

2.2 (株)とやま健康生きがいセンター／とやま県産材需給情報センター

事業名		ウイスキー熟成庫施設新築工事	
実施者（担当者）		(株)とやま健康生きがいセンター（とやま県産材需給情報センター）	
建築物の概要	用途		倉庫
	建設地		富山県南砺市
	構造・工法		木造軸組大断面集成材工法+CLT壁（耐力壁）
	階数		1階
	高さ（m）		11.77m（最高高さ）
	軒高（m）		8.90m
	敷地面積（㎡）		2612.88㎡
	建築面積（㎡）		887.8㎡
	延べ面積（㎡）		887.8㎡
	階別面積		1 階
2 階			－
3 階			－
C L T の仕様	C L T 採用部位		壁
	C L T 使用量（㎡）		加工前製品量85㎡、建築物使用量53㎡
	壁パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60-3-3
		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	－
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		柱：唐松・桧集成材 梁：唐松・杉集成材 土台：桧集成材
	木材使用量（㎡）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		166.64㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板 2重折板噴き GW10kg/㎡ T=100
		外壁	カラー角波鋼板 t=0.4+防水シート+プラスターボード t=12.5
		開口部	断熱オーバースライダー（バーチカル方式）
	主な内部仕上	界壁	－
		間仕切り壁	－
		床	コンクリート金鍍仕上+砂利敷き（樽下）
構造	構造計算ルート		ルート1
	接合方法		GIR及び金物
	最大スパン		5.4M
	問題点・課題とその解決策		CLT耐力壁については事前に性能実験が必要になるため、構造の検討時間に期間を要する。
防耐火	防火上の地域区分		指定なし
	耐火建築物等の要件		無
	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		無し
温熱	建築物省エネ法の該当有無		該当なし
	温熱環境確保に関する課題と解決策		CLTパネルの裏面と2重折板で断熱材を充填し、温熱環境を確保している。
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	グラスウール 100mm 10kg/㎡
		外壁	グラスウール 100mm 16kg/㎡
床		－	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		倉庫の為、遮音性能対策は行っていない
	建て方における課題と解決策		冬場の施工なので、当で材料の仕上・小口が濡れないように養生対策
	給排水・電気配線設置上の工夫		－
	劣化対策		CLT材を撥水塗装で施工する事で、劣化対策とした。
工程	設計期間		2021年6月初旬～7月下旬（2ヶ月）
	施工期間		2021年10月14日～2022年3月31日（5.5ヵ月）
	C L T 躯体施工期間		2021年12月下旬～2022年1月下旬（1か月間）
	竣工（予定）年月日		2022年3月31日
体制	発注者		株式会社とやま健康生きがいセンター 酒販部 モルトヤマ 代表取締役 下野孔明
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		松井建設株式会社北陸支店一級建築士事務所
	構造設計者		CHUTO建築設計事務所
	施工者		松井建設株式会社北陸支店
	C L T 供給者		株式会社中東
	ラミナ供給者		チューモク株式会社・野村木材株式会社

実証事業名：ウイスキー熟成庫施設新築工事の建築実証

建築主等／(株)とやま健康生きがいセンター／とやま県産材需給情報センター

1. 実証した建築物の概要

用途		倉庫（ウイスキー熟成庫）		
建設地		富山県南砺市北川		
構造・工法		木造軸組大断面集成材工法+CLT（耐力壁）		
階数		1 階		
高さ（m）		8.90m	軒高（m）	8.90m
敷地面積（㎡）		2,612.88 ㎡	建築面積（㎡）	887.8 ㎡
階別面積	1 階	887.8 ㎡	延べ面積（㎡）	887.8 ㎡
CLT 採用部位		壁		
CLT 使用量（m³）		加工前製品量 85 m³、加工後建築物使用量 53 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		166m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	90mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ		
	床			
	屋根			
設計期間		2021 年 6 月～7 月（2 ヶ月）		
施工期間		2021 年 10 月 14 日～2022 年 3 月 31 日（5.5 ヶ月）		
CLT 躯体施工期間		2021 年 12 月下旬～2022 年 1 月下旬（1 ヶ月）		
竣工（予定）年月日		2022 年 3 月 31 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

①建築実証

「集成材軸組+CLT」と「S 造+胴縁+PB」について基礎工事、躯体工事等のコスト、工期、人工等を比較(参考資料1)するとともに、本事業における材料調達、施工工程・手法等の課題を分析する。

