

高粘度接着剤を用いたゴム木質複合パネル のためのフォーミング装置の開発（第1報）

- 大規模温水床暖房パネル用フォーミング装置 -

白川 真也 米田 昌世^{*1} 堀江 秀夫^{*2}
平林 靖^{*3} 横幕 辰美 渡辺 誠二^{*4}
小川 尚久^{*4} 小室 勝豊^{*5}

Development of a Former for Composite Panels Made of Rubber and Wood Particles with a High Viscous Adhesive ()

-A former of panels for floor heating in a vast space by hot water-

Shinya SHIRAKAWA Masatoshi YONETA Hideo HORIE
Yasushi HIRABAYASHI Tatsumi YOKOMAKU Seiji WATANABE
Naohisa OGAWA Katsutoyo KOMURO

Composite panels made of particles of waste tires and waste wood with a high viscosity urethane resin (one-component and moisture curing adhesive) are used as a floor heating material for systems using hot water and as a sound insulation material.

We developed a former of panels for floor heating in a vast space by hot water instead of making panels by hand and experimentally confirmed its performance.

We are almost completely satisfied with its performance and the produced panels.

We expect that the former will contribute to labor-saving and mass production.

key words : forming machine, composite panels, high viscous adhesive, rubber particles, wood particles

フォーミング装置，複合パネル，高粘度接着剤，ゴムチップ，木チップ

ゴム木質複合パネルは，廃タイヤを破砕したゴムチップと建築廃材を破砕した木チップとを高粘度なウレタン系接着剤で成型したもので，床暖房用および遮音用として用いられている。

この複合パネルのフォーミングは，高粘度接着剤を使用するため現在手作業で行っており，量産化およびコストダウンに限界がある。そこで，大規模温水床暖房パネルについて，人手に代わり機械装置でフォーミングを行うフォーミング装置を試作し，性能を把握した。

その結果，試作装置の性能および試作装置により製造した複合パネルの性能共にほぼ満足のいく成果が得られ，省力化および高速化による複合パネルの増産に見通しを得ることができた。

1. はじめに

ゴム木質複合パネル（以下、ゴムチップパネル）は、廃タイヤを破碎したゴムチップ、建築廃材を破碎した木チップ、接着剤を混合・成型したゴム木質複合パネルで、この中に温水管を埋設して住宅用の温水床暖房パネルとして開発された。しかし、ゴムチップパネルの緩衝性は、埋設した温水管を床衝撃から守るとともに床全体の適度な弾力性と硬さを付与することから、現在では体育館および大規模な施設の床暖房パネル、遮音パネルが商品化されている。

ゴムチップパネルに使用する接着剤は接着力が強く弾力性があることから、装置に付着すると清掃が困難であり、ゴムチップパネル製造工程におけるフォーミングは現在6名の作業員の手作業により、原料の秤量 混合 型枠へ運搬 フォーミング 熱圧 取り出しの手順で行われている。このため、量産化に限界があり、この製造工程の合理化のためには、フォーミング工程の機械化、すなわちフォーミング装置の開発が最重要課題となっていた。

こうした背景から、本研究では、厚さ22mmの大規模温水床暖房パネル用フォーミング装置を開発し、その装置を用いてパネルの製造試験を行い、装置およびパネルの性能評価を行った。

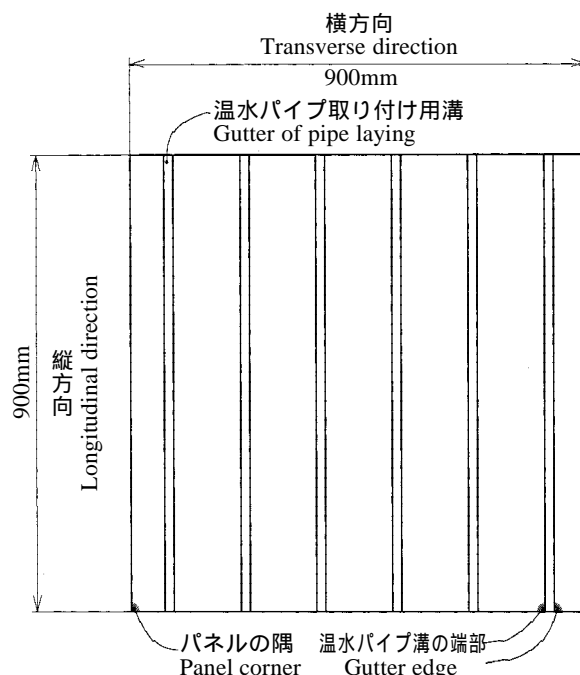
なお、本研究は林産試験場とサンフロア工業(株)との共同研究として行われたものである。

