

# 床暖房に木質フローリングを使うためには

清野 新一

## はじめに

住まいの快適性が求められる時代のなかで、床暖房は頭寒足熱の自然なぬくもりが得られる快適で健康な暖房方式としてその評価が高まっており、図1に示すようにその施工実績は年々増加しています。これに伴って木質フローリングと床暖房の組み合わせが多くなっていますが、その一方で床暖房に対応していない木質フローリングを使用したり適切な施工を行っていないことなどが原因で生じたトラブルが見受けられます。

ここでは、木質フローリングを床暖房の床に使用する場合の問題点とその対策について述べます。

## 床暖房用フローリングに求められる性能

木質フローリング（以下、フローリング）を床暖房の仕上げ材として使用するときは、一般の使用環境に比べてより厳しい環境に置かれるため、フローリングに次のような現象が生じて使用上の問題となることがあります。

(1) フローリングの加熱・冷却の繰り返しや含水率の変化に伴う収縮・膨張によって表面に多数の微細な割れ（クラック）が発生する。

- (2) フローリングの加熱に伴う接着剤の劣化によって接着層がはく離する。
- (3) フローリングの加熱によって塗膜や着色剤が劣化、変色を起こす。
- (4) フローリングが加熱され含水率が低下して目すき、反り、ねじれなどの狂いが生じる。

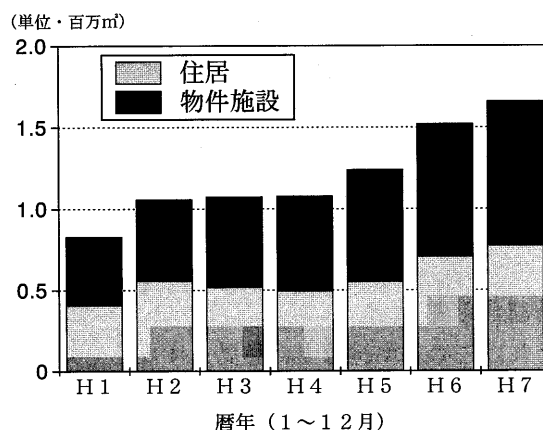


図1 温水式床暖房システムの施工実績  
(ゆか, 39巻6号, 1996年)

表1 床暖房用フローリングに求められる機能

フローリング一般に要求される性能	<p>フローリングの日本農林規格（JAS）などに定められている品質項目</p> <p>（JAS試験項目）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・含水率試験</li> <li>・浸せきはく離試験</li> <li>・曲げ強度試験、曲げ試験</li> <li>・摩耗試験</li> <li>・防虫処理試験</li> <li>・ホルムアルデヒド放散量試験</li> </ul>
床暖房使用から要求される性能	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 耐クラック性…表面割れの起こりにくさ</li> <li>2. 接着性……………接着層のはく離しにくさ</li> <li>3. 塗膜性能……………塗膜の劣化、変色しにくさ</li> <li>4. 寸法安定性………目すき、反り、ねじれなどの起こりにくさ</li> </ol>

これらの問題を起こさず床暖房でも使用が可能なフローリングには、表1に示すような性能が求められます。大手建材メーカー各社ではこれらの性能に配慮した製品を開発し、床暖房用フローリングとして商品化しています。

### フローリングの耐クラック性

ラワン合板などを基材に用いてこれに広葉樹単板などを化粧貼りした複合フローリングでは、床暖房によって表面の塗膜や化粧単板に細かな割れが多数発生することがあります。写真1はナラ単板を表面材としてラワン合板に化粧貼りした複合フローリングに発生した表面割れの様子です。

フローリングの表面割れの起こりにくさを「耐クラック性」と呼びます。この耐クラック性を調べる試験のひとつとして、表2に示すような床暖房によってフローリングが置かれる環境を促進的に再現する処理を10サイクル繰り返し、これによって発生した表面割れの状態を図2のように点数で評価する方法があります。評価点数は全く表面割れが起こらない場合を10点とし、発生する表面割れの密度が高くなるほど低い点数となります。大手建材メーカーが開発した代表的な床暖房用フローリングと一般用フローリングについてこの試験を行った結果、図3に示すように床暖房用フローリングは一般用フローリングに比べて明らかに耐クラック性に優れており、床暖房で使用しても表面割れを起こしにくいことが確認されました。

