

## 体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性 (第1報)

—体育館用フローリング5種類の床面加熱試験—

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 ( I )

—Floor heating test of five types of wooden floorings for a gymnasium—

Shin'ichi SEINO                      Emiko SUGAYA\*<sup>1</sup>  
Hideo HORIE\*<sup>2</sup>                      Hiroji MURAKAMI\*<sup>3</sup>

*Keywords*: dimensional stability, flooring, floor heating, gymnasium  
寸法安定性, フローリング, 床暖房, 体育館

#### 1. はじめに

床暖房は床面を加熱することによって、輻射熱を放射させ室内を暖める暖房方式である。したがって床仕上げ材として使用される木質フローリングは、通常使用されるもの比べて厳しい環境条件下に置かれる。このため床暖房用フローリングには、乾燥収縮に伴うめすきや反りなどの寸法変化が生じにくいこと、加熱によって表面にクラックが発生したり接着層のはく離が生じないこと、などの性能が要求される。一般住宅における床暖房の普及を背景として、住宅向けの床暖房用フローリングは、大手フローリングメーカーによりすでに多数市販されている。また、その性能評価については床暖房機器メーカーなどによって独自に性能試験が行われているほか、日本複合床板工業会による性能規格づくりも進められている<sup>1,2)</sup>。

一方、床暖房は他の暖房方式と比べ、大面積で天井の高い空間においても熱効率が良いなどの利点から、体育館の暖房方式として注目され、徐々に普及しつつ

ある<sup>3-5)</sup>。体育館用フローリングは、断面寸法が比較的大きく、運動時の衝撃に耐える必要がある。したがって表面材の厚さが一定以上なければならず一般住宅用フローリングとは製品仕様が異なるため<sup>6)</sup>、床暖房時の寸法安定性はそれらとは異なるものと考えられる。また体育館床暖房用フローリングの性能基準は、体育館という特殊な用途であるため、一般住宅用フローリングの基準とは別に考える必要がある。しかし、これまで体育館床暖房用フローリングに関して、床暖房時の寸法安定性やその性能基準を考察した例は見当たらない。

本報では、体育館床暖房用フローリングの開発を目的として、市販品および試作品計5種類の体育館用フローリングを試験施工し、床面の加熱試験を行った。これによりフローリングの乾燥収縮に伴う床面の寸法安定性を評価するとともに、体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性評価基準についても考察した。

