

集中荷重を受けるストレススキンパネルのクリープ性能

瀧野眞二郎*・増田 稔**・冬木 敏夫***

Creep Properties of Stressed-Skin Panels under a Concentrated Load

Shinjiro P. TAKINO*, Minoru MASUDA** and Toshio FUYUKI***

(昭和61年8月4日受理)

1. 緒 言

住宅の床に作用する荷重には、人間の歩行や跳躍等による繰返し荷重や衝撃荷重と、本棚、家具、ピアノ、大型冷蔵庫等による長期継続荷重、およびそれらの移動等による短期継続荷重等が考えられる。繰返し荷重と衝撃荷重については既に報告している¹⁾³⁾。本報ではそれらと同じ置床パネルを用いて長期継続荷重試験(クリープ試験)を行ない、たわみ増加やクリープ破壊現象がどのように生じるか測定を行なったので報告する。なお、上記の置床パネルとしては、合板ならびにパーティクルボードを枠材に接着したストレススキンパネルを用いた。なお、ストレススキンパネルの作製に当りご協力を賜った日本住宅パネル工業協同組合大阪支所に対し心より謝意を表します。

2. 試 験 方 法

2.1 試験体、支持および荷重条件

本研究に用いたパネルは、図1に示す形状の片面張りパネルであり、面材としては1類ラワン合板(9mm厚、5プライ、フェノール樹脂接着剤使用)、耐水性パーティクルボード(12mm厚、3層構造、フェノール樹脂接着剤使用)の2種類を用いた。枠材にはいずれもラワン材を用いた(断面30mm×35mmの縦枠、25mm×35mmの中さん、中さんは縦枠の内側に加工された深さ5mmのほぞ溝に差し込み釘着)。面材と枠材との接合はα-オレフィン系接着剤を使用した。支持条件および荷重点を図1に示す。6点支持はコンクリート造住宅のたたみ下地用置床を参考にした支持条件であり、断面90mm×90mm(木口)、高さ150mmの木材ブロックにより支持されている。荷重は、片側4支持点の中央に80mmφの集中荷重とし、荷重部には金属円筒の角のめり込みを防ぐため試験体との接触部に3mm厚の硬質ゴムを貼った。なお、静的試験は電気油圧サーボ式疲労試験機(森試験機製)を用い、継続荷重試験にはレバータイプ(1:4)の試験装置を製作した(写真1, 2)。

* 木質材料部門 (Research Section of Composite Wood)

** 京都大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kyoto University)

*** 大建工業(株)北陸製造所 (Daiken Trade & Industry Co., Ltd., Hokuriku Manufacturing Div.)

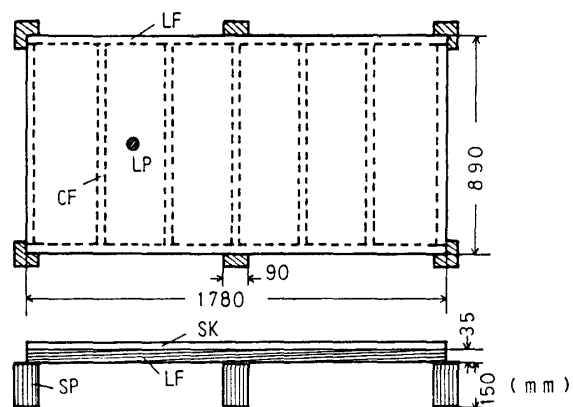


図1 木質ストレススキンパネルの形状および荷重位置

LP : 荷重点 (80 mm ϕ)

SP : 支持用木材ブロック

SK : 面材

LF : 縦枠材 (ラワン, 30 mm $\times$ 35 mm)

CF : 中さん (ラワン, 25 mm $\times$ 35 mm)

