

2.7 下仁田町

1. 建築物の仕様一覧

事業名		在来大工技術で施工可能なCLT 構造用面材を用いた建築物の設計実証		
実施者(担当者)		下仁田町長 原秀男(担当者: 観光課 整備係 黛 一弘)		
建築物の概要	用途	コミュニティ施設		
	建設地	群馬県甘楽郡下仁田町		
	構造・工法	木造(在来軸組工法+CLT構造用面材)		
	階数	1		
	高さ(m)	9		
	軒高(m)	3.29		
	敷地面積(m ²)	1000		
	建築面積(m ²)	547.62		
	延べ面積(m ²)	381.13		
階別面積	1階	381.13		
	2階			
	3階			
CLTの仕様	CLT採用部位		壁(構造用面材)	
	CLT使用量(m ³)		加工後建築物使用量6.88m ³	
	壁パネル	寸法	36mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	Mx60	
		樹種	スギ	
	床パネル	寸法		
		ラミナ構成		
		強度区分		
		樹種		
	屋根パネル	寸法		
		ラミナ構成		
強度区分				
樹種				
仕上	主な外部仕上	屋根	たてはげ葺き カラーガルバリウム鋼板 ア.0.4 雪止め付	
		外壁	たてはげ葺き カラーガルバリウム鋼板 ア.0.4	
		開口部	住宅用アルミサッシ/ビル用サッシ	
	主な内部仕上	界壁		
		間仕切り壁	ビニルクロス貼り	
		床	長尺塩ビシート	
構造	天井	ビニルクロス貼り		
	構造計算ルート		壁量計算	
	接合方法		連結釘MNF(V)38-90 赤(KN村田産業)	
	最大スパン			
問題点・課題とその解決策				
防火	防火上の地域区分		なし	
	耐火建築物等の要件		なし	
	本建築物の防耐火仕様		その他建築物	
問題点・課題とその解決策				
施工	遮音性確保に関する課題と解決策			
	建て方における課題と解決策			
	劣化対策			
工程	設計期間		H28.9月~2月(6カ月)	
	施工期間			
	CLT躯体施工期間			
	竣工(予定)年月日		H30.3月	
体制	発注者		下仁田町	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		株式会社エムロード環境造形研究所	
	構造設計者		株式会社エムロード環境造形研究所	
	施工者			
	CLT供給者			
ラミナ供給者				

事業名：在来大工技術で施工可能な CLT 構造用面材を用いた建築物の設計実証

2. 実証事業の概要

2-1. 実証した建築物の概要

用途	コミュニティ施設		
建設地	群馬県甘楽郡下仁田町		
構造・工法	木造（在来軸組工法+CLT 構造用面材）		
階数	1		
高さ（m）	9	軒高（m）	3.29
敷地面積（㎡）	1000	建築面積（㎡）	547.62
階別面積	1階	381.13	延べ面積（㎡） 381.13
	2階		
	3階		
CLT 採用部位	壁（構造用面材）		
CLT 使用量（m ³ ）	6.88 m ³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）	
	壁	36mm 厚 / 3層3プライ / Mx60 / スギ	
	床		
	屋根		
設計期間	H28.9月～2月（6カ月）		
施工期間			
CLT 躯体施工期間			
竣工（予定）年月日	H30.3月		

2-2. 当該建築物における実証内容

<建築物の設計実証>

木造在来軸組工法の構造用面材として薄板 CLT を利用したコミュニティ施設を設計した。またその設計を通して、地場の大工技術でも加工及び施工が容易な CLT 構造用面材の可能性と課題点を、群馬県下仁田町の地域性に即しつつ考察した。

