

表面強化複合フローリングの開発 (第1報)

下張りによる基材の耐衝撃性強化

江越 航^{*1}, 古山安之, 松浦 力

Development of Surface Reinforced Composite Flooring I

Improvement of impact resistance by underlays

EGOSHI Wataru^{*1}, FURUYAMA Yasuyuki and MATSUURA Tsutomu

We used high tension nonwoven material for underlay to improve the surface hardness of composite flooring. The surface hardness was not improved by the crude underlay which was bonded with water based polymer-isocyanate adhesive. The surface hardness increased by the resin impregnation with epoxy or phenol resin for underlay. We also impregnated surface sliced veneer with polycarbonate resin to improve the impact resistance. The results showed that the difference of the curing agent caused the difference of the surface hardness.

複合フローリングの表面硬度を向上させるため、基材合板-突板間に下張り材として高張力不織布を使用することを検討した。無処理の下張り材を水性高分子イソシアネート系接着剤により接着しただけでは、表面硬度の向上は見られなかった。下張り材を前処理としてエポキシ樹脂またはフェノール樹脂含浸させた後に接着した場合には、表面硬度が向上した。さらに表面突板にポリカーボネート系樹脂を含浸させて、突板自身の耐衝撃性を向上させることについても検討した。その結果、使用する硬化剤の違いにより表面硬度に違いが生じた。

キーワード：複合フローリング、表面硬度、下張り、樹脂含浸

1. 緒 言

現在住宅用の床材として、合板の表面に薄く削った天然木単板（以後突板と記述）を貼った複合フローリングが広く普及している。ところが、従来基材として用いていた硬質の合板が枯渇してきたため、近年はより軟質の合板を用いるようになってきている。そのため、テーブル・いす等の重量物により表面に凹みが生じやすくなり、消費者からのクレームが増えている。

当センターでは以前、軟質木材の硬度を高める方法として、表面圧密加工を検討した¹⁾。この方法は軟質むく材のフローリング使用には有望と考えられるが、合板を基材とする複合フローリングには応用が難しい。また、塗装だけで硬さを向上させるのも限界がある。そこで、本研究においては、床材全体のクッション性を損なうことなく表面硬さだけを改善するため、基材合板と表面突板の間に高張力不織布を下張りすることを検討した。下張り材の使用により、外部からの力を下張り材が支えるため、フローリングの耐衝撃性向上が期待される。

この際、下張り材と基材または突板間の接着が十分でない、十分な耐衝撃性が発揮されないことが考えられ

る。そこで下張り材をエポキシまたはフェノール樹脂で含浸することにより、接着性を向上させるとともに、樹脂自身の硬度による表面硬さ向上を図った。

さらに表面突板に対しても、ポリカーボネート系樹脂塗料を塗布することにより、フローリングの耐衝撃性強化を試みた。ポリカーボネート系塗料は浸透性が高いため、表面突板自身の耐衝撃性をより高めると考えられる。

以上の作成した試験片について、JIS規格の木材の試験方法に基づく硬さ測定を行い、表面硬度の評価を行った。

2. 実験方法

2.1 下張り材

今回使用した下張り材を表1に示す。下張り材は主として不織布およびスパンボンドを使用した。また比較のため、現状しばしば使用されている和紙及び強化メカニズムの考察に参考とするため高張力で知られるガラス繊維も使用した。

2.2 試験材料

基材としては9mm厚合板、表面突板はナラ柾目突板を使用した。これらの材料を60[mm]×100[mm]に切断して試験片とした。下張り材も同じ寸法に切断して試験片とした。これらの構成を図1に示す。

2005.5.31 受理 生活技術部

*1 広島県保健環境センター

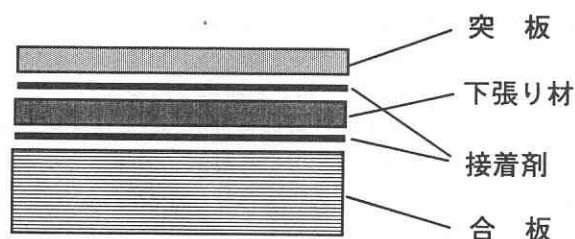


図1 下張り強化複合フローリングの構成

表1 使用した下張り材

下張り材	品番	目付 [g/m ²]	厚さ [mm]	引張強度 [N/5cm]	
				縦	横
不織布	R7040	40	0.19	—	—
	S0040	40	0.53	—	—
	P0035	35	0.67	40.1	4.6
スパン ボンド	3151A	15	0.12	41	18
	6151A	15	0.13	47	22
	3251A	25	0.18	84	30
	3401A	40	0.24	159	54
和紙		24	0.74	—	—
ガラス 繊維	MS133A	106	0.15	106	106
	MS253A	211	0.24	212	212