枠材と面材は α -オレフィン系接着剤にて接着

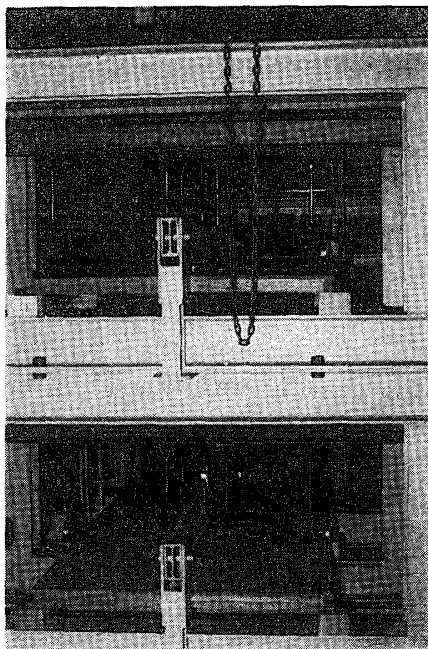


写真1 クリープ試験装置
手前が荷重のてこの支点、スペースの有効利用のため試験装置を上下に2・3段積重ねることができる。

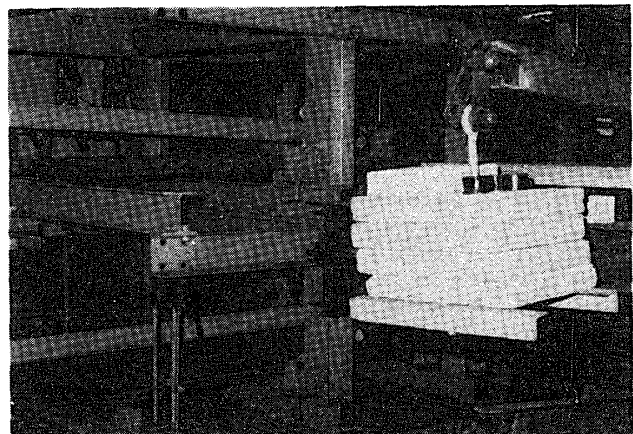


写真2 クリープ試験装置
載荷のためのコンクリートの重り

3. 試験結果および考察

3.1 静的試験

静的試験の終局破壊は、合板パネル、PB パネル (各8体) のいずれにおいても荷重部付近の面材の打抜

けで生じ、合板パネルの耐力は PB パネルのそれより 2 倍近い値である。これは、合板の曲げ強度が一般に PB のほぼ 2 倍近くであることと関連があると考えられる。合板パネルでは、PB パネルの終局耐力より少し高い荷重において中さんと面材との接着はく離が生じるが、はく離による終局耐力への影響はさほど大きくないものと考えられる。合板パネルの終局耐力のばらつき（変動係数）は PB パネルのそれに比して大きい。この原因としては、合板自身に接着不良がまれに認められることと、構成単板の強度にばらつきが存在すること等が考えられる（表 1）。

表 1 ストレススキンパネルの静的試験結果

試験体 面材、試験条件	中央たわみ： δ_c (mm/100 kgf)	曲げ剛性 P/δ_c (kgf/mm)	終局耐力 (kgf)	終局破壊形態と その試験体数比
PB, 常態	5.67(0.05)	17.6	342(0.06)	荷重部打抜け：8/8
合板, 常態	5.95(0.05)*	16.8	651(0.15)*	荷重部打抜け：8/8

* カッコ内は変動係数を表す

3.2 継続荷重試験（クリープ試験）

3.2.1. 試験環境条件

継続荷重試験においては、温・湿度をコントロールせず通常の屋内（木材研究所・繊維板製造試験工場内）環境条件下で行なった。その環境条件における、温度変化は 6.5°C～35°C、湿度は 45%～84% の範囲であり、木材含水率で示すと 8%～17.5% であった（図 2）。

