

21年度～22年度

**国産材(主に間伐材又は端材)を利用した断熱性と透湿性を併せ持つ
木質系耐力面材の開発と省力化工法の構築**

構成員

- 株式会社ナガイ 代表取締役 永井嗣展
- 中山正利(ユアオプト代表)
- 平井卓郎(国立大学法人 北海道大学大学院農学研究院 教授)
- 地方独立法人北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所

背景と目的

1、これからの住宅建築の課題

これからの住宅建築は大量生産、大量消費に基づく効率化住宅作りから、資源と環境に配慮し、高齢化社会を見据えた個々人の要望に基づく住まい作りへの転換が求められている。特に省資源及び総合的な省エネ対策は、東日本大震災以降の経過から、早急に取り組む最重要な課題となっている。

2、住宅建築における省資源対策の方向性

資源の効率化からリユース、リペアが出来る耐久化などへの転換



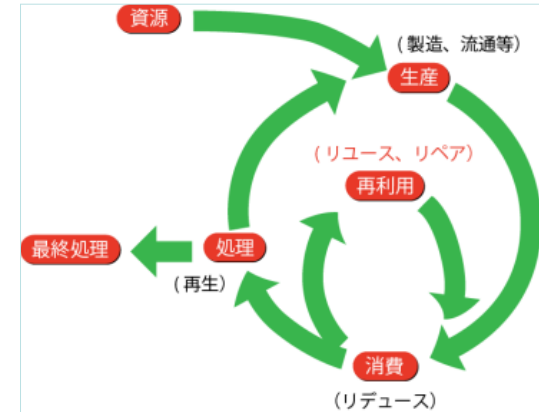
資源の有効活用とストック化への転換



耐久性が高く、施工が簡易な部材と補修、改修が容易に出来る工法の開発による住宅建築の推進



ストック化を基礎とする省資源型住宅作りへ



3、住宅建築におけるストック化を可能とする基礎技術開発の目的

①地域における省資源型の住宅づくりのネットワークを形成させる。

ストック化を基礎とする省資源型住宅作りは地域における資材の生産、加工、流通、建築、維持管理修繕、解体、再利用にいたる一連の連携を必要とし、地域におけるネットワークの形成を促進させる。

②総合的な省エネ対策が可能となる。

耐久性や断熱性の高い部材等による長期使用と、施工時における省力化、補修、改修による維持管理の容易性は住宅にかかる総合的かつ持続的な省エネ性の維持を可能とさせ、さらに、木質材の利用の促進は、カーボンオフセットによるCO2削減にむけた貢献が期待できる。

③地域に根ざした工務店の育成と林業の再生を行える。

施工が簡易になることで、地域工務店を主体とする住宅の建築と長期にわたる維持管理等が行われる基盤を形成させ、地域に密着した工務店の育成を可能とさせ、さらに地域又はエリアにおける木材の生産者との連携が図りやすくなることで、林業の再生や活性化を促進させことが可能となる。

開発の概要

緊急の課題となっている省資源と省エネ対策を勘案し、住宅建築の主要な構成要素である躯体の壁の構成で、木質系の素材で断熱性と耐久性を持たせ、構造耐力としても利用できる面材の開発と工法の確立を行った。

1、面材開発

木質繊維の性能と機能、面材としての実用化を総合的に検証し、木質繊維による単体の面材と木質繊維で密度の違うボードの張り合わせによる複合面材(以下パネルという)の2種類で行っている。

木質繊維単体による面材は密度250kg以上で断熱面材を形成することが可能であることを確認し、パネルによる面材はコア密度180kg程度に薄型外皮を付加することで、断熱性と壁耐力の性能を合わせ持つ面材の開発が可能であることを確認している。

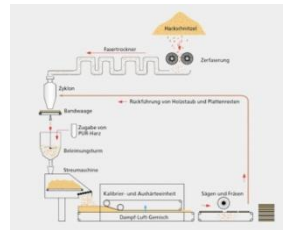
木繊維単体面材の例



パネルによる面材の例



製造方法の検討(乾式工程)



生産拠点の検討(パネル工場)