2-3. 実施体制

実施者：下仁田町（下仁田町長 原秀男）

建築設計：エムロード環境造形研究所 小見山健次、小見山陽介（進行管理）

2-4. 実証方法と実施工程

<設計実証>

構想立案 2016年9月

基本設計 2016年10月～12月

実施設計 2017年1月～2月

2-5. 得られた実証データ等の詳細

本事業により次のデータが得られた。

- ・設計図書（建築設計図）
- ・CLT 構造用面材の可能性と課題検討（成果報告書）

2-6. 本事業の成果

<設計実証>

本実証で採用した CLT 構造用面材(製品名「A パネ」)は、CLT 使用のハードルを下げるため、広く普及している木造在来軸組工法の構造用面材として使える CLT 利用工法として開発されたものであり、壁倍率に関わる国土交通大臣認定を取得し、床倍率に関わる指定性能評価認証も取得している唯一の CLT 建材である。本実証ではその「A パネ」を用いた実建築物の設計実証と同時に、その施工性を群馬県下仁田町の地域性に即して考察した。

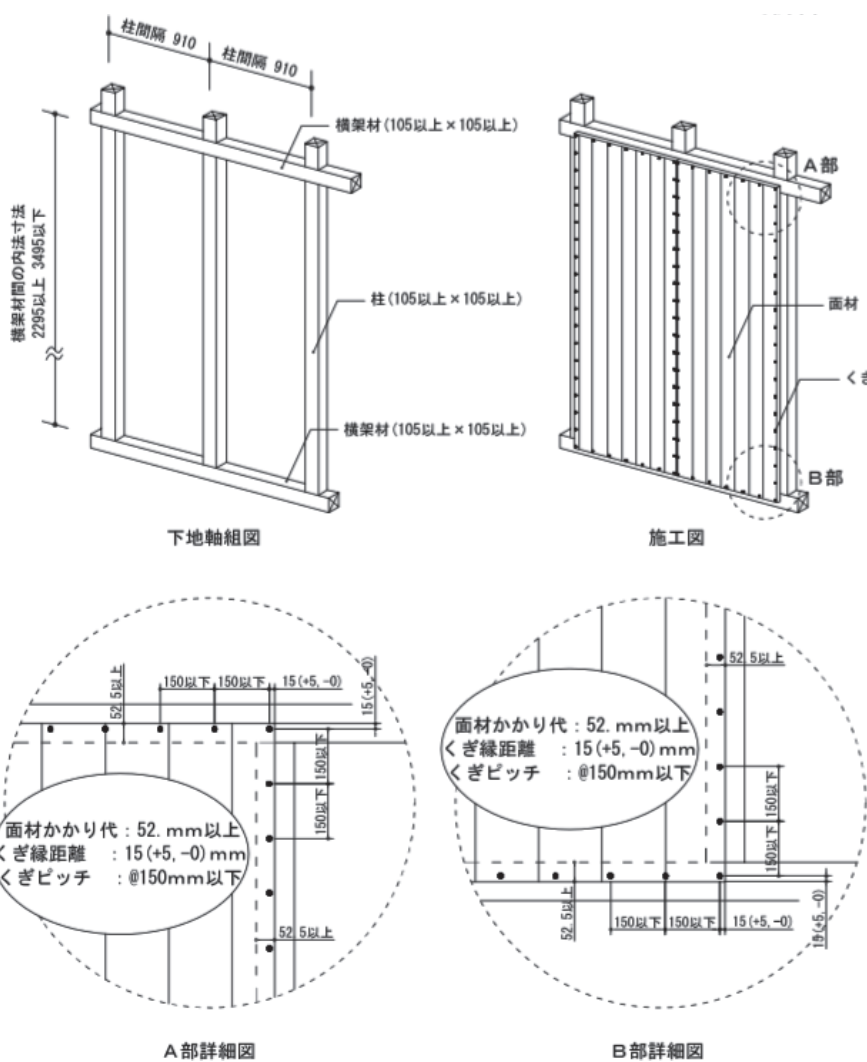
A パネは、特殊な工具・金物・施工を必要としないことを特徴とし、また現場での加工も容易である。通常の合板や筋交いより高い壁倍率を持つ A パネを用いることで壁量を減らすことができ、より大きな開口部を設けたり大空間をつくることが可能となる。また、部材寸法が現場で取り扱いやすい範囲内において比較的大きいため、施工工数が少なく施工時間短縮につながる。本設計実証では、そうした A パネの利点と特徴に基づき、実際に設計に用いた際の可能性と課題点を整理した。