フローリングの表面割れの起こりやすさは化粧単板の樹種や厚さによって異なります。複合フローリングの化粧単板として最も一般的なナラは、カバやブナなどフローリングの表面材として使用される他の樹種に

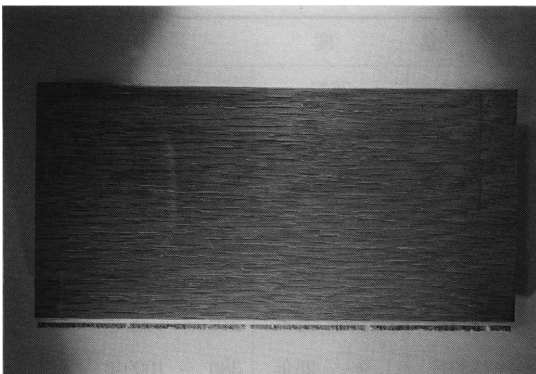


写真1 ナラ複合フローリングに発生した表面割れ

表2 促進劣化処理のサイクル

70℃恒温槽中へ2時間放置	(冬季の床暖房使用環境を想定してフローリングを乾燥状態に置く)
↓	
-20℃恒温室中へ2時間放置	(床暖房停止を想定して70℃→-20℃の温度差による熱ストレスを塗膜に与える)
↓	
70℃恒温槽中へ2時間放置	(冬季の床暖房使用環境を想定してフローリングを乾燥状態に置く)
↓	
-20℃恒温室中へ2時間放置	(床暖房停止を想定して70℃→-20℃の温度差による熱ストレスを塗膜に与える)
↓	
温度20℃関係湿度85%の恒温恒湿室中へ16時間放置	(夏季の高湿度環境を想定してフローリングを吸湿状態に置く)