2、安定的な生産方法と生産拠点の検討

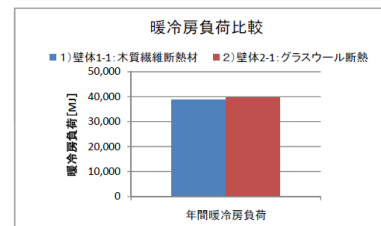
生産方法は湿式と乾式の2種類で生産方法を検討し、国内では乾式での試作と生産の検討を行っている。

生産拠点の確保に向けては、木質繊維ボードを生産している各エリアの生産工場や森林生産者等との協議を継続中である。

3、普及のための工法の検討

省力化工法の壁構成による性能のシミュレーションによる省エネ性の確認を行い、施工については実代による壁の施工などを行いながら、工法の省エネ性と省力性を確認し普及に向けた工法の認定やマニュアル等の作成を行うことを予定している。

シミュレーションデータ



実代による施工検証



先導性

本開発は、従来の面材のように主に耐力を保持させるための性能と機能や外壁の下地材としての役割だけではなく、木質系が持っている断熱性と透湿性を最大限利用し、両方の性能と機能を併せ持つ面材を開発することにある。

木質繊維ボード(告示:インシュレーションボード)は、1.0倍の壁倍率を認定されており、断熱性は0.051 W/mkでの利用を認められ、透湿性においても高い性能を保持しているが、住宅建築の中での利用はあまりされていない。

1、利用が進まない主な理由

- ①耐力面材として、倍率が低い。
- ②断熱性能が低い。
- ③厚みが無いため熱抵抗値が取れない。

壁倍率一覧表(告示による)

認定された耐力面材(軸組工法) 一建設省告示第1100号一

耐力面材の種類	壁倍率	換		備 考
		厚さ (mm)	釘の種類 釘打間隔 (cm)	
シーリングボード	1	12以上	SN-40 間12以上10以下 その他20以下	JIS A5905
漏れかシーリングボード	2	12以上	SN-40 間12以上10以下 その他20以下	個別認定
石膏ボード	1	12以上	GN-40 15以下	JIS A6901 屋外壁以外に用いる場合に限る
ラスシート	1	取替厚0.4以上 ラス厚0.6以上	N-38	JIS A5524

断熱材 性能区分表

断熱材区分	熱伝導率 [W/(m・K)]	断熱材の種類例
A-1	0.052~0.051	・吹込み用グラスウール(施工密度13K、18K) ・タタミボード(15mm) ・A級インシュレーションボード(9mm) ・シーリングボード(9mm)
A-2	0.050~0.046	・住宅用グラスウール断熱材 10K相当 ・吹込み用ロックウール断熱材 25K ・住宅用グラスウール断熱材 16K相当 ・住宅用グラスウール断熱材 20K相当
B	0.045~0.041	・A種ゼオライトポリスチレンフォーム保溫板4号

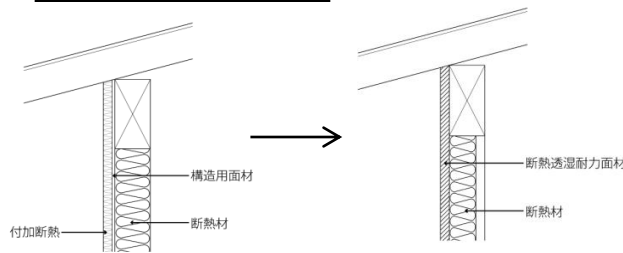
2、開発の先導性

断熱性と透湿性の性能及び耐力面材としての機能を充足せることで複合面材(断熱、透湿及び耐力性能を持ち、工法における省力化を可能とする)として使用を可能とする。

3、開発の効果

- ①外張断熱工法として利用されることで断熱性能の向上と躯体の耐久性の維持が図れ、今後、省エネ性の向上から、高い断熱性の性能が必要とされる場合でも対応が可能となる。
- ②省力化した工法により、施工性を向上させ、施工精度を高めることで、維持管理を容易にさせる。
- ③木質材の利用の拡大(従来の使用量の約1.3倍程度)により、住宅建築における木材の利用をさらに促進させ、カーボンオフセットによるCO2の削減のための基盤を形成する。