本事業の成果は、今後 A パネをはじめ同様の CLT 構造用面材の普及に向けて、さらなる製品開発の際の参考資料となる。

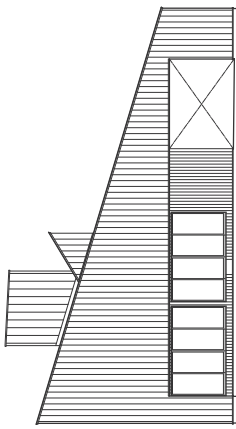
2-7. 建築物の平面図・立面図・写真等



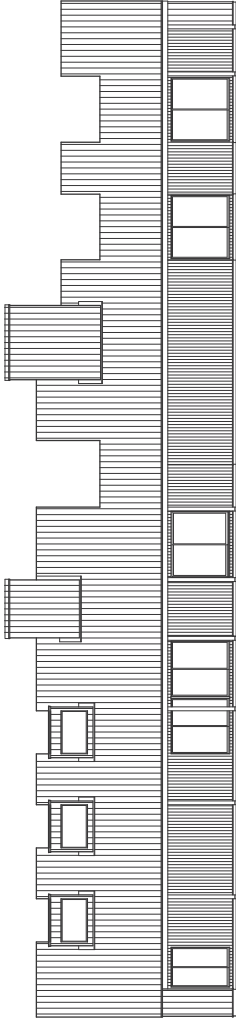
外観図



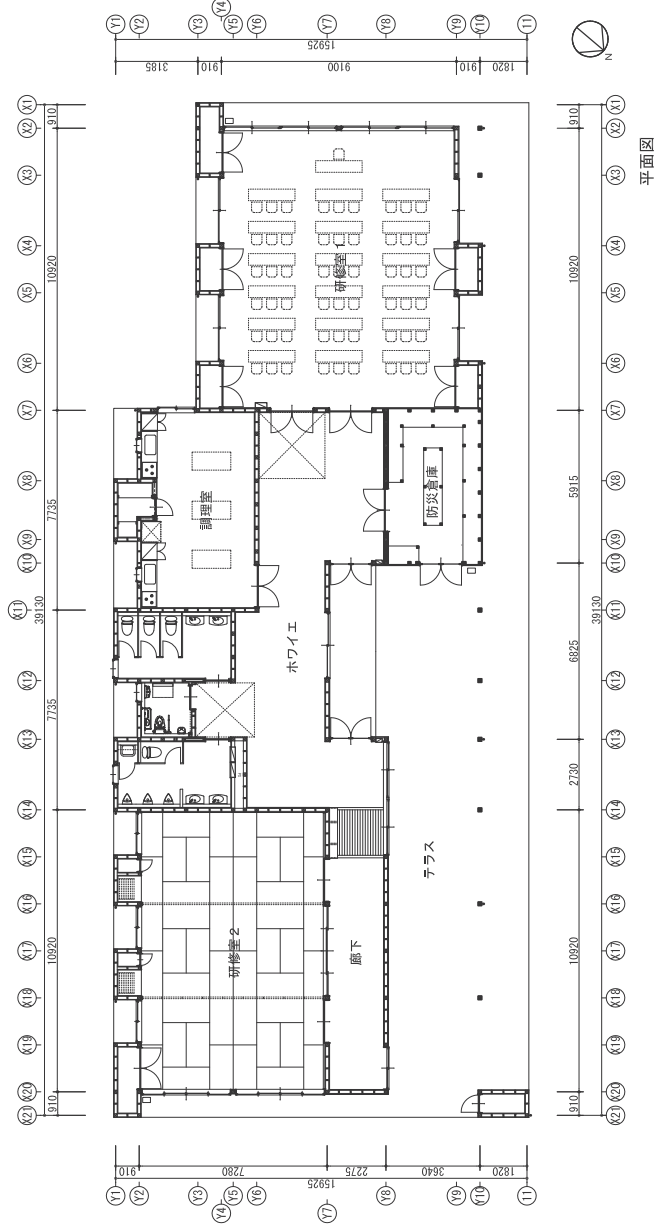
「A パネ工法 設計・施工マニュアル」より



東側立面図



北側立面図



床面積

面積	381.13㎡ (115.29坪)
1階	

No.