2. 対象とするゴムチップパネルの概要

2.1 パネルの形状

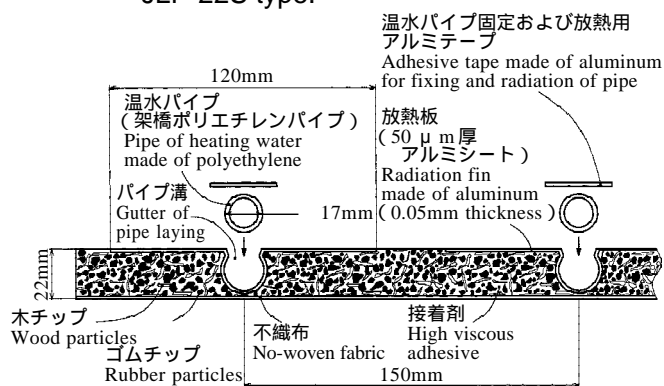
大規模温水床暖房パネルは、配管密度や直線・曲線配管の違いにより4種類のタイプが市販されている。本研究では最も生産量が多い大規模温水床暖房パネル（JLP-22Sタイプ、直線配管用）のフォーミング装置について研究を行った。

このパネルの外形を第1図に、断面構成を第2図に示す。外形寸法は幅900×長さ900×厚さ22mmで、一枚のパネルに6本の温水パイプ溝がある。パネルの下面には不織布が貼り付けられており、本体はゴムチップ：木チップ：接着剤＝8：1：1（気乾重量比）に混合したゴムチップパネルで、上面には温水パイプ取り付け溝部から左右120mm間にアルミニウムの放熱板を貼り付けている。温水パイプ取



第1図 大規模温水床暖房パネルJLP-22Sタイプの外形

Fig. 1. A vast floor heating space-use panel called JLP-22S type.



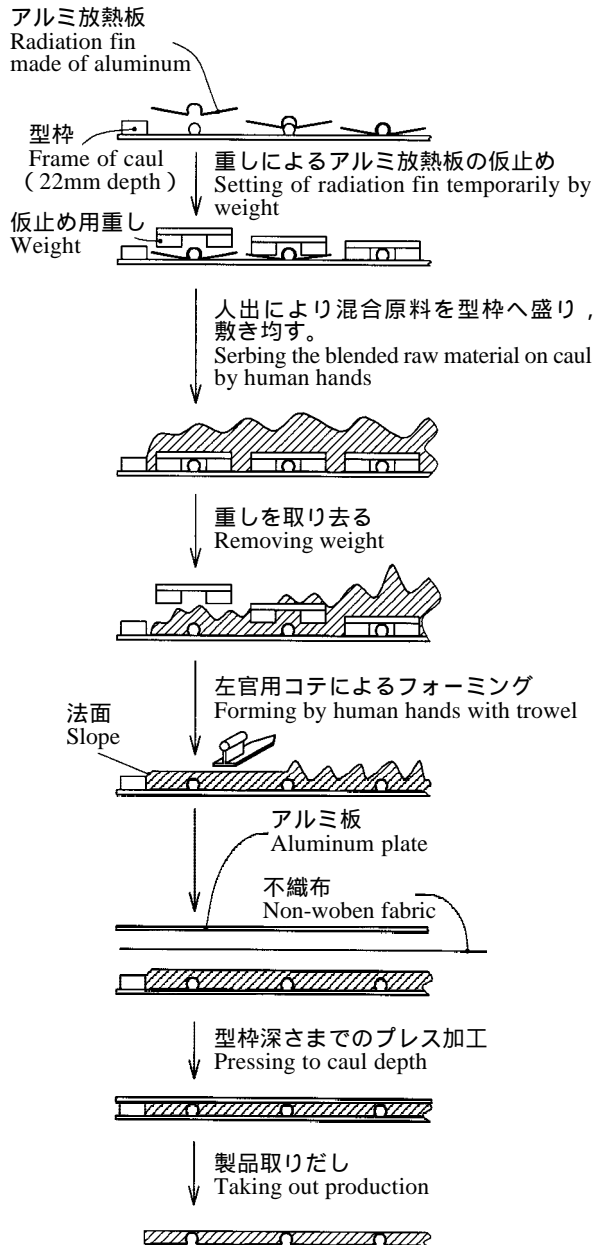
第2図 大規模温水床暖房パネルJLP-22Sタイプの断面構成

Fig. 2. A cross section of a vast floor heating space-use panel called JLP-22S type.

