



木のおもちゃが大人気（おもしろ祭りにて）

道産材を用いた異樹種集成材	1
人工海藻礁 - 森と海の新しい接点の研究の始まり -	3
木材の優しさと金属の強さの融合 - 木材・金属複合パイプ -	6
Q & A 先月の技術相談から	
〔末口と元口〕.....	9
職場紹介	
〔技術部 製材乾燥科〕.....	10
行政の窓	
〔道産材産地表示制度がスタートします！〕.....	11
林産試ニュース	12

道産材を用いた異樹種集成材

技術部加工科 丹所 俊博



林産試験場で開発した異樹種集成材

(左から)ダフリカ×カラマツ,ダフリカ×トドマツ,ベイマツ×カラマツ,ベイマツ×トドマツ

はじめに

過去10年くらいの間に、一般の木造住宅に用いられる構造用集成材の量は飛躍的に増加しました。

集成材とは厚さ5cm以下の板(ラミナと呼んでいます。一般的には20~30mmの場合が多いです)を何層も重ねて接着剤で張り合わせた材料のことです。中でも、住宅の柱や、梁など大きな力を支えるために使われる集成材のことを特に構造用集成材と呼んでいます。従って、構造用集成材には寸法変化が少ないことだけでなく、実用上十分な強さが求められるので、日本農林規格(JAS)¹⁾で細かく性能等が決められています。

構造用集成材の使用量が増えたのは、その持つ寸法安定性と強度性能が高く評価されているためです。集成材の需要の増加に伴い、集成材製造に用いられる道産材も増えています。

最近比以前に比べ、特に高い強度を持つ構造用集成材の需要が増えてきました。今まで道産材で供給してきた構造用集成材の持つ強度は、実用上十分なものではありませんが、それ以上の強度が求められることがあるのです。現状では、それだけの強度を持つ構造用集成材を道産材のみでは安定的に供給できません。

このような中、集成材業界からの要望もあり、道産材の需要増加と高い強度を持つ構造用集成材の安定供給を目指して、道産材を用いた異樹種集成材の検討を行ってきましたので、その取り組みをご紹介します。

なぜ異樹種?

道産材だけでは特に高い強度の集成材が安定供給できないために異樹種にしようと言いましたが、異樹種にするとどれくらいの強さを持つ集成材が製造可能になるのでしょうか?そもそも、集成材を製造するのに樹種が関係あるのでしょうか?

構造用集成材にはJASが定められており、仕様や性能が決められています。また、適正製造基準²⁾によって詳細な製造条件等が定められています。現在の製造基準の中では、構造用集成材は原則として同一樹種で製造することになっています。

図1にその1例を示しましたが、内側から外側に向かって強度(ヤング係数)の高いラミナを張り合わせていき、ラミナの組み合わせ方によって集成材の強度等級(E95-F270など)は変わります。

道産のカラマツ・トドマツで一般的に製造できる集成材の強度等級は、それぞれE105-F300・E95-F270とされています³⁾。これ以上の強度等級のものでは、集成材を製造する際に必要となる、外側の強度の高いラミナを道産材から得ることが難しくなります。従って、それより強度等級の高い集成材はベイマツやダフリカカラマツ(以下ダフリカ)などの外国産材を用いて製造されています。

そこで、道産材を用いてより高い強度等級を持つ集成材を製造するために、高い強度が必要となる外側の

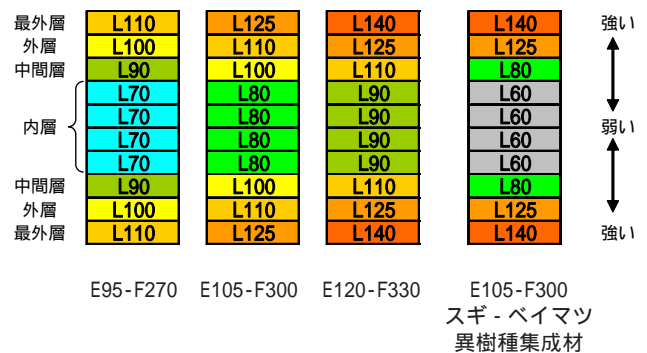


図1 集成材の断面構成

(対称異等級構成で、10plyの場合)

