

# 体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性（第2報）

## —体育館床暖房用大型積層フローリングの床面加熱・吸湿試験—

清野 新一

菅谷 恵美子\*<sup>1</sup>

堀江 秀夫\*<sup>2</sup>

村上 博治\*<sup>3</sup>

### Dimensional Stability of Wooden Flooring for Floor Heating In a Gymnasium (II)

#### —Floor heating and moisture absorption test of large type wooden flooring for floor heating in a gymnasium—

Shin'ichi SEINO

Emiko SUGAYA\*<sup>1</sup>

Hideo HORIE\*<sup>2</sup>

Hiroji MURAKAMI\*<sup>3</sup>

*Keywords:* dimensional stability, evaluating standard, flooring, floor heating, gymnasium.  
寸法安定性, 評価基準, フローリング, 床暖房, 体育館

#### 1. はじめに

近年、北海道のような寒冷地での体育館における熱環境のあり方が本格的に検討され始め<sup>1)</sup>、床暖房が学校体育館などで採用されるようになってきている。これに伴い、体育館で使用される木質フローリングについても床暖房への対応が求められる現状にある。

前報<sup>2)</sup>では、既存体育館の実態調査等から床暖房時の床面の寸法安定性について評価基準を作成するとともに、5種類の体育館用フローリングの床面加熱試験を行ってそれらの寸法安定性を評価した。その結果、複合フローリング大型積層タイプ（表面材ピース間非接着）、複合フローリングボードタイプは、製品の含水率管理を行うことにより床暖房での使用が可能と思われることを報告した。

複合フローリング大型積層タイプは、床暖房時の

寸法安定性に加え、体育館での温水床暖房への施工を考えた場合、温水パイプと脳天ビス留め位置が重ならないように割り付けすることが比較的容易なため施工性が良く、また一般体育館ではすでに多くの施工実績を持っていることなどから、今後、体育館床暖房の床仕上げ材として普及が期待されている。

本報では、この大型積層タイプを体育館床暖房用フローリングとして実用化することを目的として、材料の含水率管理を行って床暖房に対応した試作品を製造し、床面の加熱試験および吸湿試験を行い、寸法安定性の評価を行った。また、前報からの結果を総合して、体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性評価試験方法について提案した。

#### 2. 試験方法

##### 2.1 供試フローリング

試験には、体育館用大型積層フローリング（複合フローリング大型積層タイプ、表面材ピース間非接着）を床暖房に対応して含水率管理を行った試作品およびコントロールとして同フローリングの通常製品の2種類を供した。

試作品は、フローリング製造段階においてフローリングの表面材となるカバ原板および基材合板の含水率を高周波水分計により計測し、含水率が7～8%の範囲にあるものを選別して製造したものである。なお、通常製品のカバ原板および基材合板の含水率は、実測の結果平均9%（5～12%）であった。

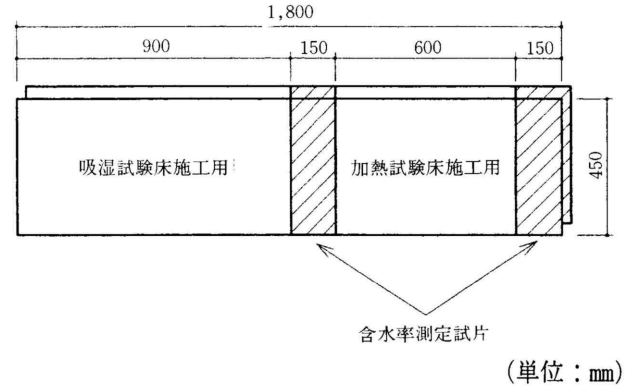
試作品、通常製品ともに寸法は、長さ1,800mm、見付け幅450mm、厚さ18mmで、さねの形状は相欠き、無塗装品である。