り付け後は、アルミテープにより固定する。なお、ゴムチップと木チップの篩目は1～4mmである。

2.2 パネルの製造方法と問題点

JLP-22Sタイプの現在のフォーミング工程は第3図のとおりであり、これらの工程は6人の作業員による手作業となっている。第4図に左官用コテを用いた手作業のフォーミング風景を示す。手作業では多くの人員・時間を要するため、量産化に限界があり、大規模温水床暖房パネル製造工程の合理化において、フォーミング工程の機械化が最重要課題となっている。



第3図 現在のフォーミング工程
Fig. 3. Present forming process by human hands.

しかし、フォーミング工程の機械化を進める場合、ゴムチップパネルに用いる湿気硬化型ウレタン系接着剤特有の問題がある。ゴムチップパネルは、その弾力性が重要なため接着剤にも弾力性のあることが要求され、また粉碎されたゴムを接着することは難しいことから、接着力が強く弾力性のあるウレタン系接着剤を用いている。しかし、接着力が強いと、製造装置に付着した接着剤の清掃がしにくく、また粘度が高いため、ゴムチップと木チップと接着剤の混合物を均一にばら撒く従来の木質ボード用フォーミング装置が使えないという問題がある。



第4図 手作業によるフォーミング風景
Fig. 4. Present forming by human hands.

すなわち、これら接着剤に係わる問題点を解決したフォーミング装置の開発が、本研究の目標である。

3. 大規模温水床暖房パネル用フォーミング装置の設計と製作

3.1 フォーミング機構の検討

フォーミング機構を検討するために種々の予備試験を行い、その結果、掻き均し板を一方方向にスライドさせるだけでもある程度安定したフォーミングができることが判明したため、掻き均し方式を基本として高精度にフォーミングが行える装置を検討した。その結果、機械装置によるフォーミングは下記の方法により行うこととした。

混合原料は一旦ホッパに堆積し、その後ホッパから定量排出して型枠上に落下させ、供給する。

型枠は混合原料供給コンベヤ下部に設置されたコンベヤ上を流れてくるものとし、型枠の高さをフォーミング高さとも一致させる。

混合原料は型枠高さ以上に供給されるものとし、余分な混合原料を回転するスクリーフィーダで掻き取ることによりフォーミングを行い、掻き取った混合原料は型枠横方向へ排出する。

3.2 接着剤除去方法の検討

スクリーフィーダへのウレタン系接着剤の付着状況および除去方法について検討した。

スクリーフィーダの硬質プラスチックに対するウレタン系接着剤の付着防止処理剤として、次の6種類のコーティング剤を用い、スクリー材質への

影響の有無，接着剤のはく離状況について目視で観察した。

- (a) HEI-TECT7001 離型剤
(エッチアンドケー(株))
- (b) SH33M グリス
(東レ・ダウコーニング・シリコン(株))
- (c) モイスチャー・シールド 775
(CHESTERTON PRODUCTS)
- (d) 保護コーティング CPC
(CHESTERTON PRODUCTS)
- (e) テフロンコーティング 438
(CHESTERTON PRODUCTS)
- (f) メタルラップスプレー ALP-MW
(住鋁潤滑剤(株))

(a)および(b)はウェスを用い、(c)～(f)はスプレーによりスクリーフィーダへの塗布を行った。各試験体を室温で一昼夜放置し、コーティング剤が乾燥した後、ウレタン系接着剤を塗布し、接着剤の固化後その離型状況を観察した。

その結果、各コーティング剤ともスクリーに対して変質等の影響は見られなかった。接着剤の固化後その離型状況を観察したところ、(a)および(b)は接着剤が表面で液滴状になり、容易にはく離することができた。(c)～(e)では接着剤は表面に広がり、強固な接着剤被膜を形成し、はく離は困難であった。(f)は(c)～(e)と同様に接着剤が表面に広がり接着剤被膜を形成していたが、コーティング被膜とプラスチックの界面ではく離が容易であった。また(f)は、コーティング被膜が溶剤に可溶であるためアセトンやシンナー等の溶剤に数分間浸せきすることにより、固化した接着剤がさらに容易にはく離した。

スクリーフィーダは形状が複雑なため、現場での施工はウェスによる塗り込みよりもスプレー塗布が容易と判断された。このため、(f)を事前にスクリーフィーダにスプレー塗布しておき、接着剤のこびりつきがひどくなった時点でスクリーフィーダを交換することとした。交換したスクリーフィーダは溶剤に浸せきし、接着剤を落とした後、新たに(f)をスプレー塗布しておくこととした。