断面の『L140』などはそれぞれのラミナのヤング係数。

左側3つはJASで規定されている断面構成。右端はJASの認定を得た、スギとベイマツの異樹種集成材の断面構成。

ラミナを外国産材に置き換える異樹種集成材が考えられます。

本州ではスギの利用拡大が課題となっています。スギはカラマツやトドマツに比べ強度が低く、強度が求められる構造部材としては不利です。そこで、高い強度が期待できるベイマツと複合させたスギ・ベイマツ異樹種集成材が開発されました⁴⁾。まだ広く一般に出回るほどの生産はなされていないようですが、画期的なことだと考えられます。

実用化させるためには

異樹種集成材を実用化させるためには、どうしたらよいのでしょうか？それにはまず、構造用集成材としての性能を満足していることを明らかにしなければなりません。その上で、実際にJAS製品として認可を受ける必要があります。

林産試験場では、外側にダフリカ・ベイマツ、内側に道産のカラマツ・トドマツを配置した強度等級E120-F330(図2)の異樹種集成材の検討を行ってきました。

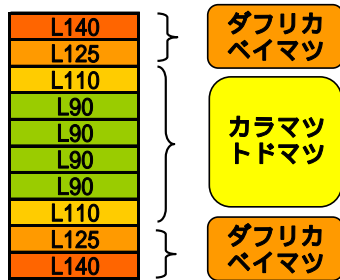


図2 断面構成と樹種の組み合わせ

異樹種集成材の性能

構造用集成材のJASにおいて要求される性能は、大きく分けて強度性能と接着性能です。

まず、強度性能を明らかにするために曲げ強度試験を行いました。試験の様子を写真1に、結果を図3に示します。

試験の結果、曲げ強さ・ヤング係数ともJAS適合基準である、 33N/mm^2 、 12kN/mm^2 を満たしました。曲げ強さで1つの試験体のみ基準を満たさないものがありましたが、この原因はたて継ぎの接着不良によるものであり、異樹種構成による強度低下とは考えられませんでした。

次に接着性能です。今回、異樹種集成材を製造するにあたり使用した接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤(RF)と水性高分子イソシアネート系接着剤(API)の2種類です。接着性能試験として、はく離試験とブロックせん断試験を行いました。はく離試験では、浸せき・煮沸・減圧加圧の各促進劣化処理を行い、接着層のは



写真1 曲げ強度試験の様子

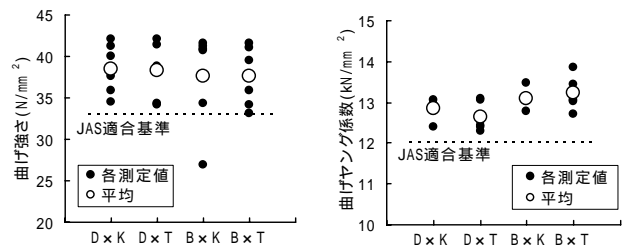


図3 曲げ強度試験結果

D: ダフリカ, B: ベイマツ, K: カラマツ, T: トドマツ

く離を調べました。また、ブロックせん断試験では、接着層のせん断強さを調べました。両試験の結果、いずれも良好な結果を得ることができました。

まとめ

道産材を用いた異樹種集成材の実用化に向けて、強度性能・接着性能に関する試験を行った結果、異樹種集成材がJAS適合基準を十分に満たす性能を有しており、異樹種集成材の実用化は技術的に可能であることが明らかになりました。