— | —

QUALIFICATION
 一般建築士事務所 建築士事務所 2 号 2 号
 一般建築士 建設大臣登録第 1 3 4 4 6 号
 INTERIOR PLANNER 登録 9-0-3712号 小玉山 徹次

株式会社 エムロード建築設計研究所
Emeralde Architectural Laboratory Co. Ltd.
 兵庫県加古川市赤松町北上野 204-1 TEL. 079-56-5818 / FAX 079-56-9859

SCALE
 A3 1:200

DRAWING NAME
 平面図・立面図

TITLE
 「道の駅しもにこた」
 コミュニティ施設新築工事

DATE/1

DATE/2

CHECK

3. 成果物

3-1. 薄板 CLT 構造用面材の概要

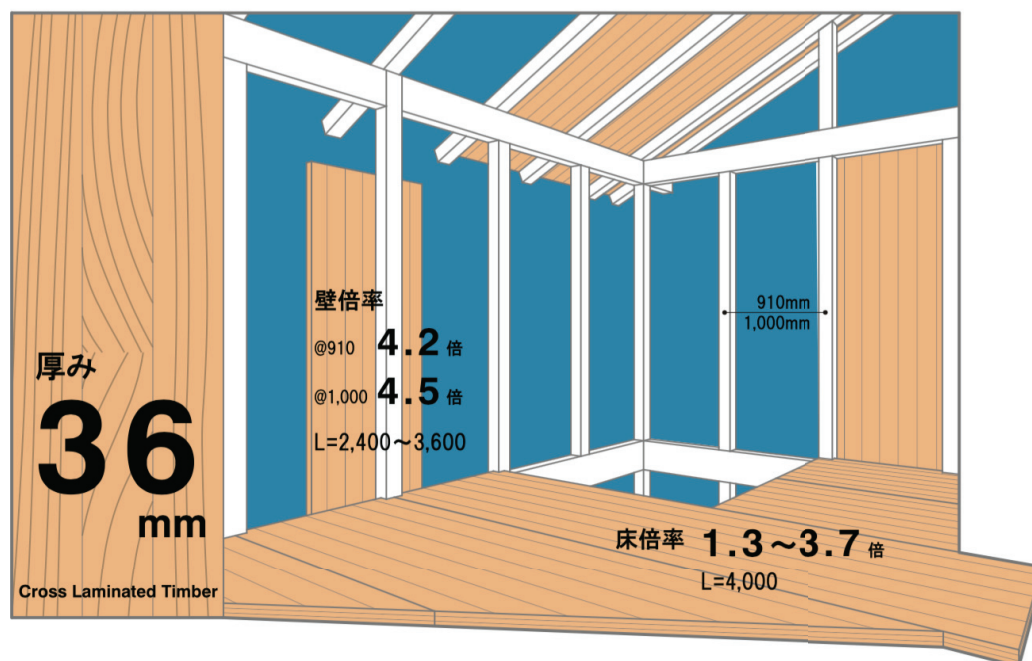
Aパネとは、日本農林規格（JAS）の直交集成板の認定を取得している厚さ 36mm の CLT 面材である。耐力壁の幅（柱と柱の間隔）は、910mm の尺モジュールと 1000mm の M モジュールの 2 種類で認定を取得している。高さの認定範囲は、上下横架材間の内法寸法で高さ 2295mm 以上 3495mm までの高さに対応可能である。