②構造実証

ダンパー付 CLT の仕様検討と構造特性値を取得し、限界耐力計算で設計した場合の優位性の検証を行う。

③性能実証

庫内環境面に関して、実験室の小型モデルによる実証実験と若鶴酒造(株)保有のウイスキー熟

成庫(S 造)が蓄積している温度・湿度データおよびウイスキー熟成度合い(蒸発量・香り・エキ
ス・色・味わい等)との比較により検証を行う。

3. 協議会構成員

- 【施主】 ㈱とやま健康生きがいセンター 代表取締役 下野孔明
【協議会運営者】 とやま県産材需給情報センター 事務局長 山下芳正
【設計】 松井建設㈱北陸支店一級建築士事務所 後藤芳弘
【構造設計】 CHTO 建築設計事務所 山田隆
【施工】 松井建設㈱北陸支店 伏江一夫
【材料】 チューモク㈱ 執行役員 木材製品部長 上田純和
【原木供給】 ㈱島田木材 代表取締役社長 島田優平
【試験】 富山県農林水産総合技術センター 木材研究所 若島喜朗
【試験】 若鶴酒造㈱ 取締役 稲垣貴彦

4. 課題解決の方法と実施工程

①建築実証

「集成材軸組+CLT」と「S 造+胴縁+PB」について基礎工事、躯体工事等のコスト、工期、人工等を比較(参考資料1)するとともに、本事業における材料調達、施工工程・手法等の課題を分析した。

②構造実証

ダンパー付 CLT の仕様検討と構造特性値を取得し、限界耐力計算で設計した場合の優位性の検証をした。

③性能実証

庫内環境面に関して、実験室の小型モデルによる実証実験と若鶴酒造㈱保有のウイスキー熟成庫(S 造)が蓄積している温度・湿度データおよびウイスキー熟成度合い(蒸発量・香り・エキ
ス・色・味わい等)との比較により検証をした。

<協議会の開催>

2021 年

- 6 月 2 日：第 1 回開催：事業の概要、検証メニュー、今後のスケジュール、
役割分担と契約
9 月 22 日：第 2 回開催：壁せん断試験の結果、スケジュール
2 月 8 日：第 3 回開催：報告書等提出資料の作成の打合せ

<設計>

- 2021 年 7 月上旬：実施設計 ・ 構造設計
8 月上旬：建築確認申請

<施工>

2021 年 10 月：工事契約

10～12 月：着工、基礎工事

12 月～1 月：木工事

2022 年 2 月：外装工事・整備工事

3 月：内装工事・整備工事

<性能確認>

2021 年 6～7 月：CLT 耐震壁の壁せん断試験 2 条件 7 体、ダンパーの交換による試験 3 体

5. 得られた実証データ等の詳細

構造試験による実証[課題]

鋼製ダンパーを用いた CLT 耐力壁は既に富山県立大学学生会館に採用されているが、壁一枚当たり 8 枚のダンパーを用いたことから、コスト的な課題があった。また、鋼製ダンパーの軸組への接合部が CLT で隠れるため、大地震後のダンパーの交換手間に課題があった。そこで、CLT の片側を鋼製アングルで柱に固定し、反対側のみダンパーを設置することでダンパー設置枚数の削減を検討した。また、ダンパーは取付部が部材等で隠れることなく配置できるようにした。予備試験により決定したダンパー付き CLT 耐力壁を図 5.1 に示す。これによりダンパー枚数は従来の 8 から 3 に削減でき、短期基準せん断耐力も 24kN でダンパー 8 枚の仕様と同等以上の値が得られた。また、壁に大変形を与えた後ダンパーのみを交換した場合も、ほぼ初期状態の性能に回復できることを確認した。

ダンパー付き CLT 耐力壁を設置した建物に対して、ダンパーの減衰効果を考慮して限界耐力計算を行ったところ、減衰効果を考慮しない場合に比して応答を 2/3 程度に抑制される計算結果となった。同様の傾向を wallstat を用いた地震応答解析でも確認することができた。