2. 試験方法

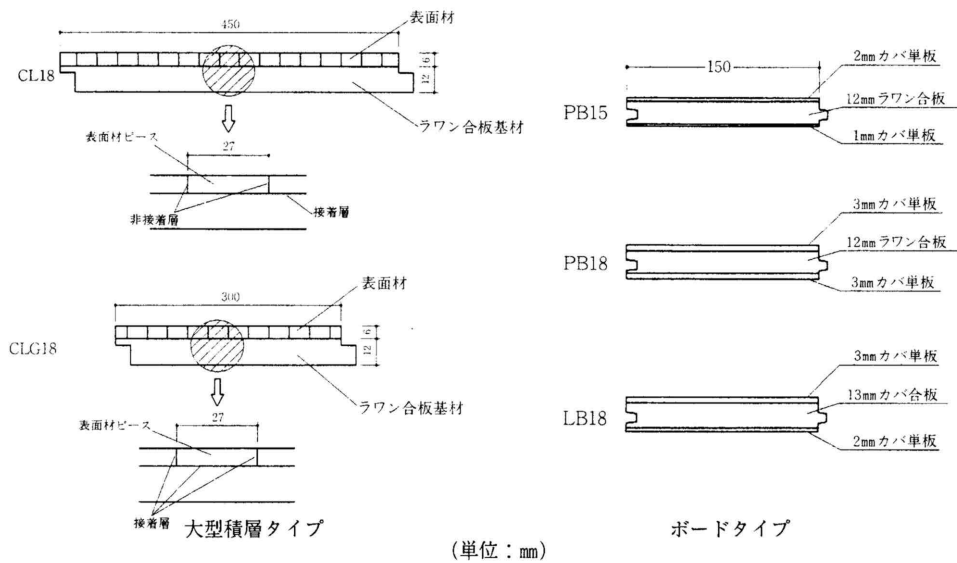
2.1 供試フローリング

供試フローリングは、第1表に示す体育館用の複合フローリング5種類である。供試フローリングのうちCL18は市販品で、一般体育館用フローリングとしてすでに施工実績があるが、他の4種類は今回の試験のために試作したものである。CL18, CLG18は、カバ集成材構成の表面材と合板基材とを接着した大型積層タイプ

と呼ばれる複合フローリングである<sup>6)</sup>。CL18では表面材の各ピース間は接着されていないが、CLG18では各ピース間が接着されている。大型積層タイプのさね形状は、一般的に相欠きと本さねの2種類があるが、今回の供試フローリングについては相欠きのみとした。PB15, PB18は、ラワン合板基材に表面材としてカバ単板を接着したボードタイプの複合フローリングである。LB18は、カバ合板基材に表面材としてカバ単板を接着

第1表 供試フローリングの種類

記号	種別	寸法 (厚さ×幅×長さ) (mm)	表面材	基材	さね形状
CL18	複合フローリング大型積層タイプ	18×450×1,800	6mmカバ集成材 ピース間非接着	12mmラワン合板	相欠き
CLG18	複合フローリング大型積層タイプ	18×300×1,800	6mmカバ集成材 ピース間接着	12mmラワン合板	相欠き
PB15	複合フローリングボードタイプ	15×150×1,800	2mmカバ単板	12mmラワン合板+1mmカバ単板	本さね
PB18	複合フローリングボードタイプ	18×150×1,800	3mmカバ単板	12mmラワン合板+3mmカバ単板	本さね
LB18	複合フローリングボードタイプ	18×150×1,800	3mmカバ単板	13mmカバ合板+2mmカバ単板	本さね



第1図 供試フローリングの断面図

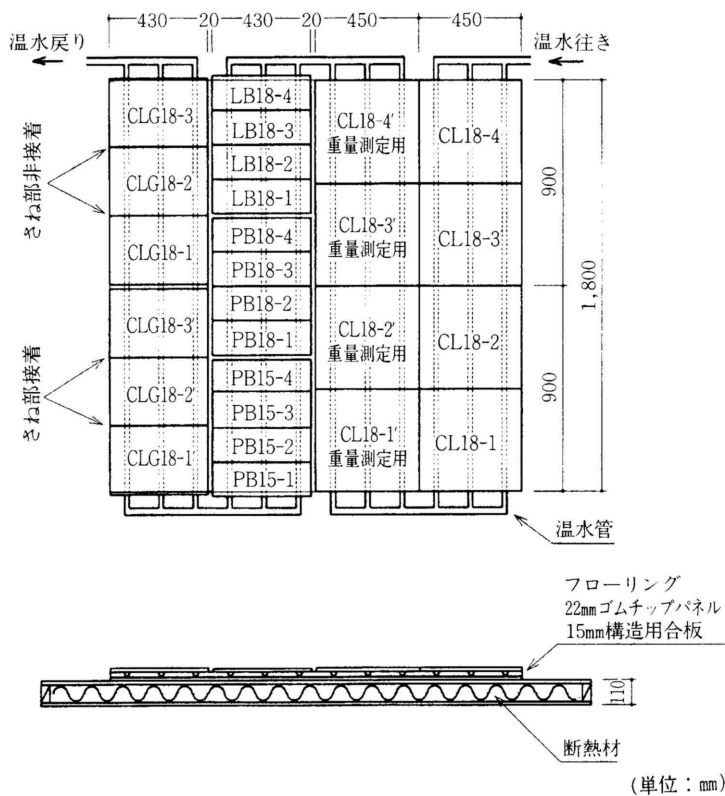
したボードタイプの複合フローリングである。ボードタイプのさね形状はすべて本さねである。各供試フローリングの断面構成を第1図に示す。なお、今回供試したフローリングはすべて無塗装品である。