柱と柱の間には間柱は不要で、間仕切り壁で使用する際には両面表しとすることもできる。留め付け釘は、エア釘打ち機専用の連結釘 MNF(V)38-90 赤(KN 村田産業㈱)を用いて施工する。他の JIS 釘や相当品は認定品として使用できない。

大壁壁勝ち仕様で受材不要で簡単に施工が可能である。屋根面や床面でも水平構面として使用することができるので、他建材を使わずに CLT のみで屋根・床・壁を一貫して補強することもできる。

『Aパネ』工法

A PANE method of construction



在来木造軸組＋直交集成板 CLT

『Aパネ工法 設計施工マニュアル』より

3-2. 建築物の概要

本コミュニティ施設は国土交通省関東整備局による H27 年度重点「道の駅」に選定された道の駅「しもにた」再整備計画の一角を担うものであり H29 年度の着工が予定されている。下仁田町は「CLT で地方創生を実現する首長連合」にも参加している自治体であり、CLT を用いた公共建築物の可能性を模索してきたことから、本実証事業は企画された。



施設の使われ方を考慮して、断熱性能は住宅の省エネ基準相当を目標とした。省エネ基準（住宅）の仕様規定を参照すると、壁の U 値は 0.53 [W/m²]以下であることが目安となる。CLT 36mm を外壁に用いた場合、単独だと省エネ基準レベルに及ばないため高性能 GW 16K を 60mm 以上付加する必要があるが、これは、CLT 板の持つ断熱効果により、構造用合板を用いた場合よりも 10mm 程度断熱材の厚みを低減できることを意味する。

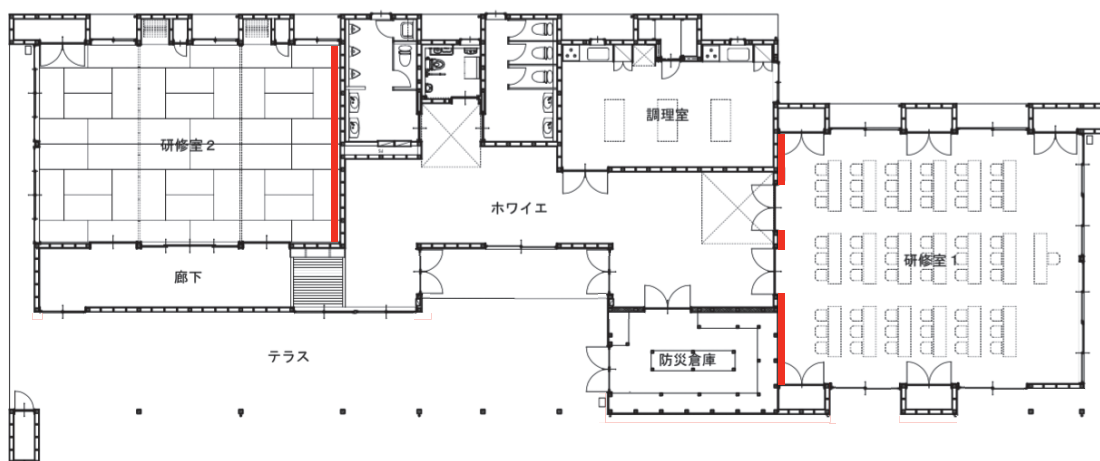
本施設の計画にあたっては、自然室温状態の環境シミュレーションや、日射量分布の解析、CFD による風圧係数分析も参考にしつつ進めた。パッシブデザインにより、自然採光による昼間の照明と、夏季の自然通風による無冷房を達成することを目標としている。このために、南東側の屋根形状（ギザギザ部分）と開口部の凹凸は、自然通風のためのウィンドキャッチャーと自然採光取り入れ口として働くことが期待されている。