*不織布、スパンボンド：東洋紡績（株）製

和紙：金星製紙（株）製

ガラス繊維：旭ファイバークラス（株）製

2.3 接着方法

基材合板と下張り材または突板との接着は、水性高分子イソシアネート系接着剤(KR8300)および硬化剤(AX200)を使用した。表2に実験を行った主剤と硬化剤の比、塗布量の条件を示す。接着剤は基材—下張り材間および下張り材—突板間にそれぞれ同量を塗布した。接着剤を塗布した試験片は、熱圧プレスにて圧縮・接着した。表3にその際の圧縮条件を示す。

表2 接着条件

主剤/硬化剤比	100/10, 100/15, 100/20
塗布量	100 [g/m ²], 150 [g/m ²], 200 [g/m ²]

*光洋産業（株）製

表3 圧縮条件

圧縮温度	110℃, 120℃, 150℃, 180℃
圧縮圧	4.9×10 ⁵ [Pa] (5 [kgf/cm ²]) 9.8×10 ⁵ [Pa] (10 [kgf/cm ²])
圧縮時間	90秒

2.4 表面硬さの測定

JIS Z2101「木材の試験方法」の硬さ試験に基づく。島津製作所製オートグラフ AG-10TB を用い、試験面に直径10 [mm] の鋼球を荷重速度 0.5 [mm/min] で深さ 1/π [mm] まで圧入したときの荷重を測定した。測定は1つの試験体につき異なる4ヶ所を測定し、平均を求めた。

2.5 下張り材樹脂含浸による補強

下張り材の接着効果を高めるため、表1に示した下張り材について、樹脂含浸した後接着する実験を行った。表4に補強のため使用した樹脂と配合比を示す。樹脂含浸の方法は、まず下張り材を表4で示すそれぞれの樹脂に浸した後、すぐに引き上げ水切りし、一旦 110℃に加熱した平板プレスで90秒間圧縮・加熱して平坦にした。その後さらに 110℃の乾燥機中に5時間放置して乾燥させた。この下張り材に、2.3で示したのと同様の方法により突板を接着して試験片とした。

表4 使用した樹脂

主剤	硬化剤	配合比
エポキシ樹脂(2023)	2106	2/1
	2103	10/1
フェノール樹脂(PX341)	なし	

*エポキシ樹脂：スリーボンド（株）製

*フェノール樹脂：アイカ工業（株）製

2.6 表面突板樹脂含浸

ポリカーボネート系樹脂を突板に含浸させ、表面強化を行った。使用した樹脂は、表5に示す通りである。主剤—硬化剤4通りの組み合わせについて、さらに固形分の比を50/50, 60/40, 70/30になるように調整して、計12条件で実験を行った。

突板は40℃、70%の条件下で1日調湿したものを、80℃で10分間乾燥した後、樹脂含浸した。その後、室内に吊るして自然乾燥させた。

基材合板への接着は、2.3と同様の方法により行った。なお、この際下張り材は使用していない。

表5 使用した樹脂の組み合わせ

主剤	硬化剤
PC61	コロネート L (TDI系)
PC61	コロネート 2255 (イソシアヌレート系)
PC122H	コロネート L (TDI系)
PC122H	コロネート 2255 (イソシアヌレート系)

*日本ポリウレタン工業（株）製

2.7 ホルムアルデヒド放散量測定

下張り材の樹脂含浸を行ったフローリングについて、ホルムアルデヒド放散量の測定を行った。測定方法は、JAS規格「合板」に基づき、デシケータ法で行った。試験体は基材合板のみ、および表4の樹脂を含浸した下張り材により作成した複合フローリングについて行った。