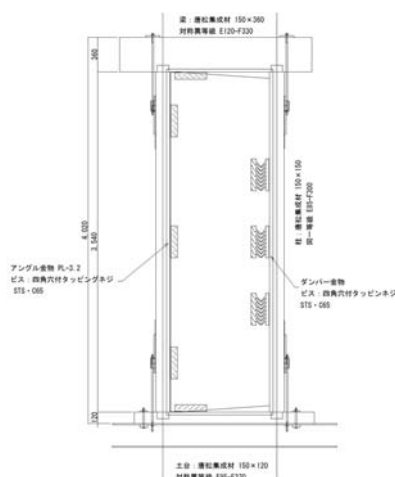


図 5-1 ダンパー付き CLT 耐力壁

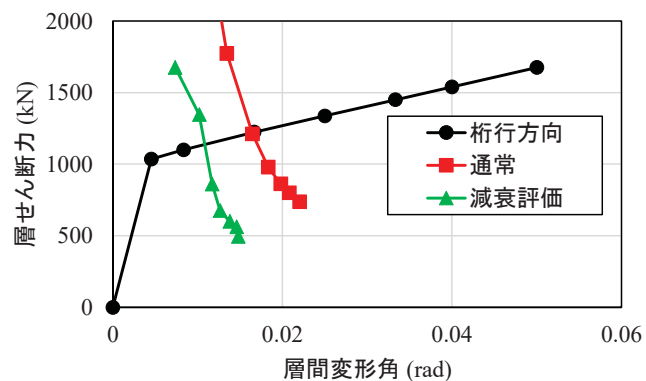
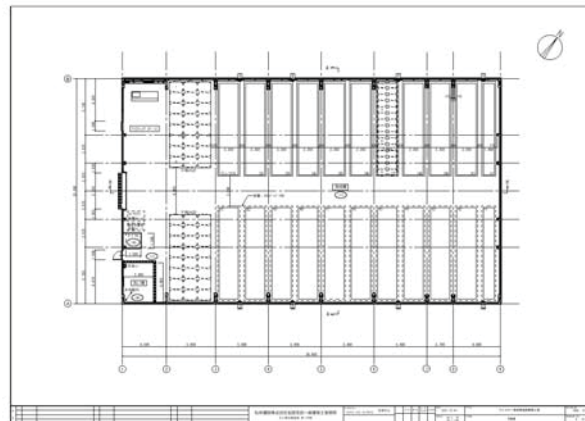


図 5-2 限界耐力計算（極稀地震）

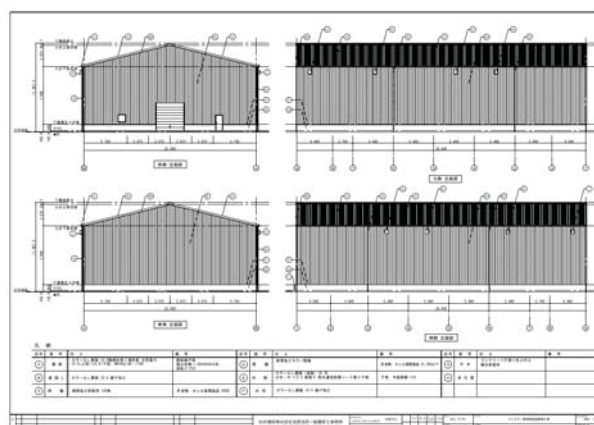
6. 本実証により得られた成果

- CLT と S 造のコストとメリットを比較検討することで今後の CLT の利用促進となる。
- ダンパー付き CLT 耐力壁の仕様を、低コスト性と構造性能、ダンパー交換の施工性を念頭に検討・試験を行い、その結果を公開することにより他の事業者が同様の検討を行う上で参考となった。また、減衰効果を考慮した設計によるコスト的メリットを明らかにすることで、同様の用途の建築物に波及効果が期待できた。さらに、大地震後もダンパーの交換による構造性能の回復を実証することで、CLT 建築物の長寿命化の可能性を示すことができた。
- はじめてウイスキー熟成庫における CLT のウイスキーの味に与える影響が実証されることでいままでになかった新しい要素での評価となり、CLT の活用がひろがった。加えてサステイナブルな取り組みの先進事例として世界への強い発信力を期待できた。そして日本のウイスキーの品質の向上およびさらなる輸出拡大が見込まれる。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