構造的には、軸組に前述の薄板 CLT による構造用面材を張った耐力壁を用いている。パネルは現し仕上げを予定している。本実証で用いた CLT 構造用面材は、CLT 使用のハードルを下げるため、広く普及している在来木造軸組工法の構造用面材として使える CLT 利用工法として開発されたものであり、壁倍率に関わる国土交通大臣認定を取得し、床倍率に関わる指定性能評価認証も取得している唯一の CLT 建材である。地場の工務店でも施工可能な工法であり今後の普及が期待されている。

なお、本計画は、既設の「道の駅しもにた」に隣接して建てられるが、この道の駅も地場の工務店による木造（在来軸組工法）建築であり、本計画と同じ設計事務所（エムロード環境造形研究所）の設計によるものである。

3-3. 薄板 CLT 構造用面材の可能性と課題検討

以下に、本計画における A パネの使用範囲を示す。 



<検討1：設計について>

パネルには両面構造用、片面仕上げ、両面仕上げの 3 つのグレードがあり、使い分けが可能である。また、納期を確保すれば、パネルが極力「源平」にならないように仕上げ面を操作することも可能である。「現し」で使用した際のパネルは、他の構造用面材と比べてデザイン性は高い。ただし、準不燃以上の内装制限がかかる際には「現し」で使用できず、外部「現し」にする場合は雨の影響のある範囲は使用できない。

A パネは本体の厚みが厚いため、部分使用した場合には、使用していない箇所と意匠上の調整が必要となる。外装仕上材を同一面仕上げにする場合などは、下地調整が必要となり、手間が増えるため工期がかかる。このように、仕上材ではなく下地材として考えたときには本体の厚みが厚いため材料としての主張が強く、その個性をどのように生かすかが課題

となる。本計画においては、内装制限がかからない範囲では A パネを内部に「現し」で使用し、内装制限がかかる箇所においては十分に軒の出を確保したうえで、軸組の外側に「現し」で使用する計画とした。つまり使用した A パネはすべて「現し」で用いている。

A パネの認定工法では、W 寸法が尺モジュールの 910@ もしくは M モジュールの 1000@ に限定されており、パネルの両端には柱もそれに合わせて必ず入れる必要がある。柱芯寸法を 1820@ にすることも可能である筋交いに比べるとフレキシビリティに欠けるとも言えるため、他のパネル幅でも壁倍率が確保できるよう今後の製品開発に期待したい。

耐力壁をたすきがけ両筋交いにした場合、A パネによる耐力壁との必要壁長さには大きな差は生まれない。本計画においての試算では、以下のようになった。

①すべて両筋交い耐力壁だった場合：

壁倍率=4.0

必要長さ=41.86m×4.0（倍率）=167.44（壁量）

②すべて A パネ耐力壁だった場合：

壁倍率=4.2

必要長さ=40.4m×4.2（倍率）=168.16（壁量）

以上の試算からは、壁が極端に少ない平面計画でない限り、構造計画における従来の筋違いや合板仕様に対する優位性は本計画の規模においてはそれほど高くはないように思われる。一方で、たすきがけ両筋交いや合板の 2 枚張りに相当、あるいは優越する耐力を A パネ 1 枚で達成できるとも言えるため、施工手間の削減や、取り合いの簡略化など、設計・施工上のメリットがあるのも事実である。

A パネは上下横架材間内法寸法に自由度があるなど、他の大臣認定耐力壁と比較すると扱いやすい構造用面材である。一方で、合板や筋交いと比較した際には、耐力壁として使用する場合の条件が厳しく感じられるのも事実である。構造用合板の場合でも、釘のピッチや本体の張り方向程度の制限は存在する。しかし A パネ工法は現状では認定を得ている施工方法の幅が狭く、端部からの釘の設置距離や、構造材への掛かり代、パネルの W 寸の制限（910 か 1000 の選択肢しかない）などにより、使用する場面によっては軸組み計画への制約が大きく感じられる場合もありそうだ。

<検討2：材料調達について>

群馬県内で CLT を生産できる工場はまだ存在しないが、下仁田町の豊富な森林資源を活かし、原木を調達することは可能である。平成 27 年版群馬県森林林業統計書によれば、下仁田町は 18,838 ヘクタールの森林を持ち、町の林野率（%）は 85%に達する。