3.3 型枠および工程の簡易化の検討

ゴムチップパネル製造工場でのJLP-22Sの製造工程で、アルミ放熱板の取り付けは、型枠内に重しを用いて仮止めした後、混合原料を盛り、その重量でアルミ放熱板のあばれを抑えて、重しを取り去り固定する方法が採られており、多くの手間と時間を費やしている。また、使用されている型枠は型枠縁部を製品厚さと同一高さとしているが、これは、混合原料を規定重量分を型枠に盛り、左管用コテにより平らに敷きならして平板を載せ、プレス成型機に当て止め(止まるまでプレスする)して熱圧し、製品化するためである。

一方、自動化機械を考えた場合、アルミ放熱板の取り付けに関わる重しの着け外しは装置の複雑化や接着剤の付着が生じると共に、フォーミング高さより型枠縁部が低いとスクリーフィーダによるフォーミングでは型枠縁部に大量の混合原料が残ってしまうことになる。

このため、第5図に示すようにアルミ放熱板の取り付けはPT管クリップ(内径16mmのPT管を長さ2cmに切断し、縦に切れ目を入れたC字状のクリップ)を使用し、これをそのままパネル内に埋め込むこととした。また、型枠縁部はフォーミング高さとは一致させ、プレス時に載せる平板に代わる物として型枠内部に入り込む蓋^{ふた}を使用した。プレス高さはディスタンスバーにより調整することとした。

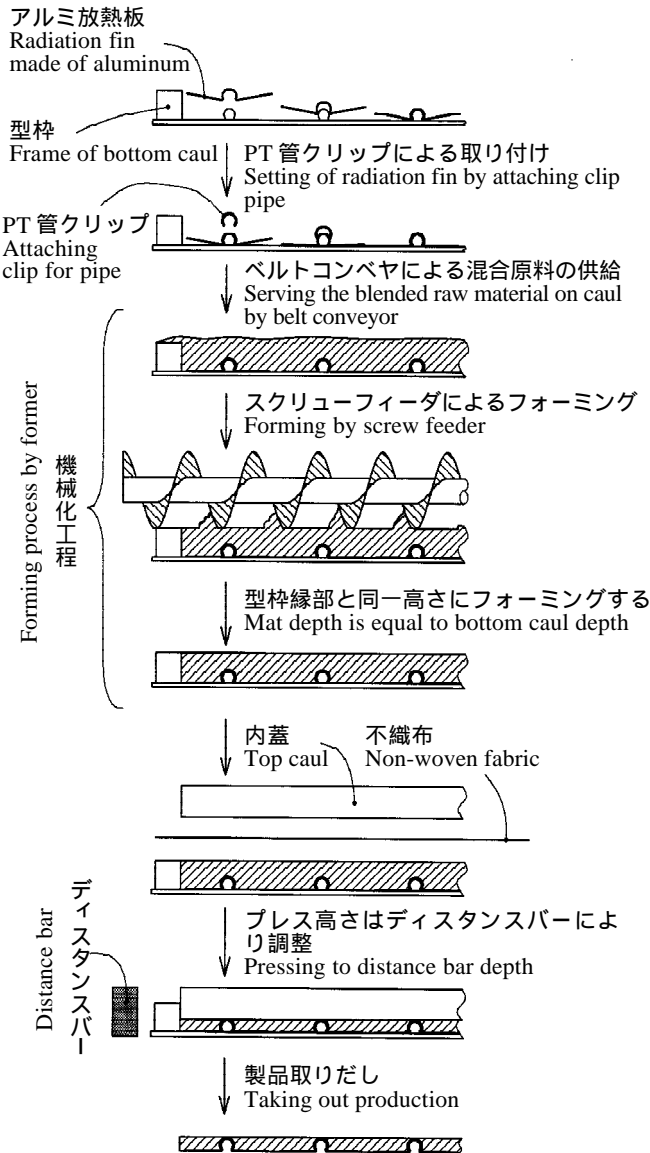
3.4 フォーミング装置の試作

試作したJLP-22Sタイプ用のフォーミング装置を第6図に示す。

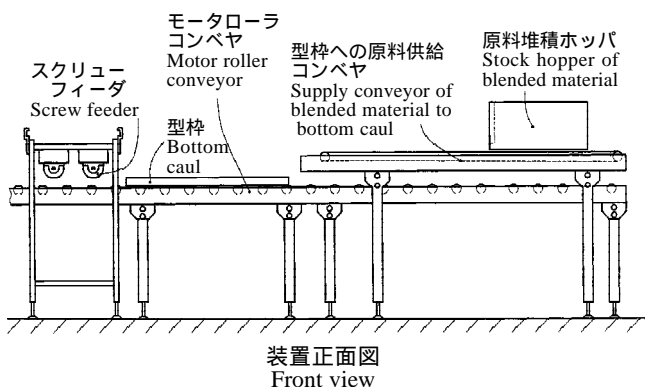
フォーミング装置は混合原料供給機構およびフォーミング機構で構成し、混合原料は、ベルトコンベヤ上に設けた上部ホッパに堆積し、これをホッパ出口の間隙からベルトコンベヤの搬送力によりある程度平滑に押し出し、型枠上に自然落下させて供給することとした。