## 2.2 試験床の作製

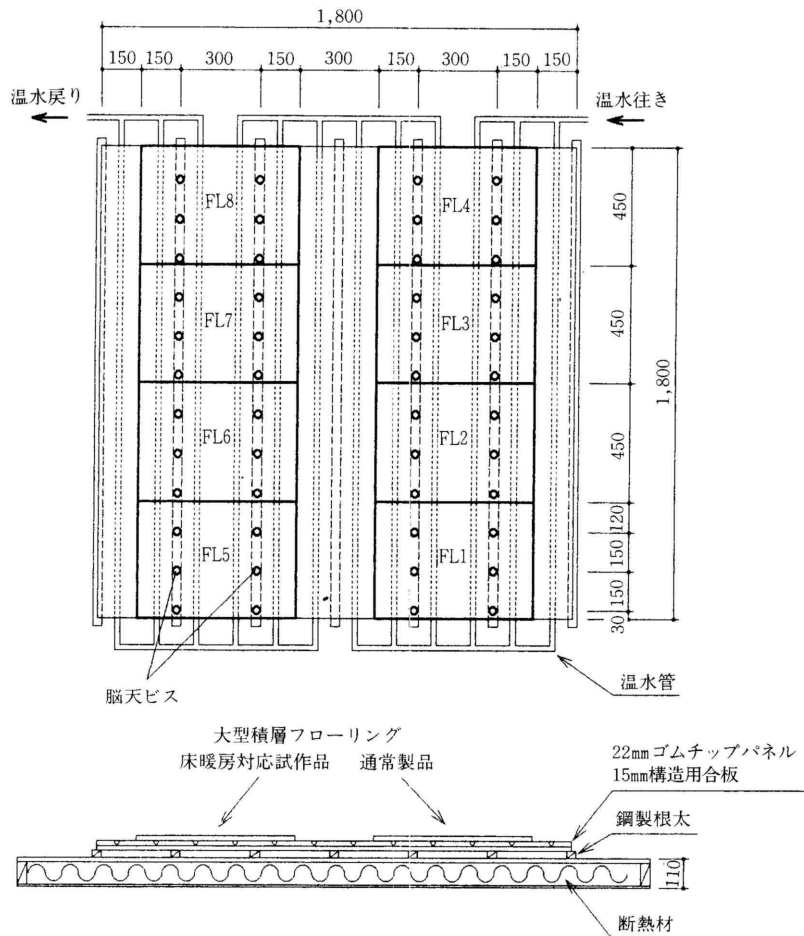
試作品、通常製品各4枚から、第1図に示すよう

に加熱試験床施工用、吸湿試験床施工用の各試験片を木取り、試験床の施工に供した。

加熱試験床は、室温20℃、相対湿度40%に設定した恒温恒湿室内において、第2図に示すように1,800mm×1,800mmサイズの温水床暖房パネル上に試作品、通常製品の各試験片を施工して作製した。温水床暖房パネルは、300mmピッチで配置した鋼製根太上にゴム



第1図 フローリング木取り図



第2図 加熱試験床 (単位：mm)

チップパネルの床暖房層を設けたものである。試験片の施工は、ゴムチップパネル上に1液型ポリウレタン樹脂系接着剤（コニシKU888）で接着すると同時に、試験片表面から鋼製根太まで脳天ビス留めを行った。試験片のさね部分は雄ざね（凸相じゃくり）のつけ根からおよそ45度の角度で下地合板へ隠し釘打ちしたが、さね重なり部分の接着は行っていない。試験片施工後、1液型ポリウレタン樹脂系塗料を刷毛で3回塗りして塗装仕上げした。

吸湿試験床は、第3図に示すように900mm×1,800mmのサイズに試験片を施工したものを試作品、通常製品についてそれぞれ1体ずつ作製した。鋼製根太から上部の床構成および試験片の施工方法は加熱試験床の場合と同じである。試験片の施工では、特にさね部のすきまが生じないように注意した。フローリング幅方向の床面伸び量測定のためのダイヤルゲージを固定するために、ゲージ固定用の鋼製根太をフローリングの長さ方向中央位置付近に配置した。ゲージ固定用の根太は、試験床の寸法変化による影響を受けないように取り付けられた。