## 2.2 加熱試験床へのフローリング施工方法

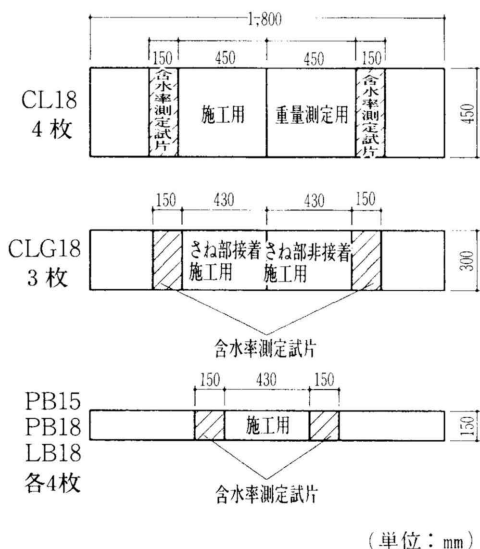
供試フローリングの加熱試験を行うため、室温20℃、相対湿度40%に設定した恒温恒湿室内において、第2図に示す加熱試験床を作製した。加熱試験床は、既存の体育館床暖房仕様<sup>45)</sup>に準じて、断熱材を充填した床パネル上に厚さ22mmのゴムチップパネルをビス留めし、これに温水管を埋設して1.8m×1.8mサイズの床暖房層としたものである。この加熱試験床上に供試フローリングから採取した試験片を施工して、床面の加熱試験を行った。

試験片の施工は、実際の施工方法に準じて次に示す要領で行った。試験片は、供試フローリングごとに4枚(CLG18は3枚)のフローリングから第3図に示すように長さ430~450mmのものを採取した。これらを第2図に示した加熱試験床への割り付けに従い、1液型ポリウレタン樹脂系接着剤(コニシKU888)によってゴムチップパネル上へ接着施工した。このとき、脳天ビス留めなど裏面の接着以外の方法による試験片の拘束は行っていない。また、隣り合うフローリングのさね部分についても、接着や釘打ちなどによる拘束を行わないこととした。ただし、CLG18は、各フローリングから試験片を2体ずつ採取し、一方はさね部分を接合、接着しないもの、他方は酢酸ビニル樹脂接着剤によってさね部分を接着するものと振り分けて施工した。

CL18は、各フローリングから試験片を2体ずつ採取



第2図 加熱試験床



第3図 フローリング木取り図

し、一方を加熱試験床への施工用、他方を加熱による重量変化の測定用に振り分けた。この重量測定用試験片は、加熱試験期間を通して10kgのおもりでゴムチップパネル上に圧着して放置した。

試験片の施工終了後、表面の塗装を行った。塗装には液型ポリウレタン樹脂系塗料を使用し、刷毛で3回塗りとした。

### 2.3 床面の加熱方法

床面の加熱は、電気式温水循環器(宇部興産SCS-1000)を用い、試験床へ埋設した温水管に温水を連続的に通湯することによって行った。温水温度は、床面からの戻り温水の温度を70に設定した。これは、循環器による上限温度である。試験室内は、冬期間の床暖房時の環境<sup>7)</sup>を再現した温度20、相対湿度40%に設定したが、相対湿度を一定に維持することが難しく35~50%の範囲で変動した。以上の設定に対してC-C型熱電対で温度実測した結果、フローリング表面温度は30~33、フローリング裏面温度は50~55であった。