付加断熱する場合の施工例

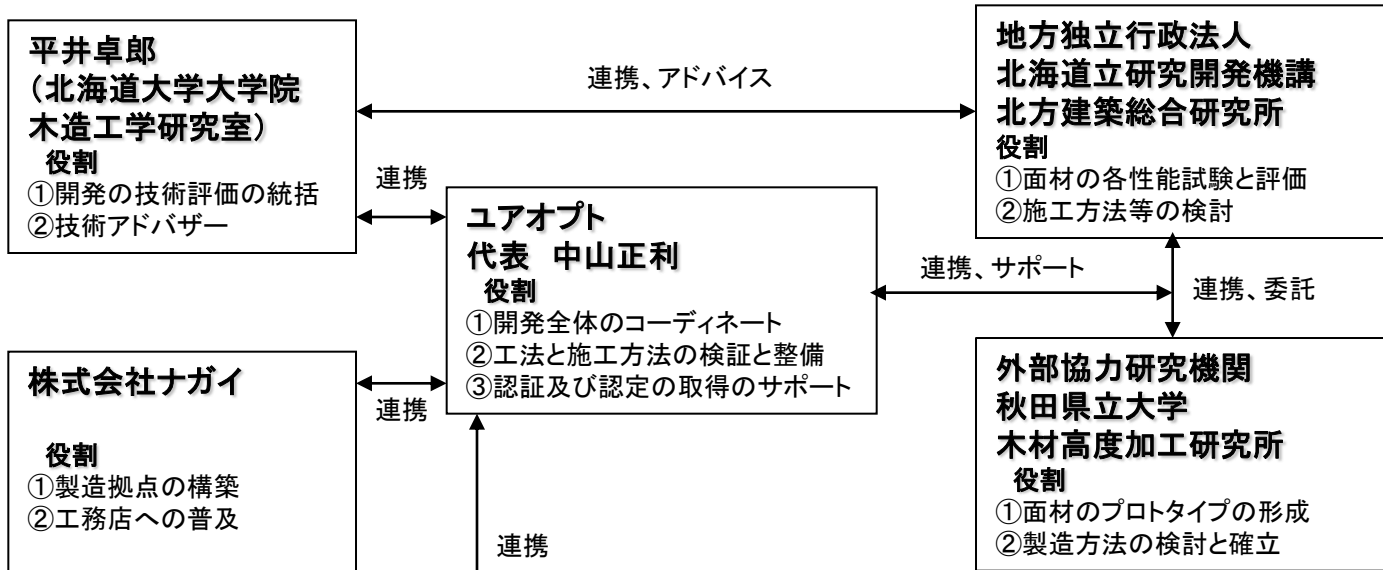


効果

- 1、工数を少なく出来る。
- 2、内部を表しとすることが可能なるため、見える化による維持管理がしやすくなる。



技術開発の効率性(開発体制と効率性の内容)



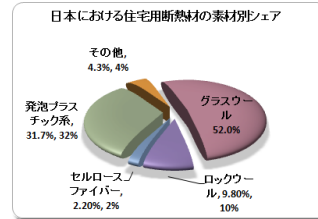
- 1、開発PJの基本(実用化と普及を促進するために)
 本体の製造等の開発は汎用技術としての確立、工法は省力化をベースとした。
- 2、開発資金
 経費は必要最低限にするため、各開発項目の重複を避け、検証行う試験機関を絞り、経費を効果的かつ重点的に配分し、当初予定した経費より大幅に削減し、費用の効率的な利用を行った。
- 3、開発の体制
 役割分担を明確にすることで、短い期間で主な開発課題を検証することができた。
 ①開発全体における技術的な統括問アドバイザーを平井教授が行った。
 ②性能の検証等は、北方建築総合研究所が中心となって担った
 ③市場性の検証と生産拠点の整備は株式会社ナガイが担った。
 ④開発全体のコーディネートをユアオプトが行うことで、効率的な開発が行えた。
- 4、特記事項
 面材の検討と性能の検証では、北方建築総合研究所のメンバーによる献身的な検証により、これまで断片的にしか検証されてこなかった木質繊維面材系における総合的な知見が得られたことは大きな成果であった。

実用化・市場化の状況

市場化の状況

東日本大震災以降の省資源、省エネへの意識の高まりや省エネ基準の義務化への取り組みなどから、住宅建築の省資源型住宅への転換や断熱性の向上に向けて、木質繊維系断熱材の利用への検討が増え始めているが、現状の使用量は3%程度(木質系断熱材全体:木質繊維板は1%にも満たない)にとどまっている。木質系断熱材は潜在的な需要が多いにもかかわらず、利用等が進まない主な理由は、生産拠点が限られ生産数量が少なく、断熱材の価格が既存の断熱材より相当高いこと、利用するために必要とする認定等が整備されていないなど、普及するための基盤整備が未整備になっているため、利用が進んでいない。そのため面材の実用化や生産拠点の確立及び必要とする認定の取得と工法の構築などを早期に行い、普及させるための基盤整備を早急に行うことが求められている。