今後は、道内の集成材業界をはじめとした関係各所と協力して、道産材を用いた異樹種集成材のJAS認定を目標とした実用化に向けて取り組んでいきたいと考えています。

参考資料

- 1) 構造用集成材の日本農林規格(財)日本合板検査会(2003)。
- 2) 食品等適正製造基準作成事業報告書 構造用集成材,(財)日本合板検査会(2000)。
- 3) 高井平三:木材工業,58(1),23-26(2003)。
- 4) 異樹種集成材開発事業,山佐木材株式会社,中国木材株式会社(2000)。

人工海藻礁

- 森と海の新しい接点の研究の始まり -

堀江 秀夫*



人工海藻礁の設置風景

始まりは水槽の濾過材料

木材を使った海藻礁(岩礁やコンクリートブロックなどの海藻が付着する基質)に関わる研究の発端は、木炭による海水浄化材の開発でした。木炭には小さな穴が無数にありますのでここに海中の微生物がうまく住みついてくれれば、この微生物が海水魚用の飼育水槽で使われている循環濾過材の機能を果たすと考えました。

微生物が住みつく面積を増やすには、砕いて粉炭にした方がいいのですが、粉炭は水に浮かんでしまい沈まないで、重りとなるセメントで固めてペレット状にしなければなりませんでした。

人工海藻礁研究への転換

このとき、水槽よりも実際の海に適用してはどうか日本海沿岸で問題となっている「磯焼け」対策にならないだろうか

粉炭ではなく木チップとセメントを混ぜて海中に沈めればどうだろう。木材だけでは海虫(フナクイムシやキクイムシ)に食害されてすぐボロボロになってしまうが、セメントと混ぜることで徐々に木チップが海中で食害されて海中生物の住みやすい環境を作りださないだろうか

木造住宅解体材を粉砕した木チップを使えば木材のリサイクルにも貢献できるのではないかと

そうだ、木チップをセメントで成型した人工礁を作って海中に設置すれば生物がそこで効率よく活動できるバイオリアクター(生物反応槽)になるのではないかと、

などと仲間と雑談するうちに木質・セメント成型体海藻礁の概要が固まっていき、林産物(木材)の研究が主体の林産試験場が海産物(コンブ)に関わる研究を始めることになったのでした。

失敗から始めました

では試してみようと、無手勝流で予備試験体を試作し、平成4年秋の留萌支庁増毛海水浴場に設置したのが第一歩でした。ところが翌年、試験体は時化に流されて見あたらず、海での実験の大変さを痛感したのでした。この失敗から、専門家に相談すること、文献調査をしっかりと行うこと、という研究の常道に従うことにしました。それでも慣れない海での研究であったため試行錯誤を繰り返し、平成10年の実証試験にこぎ着けたのでした。

磯焼け対策のための海藻礁とは

磯焼けは、現在、北海道の日本海沿岸部で発生し大きな問題となっています。磯焼けとは、主として外洋に面した岩礁地帯でコンブなどの有用海藻がほとんどなくなって無節サンゴモ(石灰質で白っぽい海藻)で覆われた岩盤のみが残り、そのためにコンブやコンブをエサとするアワビなどの生産が激減する現象を指します。その発生原因として、冬季から春季にかけて海水の温度が上がり、コンブが群生しにくい環境へと変化していったことや、温暖化でキタムラサキウニの活動が活発になって生えかけたコンブが食べ尽くされてしまうことなどが指摘されています。

この磯焼け対策の一つとして海藻が着生しやすい基質(自然石やコンクリートブロックなど)を人工的に設置することが行われています。しかし、設置後数年間はコンブが良く生えるのですが、次第に無節サンゴモが増えてきて、コンブの数が減っていくことがあります。

一方、昔から流氷の接岸により岩礁表面の雑海藻が削られて駆除されることでコンブ群落が回復することが実証されており、基質表面の清掃によってもコンブ漁場が回復することが分かっています。

さらに、基質表面に凹凸を付けると、凹部分に着生した海藻はウニ・アワビなどの植食動物に食べられにくいことが報告されており、基質の表面形状は凹凸があることが望まれます。