下仁田の森林で収穫される主な樹種はスギとヒノキである。特に、「町の木」でもあるスギは、かぶら材というブランド名で各地へ出荷されている。

A パネは鹿兒島県の山佐木材株式会社で製造されるが、下仁田町の地場産材を工場に原木として送りパネル化することは可能である。森林を構成する樹種によっては、地場産材を原木として構造用合板を製造することも可能ではあるが、下仁田町の主な樹種であるスギは一般に構造用合板には向かないとされるため、その点からも、主たる地場産材である杉を CLT パネルとして活用することは地域性から見て理にかなっていると言える。

<検討3：加工について>

本計画の構想段階では、厚板 CLT パネルの工場加工を県内技術を活かしてできないかと検討したが、現状では難しいことがわかった。県内のプレカット工場で加工機に通せるのは幅 450mm までの板材であるが、告示の CLT パネル工法で構造壁として用いるには最低でも CLT 板幅が 900mm 以上必要とされる。大判パネルの加工機というと、トラック車体用に薄板加工専用の機械を導入している工場は県内に存在するが、最薄で 36mm 厚である CLT は機械に通らないため加工できない。CLT のような新建材と地場加工技術との融合は木造の可能性拡大に向け大きなテーマであり、今後は整備が進むことを期待したい。

以上を踏まえると、大工でも現場で容易に加工が可能な CLT パネルであることは A パネの大きな利点である。標準的な 1x3m のサイズで考えると、重量はおよそ 60kg となる。1人で1枚のパネルを持ち運ぶには重いが、2人であれば持ち運びも容易である。

A パネの規格寸法は 尺モジュール：910mm×2730、3000、3640、4000mm か、M モジュール：1000mm×2730、3000、3640、4000mm のいずれかであるが、使用する寸法に合わせて長さ 2400mm~4000mm の範囲でカットすることが可能である。出隅の 45 度カットや、現場での微妙な寸法調整など、現場加工が可能なことによる設計・施工上のメリットは大きい。

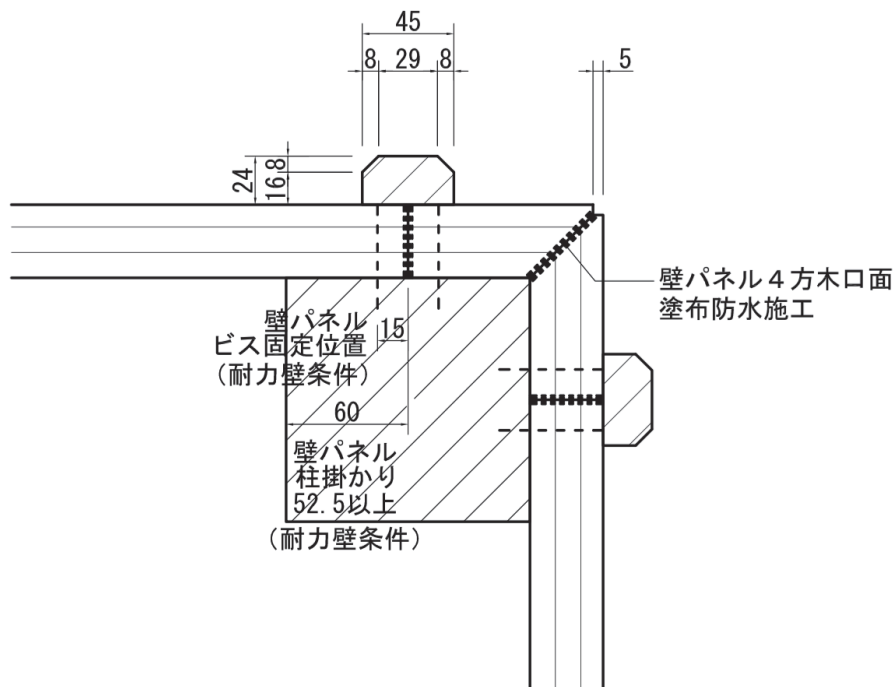
現場加工が可能なことから、長めの A パネを搬入して現場で必要な長さに切り出すことも可能であり、半端な寸法が出た際に通常工場で処理される端材も、造作などに現場で有効に利用することが出来る。