### 2.4 測定項目

加熱試験床に施工された試験片について、床面の加

熱による含水率変化、寸法変化を経時的に測定した。測定項目および測定方法は以下のとおりである。

**含水率**：CL18重量測定用試験片の重量変化を測定し、加熱試験終了後、全乾法により含水率の経時変化を求めた。またCL18以外のフローリングについては、加熱試験開始時および終了時に含水率試験片を採取し、全乾法により含水率を求めた。

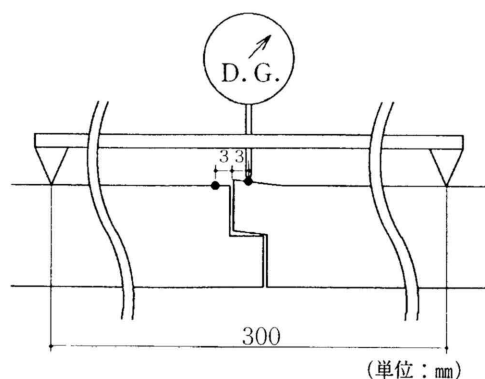
**さね部すきま**：すきまゲージにより0.05mm単位で測定した。

**ピース間すきま**：大型積層タイプについては、表面材の各ピース間のすきまをすきまゲージにより0.05mm単位で測定した。また、長さか15cm以上連続しているすきまのうち、開きが最も大きいものを、その試験片のピース間すきまとした。

**幅反り**：フローリングの幅方向の中央位置の矢高を1/100mmダイヤルゲージで測定した。矢高の測定スパンは、CL18が30cm、CLG18が28cm、PB15、PB18、LB18が13cmである。

**さね部段差**：第4図に示すように、隣合うフローリングのさね部分の目地から、両側へ3mmずつ離れた2点の位置で矢高を測定し、その差をさね部段差とした。矢高の測定スパンは30cmである。

床面の加熱は、重量測定用試験片の重量測定から推定されるフローリング含水率が、平衡に達するまで行った。寸法等の経時変化の測定は、およそ200時間おきに行った。



第4図 さね部段差の測定方法

第2表 調査した体育館

物件名	所在地	フローリング種別	暖房方式	築年数
音更町総合体育館	音更町	複合フローリング大型積層タイプ	壁面温水パネル	3年
北海道東海大学	旭川市	単層フローリングボードタイプ	天井蒸気パネル	14年
北海道立旭川東高校	旭川市	単層フローリングボードタイプ	暖房なし	4年
旭川市立東五条小学校	旭川市	単層フローリングボードタイプ	壁面蒸気パネル	3年
北海道立旭川農業高校	旭川市	単層フローリングボードタイプ	灯油ストーブ	5年

2.5 体育館床暖房用フローリング床面の寸法変化許容値決定のための既存体育館の実態調査

床面加熱試験で得られた測定値の評価基準を作成する目的で、北海道内の既存体育館の実態調査および聞き取り調査を行った。調査した体育館を第2表に示す。実態調査は、施工されているフローリングの種類、さね部すきま、段差等の床面の状況を調査、測定した。聞き取り調査は、施設管理者または学校側の管理責任者を対象として、床面の状況について安全性や意匠上の面からの問題点や要望、冬期間の暖房方式について聞き取りを行った。

3. 結果と考察

3.1 既存体育館の調査結果と体育館床暖房用フローリング床面の寸法変化許容値

既存体育館の実態調査、聞き取り調査の結果をまとめると次のようになる。

フローリングのさね部すきまは、単層フローリングでは1~2mm、複合フローリング大型積層タイプでは0.5~1mmであった。

さね部段差、幅反りについては、目視上目立った変化が生じている例は見られなかった。

1~2mm程度のさね部すきまが発生している場合でも、さね部段差、幅反りを伴っていなければ競技の安全上特に問題はないという意見が多かったが、意匠上の面で気になると言う意見があった。

特にすきまの発生によって競技用のラインが切断されているのが目につくということであった。

ピース間すきまについては、調査事例が1件だけで

あるが、目視上明らかにすきまとして認められるものについて測定したところ、0.2mm以上のすきまであることが分かった。管理者の意見としては、0.2mm程度のすきまは特に問題ないということであった。