### 2.3 床面の加熱、吸湿方法と寸法変化の測定項目

#### 2.3.1 床面加熱試験

床面の加熱は、前報と同様に試験室内を温度20℃、相対湿度40%に設定し、戻り温度70℃の温水を試験床へ埋設したパイプへ連続通湯することによって行った（第4図）。以上の設定に対して、相対湿度は30～45%の範囲で変動し、熱電対による温度測定では、試

験片表面温度は31～33℃、試験片裏面温度は52～55℃であった。

床面加熱時間は、前報での試験結果から試験片含水率が平衡に達する1000時間までとし、加熱開始前と加熱終了後の床面の寸法変化を測定した。寸法変化の測定は、さね部すきま、ピース間すきま、さね部段差、幅反りの各項目について行った。これらの測定方法は前報の場合と同様である。

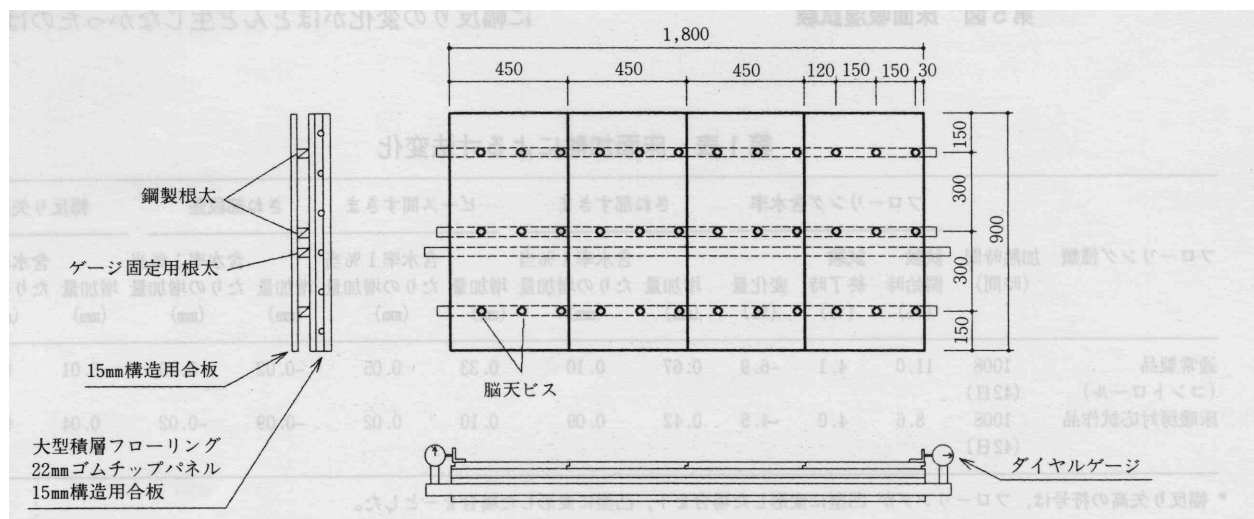
#### 2.3.2 床面吸湿試験

暖房を行わない夏季においては暖房を行う冬季に比べ、床面が比較的高湿度の環境に置かれるため、通常製品よりも含水率を低めに調整している試作品については、吸湿による床面の膨張の程度を確認しておく必要がある。