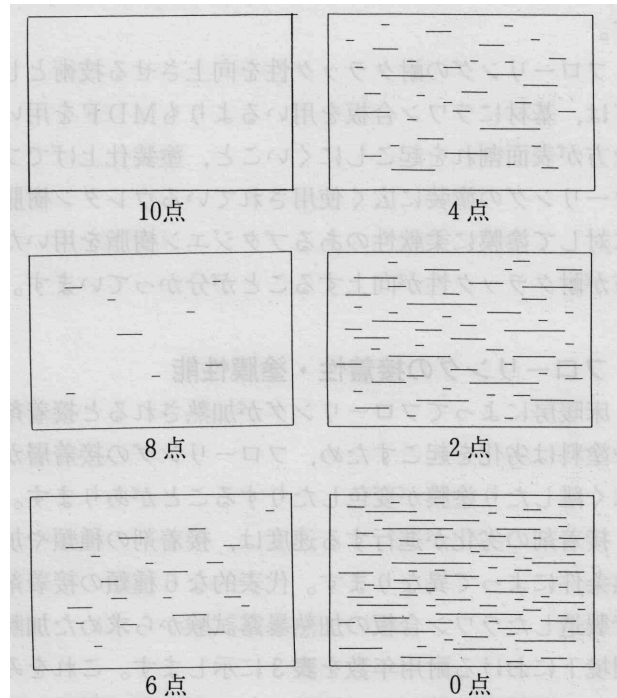


図2 表面割れ密度の分類

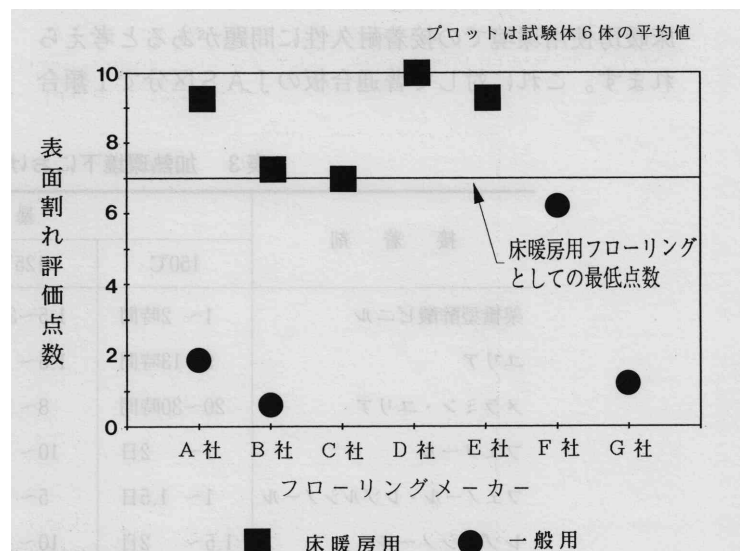


図3 促進劣化試験による市販フローリングの耐クラック性評価

比べて表面割れを起こしやすい樹種です。また表面材の厚さが厚くなるほど表面割れが起こりやすくなります。このため、ナラ材を用いた床暖房用フローリングは表面材が比較的薄いものに限られています。市販の床暖房用フローリングについてみると、表面材にナラ単板を用いたものでは、その厚さが0.6mm以下に限られ、このため土足歩行のような耐久性が求められる用途では使用できません。一方、表面材にカバ単板を用いたものではその厚さを3mm程度まで厚くすることができるため、土足歩行での使用が可能なものもあります。

フローリングの耐クラック性を向上させる技術としては、基材にラワン合板を用いるよりもMDFを用いた方が表面割れを起こしにくいこと、塗装仕上げでフローリングの塗装に広く使用されているウレタン樹脂に対して塗膜に柔軟性のあるブタジエン樹脂を用いた方が耐クラック性が向上することが分かっています。

### フローリングの接着性・塗膜性能

床暖房によってフローリングが加熱されると接着剤や塗料は劣化を起こすため、フローリングの接着層ははく離したり塗膜が変色したりすることがあります。

接着剤の劣化が進行する速度は、接着剤の種類や加熱条件によって異なります。代表的な6種類の接着剤で製造したラワン合板の加熱暴露試験から求めた加熱環境下における耐用年数を表3に示します。これを見ると、架橋型酢酸ビニル樹脂とユリア樹脂で製造した合板は、通常の床暖房使用環境と考えられる暴露温度50における耐用年数が数時間から数年までしかなく、床暖房使用環境での接着耐久性に問題があると考えられます。これに対して普通合板のJAS区分で1類合

板に該当するメラミン・ユリア樹脂他3種類の接着剤で製造した合板は、通常の床暖房使用環境（暴露温度50）において耐用年数が数百年以上あり接着耐久性に全く問題がないといわれています。

塗膜の劣化については、通常の床暖房による加熱ではフローリングの表面温度が30前後であるため特に耐熱性塗料の必要はなく、フローリングの塗装で一般に使用されているウレタン樹脂塗料を使えば問題はないとされています。

### フローリングの寸法安定性

床暖房によってフローリングが加熱されると、含水率の低下によりフローリングが収縮して目ずきが生じたり、反り、ねじれなどの狂いが生じることがあります。床暖房によるフローリングの収縮量は、むくの単層フローリングと合板などを基材とした複合フローリングとでは大きく異なります。各種床材料が吸放湿によって含水率が1%変化したときに生じる寸法変化を元の寸法に対する百分率で表し、これを含水率1%当たりの寸法変化率として表4に示します。これを見ると、ラワン合板の寸法変化率に対してMDFのそれは2.7倍、ナラのむく材では10~20倍にもなります。つまりフローリングの寸法・形状が同じで床暖房による

表4 各種床材料の吸放湿に伴う含水率1%当たりの寸法変化率

材 料		含水率1%当たりの寸法変化率(%)
ナラ材	接線方向	0.35 (21.9)
	半径方向	0.18 (11.3)
ラワン合板 9mm 3ply		0.016 (1.0)
MDF 9mmメラミンタイプ比重0.7		0.043 (2.7)

注) ( )の数値は、ラワン合板に対する比率を表す  
(中島 力:ゆか, 37巻12号, 1994年)

表3 加熱環境下におけるラワン合板の耐用年数

接 着 剤	暴 露 温 度				
	150℃	125℃	100℃	75℃	50℃
架橋型酢酸ビニル	1~2時間	1.5~3時間	2~5時間	2~11時間	4.5 ~ 20時間
ユリア	9~13時間	1.5~4日	15~40日	140~400日	5.5 ~ 25年
メラミン・ユリア	20~30時間	8~20日	1~2.5年	25~80年	2500~6500年
フェノール	1~2日	10~45日	2~4.5年	40~250年	5500~40000年
フェノール・レゾルシノール	1~1.5日	5~10日	90~250日	13~25年	270 ~ 1000年
レゾルシノール	1.5~2日	10~13日	140~350日	9~25年	380 ~ 1000年