以上の調査結果と体育館用フローリングの施工実態、床暖房機器メーカー1社の意見を参考にして、体育館床暖房用フローリング床面の寸法変化について、各測定項目ごとにおおまかな許容値を定めた。この許容値を第3表に示す。床暖房での使用を想定した場合、ユーザーの評価は、通常使用されるものに比べて厳しくなる傾向にある。このことを考慮し、さね部すきま、ピース間すきまについては目視上目立った変化が現れないこと、さね部段差、幅反りについては使用上問題のないことを基準とした。なお、さね部すきま、幅反りについては、施工直後のさね部すきま量が0.2mm程度、同じく幅反り矢高量が0.5mm程度あることを考慮して許容値を定めた。

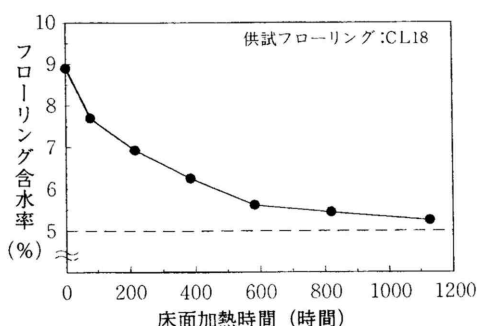
第3表 体育館床暖房用フローリング床面の寸法変化許容値(床面加熱時)

項目	許容値
さね部すきま	すきま量0.7mm以下かつ増加量0.5mm以下
ピース間すきま	すきま量0.2mm以下
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

### 3.2 フローリングの含水率変化

床面加熱時の寸法変化は、フローリングの含水率が平衡に達した時点で評価するのが妥当と考えられる。そこで、CL18から採取した重量測定用試験片について、加熱開始から経時的に重量を測定し、含水率変化を求めた。

測定結果を第5図に示す。試験片の含水率低下は、加熱開始から600時間経過するまでの変化が大きく、それ以降はゆるやかに平衡に達する挙動を示した。そして、1128時間経過時の含水率は5.2%であった。他の施工試験片について、979時間経過後に測定した含水率も第4表に示すとおり、4.8~5.3%の範囲にある。このことから供試フローリングの断面寸法の違いによる含水率の低下速度の差を考慮しても、加熱開始後1000時間経過の時点で含水率はほぼ平衡に達している



第5図 床面加熱によるフローリング含水率の経時変化

ものと考えられる。

以上の結果から、体育館床暖房用フローリング床面の床暖房時の寸法安定性の評価法として、70℃温水による床面加熱を1000時間までを行い、その時点での寸法変化が第3表に示す許容値を満足していれば床暖房用として使用可能である、と判断できる。

### 3.3 フローリング床面の寸法変化

#### 3.3.1 さね部およびピース間すきま

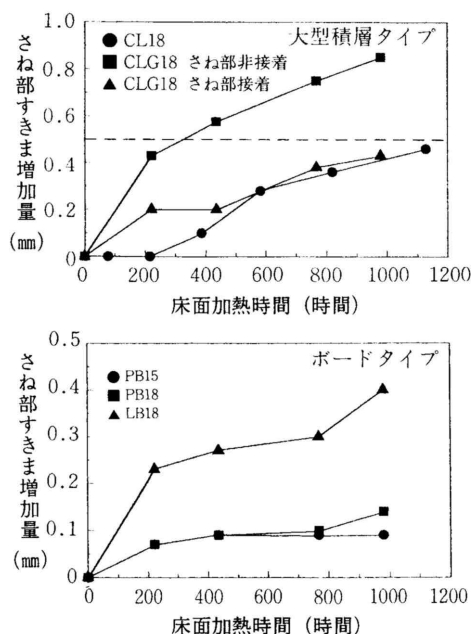
第6図と第7図に各供試フローリングについて測定したさね部すきまおよびピース間すきまの経時変化を示す。