このため、試験床を夏季の高湿度環境を再現した環境に置き、吸湿による床面の寸法変化を測定した



第4図 床面加熱試験



第3図 吸湿試験床

（単位:mm）

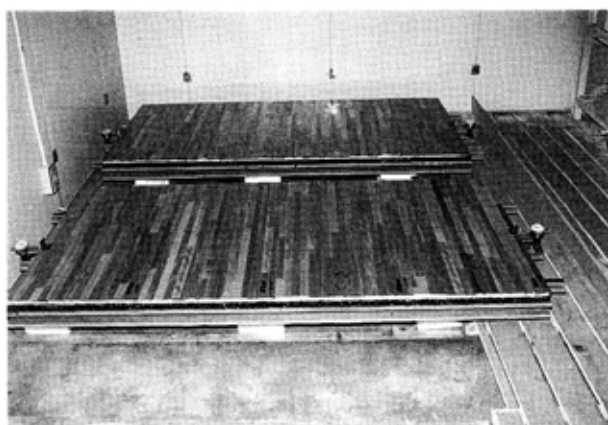
(第5図)。吸湿の条件は、全国各地における屋内の人工乾燥材の含水率年最高値が最も高い地域では含水率15%<sup>3)</sup>になることから、試験床を室温20℃、相対湿度85% (平衡含水率：15%) の恒温恒湿室中へ夏季5か月(5~9月)を想定した約150日間放置して吸湿させた。

寸法変化の測定は、フローリング幅方向での床面の伸び、さね部段差、幅反りの各項目について行った。床面の伸びは、ゲージ固定用根太の両端に取り付けたダイヤルゲージによりフローリング幅方向1,800mm区間における床面の伸び量を経時的に測定した。さね部段差、幅反りの測定は、加熱試験の場合と同様の方法で、吸湿開始前、吸湿終了後に測定を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 加熱による床面の寸法変化

第1表に床暖房対応試作品、通常製品について床



第5図 床面吸湿試験

面加熱試験終了後の試験片の含水率変化、床面の寸法変化を示す。

試験開始時の試験片含水率は、通常製品が11.0%、試作品が8.6%で、床面加熱1008時間によって含水率はいずれも約4%まで低下し、この時点で含水率測定試験片の重量はほぼ恒量に達していた。これに伴うさね部すきま増加量は、通常製品が0.67mm、試作品が0.42mmで、通常製品では前報で定めた許容値0.50mmを超え、試作品では許容範囲内にある。しかし含水率1%当たりの増加量をみるとほぼ等しい値となっていることから、製品の初期含水率の差がそのままさね部すきま増加量の差となって現れた結果であることが分かる。

次に、ピース間すきま増加量についてみると、通常製品では0.33mmで許容値0.20mmを超えているのに対して、試作品では0.10mmと許容範囲内である。また含水率1%当たりの増加量をみると、通常製品が0.05mm、試作品が0.02mmと顕著な差が認められる。これは、試作品ではあらかじめ原板の含水率を計測して一定範囲のものを選別しているため、製品の表面材ピースの含水率にばらつきが少ないのに対し、通常製品では原板の含水率にばらつきがあるため、製品の表面材には試験片の平均含水率より高含水率のピースが部分的に存在し、これの含水率低下によってピース間すきまが大きく現れたものと考えられる。

さね部段差、幅反りについては、通常製品、試作品ともに問題となるような変化は生じなかった。特に幅反りの変化がほとんど生じなかったのは、脳天

第1表 床面加熱による寸法変化

フローリング種類	加熱時間 (時間)	フローリング含水率			さね部すきま		ピース間すきま		さね部段差		幅反り矢高*	
		試験 開始時 (%)	試験 終了時 (%)	変化量 (%)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)		
通常製品 (コントロール)	1008 (42日)	11.0	4.1	-6.9	0.67	0.10	0.33	0.05	-0.02	0.00	-0.01	0.00
床暖房対応試作品	1008 (42日)	8.6	4.0	-4.5	0.42	0.09	0.10	0.02	-0.09	-0.02	0.04	0.01

\* 幅反り矢高の符号は、フローリングが凹型に変形した場合を+、凸型に変形した場合を-とした。

ビス留めによる拘束が大きく働いた結果と考えられる。

以上の結果から、あらかじめ含水率範囲が一定の材料を選別してフローリングを製造することにより、床暖房時の寸法安定性が改善され許容値を満足する製品となることが確認された。