このため、基質の表面に凹凸を持ち、かつ基質表面が自然に清掃または更新するように設計された人工の海藻礁を作ることができれば理想の海藻礁になると考えました。

木質・セメント成型体には海藻礁に適した特徴をもたせることができる

木チップとセメントを原料として混合・成型した木質・セメント成型体は、理想の海藻礁にぴったりの二つの特徴を備えることができます。この特徴を実証することを研究の目的としました。

1. 基質表面の凹凸について

木チップをセメントで固めた成型体海藻礁は、木チップの大きさや形状、配合量を変えることにより海藻礁表面の凹凸を望んだ粗さに変化させることができます。

このことは、表面の凹部に着生したコンブの幼体をウニ等の食害から守ることができるだけでなく、コン



木質人工海藻礁の断面

ブの遊走子が着生しやすい表面形状を作り出せる可能性を示しています。

2. 表面層の自然崩壊・更新について

海中の木材はフナクイムシやキクイムシなどの海虫により食べられてしましますが、木材を小片にして無機質のセメントで覆うことにより、食べられてしまう量や速さを制限することができます。つまり、セメント配合量や木チップの形状をうまく調整することにより、数年をかけて海藻礁表面の木チップが食べられて空洞となるとともにセメント部分が波などの海水の動きで崩れ、自然に海藻礁の表面更新が行われるといった効果が期待できると考えました。

なお、小さな木チップを原料とするため、もし成型体が崩壊したとしても海域には木チップのみが浮遊するのみで漁船や魚網を傷めることはなく、木チップは海虫や微生物により自然に分解され、セメントは砂となって海洋汚染の心配もありません。



檜山支庁上ノ国町原歌地先での観察風景

研究の経過

平成5年、道立中央水産試験場、北海道東海大学工学部海洋開発工学科、北海道大学忍路臨海実験所、小樽市漁業協同組合・忍路漁業区の方々の指導と協力を得ながら、3体の海藻礁試験体を小樽市忍路湾に設置したのが本格的な研究の始まりでした。この忍路湾での研究は、(財)日本住宅・木材技術センターからの受託事業、(財)札幌市下水道資源公社からの受託研究および共同研究として行いました。

その成果をもとに、平成10年に小型の木質・セメント成型体海藻礁試験体12体を忍路湾に設置しました。さらに平成11年に、道立中央水産試験場、檜山支庁水産課、檜山支庁檜山南部地区水産技術普及指導所、上ノ国町水産商工観光課、ひやま漁業協同組合、上ノ国町漁業生産組合、檜山建設協会水産部会の方々の指導と協力を得ながら、実大の木質・セメント成型体海藻礁試験体3体を日本海磯焼け地帯の檜山支庁上ノ国町原歌地先に設置しました。

海藻礁としての耐久性も含めた評価を行うためには10年程度の観察期間が必要ですが、平成15年度に中間報告をとりまとめています^{1,2)}。

これまでの観察結果

設置期間3年間の忍路湾内と2年間の上ノ国町沿岸での木質・セメント成型体海藻礁の海藻着生量調査結

果から、木質・セメント成型体は表面に凹凸があるという特徴のためコンクリートブロックの海藻礁と比較してコンブやワカメなどの大型有用海藻の着生に効果がありました。

一方、木チップはあまり海虫に食べられていませんでしたので、木質・セメント成型体海藻礁のもう一つの特徴である表面の自然崩壊・更新を確認することはできませんでした。なお、今回使った木チップより大きな物を使って海虫が食べやすくすれば、自然崩壊・更新を早めることができると考えています。

参考資料

- 1) 堀江秀夫ほか5名：木質・セメント成型体の海藻礁としての効果（第1報）- 忍路湾に設置した小型試験体の現存量調査結果 - ，林産試験場報，17(3)，1-7（2003）。
- 2) 堀江秀夫，竹花邦夫：木質・セメント成型体の海藻礁としての効果（第2報）- 上ノ国町沿岸に設置した実大試験体の現存量調査結果 - ，林産試験場報，17(3)，8-16（2003）。