まず、大型積層タイプのCL18とCLG18について、さね部を非接着とした場合の、さね部すきま増加量を比較すると、加熱終了時、CL18は0.46mm、CLG18は0.85mmであり、CLG18はCL18の2倍の増加量を示した。この差は、ピース間の接着の有無によるものと考えられる。すなわち、CLG18はフローリング製造時にピース間が接着されたものであり、個々のピースの収縮がフローリングの幅全体の収縮(さね部すきま)となって現れるが、CL18ではピース間が接着されていないので、その影響が顕著に現れなかったものと考えられる。

しかし、さね部すきま増加量の少ないCL18の場合、各ピースの収縮は、第7図に示すとおり、ピース間のすきまとして現れる。このように、ピース間

第4表 床面加熱による供試フローリングの寸法変化

供試フローリング記号	施工方法	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 (%)	増加量 (mm)	含水率1%当りの増加量 (mm)	増加量 (mm)	含水率1%当りの増加量 (mm)	増加量 (mm)	含水率1%当りの増加量 (mm)	増加量 (mm)	含水率1%当りの増加量 (mm)
CL18	さね部非接着	1128	8.9	5.2	-3.7	0.46	0.12	0.10	0.03	0.07	0.02	0.28	0.08
CLG18	さね部非接着	979	7.2	4.8	-2.4	0.85	0.35	0.00	0.00	0.07	0.03	1.52	0.63
CLG18	さね部接着	979	7.1	4.9	-2.2	0.43	0.20	0.00	0.00	-0.01	0.00	1.35	0.61
PB15	さね部非接着	979	9.2	5.3	-3.9	0.09	0.02			0.02	0.01	0.05	0.01
PB18	さね部非接着	979	7.3	5.2	-2.1	0.14	0.07			0.00	0.00	0.09	0.04
LB18	さね部非接着	979	8.9	4.8	-4.1	0.40	0.10			-0.08	-0.02	0.20	0.05

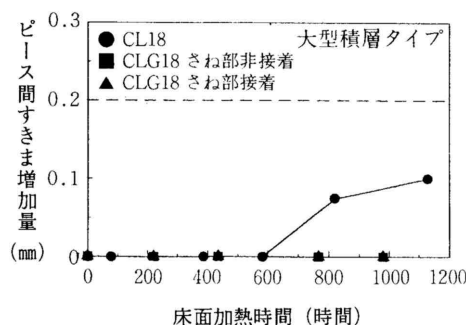


第6図 床面加熱によるさね部すきまの経時変化

が接着されていない場合、さね部すきまの増加が少なくなっても、ピース間のすきまが大きくなる危険性がある。ただし、今回供試した試験片のピース間すきまは、加熱終了時で0.1mmであり、第3表に示したピース間すきまの寸法変化許容量0.2mm以下であった。

また、さね部すきまの経時変化がCLG18とCL18とで異なることも認められる(第6図)。すなわち、CLG18では加熱開始直後からさね部のすきまが観察されるが、CL18では200時間経過以降から発生した。これも、ピース間の接着の有無に起因するもので、CL18では、ピース間が接着されていないので、個々のピースの収縮がただちにフローリングの幅全体の収縮となっては現れなかったものと推定される。

試験片としてCLG18を用い、さね部を接着施工した場合は、加熱終了時のさね部すきま増加量は0.43mmであり、さね部非接着施工とした場合(0.85mm)より顕著に低下した。このように、さね部の接着がすきまの発生を抑制する効果のあることが



第7図 床面加熱によるピース間すきまの経時変化

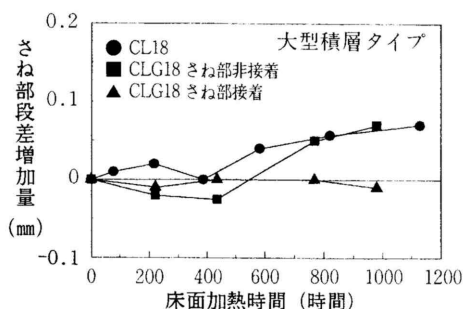
明らかとなった。しかし、これを実際に体育館での施工に適用するためには、冬季の床暖房による収縮と夏季の吸湿による膨張が繰り返された場合に、接着部のはく離が生じないかなど、耐久性について検討する必要がある。