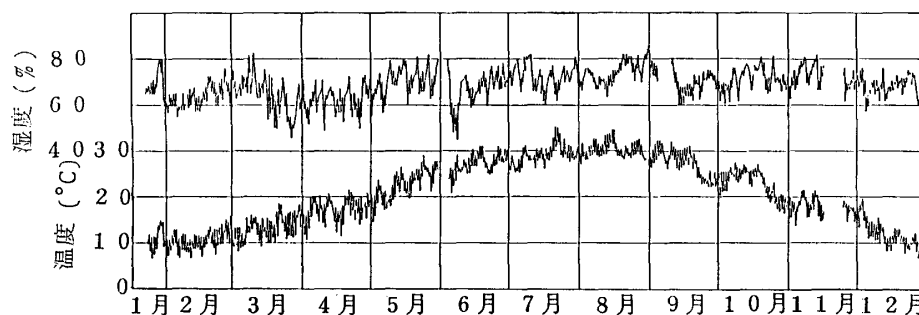


図 2 年間温・湿度変化

3.2.2. 荷重の継続に伴う破壊の進展

最終破壊は、静的試験と同様合板パネル、パーティクルボードパネルいずれも面材の打ち抜けで生じた。なお、静的試験中や繰返し荷重試験において途中経過で見られた中さんと面材との接着はく離は生じなかった。両パネルとも 1 体だけ中さんの折れが生じたが、これらはいずれも破壊の断面形状から見て中さんが正しい心材ではないかと思われる。

3.2.3. 荷重の継続に伴うたわみ変化と破壊

継続荷重に伴うたわみの時間変化を図 3、4 に示す。パーティクルボードパネル、合板パネルともたわみは、最初ゆるやかに増加し、その後面材の割れに伴って急激に増加し破壊に至っている。なお、PB パネルの荷重比（継続荷重と静的終局耐力との比）50%と合板パネルの荷重比 70% のうち 20 時間以前に破壊したパネル 2 体は、さん木が折れて破壊に至っている。