ベルトコンベヤはモーターローラを3か所に設置し、その他はフリーローラを15cm間隔に設置した。また、インバータを取り付け、供給速度の調整に用いた。

なお、モーターローラはローラ内にモーターが内蔵さ



第5図 機械化の場合のフォーミング工程
Fig. 5. Improved forming process by the developed former.



第6図 大規模温水床暖房パネル用フォーミング装置

Fig. 6. Developed former of panels for floor heating in a vast space by hot water.

れ、ローラ自体が駆動する構造となっており、この他にモータやチェーン等の駆動機構を必要としない。このためこれらに混合原料が付着することがなく手入れが簡単であることから当装置に採用した。

フォーミング装置は混合原料供給コンベヤ下部に設置された型枠移動用のモーターローラコンベヤと余分な混合原料を掻き取るスクリーフィーダにより構成され、供給コンベヤにより型枠上に載せられた混合原料を型枠と共に移動させ、型枠高さを越えて余分に供給された混合原料をスクリーフィーダで掻き取るものである。

スクリーフィーダは2本並列に設置した。1本目のスクリーフィーダは中央部の混合原料を後方向（フォーミングを終了していない方向）へ押し出し、その左右の混合原料を両側へ向けて掻き出す方式とした。2本目のスクリーフィーダは1本目であふれた混合原料の掻き取りと仕上げを行うため、中心から左右に向けて掻き出す方式とした。いずれもスピードコントローラにより回転数の調整が行える。試作したスクリーフィーダを第7図に示す。なお、スクリーフィーダは清掃等に対応するため、工具等を使わずに数十秒で簡易に脱着できる構造とした。このため、作業終了後は取り外して混合原料が付着したスクリーフィーダごとシンナー等に浸けて、次回使用時の除去作業に対応できる。

型枠移動用モーターローラコンベヤは原料供給コンベヤから型枠上に型枠高さよりも高く自然落下させた混合原料をスクリーフィーダ部に移動させ





第7図 スクリューフィーダ

Fig. 7. Forming by screw feeder of developed former.

フォーミングを行うためのもので、混合原料供給コンベヤと同様の理由によりモーター4本とフリーローラ9本で構成した。なお、現在の製造ラインでは、型枠はパネル2枚分が連なった型枠を使用しているが、実験ではパネル1枚分の型枠を使用した。

フォーミングは型枠高さと同じになるように行い、熱盤プレス高さはディスタンスバーにより設定した。このため型枠高さはフォーミング高さによって異なることとなるが、繰り返し試験を行い混合原料の重量がJLP-22Sタイプの製品重量12kgとなる時の最適な型枠高さとして45mmに決定した。内蓋は厚さ50mmで型枠内に入る構造とした。

コンベヤ幅は落下した原料が付着しないよう型枠幅よりも狭い約900mmとし、搬送速度はインバータにより調整を行うこととした。

3.5 試作装置によるパネルの製造試験

工場生産ラインに試作フォーミング装置を組み込み、JLP-22Sタイプの製造試験を行った。

3.5.1 試験方法

パネルの製造に当たっては、型枠表面にテフロンシートを張り付けた上で1回だけ離型用グリス（東レ・ダウコーニング・シリコン（株）製SH33M）を塗布した。また、アルミ放熱板の取り付けにはPT管クリップを1放熱板当たり3個用いた。パネルの設定重量は12.0kg、設定厚さは22.0mmである。

試験は冬期に行った。冬期の運転そのままである試験1（工場内が低温かつ乾燥しているため、湿気硬

化型接着剤の硬化が進みにくく、混合原料の流動性が大きい）と、夏期を想定した試験2（冬期よりも工場内の温度と湿度が高いため、湿気硬化型接着剤の硬化が早く進み、混合原料の流動性が小さい状態）の2条件でパネルを生産した。混合原料投入量は試験1ではホッパに最初に約35kgの混合原料を投入し、以後は12.5kgを追加して、常にホッパ内に約35kgの混合原料があるようにした。試験2ではホッパに約70kgの混合原料を投入し、以後は追加せずに、ホッパ内の混合原料が徐々に減って行く（接着剤が硬化して混合原料の流動性が小さくなっていき、夏期に近い条件を再現した）ようにした。