つぎに、ボードタイプについてみると、基材がラワン合板であるPB15とPB18では、さね部すきまの経時変化の形態は類似し、加熱終了時の増加量は、それぞれ0.09mmと0.14mmであった。これに対し、基材がカバ合板であるLB18は、すきま増加量が大きく、加熱終了時で0.40mmであった。

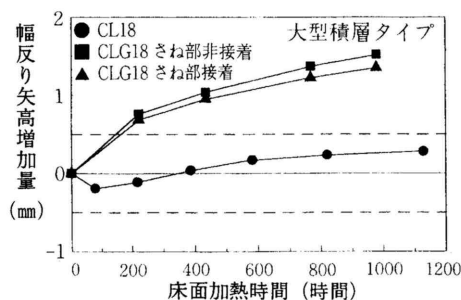
今回供試したフローリングの床面加熱時の寸法変化を評価すると、大型積層タイプの場合、CLG18のさね部非接着施工では許容値を大きく超えるが、CLG18のさね部接着施工とCL18は許容範囲内であった。また、ボードタイプは3種類とも許容範囲内であった。

### 3.3.2 さね部段差

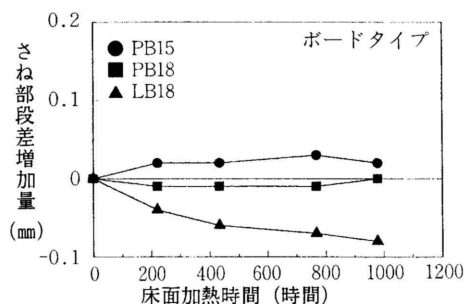
第8図に各供試フローリングのさね部段差の経時変化を示す。大型積層タイプ、ボードタイプともに、さね部段差の増加量は0.1mm以下と極めて小さく、使用上の問題となるような段差の発生は認められなかった。今回の試験では、フローリング施工直後に0.1~0.2mm程度の段差があったため、床面加熱によって初期の段差が減少し、変化量がマイナスの値を示すものもみられた。実際の体育館の床施工では、塗装前に床面の研磨を行うため、施工直後のさ



第8図 床面加熱によるさね部段差の経時変化



第9図 床面加熱による幅反り矢高の経時変化



ね部段差は考慮する必要はないと思われる。

### 3.3.3 幅反り

第8図に各供試フローリングの幅反り矢高の経時変化を示す。

大型積層タイプについてみると、加熱終了時の幅反り矢高の増加量は、CL18が0.28mmであるのに対し、CLG18のさね部非接着施工が1.52mm、同さね部接着施工が1.35mmであり、CL18ではピース間が接着されていないことによって幅反りについても抑制される効果があることが分かる。

なお、幅反り矢高の符号については、+の場合はフローリングが凹型に変形していることを表し、-の場合は凸型に変形していることを表している。

ボードタイプについては、加熱開始から終了までの増加量は、PB15、PB18がそれぞれ0.05mm、0.09mm、LB18が0.20mmで前者よりやや大きな変化を示した。

今回の供試フローリングを評価すると、CLG18は施工法にかかわらず許容値を大きく超えたが、CL18およびボードタイプ3種類は許容範囲内であった。

### 3.3.4 含水率1%当りの各種寸法変化について

第4表に各供試フローリングの各種寸法変化について、加熱終了時の増加量および含水率1%当りの増加量を示した。

さね部すきまについてみると、CL18およびCLG18のさね部接着施工では、加熱終了時の増加量はそれぞれ0.46mmと0.43mmでほぼ等しく、これはさね部すきまの許容限度に近い値である。しかし試験開始時の含水率に約2%の差があり、含水率1%当りの増加量ではそれぞれ0.12mmと0.20mmであり、約1.7倍の差がある。このため、例えば試験開始時の含水率が両者ともに8%であったと仮定して、床面加熱によって5%まで含水率が低下したとすると、さね部すきまの増加量は、CL18が0.36mm、CLG18のさね部接着施工が0.60mmとなり、CL18では安全側の値になるが、CLG18のさね部接着施工では許容値を超えることになる。このことから分かるように、床暖房用フローリングの場合、製品出荷時の含水率管理が重要となる。製品出荷時のフローリング含水率