* 前 利用部 再生利用科(現 高岡短期大学)

木材の優しさと金属の強さの融合

- 木材・金属複合パイプ -

利用部化学加工科 重枝 哲夫

- ・ 近年、触り心地の良さや、見た目の暖かさといった木材の長所が見直され、遊具や福祉機器、内・外装などに木材が使われる機会が多くなってきています。しかし、木材を遊具や手すりなどに用いる場合、安全性を考慮して太くて握りにくいものになってしまいます。
- ・ 一方、金属は比較的細い材料でも必要な強さを得られるので、握りやすい太さや軽量感のあるデザインの製品を作ることができますが、金属は木材と比べて熱伝導率が大きいため、高温下や低温下などでは熱すぎたり冷たすぎたりして不快感を生じるという欠点があります。
- ・ そこで、木材と金属を組み合わせることで、双方の長所を併せ持った材料が製作できないかと考え、開発したのが「木材・金属複合パイプ」です。

今回、木材・金属複合パイプを用いて遊具の試作を行いましたので、製造方法などとあわせて紹介します。

幼児や高齢者でも握りやすい手すりの太さは32mm前後といわれています。また、歩行補助手すりのBL（優良住宅部品）認定基準では、スパン当たり1150N（ニュートン）の鉛直荷重に耐えられることが条件になっていますが、スパン1000mmにおいて、外径32mm・内径28mmのステンレスパイプ（SUS304A）の耐荷重は約1250N、直径32mmのカラマツ円柱棒の耐荷重は約320Nとなります（基準材料強度ベース）。

製造方法



写真1 接着剤の塗布

単板の軟化処理

所定の大きさに切った単板に霧吹きなどで柔軟剤を塗布し、軟化させておきます。

接着剤の塗布（写真1）

ローラーなどを用いて、単板に接着剤を塗布します。今回は接着剤に水性ビニルウレタン系のものを用いました。



写真2 単板の巻き付け

単板の巻き付け（写真2）

単板を金属パイプに巻き付けます。その際、パイプと単板の間にすき間が出来ないように絞るように力を加えながら巻くのがポイントです。試験の結果、厚さ0.2mmの単板であれば直径6mm程度のパイプにも巻き付けられることがわかっています。

また、巻き付ける樹種は広葉樹ではミズナラなどの環孔材より、組織が比較的均一なカンバなどの散孔材の方が巻き付けやすく、針葉樹では早・晩材がはっきりしていない樹種が適しています。

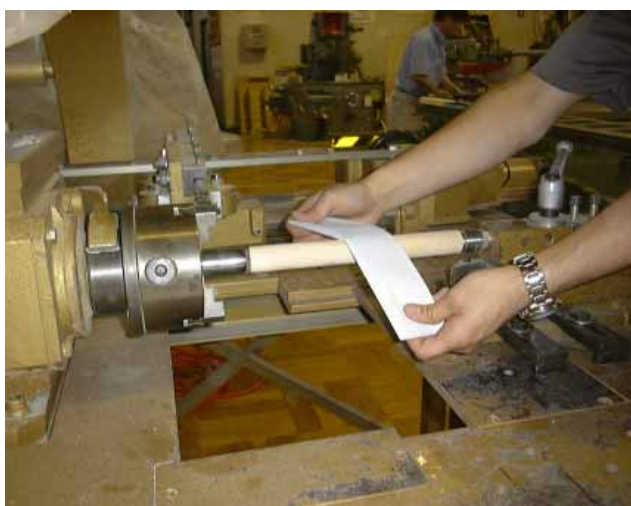


写真3 サンディング

硬化・養生

治具を用いて単板を巻き付けたままの状態
で固定し、接着剤を硬化・養生させます(3日程度)。

サンディング(写真3)