木繊維系断熱材の市場グラフの例



木繊維ボード使用例



実用化に向けた基盤整備

1、認定の取得

耐力を持ち合わせた単体及びパネル化の木質繊維断熱面材は、面材として形成し、実用化することが出来る状態になっており、面材の実用化と普及を行うために、耐力面材としての認定が必要とされるため、耐震断熱改修用の面材として認証を24年度中に取得し、施工の実績を積み重ねた上で、25年度に耐力面材としての申請を行い、認定の取得を予定している。

2、工法としての整備とサポートセンターの設置

認証と認定の取得に併せて、工法として安定的な普及を行うために、設計及び施工のマニュアルを整備し、技術とユーザーへのサポートを行う、サポートセンター等の設置を25年度に行うことを予定している。

3、生産拠点の整備

乾式工法や湿式工法で木質繊維ボード生産する各企業へ働きかけを行い、現在は乾式工法で生産している企業と面材の仕様を協議しながら、実用化に向けた試作と生産方法のテストを行っている。なお、国内での整備に時間がかかることが予想され、生産するボリュームが限られ、コストが高止まりすることが懸念されるため、実用化による早期の市場への投入と安定的な製品の確保を考え、海外の木質繊維断熱材を生産している海外のメーカーと協議を行っている。

技術開発の完成度、目標達成度

1、面材の開発と実用化

面材開発は22年度までの技術開発による成果から、木質繊維単体による面材と薄板上の同質の木質繊維板を張り合わせたパネル(以下パネルという)の2仕様で実用化に向けた最終的な検証と絞込みを行っている。

木質繊維単体による面材は、耐力面材として必要とする適正な各密度の検討と絞込みを行い、せん断試験を継続的に実施し、耐力面材としての性能の確認を行い、その結果を受けて24年度中に最終的な仕様を決定し、耐力面材としての認定申請する尾予定である。

パネル化による面材は、接着剤の種類と塗布量及び薄板上の面材の両面と片面での貼り合せによる耐力性能の違いなどの検証を行い、必要性能の確認と生産性及びコストなどの総合的検討を行った、その結果、主な仕様を薄板上の同質木質面材による片面貼りとし、その仕様に基づく耐力試験などの性能等の検証と検討を行い、上記単体仕様と同じ24年度中に最終的な仕様を決定し、認定の申請を行う予定である。

上記の仕様の決定と認定の申請にあわせて実用化に必要なとされる工法の確立を行うために、実代による施工検証を24年度から順次行い、検証と検討から設計と施工マニュアルを作成し、25年度からの実用化を目指している。

単体とパネルの壁倍率試験データ

①壁倍率換算値

	P_y	$(0.2/D_s)*P_u$	$2/3P_{max}$	$1/150radP$
単体	2.1	2.0	2.6	1.8
パネル(片面)	2.8	4.1	3.2	3.3

壁倍率試験状況



実代施工状況



2、生産体制

国内における生産体制を確立するための、木質繊維材の国内の生産状況と生産ライン及び将来的な立地と立地による環境負荷、原料の調達等を総合的に検討し、国内では乾式での生産が適すると判断し、乾式で生産している企業と協意しながら単体の面材の試作の実施と生産ラインの検討を行っている。また国内の生産体制の現状から、実用化に向けた製品の製造を海外のメーカーにも単体とパネルの双方の試作も要請し、性能の検証と仕様の検討を行っている。