【平面図】

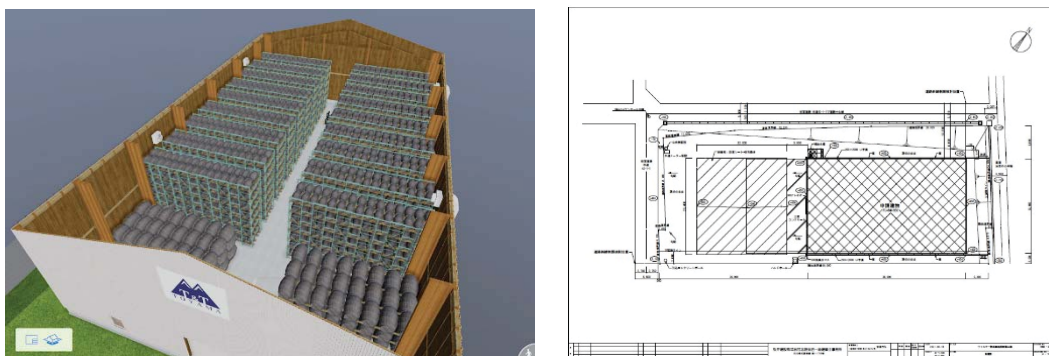


【立面図】

・施工レポート

計画概要

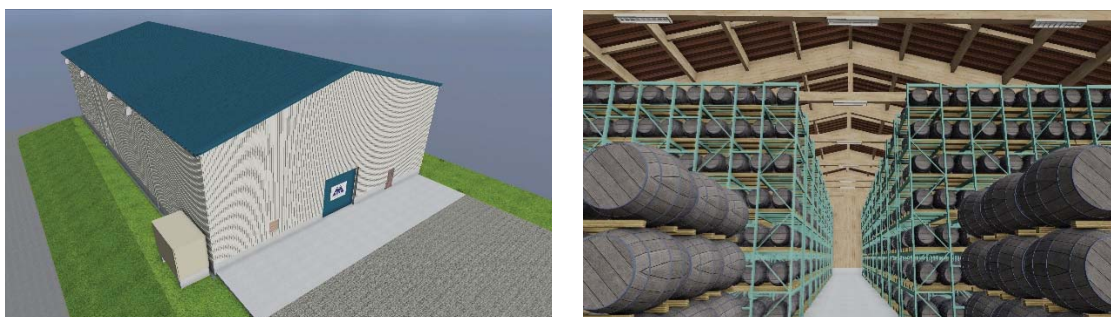
「ウイスキー熟成庫施設新築工事」は、富山県南砺市の道の駅「木彫りの里創遊館」近くのテニスコートに隣接した場所です。蒸留したウイスキーの熟成庫施設です。延べ面積 887.8 m²の平屋の建物であり、最大 5000 丁(樽)の貯蔵が可能となります。南砺市産杉を 654 本、富山県産ヒノキ 210 本を使用しています。



長手方向は CLT パネルを用いて耐震要素としました。長手方向に CLT パネルを用いた計画とする事によって施工性やコスト面について今後の大規模な工場や倉庫の建築に活かせるように検証できます。

CLT パネルに外壁下地石膏ボード、透湿防水シート、グラスウール(16 kg/m³)、カラーガルバリウム鋼板として外壁面を仕上げ、室内側は CLT パネルが露出し現しとなる納まりになります。

また屋根については、重量及びコストを検討した結果 CLT パネルは採用せずにターンバックルブレス+カラーガルバリウム鋼板二重折版を採用しています。



- ・施工の効率化

木軸建方時、50t レッカー1 台、高所作業車(12m・18m)を 2 台ずつ、計 4 台で建方計画としていました。しかし敷地に余裕があれば相番機にて 25t レッカーがいれば作業効率は上がったと思われます。合掌梁を建方している間に、次の建方予定の合掌梁の地組を進めて行ければ工期短縮に繋がったと思われます。



鉄骨造に比べて、建方完了時に受ける印象が違いました。鉄骨の色は暗い色の印象ですが木造は見栄えが良く明るい感じがして、外から見かける通行人からの印象が他の造りより人を惹きつけるような効果を感じました。



建方、屋根、外壁工事の時期が冬季にあたり除雪等の整備が大変でした。屋根工事に関しては屋根の勾配が 25%あり、雪が降ると危険作業になるので工期に支障を及ぼす可能性があると思います。



今回の計画では天井クレーンが無く、合掌の束が他の物件に比べ少ない分地組が早く進み、レッカー1台での作業効率が伸びました。



GIR 接合によるアンカーの施工精度を上げる為にアンカーフレームを基礎柱に据えて施工しました。建方時の時間ロスを減らす為に、生どりのことでスムーズに木軸施工に繋がりました。



CLT 壁は今回、1 箇所ずつ施工したので建方時の建入調整は難しくはありませんでした。壁 CLT と間柱にしてユニット化するよりも壁 CLT を単品として建方する場合は仮付けする人、本締めする人、ホールダウン金物を取付ける人といったように作業の分担が可能で作業効率は上がりました。CLT 壁の柱間を地組による建方時は調整が難しく今回の 1 箇所ずつによる施工は良かったと思います。ただ壁 CLT の一体化は開口(サッシ枠など)が多い場合は効率的なのかもしれません。



胴差レベルまで CLT 壁を先行して建方した為、建方精度が上がりました。胴差レベルまで先行したことによって、壁 CLT を各層、各スパン毎に本打ちすることができ、建入精度(良い状態)を保つことが可能となります。また横架材のレベル毎に柱倒れの確認・調整できたことは施工精度を上げる要因の一つだと思います。