### 3.2 床面吸湿時の寸法変化許容値

床面吸湿試験による寸法変化を評価するための基準として、夏季の高湿度環境における体育館床面吸湿時の寸法変化許容値について考察し、測定項目ごとに次のように定めた。

吸湿による床面の伸びは、体育館床面外周に設けであるエキスパンションによって吸収可能な範囲であれば問題ないことから、フローリングの長さ方向および幅方向の伸びのうち、伸び量が大きく現れることが明らかな幅方向の伸びが、エキスパンションによって吸収可能であることを基準とした。

第2表 体育館床暖房用フローリング床面の寸法変化許容値 (床面吸湿時)

項目	許容値
床面の伸び	体育館床面外周のエキスパンションによって吸収できる範囲であること
さね部段差	段差量0.5mm以下
幅反り矢高	矢高量1.0mm以下かつ増加量0.5mm以下

さね部段差、幅反りは、使用上問題のないことを基準とし、床暖房時の許容値<sup>2)</sup>と同様とした。これらの許容値を第2表に示す。

### 3.3 吸湿による床面の寸法変化

第3表に床暖房対応試作品、通常製品について床面吸湿試験終了後の試験片の含水率変化、床面の寸法変化を示す。

試験開始時の試験片含水率は、床面加熱試験の場合と同じく通常製品が11.0%、試作品が8.6%で、床面吸湿3534時間(147日)によって含水率はいずれも約15%まで上昇し、この時点で含水率測定試片の重量はほぼ恒量に達していた。これに伴う床面の伸びをフローリング幅方向1m当たりの伸び量で見ると、通常製品で0.85mm/m、試作品で1.02mm/mとなり、含水率変化量の大きい試作品の伸び量が通常製品よりも大きく現れている。しかし、これを含水率1%当たりの伸び量に換算すると通常製品が0.20mm/m、試作品が0.15mm/mで、試作品の方が小さくなっている。吸湿による床面伸び量の経時変化は、第6図に示すように吸湿開始から約40日までは急速に伸びが増加するが、それ以降は吸湿終了までゆるやかに増加する挙動を示した。

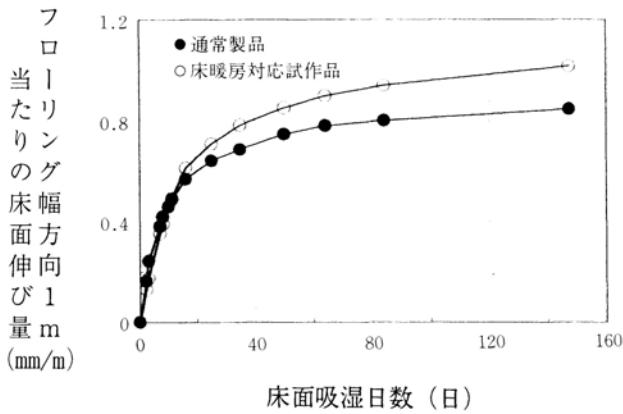
次に床面吸湿に伴うさね部段差、幅反りの変化についてみると、通常製品、試作品とも変化量は極めて少なく、使用上問題となるような変化は見られない。特に幅反りについては脳天ビス留めによる拘束が働いているものと考えられる。

第3表 床面吸湿による寸法変化

フローリング種類	吸湿時間 (時間)	フローリング含水率			床面の伸び*		さね部段差		幅反り矢高**	
		試験 開始時 (%)	試験 終了時 (%)	変化量 (%)	含水率1%当 伸び量 (mm/m)	含水率1%当 たりの伸び量 (mm/m)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 たりの増加量 (mm)	含水率1%当 増加量 (mm)	含水率1%当 たりの増加量 (mm)
通常製品 (コントロール)	3534 (147日)	11.0	15.3	4.3	0.85	0.20	0.06	0.01	-0.13	-0.03
床暖房対応試作品	3534 (147日)	8.6	15.2	6.6	1.02	0.15	0.02	0.00	0.00	0.00