巻き終わりの凸部分を中心に、断面形状が円
に近くなるようにサンディングします。



写真4 塗装

塗装(写真4)

仕上げとして必要に応じ塗装をし、完成です(写真
5)。今回は、元の木材の質感を残すため、透明な塗料
を用いました。



写真5 木材・金属複合パイプの完成例

特徴と用途

金属パイプに単板を巻き付けることで、木材の触り
心地・見た目の良さと、金属の強度をあわせもった材
料となりました。なお、この技術は「木質複合化パイ
プ・棒の製造方法」(特許第2689237号)として、特
許取得済みです。

現在のところ、へりの字型に曲がったパイプなど複雑
な形状には上手く巻き付けられないことが課題です。
また、耐候性が低いため、用途は主にインテリア用に
限定されますが、次のような使い方が考えられます。

福祉器具や遊具、手すりなどに木材・金属複合パイ
プを使用することで、見た目や触り心地を向上させる
ことができるとともに、強度を生かして木製では難し
かったデザインも可能になります。

木材・金属複合パイプは、外から見ると木材ですが、
内部は中空です。この特長を生かし、内部に配線や配
管を通して柱などに見せるといった使い方が考えられ
ます。

柱や家具の足などにムクの広葉樹材を使うと高価に
なってしまう場合がありますが、木材・金属複合パイ
プを使用することで、コストを下げられる可能性があ
ります。

遊具の試作

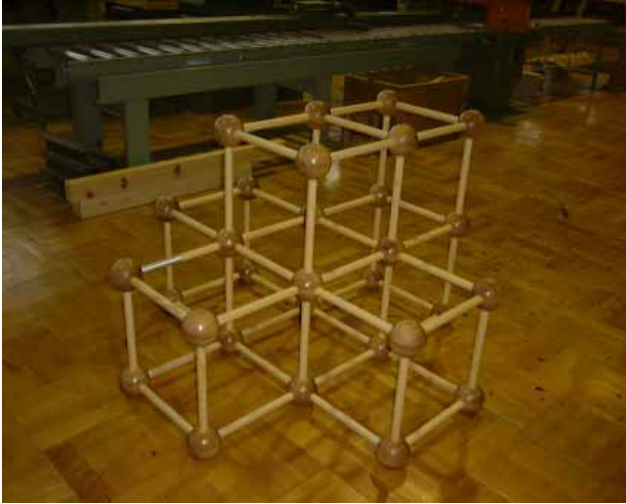


写真6 今回試作した遊具



写真7 '04 あさひかわ工業技術交流会にて

木材・金属複合パイプを用いてジャングルジムを試作しました(写真6)。パイプにアルミ, 単板にエゾマツを使用して製作した木材・金属複合パイプを, タモの木球を用いてジョイントし, 組み上げています。

金属製のものに比べて触り心地が良く, 見た目がやわらかで, 木製のものに比べて細く作れるため握りやすいという, 木材・金属複合パイプの特長を生かした遊具に仕上がりました。

今回試作したジャングルジムは, 「'04 あさひかわ工業技術交流会」に出展し, 好評を得ました(写真7)。

参考資料

- 1) 今泉英恵: 金属の強さと木材の優しさを合わせ持つパイプ, 林産試だより, 3月号, 1-4 (1997)。
- 2) 今泉英恵, 藤本英人, 本間千晶, 長谷川祐: 単板巻き異種材料パイプの製造に関する研究(1), 第28回日本木材学会北海道支部講演集, 51-54 (1996)。
- 3) 藤本英人, 今泉英恵: 木材・金属複合パイプの開発, 北海道開発局技術研究発表会発表概要集(1), 113-120 (1998)。
- 4) 優良住宅部品認定基準 歩行・動作補助手すり, RW:2003。
- 5) 佐藤平, 島田武彦: 肢体不自由者(児)の使用する設備寸法に関する研究(その3), 日本建築学会大会講演梗概集 建築計画, 937-938 (1992)。