<検討4：工数について>

A パネ工法普及協議会の試算では、1ヶ所のAパネ施工時間は約10分であり、大工費用日当を25000円で計算すると、単価520円となる。一方、一箇所のたすきがけ筋交いの施工時間は加工を含み約45分（単価2343円）、2ヶ所の9mm合板の施工時間は約30分（単価1562円）となっており、工期短縮が工事費に与える影響は有意であると期待できる。

加えて、Aパネが仕上げに「現し」で使用できると仮定した場合、下地を組んで仕上材を施工する手間をそっくり省くことが出来る。本計画の規模であれば、仕上げの工程に関しておよそ1週間の工期短縮が図れる見込みである。すなわちパネル単体での使用ができることが工程の省略となり、建設費の抑制や・工期短縮へとつなげることが出来れば、多少割高な材料単価であっても採用できる可能性が高まる。ただし、その場合は、防火等の認定を取っている、あるいは外装材としても使用できる等の付加価値が必要である。

検討1でも述べたように、本計画においては、内装制限により屋内にAパネを「現し」で使用できない箇所があったため、それらの場所では十分に軒の出を確保したうえで、外部に「現し」で使用する計画とした。耐久性確保のため、外部にパネルを「現し」の箇所では、パネル4方木口面に塗布防水を施工するとともに、突きつけによるパネル同士の接合部には、木口面を保護するための胴縁を回す計画である。これは、現在のところAパネに使用されている接着剤が水性高分子イソシアネートのため「使用環境A」に適さないからであり、接着面を保護するために下記のようなディテールとしている。今後施工に移る段階においては、パネルの積層をレゾルシノール・フェノール樹脂等の接着剤に変えた製造も試みたい。



出隅部コーナー処理と、パネル端部処理の詳細図

<検討5：コストについて>

「A パネによる耐力壁」「たすきがけ両筋交いによる耐力壁」「耐力壁でない一般の壁」それぞれについて、コストの試算を行った。ただし、作業時間の多寡を考慮していない、材料費のみでの比較である。なお、外装仕上げ・内装仕上げともに、一般的なグレードのものを想定している。

A パネによる耐力壁：

軸組＋内装仕上げ＋外層仕上げを兼ねた A パネ

29,000 円／㎡

たすきがけ両筋交いによる耐力壁：

軸組＋両筋交い＋内装仕上げ＋外層仕上げ

13,700 円／㎡

耐力壁でない一般の壁

軸組＋両筋交い＋内装仕上げ＋外層仕上げ

13,400 円／㎡

A パネによる耐力壁は、両筋交いによるものよりも高い単価となった。ただし、仕上げ工程が短縮されることによるコスト減や、断熱材を均一に充填できる等の施工上のメリットは考慮されていない。

本計画においては、A パネのコスト総額は工事費のおよそ 2%弱ほどであった。「A パネによる耐力壁」を取り出して単体で見た際にはコスト高であると言えるが、事業費全体のなかでは調整次第で十分に吸収可能な額であると考えられる。そのためにはやはり、使用箇所では「現し」として意匠性を積極的に活かすなどの工夫が必要となる。

3-4. 考察

前項の 5 つの観点からの検討により、下仁田町の地域性を加味しつつ薄板 CLT 構造用面材の可能性と課題を検証した。本実証によって得られた知見を製造の場にフィードバックすることで、今後 A パネをはじめ同様の CLT 構造用面材の普及に向けて、さらなる製品開発の際の参考資料となることを期待したい。また、今後本計画が施工のフェイズに入っていくなかで、これらのフィードバックを反映したパネル製造や施工方法の検討を次の検証課題として整理していきたい。