\* フローリングの幅方向1m当たりの床面の伸びを表す。

\*\* 幅反り矢高の符号は、フローリングが凹型に変形した場合を+、凸型に変形した場合を-とした。



第6図 吸湿による床面伸び量の経時変化

今回の試験においては、吸湿による床面の変化によって、床面を拘束しているビスや鋼製根太に座屈や破壊などの現象は認められなかった。

床下の換気等の管理が適切に行われていれば体育館床面が夏季の吸湿によって含水率15%を超えることは一般には考えられないことから、床暖房対応試作品を施工した床は、吸湿による寸法変化によって床面および下部の床構造に破壊が生じたりすることはないと考えられる。また今回の試験結果から、実際の体育館床面の吸湿による伸びを計算すると、縦横40m×40mの体育館では $1.02\text{mm/m} \times 40\text{m} = 40.8\text{mm}$ の伸びがフローリングの幅方向に生じることになる。これは床面外周に30mm程度のエキスパンションを設けることによって吸収することが可能である。

よって、材料の含水率管理を行った床暖房対応試作品は、第2表に示した床面吸湿時の寸法変化許容値を満足することを確認した。

#### 4. まとめ

体育館床暖房用フローリングとして従来の体育館大型積層フローリング（複合フローリング大型積層タイプ）について材料の含水率管理を行った床暖房対応試作品を製造し、床面加熱試験、床面吸湿試験による寸法安定性の評価を行った。

床面加熱試験は、前報で定めた試験方法、評価基準に基づいて行い、試験の結果試作品は従来の通常製品に比べ寸法安定性が改善され、寸法変化許容値を満たすことを確認した。

次に、夏季の高湿度条件における床面の寸法安定性を評価するため、床面吸湿試験方法、寸法変化の

評価基準を定め、試験を行った。床面吸湿試験方法は、既存の体育館床暖房仕様<sup>4,5)</sup>に準じた試験体を作製し、これを夏季の高湿度環境を再現した室温20℃、相対湿度85%（平衡含水率：15%）の恒温恒湿室中へ150日間放置して寸法変化を測定することとし、寸法変化許容値は第2表のように定めた。床面吸湿試験の結果、夏季の吸湿条件においても床面および床構造に異常は認められず、床面の伸びは外周のエキスパンションによって吸収可能な範囲であることを確認した。

これらの結果より、材料の含水率管理を行った複合フローリング大型積層タイプは、体育館床暖房で使用可能な寸法安定性を有しているといえる。

最後に、体育館床暖房用フローリングの寸法安定性評価法として第4表にまとめた評価試験方法を提案する。今後の体育館床暖房用フローリングの開発のため、一般住宅の床暖房用フローリング評価試験方法<sup>6)</sup>で公表されているものを参考に、前報および本報での考察をまとめたものである。提案した評価試験方法では、既存の体育館床暖房仕様温水床暖房方式であることから、電気式床暖房については考慮していない。また、試験室として温湿度の制御が可能な恒温恒湿室を想定しているが、このような設備があるのは試験研究機関などに限られてくるため、幅広く試験が行えるような試験条件の検討も今後必要であると思われる。

#### 5. おわりに

体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性について、前報では床暖房時の寸法安定性を評価するための床面加熱試験方法および評価基準について考察し、既存の体育館用フローリングの評価を行った。本報では夏季の高湿度環境における寸法安定性評価のための床面吸湿試験方法、評価基準について考察し、体育館床暖房用フローリングとして試作した複合フローリング大型積層タイプの床面加熱試験および床面吸湿試験を行って、体育館床暖房で使用可能であることを確認した。また、体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性評価試験方法を第4表にまとめて提案した。