3. 結果および考察

3.1 下張り材による表面硬さ改善効果

図2に下張り材の違いによる表面硬さ改善効果を示す。使用した下張り材は表1に示した全種類である。接着剤は水性高分子イソシアネート系接着剤を使用し、主剤と硬化剤の比は100/20、塗布量は200 [g/m²]とした。

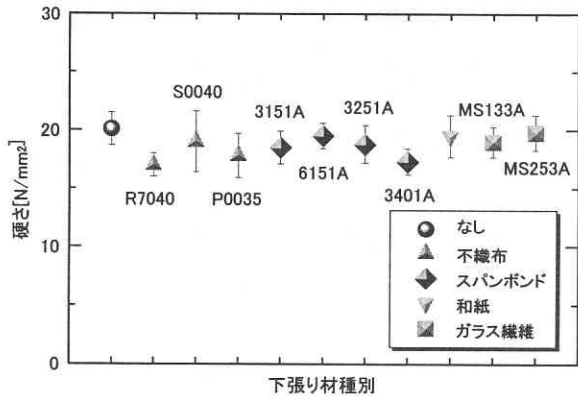


図2 下張り材の違いによる表面硬さ

また熱圧時のプレスの圧縮圧は 4.9×10^5 [Pa]、圧縮温度は 110°C である。

図2において一番左側の下張り材なしの場合と比較して、下張り材を貼った試験片の硬さはいずれも同等またはやや低い値であり、下張り材による補強効果は見られなかった。

3.2 接着条件の違いによる表面硬さ

次に硬化剤の配合比、および熱圧時の圧縮温度が表面硬さに与える影響を検討した。下張り材がない場合、およびスパンボンド(3151A)、ガラス繊維(MS133A)を使用した場合について、接着剤の主剤/硬化剤の比率を100/10、100/15、100/20として塗布した。プレスの圧縮圧は 9.8×10^5 [Pa]、圧縮時間は90秒とし、圧縮温度を 120°C と 180°C で熱圧した。図3にその結果を示す。

この図からは、硬化剤の配合比を多くすれば、やや硬さが改善傾向にあるものの、下張り材による硬さ改善効果はガラス繊維の一部を除きあまり見られなかった。また圧縮温度を上げても、特に硬さの改善効果は見られなかった。

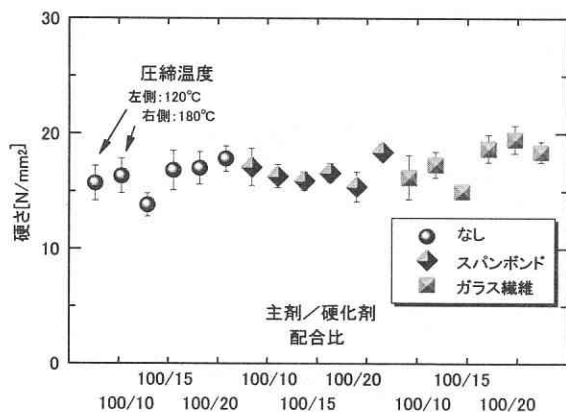


図3 接着条件の違いによる表面硬さ

3.3 下張り材樹脂含浸による表面硬さ改善効果

下張り材として、高張力のガラス繊維を使用しても十分に表面硬さの改善効果が見られないのは、下張り材と

基材合板および突板間の接着が十分でないためである可能性が考えられる。

そこで、下張り材にあらかじめ樹脂含浸を行うことで、密着性を改善するとともに、樹脂自身の空隙充填効果による表面硬さ向上を図った。下張り材としてはスパンボンド(6151A)、不織布(R7040)、ガラス繊維(MS133A)を使用し、含浸樹脂としては表4に示した3種類の樹脂を使用した。

含浸した下張り材の乾燥後、水性高分子イソシアネート系接着剤を主剤/硬化剤比100/15、塗布量 150 [g/m²] で塗布し、プレスの圧縮圧 9.8×10^5 [Pa] で接着した。圧縮温度は 110°C と 150°C の2通りで行った。

図4に硬さの測定結果を示す。下張り材の樹脂含浸により、硬さの改善効果が見られることが分かる。樹脂含浸の効果としては、エポキシ樹脂(硬化剤2106)が最も大きく、次いでエポキシ樹脂(硬化剤2103)、フェノール樹脂(PX-341)の順であった。下張り材の種類では、ガラス繊維を使用した場合の効果が最も大きく、次いで不織布、スパンボンドの順に改善傾向が見られた。圧縮温度の効果は、エポキシ樹脂においては 150°C で圧縮した方がより効果が見られたが、フェノール樹脂ではあまり顕著な効果は見られなかった。