ゴムチップ、木チップ（平均含水率16.1%）、接着剤（湿気硬化型ウレタン系）は、ゴムチップ：木チップ：接着剤＝8：1：1（気乾重量比）で混合した。

混合原料供給コンベヤ速度は2.5m/min、モーターローラコンベヤ速度は2.7m/min、熱圧温度は130で9分間熱圧した（ただし、型枠が冷えている場合は11分）。

以上の製造条件は、通常の工場生産条件と同様であり、試験1で12枚、試験2で4枚、計16枚のパネルの製造試験を行った。

3.5.2 試験結果

試作したパネル16枚と、既製パネル10枚の品質比較を行った。

測定した品質項目は、重量、縦横寸法、厚さ（3行×7列＝21点）、温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さ（2行×14列＝28点）である。パネルの縦横寸法は、平板上にパネルを置き、1mm読み鋼製巻尺を用いてパネル中央部を測定した。パネルの厚さは、平板上にパネルを置き、1/100mm読みダイヤルゲージ3台を取り付けた厚さ測定治具を用いて、温水パイプ溝間の中央5列と側面端から10mmの2列について、両端（端から20mm）と中央部の3行、すなわち3行×7列＝21点を測定した。なお、このとき、パネル中央測定用ダイヤルゲージの両側には、重さ10kgの分銅を置いて、パネルのあばれを抑えて測定した。温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さは、触診により4段階評価（3：十分な硬さ、2：柔らかい、1：指でむしるとちぎれる、0：欠損）を行った。試作パネルの品質測定結果を第1表に示す。な

お、試作パネルの外観調査の結果、アルミ放熱板の巻き込みやアルミ放熱板上のゴムチップの点在はNo.1パネル以外はほとんど存在せず、No.1パネル以外はすべて製品として満足できる品質であった。

この原因はNo.1パネルのみPT管クリップを使わず、これまでの手作業で行っている「アルミ放熱板取り付け時にローラで放熱板の折り目を深く入れる作業」を行ったためにアルミ放熱板の端が浮き上がり、フォーミング時にゴムチップがアルミ放熱板下に入り込んでしまったためである。

(1) 重量、縦横寸法

パネルの施工実態から、重量と縦寸法の精度はあまり問題とならず、設定値に対してそれぞれ $\pm 0.25\text{kg}$ 程度および $\pm 2.5\text{mm}$ 程度が許容範囲である。一方、横寸法は、フローリング止めつけビスが温水パイプ溝間に必ず入っていなければならないことから、設定900mmに対して0～-5mm程度が許容範囲である。

試作パネルは冬期および夏期を想定した2条件で製造され、重量ムラが大きくなるように設定されているため、既製パネルよりも重量のバラツキは大きい、その差はわずかであった。原料混合から57分後にフォーミングを行ったNo.16パネル（重量11.590kg）のみ許容範囲の下限値11.75kgに満たないが、これは試験のため無理に接着剤を硬化させたときに製造したパネルの重量なので、このパネルを除けば試作パネルは許容範囲を満足している。

縦横の寸法は、型枠寸法に規定されるため、この結果から一回り小さい寸法の型枠を用いることにより、十分に許容範囲のパネルを製造することができる。

(2) 厚さ

厚さについては第1表の試作パネルの厚さの変動係数から、試作パネル一枚ごとの厚さのバラツキが少ないことが見てとれる。また、すべての厚さ測定値から作成した試作パネルと既製パネルの厚さの比較を第8図に示す。

パネルの施工実態から、厚さの許容範囲は $\pm 1.0\text{mm}$ 程度である。試作パネルは冬期および夏期を想定した2条件で製造され、重量ムラが大きくなるように設定されているにもかかわらず、試作パネル

の厚さのバラツキは既製パネルよりも小さい。また、試作パネルの厚さは、許容範囲を満足している。

(3) 温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さ

温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さについて、試作パネルと既製パネルの比較を第2表に示す。試作パネルはすべて十分な硬さの評価3であり、既製パネルと比較しても十分な硬さである。また、アルミ放熱板の固定に用いたPT管クリップが、温水パイプ溝への取り付けに悪影響を及ぼすことはなかった。

4. まとめ

現在人手により行われているゴムチップパネルのフォーミング工程の省力化と高速化による増産を図るため、大規模床暖房ゴムチップパネル用フォーミング装置を検討・試作した。

試作装置の性能をまとめると以下のとおりである。

(1) フォーミング機構は混合原料をホッパに貯蔵し、ホッパから一定厚さで混合原料を型枠上に落下させ、規定厚さ以上の余分な混合原料を回転スクリーフィーダにより掻き取る方式とし、装置を試作した。運転試験の結果、モータ動力、機構共に大きな問題はなく、十分な性能であることが明らかとなった。