ホールダウンと柱-CLT接合部のLアンクル金物が干渉する所が出てきて施工が難しかったです。今回の壁 CLT はダンパー金物を用いた耐力壁ということもあり、ダンパー金物と L アンクル金物の位置変更できずホールダウン金物との干渉箇所が多くみられました。干渉箇所は農林水産技術センター若島氏に確認後Lアンクルを干渉しない高さに位置変更しました。非耐力壁部の干渉箇所はホールダウン金物のボルトをジョイント延長し対応しました。



CLT熟成試験



写真1 小型熟成庫モデル (左: CLT、右: スレート)

2. 試験方法

小型熟成庫モデルを上部の蓋を解放した状態で恒温恒湿装置内に挿入して 20°C65%の環境で 24 時間放置した。

次に熟成庫内部に温湿度計を挿入して上部の蓋を密閉し、恒温恒湿装置の環境を図1に示す、20°C65%RH24 時間→30°C90%RH4 時間(高温高湿条件)→20°C65%RH4 時間→10°C40%RH4 時間(低温低湿条件)→20°C65%RH 4 時間→30°C90%RH 4 時間 (高温高湿条件)→20°C65 %RH24 時間のスケジュールで変化させ、小型熟成庫モデル内の温湿度変化を挿入した温湿度計で測定した。

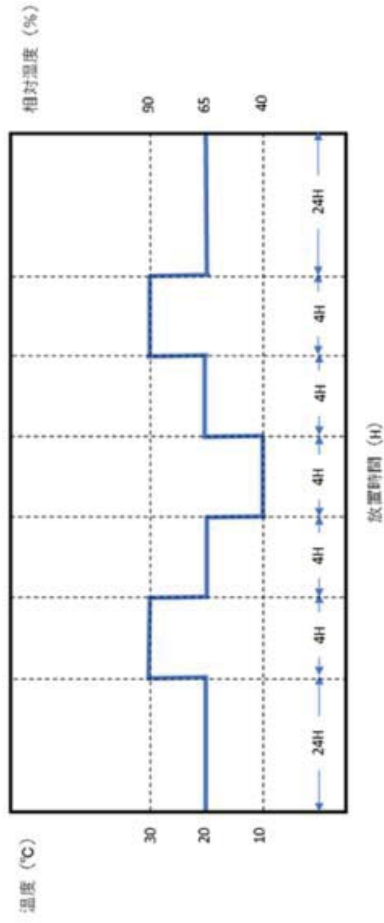
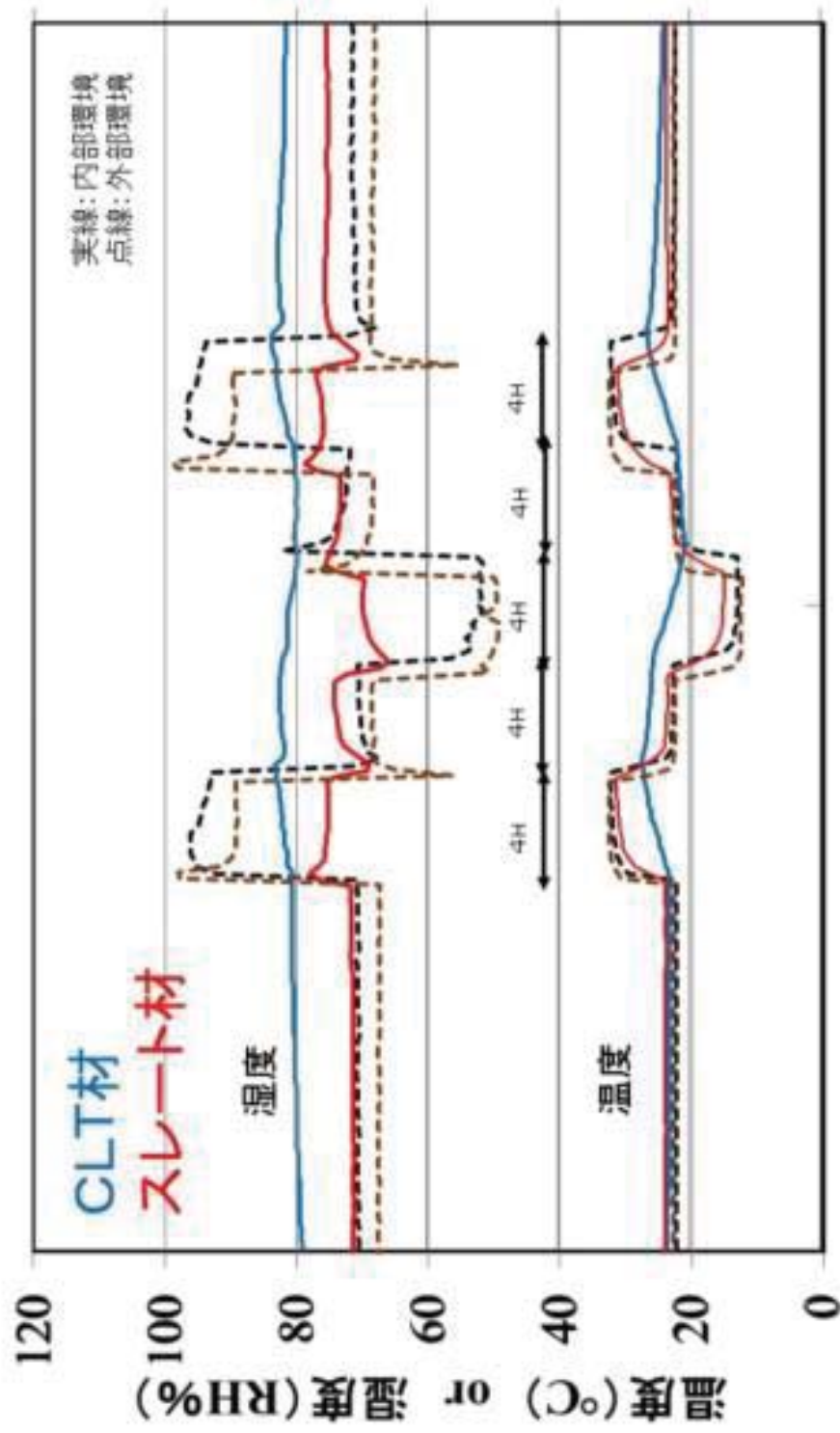