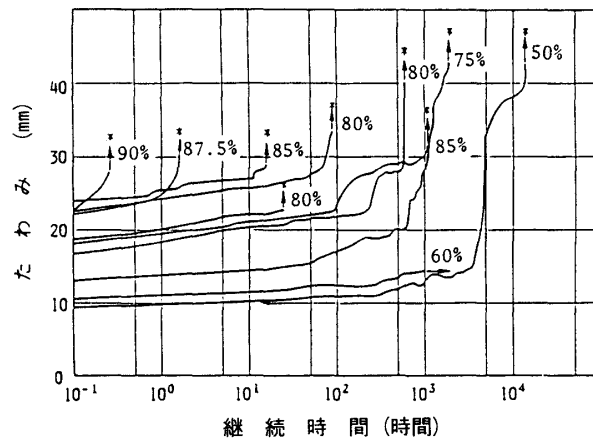


図3 継続荷重に伴うたわみ変化—パーティクルボードパネル
図中の数字は静的強度に対する継続荷重の比 *終局破壊

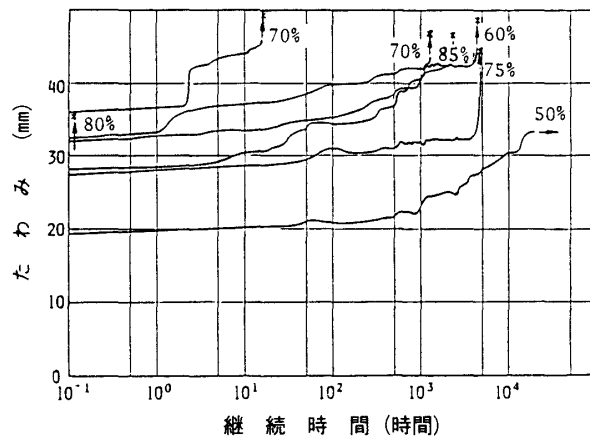


図4 継続荷重に伴うたわみ変化—合板パネル
図中の数字は静的強度に対する継続荷重の比 *終局破壊

荷重をかけたままで静止しているならば、時間が経過しても荷重は仕事をしないはずである。にもかかわらず時間とともにたわみは増大する。たわみの増大が何によるものかを考えてみることにする。繰返し載荷の場合と同様、載荷によるエレメント相互の結合点移動あるいは部分的な切断が生じ、まず応力の再配分が順次行なわれる。それに伴い結合は安定的となるが、量子論的揺らぎの影響でわずかずつながら結合の転移・破断が生じる。載荷が大きい程、転移確率および転移量も大きく、かつ結合破断も生じやすい。このようにして、転移→破断→分担力の再配分が時間とともに徐々に進展する。また、水分変化も内部応力の増大、水分子による転移の活性化を誘発し、エレメント相互のすべりあるいは変形を助長する。以上のような現象によりたわみは増大し、最終破壊に至るものと考えられる。

クリープ破壊における継続荷重と継続時間の関係を図5、6に示す。継続時間 10^4 hours におけるクリープ限度強度は、PB パネルで 239 kgf、合板パネルで 365 kgf である。継続時間を30年とし、クリープ限度強度を単純に外そうとすると、PB パネルで 219 kgf、合板パネルで 326 kgf となる。これらのクリープ限度強度を静的強度との比で表わすと、PB パネルでは64%、合板パネルでは50%である。一方、繰返し荷重に対する 10^6 回疲労限度は PB パネルで52%、合板パネルで45%との結果を得ており、繰返し荷重もクリープ