(2) 接着剤は回転スクリー部分にあらかじめコーティング剤を塗布しておくことにより、混合原料が付着してもシンナーに10分程度浸けておくだけで除去が可能であった。

(3) 製造試験の結果、重量のバラツキは許容範囲を満足しており、厚さのバラツキも少なかった。また、溝端部およびパネル四隅の硬さも十分な性能を有しており、市販可能な品質であった。

5. おわりに

本研究の結果、装置性能とゴムチップパネル性能は共にほぼ満足のいく成果が得られ、ゴムチップパネル生産の省力化および高速化による生産量増加の見通しを得ることができた。

本研究の成果により、ゴムチップパネルの製造コスト低下・生産量増加が行われると、これまで大半が埋め立てもしくは焼却処分されていた廃タイヤ、

第1表 試作パネルと既製パネルの品質測定結果

Table 1. Comparison trial panels with commercial panels for weight and dimension.

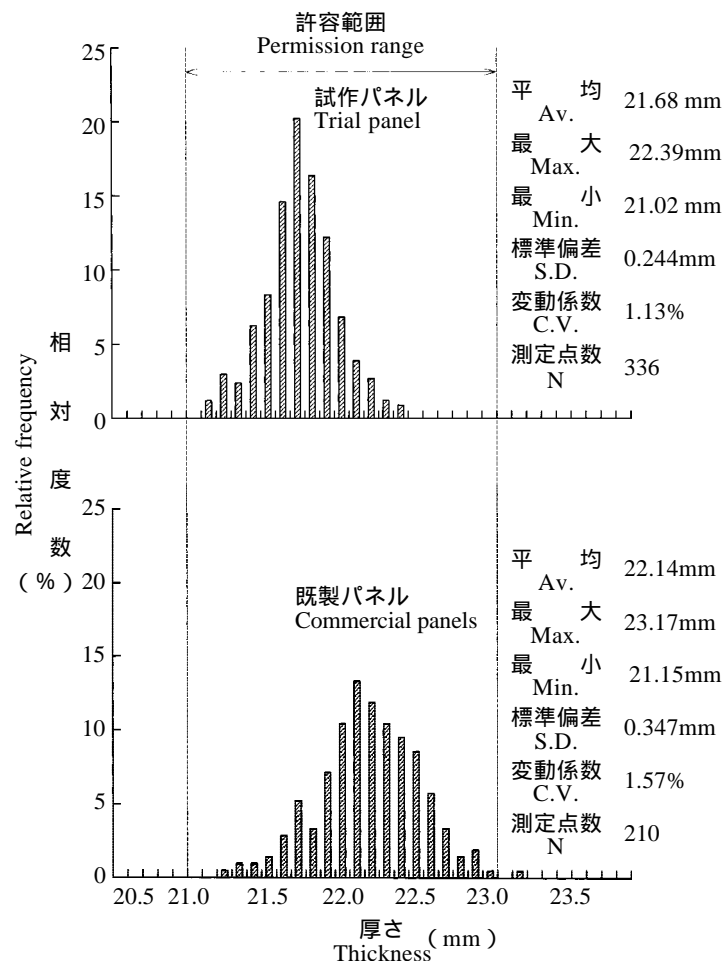
パネルの種類	パネルNo.	製造条件 Manufacturing conditions			完成後のパネル寸法等 Weight and dimension				
		ホッパ 内混合 原料量	原料混合 後の放置 時間	熱圧 時間	重量	長さ Length		平均厚さ	厚さの 変動係数
						縦	横		
A kind of panel	manufac-turing No.	Batch weight in stock hopper (kg)	Assembly time (min)	Pressing time (min)	Weight (kg)	Parallel to the gutter (mm)	Perpendicular to the gutter (mm)	Average of thickness (mm)	Coefficient of variation of thickness (%)
試作パネル Trial panels									
	試験1 Test1								
	1	35	0	10	12.154	902.0	901.0	21.78	0.5
	2	35	0	9	12.096	902.0	903.0	22.02	0.9
	3	35	0	9	12.398	902.0	901.5	21.68	0.8
	4	35	0	9	12.141	902.0	901.0	21.67	1.0
	5	35	0	11	12.030	901.5	901.5	21.68	0.7
	6	35	0	9	12.356	901.0	900.0	21.78	0.8
	7	35	0	9	12.315	901.0	900.0	21.78	1.3
	8	35	0	9	12.377	901.0	901.0	21.71	1.1
	9	35	0	9	12.239	901.0	900.5	21.65	0.9
	10	35	0	9	12.377	901.0	900.0	21.70	1.1
	11	35	0	11	11.989	902.0	900.5	21.73	0.8
	12	35	0	9	12.121	902.0	902.5	21.63	1.3
	試験2 Test2								
	13	70	0	9	11.951	901.0	902.5	21.65	1.1
	14	57	22	9	11.764	901.0	902.0	21.51	0.8
	15	44	40	9	11.857	901.5	902.0	21.50	1.1
	16	31	57	9	11.590	901.0	903.0	21.41	0.9
	平均 Av.				12.110	901.4	901.4	21.68	0.9
	最大 Max.				12.398	902.0	900.0	22.02	1.3
	最小 Min.				11.590	901.0	903.0	21.41	0.5
	変動係数 (%) C.V.				1.97	0.05	0.12	0.64	
	範囲 Range				0.808	1.0	3.0	0.61	0.8
	試験体数 (体) N				16	16	16	16	16
既製パネル Commercial panels									
	平均 Av.				12.074	901.0	901.2	22.14	1.5
	最大 Max.				12.204	901.5	903.5	22.39	1.8
	最小 Min.				11.974	900.0	899.0	21.96	1.2
	変動係数 (%) C.V.				0.60	0.05	0.14	0.52	
	範囲 Range				0.230	1.5	4.5	0.43	0.7
	試験体数 (体) N				10	10	10	10	10