図1 高温高湿→低温低湿処理試験のスケジュール

CLTは安定した温度、湿度を保つ



屋外で2週間熟成



写真 1 CUTおよびスレート箱の設置の様子



写真 2 CUTおよびスレート箱内の様子

8/18-31 主に晴れ

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
雨のち曇	曇のち雨	晴のち曇	曇	曇	曇一時雨	曇のち雨	曇一時雨	曇	晴	晴のち曇	曇のち曇	曇一時雨	曇のち曇
28.1 / 22.3	33.3 / 21.5	34.5 / 21.6	32.8 / 23.4	34.0 / 25.3	33.2 / 24.4	30.3 / 22.9	31.4 / 24.6	36.2 / 24.5	33.3 / 23.7	34.0 / 23.0	31.8 / 22.8	31.5 / 24.7	30.2 / 22.7

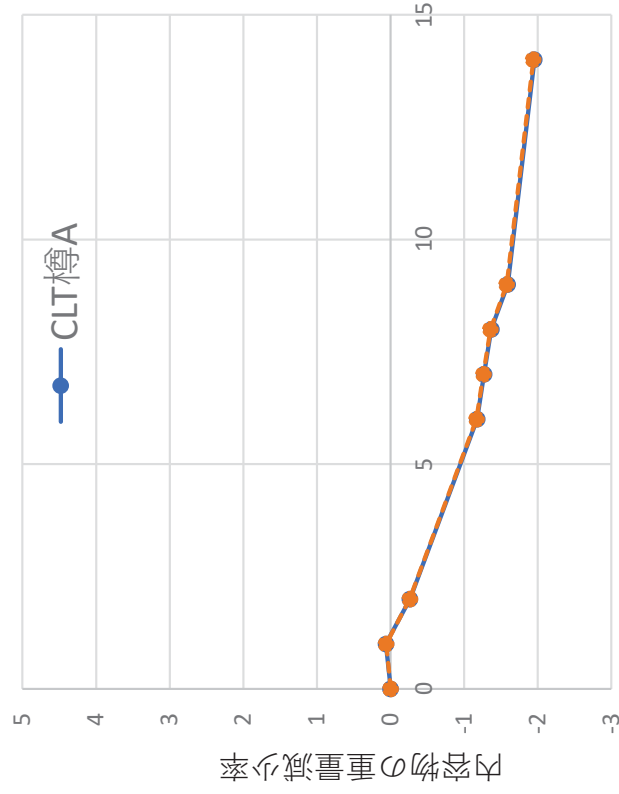
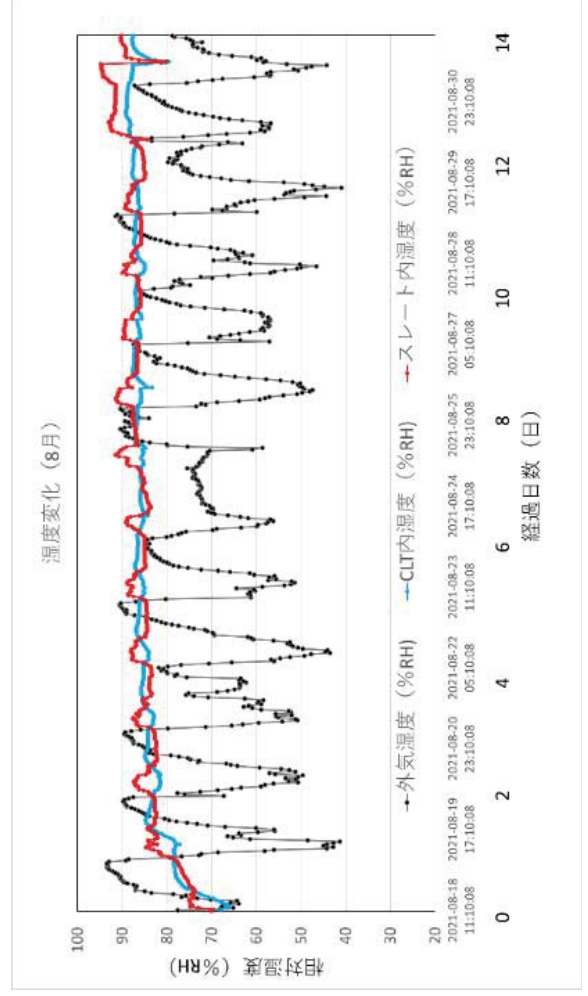
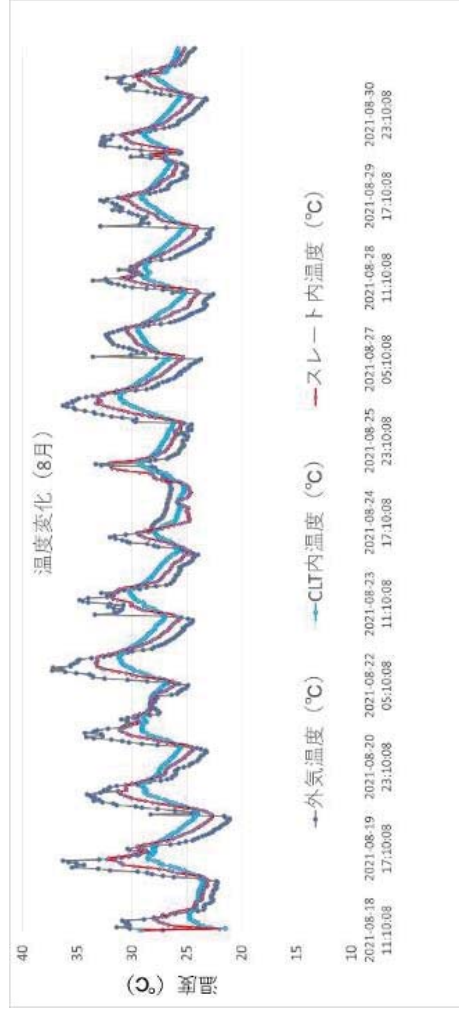


図1 ウィスキー樽内容物の重量

変化率

(8月18日～31日：主に晴天)

9/1-17 主に雨

1	雨	24.5 / 20.0	2	雨のち曇	25.2 / 20.5	3	曇のち雨	26.0 / 20.6	4	曇のち雨	24.5 / 20.3	5	曇	26.8 / 19.7	6	晴	27.0 / 19.2	7	曇	26.8 / 17.4	8	雨	25.1 / 22.6	9	曇のち雨	30.8 / 20.4	10	曇のち雨	27.2 / 19.4	11	曇のち晴	29.2 / 20.8	12	曇	27.0 / 18.7	13	曇一時雨	26.1 / 20.9	14	曇	25.6 / 17.4	15	曇のち晴	26.5 / 19.3	16	晴のち曇	26.9 / 17.3	17	曇のち雨	29.2 / 19.9
---	---	-------------	---	------	-------------	---	------	-------------	---	------	-------------	---	---	-------------	---	---	-------------	---	---	-------------	---	---	-------------	---	------	-------------	----	------	-------------	----	------	-------------	----	---	-------------	----	------	-------------	----	---	-------------	----	------	-------------	----	------	-------------	----	------	-------------