エポキシ樹脂(硬化剤2106)を用いて圧縮温度 150°C で圧縮した際の、下張り材なしの場合と比べた硬さ改善効果は、ガラス繊維で1.6倍、不織布で1.4倍、スパンボンドで1.2倍であった。

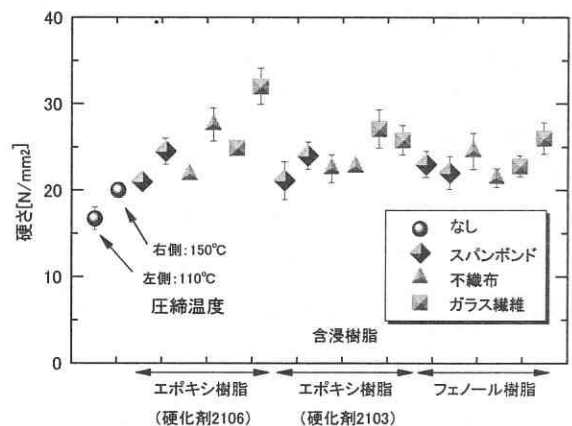


図4 樹脂含浸した下張り材による表面硬さ

3.4 下張り材フェノール樹脂含浸

前節によって、下張り材に対し樹脂含浸をおこなうことが有効なことが示された。3.3においては、含浸樹脂はエポキシ樹脂の方が有効であったが、コスト面からはフェノール樹脂の方が望ましい。そこで、含浸樹脂はフェノール樹脂を使用し、下張り材として表1に示した全種類を検討した。接着条件は前節と同様で、接着剤の主剤/硬化剤比は100/15、100/20の2通りで行った。また圧縮温度は 110°C と 150°C とした。

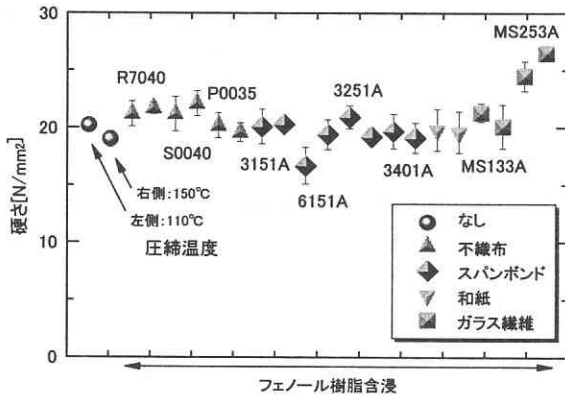


図5 下張り材フェノール樹脂含浸（配合比 100/15）

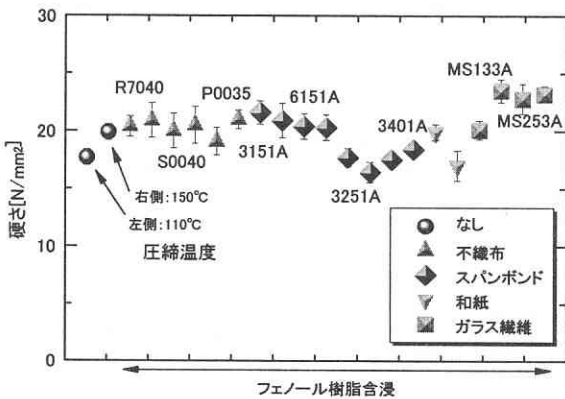


図6 下張り材フェノール樹脂含浸（配合比 100/20）

結果を図5、図6に示す。この図から、下張り材なしの場合と比較して、ガラス繊維以外はあまり大きな改善効果は見られないものの、硬さとしてスパンボンドの一部を除くと概ね目標値 20 [N/mm²]以上の値が得られている。

各下張り材について、下張り材なしの場合と比較してt検定を行った結果、危険率5%で有意差がみられた水準は、主剤/硬化剤比 100/15の場合、R7040、S0040、MS233A、主剤/硬化剤比 100/20の場合はR7040、3151A、6151A、MS133A、MS233Aであった。