(佐々木 光ほか: Wood Research, No.59/60, 1976年)

含水率の低下量も等しい場合、むくのナラ単層フローリングではラワン合板を基材とした複合フローリングに比べて10～20倍も大きな目すきが発生することになります。

木質材料の特性である水分の吸放湿に伴う膨張・収縮は、特に単層フローリングを床暖房に使用する上での難点となるため、前章で述べたようにこのような収縮・膨張を抑える寸法安定化処理技術が検討されています。これらの寸法安定化処理技術の他にも、フローリングの初期含水率を通常の製品より低めに（含水率8%程度）調湿・管理して、床暖房による含水率の変化を少なくすることや、フローリングの寸法を小幅にして発生するすき間を分散させ日立たなくすることが考えられます。

### フローリングの施工法と発生する目すき

床暖房によってフローリングに発生する目すきの程度は、使用するフローリングの寸法変化率の他にフローリングの施工法や下地材の種類などの施工条件によっても異なってきます。施工法と下地材の種類を変えてナラ単層フローリングを施工した4種類の床組について加熱暴露試験を行い、発生する目すきの大きさを比較した結果を図4に示します。これをみると、根太や合板のように剛性が高く変形しにくい下地にフローリングを施工した場合と軟質床暖房パネルのように柔軟性がある変形しやすい下地に施工した場合とでは、同じフローリングを施工しても発生する目すき（すき間の最大値）に大きな差が生じることがわかります。

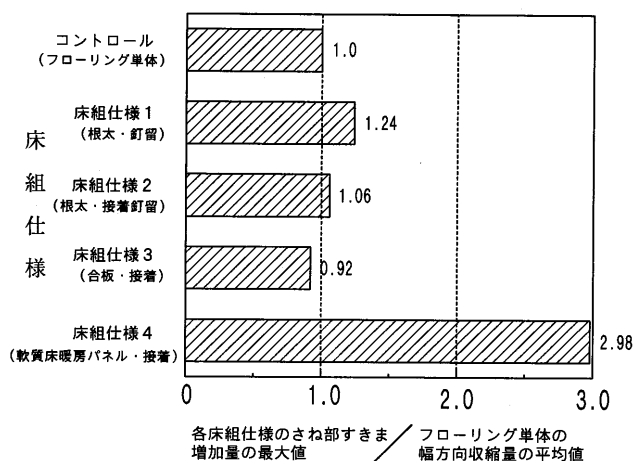


図4 床組仕様別さね部すき間増加量の比較

これは軟質床暖房パネルのような下地では、施工されたフローリングの収縮よりも下地の伸び縮みが大きく、発生する個々の目すきの大きさにばらつきがありますが、最も気になるその最大値が大きくなるからです。

### 床暖房での単層フローリング使用上の注意事項

前に述べたように単層フローリングの寸法変化率はラワン合板などに比べると極めて大きく、床暖房で使用したときには複合フローリングに比べて大きな目すきが生じます。このため単層フローリングを床暖房で使用する場合には次のようなことについて留意する必要があります。

- (1) 極端に高い温度での運転が予想されるなど床暖房の使用環境が厳しい条件では、単層フローリングの使用は避ける。
- (2) 含水率が均一に乾燥され、床暖房に対応して含水率調整された製品を使用する。
- (3) 単層フローリングの形状は、施工性を悪くしない範囲で、小幅にした方が発生するすき間を分散できる。
- (4) 単層フローリングの施工は、軟質床暖房パネルへの施工は避け、ハードタイプの床暖房パネルや合板、根太への接着施工とする。

### おわりに

床暖房の用途は、住宅に限らず教育・福祉施設やスポーツ施設など多様化してきています。このため木質フローリングにおいてもそれぞれの用途において要求される性能に加えて、床暖房にも対応する性能を備えた製品が求められています。例えば、耐久性があり土足歩行が可能な表面材の厚い複合フローリングであって、これに床暖房で使用可能な耐クラック性を付加した製品や、防音性や安全性などの機能に加えて床暖機能も備えた多機能な製品の開発が重要と思われます。また、耐久性という優れた特徴を持っている単層フローリングが床暖房で使用されるためには、下地となる各種床暖房パネルとの相性を考慮し使用可能な床暖房パネルを限定した上で、マニュアル化された適正な施工法とともに製品を提供することが必要と思われます。

(林産試験場 企画課)