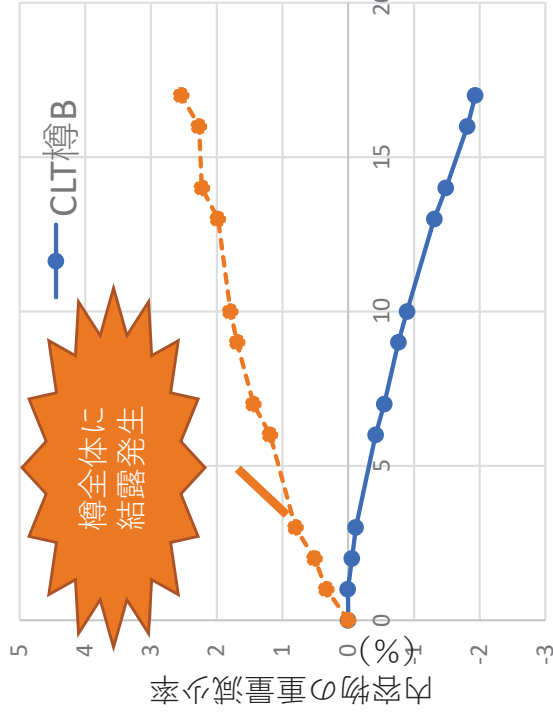
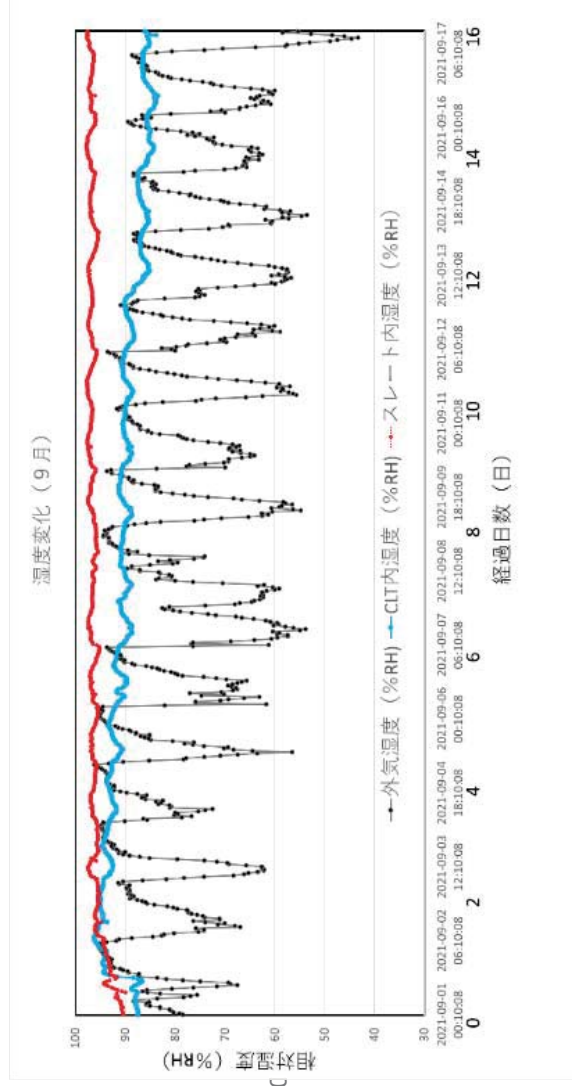
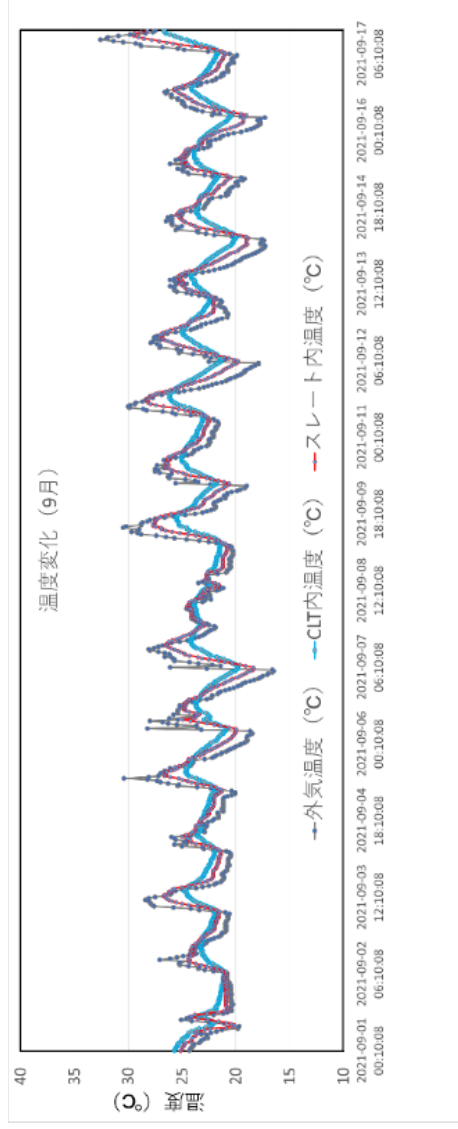


図2 ウイ経過日数樽内容物の重量変化
(9月1～17日：主に雨天)



(9月1～17日：主に雨天)

CLTは安定した温度、湿度を保ち熟成。