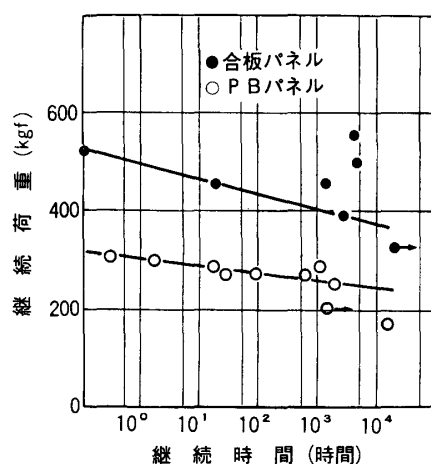


図5 クリープ破壊における継続荷重—継続時間の関係

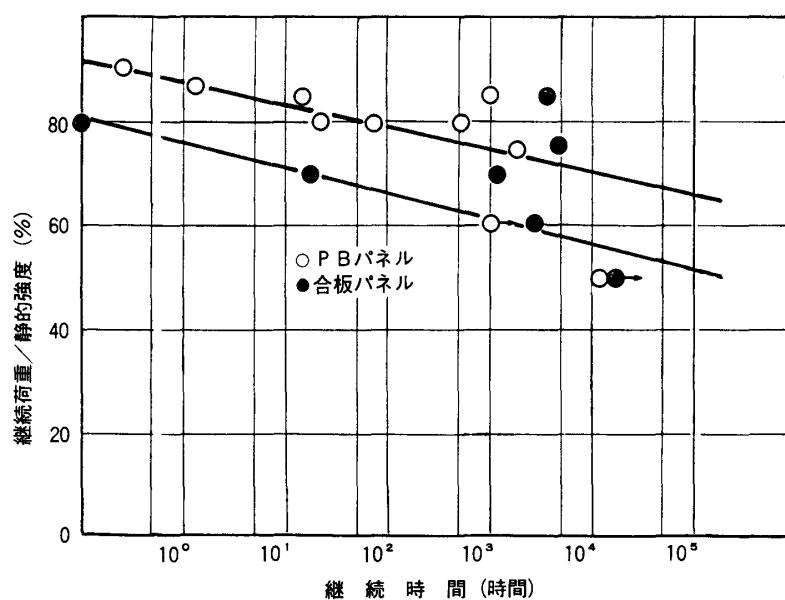


図6 クリープ破壊における継続荷重/静的強度—継続時間の関係

も静的強度の45～50%以上の荷重に対しては実用上終局破壊には至らないことがわかる。クリープ限度曲線と、疲労限度曲線を重ねたものが図7である。通常の床では人の歩行により体重の1.2倍程度の荷重しか作用しない¹⁾ので、例えば80kgの人が 10^6 回歩いてもたわみ増加はほとんどなく、まして疲労破壊に至ることはない。一方また、本箱やピアノ、冷蔵庫などのため、90cm角当りに集中荷重が219kgf(PBパネルの場合)以上加わることはまずないだろうと考えられるが、歩行の場合よりはこちらの方が可能性は考えられる。特に、床下の換気が悪く湿度が高いと、クリープ変形は、この実験結果より大きくなり、クリープ破壊に至る可能性もあることを留意すべきであろう。また、実際の住宅における使用においては継続荷重と繰返し荷重が、重なり合って作用する。このような、重ね合せ効果についても今後検討する必要がある。

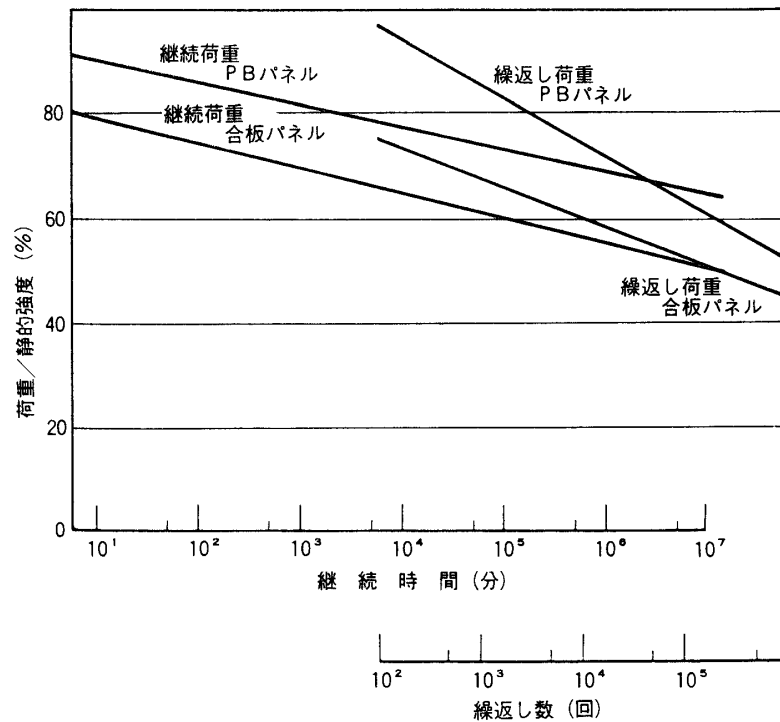


図7 疲労及びクリープ破壊における繰返し荷重/静的強度—繰返し数，継続荷重/静的強度—継続時間の関係

4. 結 言

以上、合板およびパーティクルボードを貼ったストレススキンパネルの実大クリープ試験結果について述べた。継続載荷試験結果と繰返し荷重試験結果との間には、共通したところがある。すなわち荷重継続時間の増加に伴うたわみおよび破壊の進展状況と繰返し荷重における繰返し数の増加に伴うそれとが非常によく類似している。また、クリープ限度荷重と疲労限度荷重もよく似た値であった。本研究ではクリープと疲労との間の類似性を示すことはできたが、パネル数が限られていたため正確なクリープ限度曲線を得ることができず、相互換算式を提案するには至らなかった。クリープと疲労の重ね合せ効果とともに今後の課題として残されている。

文 献

- 1) 増田 稔，冬木敏夫，瀧野眞二郎，佐々木 光：第30回日本木材学会大会研究発表要旨集，96（1980）
- 2) 増田 稔，冬木敏夫，瀧野眞二郎，佐々木 光：材料，**30**，691（1981）
- 3) 増田 稔，瀧野眞二郎：木材研究・資料，**18**，131（1983）
- 4) 増田 稔：昭和56年度日本木材学会強度研究会発表要旨集，48（1981）