今後は、実際に床暖房が施工された体育館での床面

第4表 体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性評価試験方法

試験項目	試験方法	測定項目	測定方法	許容値	備考
床面加熱試験	・体育館床暖房仕様に準じた試験床を作製する。 ・試験床のサイズは、1800mm（フローリングの幅方向）×600mm（フローリングの長さ方向）を標準とする。 ・試験床へ施工するフローリングの初期含水率は、製品出荷時の含水率であることとする。 ・試験室（恒温恒湿室）内を室温20℃相対湿度40％に設定し、70℃温水を1000時間連続通湯後、寸法変化を測定する（温湿度の変動範囲、床面温度等を記録する）。	さね部すきま	・すきまゲージにより0.05mm単位で測定する。	・すきま量0.70mm以下かつ増加量0.50mm以下	・試験終了後、試験床に異常がないことを確認する（フローリングのはがれ、脳天ビスのゆるみ、鋼製根太の座屈等）。
		ピース間すきま	・各フローリングごとに15cm以上連続したすきまのうち、開きが最も大きいものについてすきまゲージにより0.05mm単位で測定する。	・すきま量0.20mm以下	
		さね部段差	・ダイヤルゲージによりさね部段差を測定する（0.01mm単位）。	・段差量0.50mm以下	
		幅反り矢高	・各フローリングごとに幅方向の中央矢高をダイヤルゲージにより測定する（0.01mm単位）。	・矢高量1.00mm以下かつ増加量0.50mm以下	
		含水率	・試験開始時および終了時のフローリング含水率を全乾法により測定する。	・参考値として測定	
床面吸湿試験	・体育館床暖房仕様に準じた試験床を作製する。 ・試験床のサイズは、1800mm（フローリングの幅方向）×900mm（フローリングの長さ方向）を標準とする。 ・試験床へ施工するフローリングの初期含水率は、製品出荷時の含水率であることとする。 ・室温20℃相対湿度85％に設定した恒温恒湿室内に試験床を約150日間暴露し、寸法変化を測定する（温湿度の変動範囲を記録する）。	床面の伸び	・フローリング幅方向の床面の伸びをダイヤルゲージにより測定する（0.01mm単位）。伸び測定スパンは1,800mm程度とする。	・体育館における床面外周のエキスパンションによって吸収可能な範囲であること	・試験終了後、試験床に異常がないことを確認する（フローリングのはがれ、脳天ビスのゆるみ、鋼製根太の座屈等）。
		さね部段差	・ダイヤルゲージによりさね部段差を測定する（0.01mm単位）。	・段差量0.50mm以下	
		幅反り矢高	・各フローリングごとに幅方向の中央矢高をダイヤルゲージにより測定する（0.01mm単位）。	・矢高量1.00mm以下かつ増加量0.50mm以下	
		含水率	・試験開始時および終了時のフローリング含水率を全乾法により測定する。	・参考値として測定	

注) 試験床へ施工する試験片は、同一のフローリングから加熱試験床施工用、吸湿試験床施工用をそれぞれ木取りする。

の状態を追跡調査し、体育館床暖房の使用実態により即した試験評価法の改良を検討したい。

- 4) 山岸 宏一：木材工業，49(5)，208-213(1994).  
 5) 真賀 幸八 ほか3名：日本木材学会北海道支部講演集，No.26，35-38(1994).  
 6) 星 通：ゆか，37(12)，59-64(1994).

文 献

- 1) 永井 渉 ほか4名：日本建築学会大会学術講演梗概集，1057-1058(1995).  
 2) 浦野 新一 ほか3名：林産試験場報，9(6)，18-26(1995).  
 3) フローリング張り標準仕様書，日本フローリング工業会，日本複合床板工業会(1989).

- 技術部 加工科 -  
 - \*1 北海道林務部 林産振興課 -  
 - \*2 技術部 成形科 -  
 - \*3 サンモク工業株式会社 -  
 (原稿受理 H7.10.12)