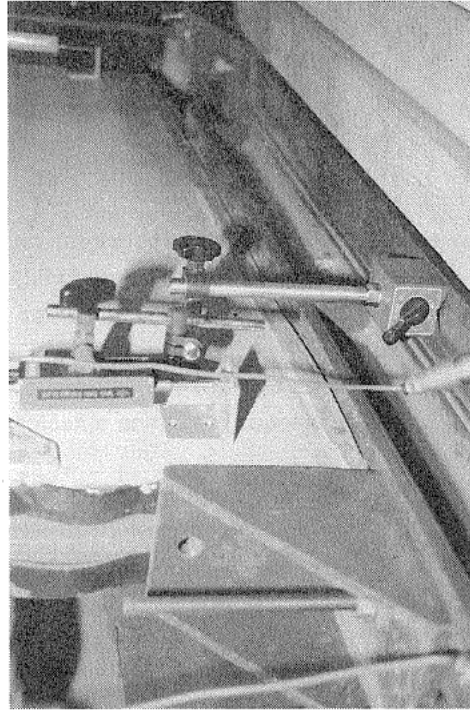


Photo. 2. 面内せん断試験の変位測定。
コーナー部に破壊を生じ、左下部合板が剥離している状況が見られる。

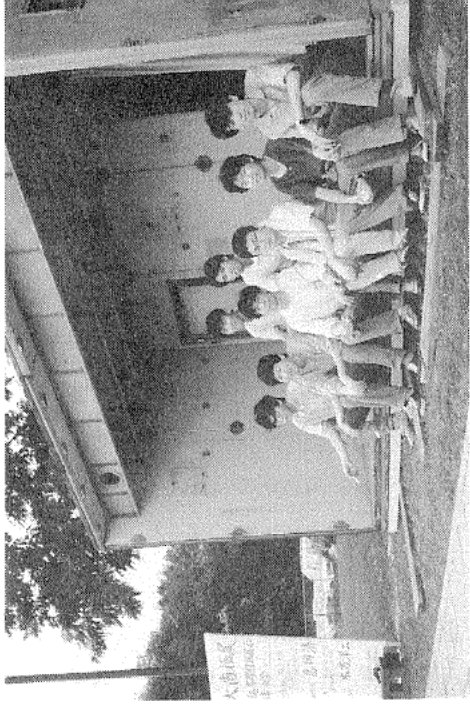


Photo. 3. 南極地域観測隊、越冬居住様の1部復元組み立て展示。

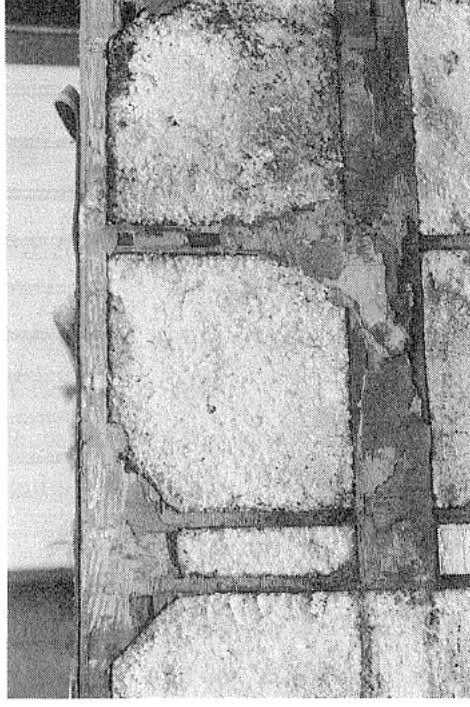


Photo. 4. 床パネルの解体。
枠材と合板および合板内部の接着面は完全に保たれている。