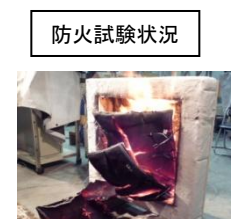
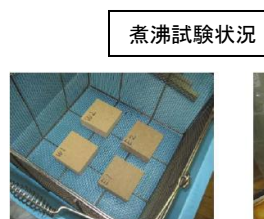
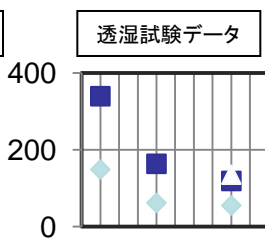
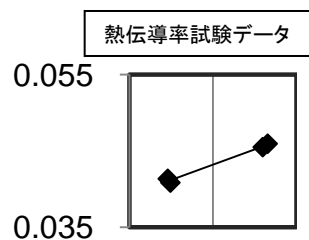
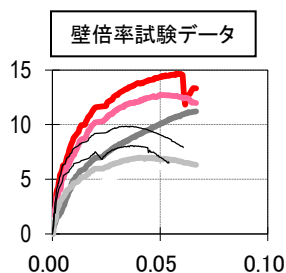
技術開発に関する結果

1、成功点

住宅建築において木質繊維による面材等は、家具やタタミなどの芯材、インシュレーションボードなどの壁や床の下地材としての利用が多く、木質繊維が持っている断熱性と透湿性を活用した耐力面材としての利用と製造は行われていない。そのため耐力面材として利用するための総合的な検証がなされておらず、今回の技術開発で、面材に必要な総合的な知見を得て公表出来たことは、本開発の耐力面材のみならず、他の木質繊維系の開発における基礎データとして活用が期待できる。

下記に成功点の内容を示す。

- ①耐力試験のデータから、面材の密度と耐力との相関関係、ファスナーの仕様と施工内容により、必要とする耐力面材の開発の検討が行えるようになった。
- ②面材の基本性能である断熱性は密度、樹種、繊維径などで規定され、透湿性は、単体の木質繊維面材では密度0.3程度付近までは性能の違いはなく、パネルなどの複合材は接着による透湿性能の低下が危惧されたが同質の木質繊維板を使用することで性能を確保できることを確認することが出来た。
- ③耐力面材として重要な要素として耐久性が求められるが、耐久性を検討する試験である煮沸試験において湿式で製造された木質繊維ボードは、面材に必要な耐久性を保つことができることを確認した。
- ④密度0.25以上の木質繊維ボードは木材の燃焼速度と同程度に近く、面材としての防火に対す性能を確認できた。



2、残された課題

- ①住宅建築において低密度の木質繊維板による耐力面材としての利用は行われて来ていないため、耐力面材以外で使用されている木質繊維ボードでの経年変化を踏まえながら、耐久性に関する継続的な検証(実代施工や暴露試験等)が必要と思われる。
- ②生産に関して、国内の面材の製造における生産拠点の確保が未整備になっているため、既存の面材を製造できる企業への製造と生産への継続的な働きかけと、既存の企業以外での組織化を図り、製造拠点の確立を行う必要がある。

今後の見通し

- 1、断熱透湿耐力面材は、パネル化と単体の仕様を24年度中に決定する。
- 2、仕様の決定から、24年度～25年度にかけて耐力面材としての認定の申請を行う。
- 3、工法として認定の申請から、25年度中の実用化に向けてマニュアルの整備や講習会と広報の実施を行い、併せて工法の維持管理を行うサポートセンターの設置を行う。
- 4、国内の生産拠点の整備と確保に関して、当初は海外で製造した面材も利用しながら工法の普及を図り、木質繊維面材の市場での評価の取得と使用の拡大を目指しながら、製造を模索している企業へのサポートと他の既存の企業への粘り強い継続的な働きかけを行い、製造と生産への差早期の参入を要請する。また、新たに製造と生産を希望している企業や生産地等に対するサポートを行い、国内における生産拠点の基盤づくりを行うことにしている。

	面材	工法及び認定、認証	製造と生産拠点
24年度	<ul style="list-style-type: none"> ①試作による性能試験の実施 ②性能試験から検証と検討 ③検討から実用化する最終仕様の決定 ④最終仕様からプロトタイプ of 作製 ⑤プロトタイプによる性能試験に実施と確認 	<ul style="list-style-type: none"> ①最終仕様による性能試験の実施 ②性能試験の検証と検討 ③検証から認定機関への申請 	<ul style="list-style-type: none"> ①最終仕様による製造方法の決定 ②製造拠点の選定
25年度		<ul style="list-style-type: none"> ①認定の取得 ②サポートセンターの設置 ③設計、施工マニュアルの作成 ④講習会の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ①安定的な製造拠点の整備 ②新規製造拠点の組織化 ※25年度以降も継続