は、床暖房使用時の平衡含水率である約5%に近づけるほど寸法安定性が良くなることになる。しかし、製品出荷から施工するまでの期間にフローリングが吸湿し、反りやねじれなど、施工上支障となるような寸法変化を生じること、床暖房を使用しない夏季には、フローリングの吸湿によって床面が膨張することなどを考慮すると、製品出荷時にフローリング含水率を8%程度に調整するのが妥当と考えられる。また、運搬や現場での保管などにおける養生・管理にも留意する必要がある。このことについては、次報でさらに検討する。

#### 4. まとめ

体育館用フローリングについて床暖房での使用を想定し、市販品および試作品計5種類のフローリングについて床面の加熱試験を行い、フローリングの乾燥収縮に伴う床面の寸法安定性を評価した。

体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性の評価基準として、既存体育館の実態調査等から、床暖房時の乾燥収縮に伴う床面の寸法変化許容値を第3表のように定めた。また、床面の加熱試験条件として、室温20℃、相対湿度40%の環境下で、床面からの戻り温水の温度を70℃として床面を加熱(フローリング表面温度30~33℃、裏面温度50~55℃)した場合、フローリング含水率は、加熱開始から1000時間でほぼ平衡に達することを確認した。

よって、床面の加熱試験による体育館床暖房用フローリング床面の寸法安定性の評価法として、加熱開始から1000時間の時点での寸法変化が第3表に示す許容値を満足していれば、床暖房用として使用可能であると判断した。

以上の評価基準に基づいて、各供試フローリング床面の寸法安定性を評価すると、次のようになる。

大型積層タイプのフローリングでは、表面材のピース間が接着されていないCL18が比較的寸法安定性に優れ、適切な製品出荷時の含水率管理と現場養生を行うことによって床暖房での使用が可能であると思われる。ピース間が接着されているCLG18は、さね部すきま、

幅反りなどの増加が大きく、床暖房での使用には問題がある。ボードタイプのフローリングでは、ラワン合板を基材としたPB15、PB18が特に寸法安定性に優れ、床暖房での使用が可能である。カバ合板を基材としたLB18は、前者に比べると寸法変化が大きいものの、床暖房での使用は可能であると考えられる。

#### 5. おわりに

本報では、床暖房時の乾燥収縮に伴う床面の寸法安定性についてのみ考察したが、製品含水率を調整して通常の製品より低めに設定した場合には、吸湿による床面の膨張などについても考慮する必要がある。次報では、一般体育館用フローリングとしてすでに施工実績のある大型積層タイプ・CL18について、床暖房時の寸法安定性の向上を図るため含水率を調整したものを試作し、床暖房時の乾燥収縮に伴う床面の寸法安定性評価とあわせて、吸湿膨張に伴う床面の寸法安定性についても評価を行う。

最後に、体育館床暖房用フローリングの床面加熱試験方法、寸法安定性の評価基準についてご助言いただいたサンポット(株)・三ツ谷弘毅氏に深謝する。

#### 文 献

- 1) 星 通: ゆか, 37(12), 59-64(1994) .
- 2) 坂本潤一: ゆか, 36(12), 99-100(1993) .
- 3) 山岸宏一: 木材工業, 49(4), 154-159(1994) .
- 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) 体育館床工事標準施工要領書, 日本体育床下地工業会, 日本フローリング工業会, (財)日本体育施設協会スポーツフロア部会 (1989) .
- 7) 吹野 信 ほか4名: 日本木材学会北海道支部講演集, No. 25, 40-43(1993) .

- 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 H7.7.26)