凡例：試験1：乾燥していて接着剤の流動性が低い冬期を想定した条件

試験2：湿度が高く、接着剤の流動性が高い夏期を想定した条件

Legend：Test 1：Conditions like winter having low viscosity adhesive by dry humidity.

Test 2：Conditions like summer having high viscosity adhesive by wet humidity.



第8図 大規模温水床暖房パネルの厚さの頻度分布

Fig. 8. Comparison trial panels with commercial panels for thickness.

第2表 温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さの比較

Table 2. Comparison trial panels with commercial panels for panel corners and gutter edges.

	触診による4段階評価 Judge the hardness	全測定か所に対する割合 The percentage of grade in all the (%) measurement points	
		試作パネル Trial panel	既製パネル Commercial panels
合格 Passing goods	3 (十分な硬さと判定) Sufficient hardness	100.0	75.6
	2 (柔らかいと判定) Soft hardness	0.0	16.3
不合格 Inferior goods	1 (指でむしるとちぎれる) Tearing hardness by the finger	0.0	8.1
	0 (欠損していた) Deficit	0.0	0.0

注：パネル四隅および溝端部は第1図を参照のこと

Note: Panel corners and gutter edges are described in Fig.1.

廃木材の有効利用が推進され、これらリサイクル市場が拡大し、静脈産業としての事業分野が拡大されることが考えられる。

一方、本報告のフォーミング装置では機械による

フォーミングの基本動作を確認するにとどまっており、実用フォーミング装置とするには種々のゴムチップパネルへの対応や原料供給コンベヤ類の付加等、改善・改良を施す必要がある。次報ではこれら

を含めた薄物遮音パネル用フォーミング装置およびそれを用いた際の工程分析等について報告する。

文 献

- 1) 高島清峰：接着の技術，**10**，12-17(1985).
- 2) 黒川壽美：接着の技術，**10**，17-22(1985).
- 3) 谷 憲介：接着の技術，**45**，34-38(1997).
- 4) 木村光一，滝 欽二，吉田弥明：日本接着学会誌，**34**(5)，185-189(1988).
- 5) 木材工業ハンドブック編集委員会編：“木材工業ハンドブック”，丸善(株)，680-683(1986).
- 6) 佐々木光 ほか4名：木材工業，**45**(3)，119-124(1990).
- 7) 北海道立工業試験場，北海道立林産試験場，サンフロア工業(株)：昭和63年度共同研究報告書「ゴムチップ温水床パネルの工場生産化」，(1989).
- 8) 北海道立工業試験場，北海道立林産試験場，サンフロア工業(株)：平成元年度共同研究報告書「ゴムチップ温水床パネルの工場生産化」，(1990).
- 9) 北海道立工業試験場，北海道立林産試験場，サンフロア工業(株)：平成2年度共同研究報告書「ゴムチップパネルの応用製品開発」，(1991).
- 10) 北海道立工業試験場，北海道立林産試験場，サンフロア工業(株)：平成3年度共同研究報告書「ゴムチップパネルの応用製品開発」，(1992).

- 技術部 機械科 -
- *1:技術部 主任研究員 -
- *2:利用部 再生利用科 -
- *3:性能部 接着塗装科 -
- *4:技術部 成形科 -
- *5:サンフロア工業株式会社 -
(原稿受理：00.10.5)