3.5 表面突板樹脂含浸による表面硬さ

図7に表面突板をポリカーボネート系樹脂で含浸した場合の表面硬さ改善効果を示す。図は突板としてナラ椀目突板の辺材部分を使用した場合である。樹脂による硬さの改善効果の違いは見られなかったが、硬化剤の違いにより、やや差がみられた。TDI系（コロネートL）、イソシアヌレート系（コロネート2255）硬化剤間での硬さの差に関してt検定を行ったところ、主剤がPC122Hの場合危険率1%、主剤がPC61の場合は危険率5%で有意差が見られた。TDI系に比べて、イソシアヌレート系を使用した方が、どちらの樹脂においても1割程度、硬さの向上が見られた。

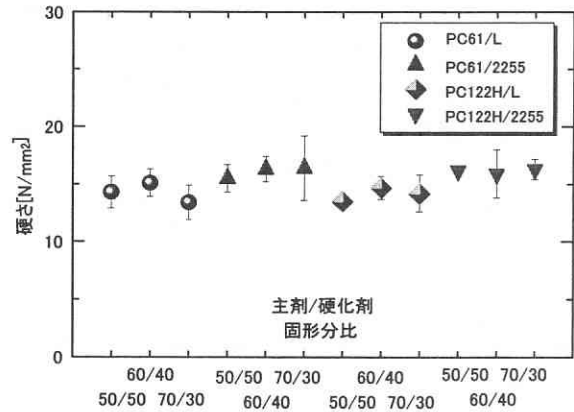


図7 表面突板樹脂含浸による表面硬さ

3.6 ホルムアルデヒド放散量測定

下張り材を樹脂含浸補強して作成したフローリングについて、ホルムアルデヒド放散量を測定した結果を表6に示す。いずれの場合においても放散量はすべて検出下限値(0.05 [mg/l])以下であり、今回下張り材に使用した樹脂、接着剤からのホルムアルデヒド放散については、ほとんど問題ないと考えられる。

表6 ホルムアルデヒド放散量

樹脂	硬化剤	放散量 [mg/l]
合板のみ	—	0.05 以下
エポキシ樹脂 (2023)	2106	0.05 以下
	2103	0.05 以下
フェノール樹脂 (PX341)	なし	0.05 以下

3.7 今後の研究

以上検討の結果、フェノール樹脂で前処理を行った不織布を下張りに用いることによって、複合フローリングの表面強化を達成できる見通しが得られた。

絞り込みを行った不織布及びフェノール樹脂は、極めて安価な材料ではあるが、それでも材料費だけで合計70円/m²程度のコストアップになる見込みである。これは、通常製品価格である1500円/m²に対し5%近くになる。

今後、フェノール樹脂含浸不織布以外の材料の検討も含め、更に低コスト化を目指した検討を行う予定である。

4. 結 言

複合フローリングの表面硬度を改善するため、基材合板と突板間に高張力不織布を下張りし、硬さ評価を行った結果は、下記の通りである。

- 1) 下張り材として不織布、スパンボンド、和紙、ガラス繊維を、前処理なしに使用した場合硬さの改善効果は得られなかった。
- 2) 下張り材にあらかじめ樹脂含浸を行い試験片を作成したところ、表面硬さの改善効果が見られた。エポキシ樹脂を用いて圧縮温度150℃で圧縮した場合、下張り材なしに比べガラス繊維で1.6倍、不織布で1.4倍、

スパンボンドで1.2倍の硬さ向上が見られた。

- 3) 下張り材にフェノール樹脂を含浸させた場合は、エポキシ樹脂と比較して硬さの改善効果は小さかったが、概ね強化目標である20[N/mm²]以上の値が得られた。
- 4) 表面突板をポリカーボネート系樹脂で含浸した場合、硬化剤としてイソシアヌレート系硬化剤を使用した方が、TDI系に比べて、若干硬さの向上が見られた。
- 5) 下張り材を樹脂含浸補強して作成したフローリングについてホルムアルデヒド放散量を測定したところ、放散量はすべて検出下限値以下であった。

文 献

- 1) 江越 航, 古山安之, 松浦 力: 広島県立東部工業技術センター研究報告, 16, 58-61 (2003).